

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Державний біотехнологічний університет

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА  
З ВИКОРИСТАННЯМ РІДКИХ ОЛІЙ  
ТА ГОРІХОВИХ ШРОТІВ**

Монографія

Харків  
ДБТУ  
2023

УДК 664.682(02.064)  
Ш 56

*Рецензенти:*

д-р техн. наук, проф., професор кафедри технології жирів та продуктів бродіння Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» *Демидов І.М.*

канд. техн. наук, проф., професор кафедри міжнародної електронної комерції та готельно-ресторанної справи Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна *Греvenceва Н.В.*

Рекомендовано до друку вченою радою ДБТУ,  
протокол №6 від 14.02.2023 р.

**Шидакова-Каменюка О. Г.**

Ш 56 Технологія здобного печива з використанням рідких олій та горіхових шротів : монографія / О. Г. Шидакова-Каменюка, Г. В. Новік, О. І. Болховітіна. – Х. : ДБТУ, 2023. – 193 с.

У монографії узагальнено результати досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування використання шротів кедрового та волоського горіхів в технології пісочного здобного печива з частковою заміною твердого жиру рідкою олією, що дозволить уникнути додаткового застосування для стабілізації емульсійного напівфабрикату синтетичних емульгаторів та отримати печиво з високою харчовою та біологічною цінністю.

Видання пропонується для викладачів, аспірантів та студентів спеціальності «Харчові технології». Видання також може бути використане студентами споріднених спеціальностей, працівниками харчової галузі.

УДК 664.682(02.064)

© Шидакова-Каменюка О. Г,  
Новік Г. В., Болховітіна О.І., 2023  
© Державний біотехнологічний  
університет, 2023

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
Розділ 1. Актуальність використання горіхових шротів в технології здобного печива.....	9
1.1. Сучасні тенденції покращення нутрієнтного складу печива.....	9
1.2. Особливості використання жирової сировини в технологіях здобного пісочного печива.....	27
1.3. Проблеми використання рідких олій під час виготовлення пісочного печива та шляхи їх вирішення.....	39
1.4. Аналіз хімічного складу найбільш поширеної на ринку України горіхової сировини .....	44
1.5. Перспективи використання продуктів переробки кедрового та волоського горіхів у харчовій індустрії....	51
Висновки за розділом 1.....	58
Розділ 2. Характеристика хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей шротів кедрового та волоського горіхів .....	60
2.1. Вивчення хімічного складу шротів кедрового та волоського горіхів .....	61
2.2. Дослідження стану вологи у горіхових шротах .....	81
2.3. Аналіз функціонально-технологічних властивостей горіхових шротів .....	84
Висновки за розділом 2.....	93
Розділ 3. Технологічне обґрунтування використання шротів кедрового та волоського горіхів під час виготовлення пісочного здобного печива з рідкими оліями .....	95
3.1. Аналіз впливу горіхових шротів на властивості біополімерів борошна пшеничного.....	95
3.2. Вивчення впливу горіхових шротів на властивості емульсії для здобного печива.....	103

3.3. Визначення структурно-механічних властивостей тіста для здобного печива з горіховими шротами.....	110
3.4. Вплив горіхових шротів на фізико-хімічні та органолептичні показники здобного печива з рідкими оліями .....	114
Висновки за розділом 3.....	119
Розділ 4. Розробка технології здобного печива з додаванням рідких олій та горіхових шротів.....	121
4.1. Оптимізація рецептури пісочно-виїмкового здобного печива з додаванням рідких олій та горіхових шротів.....	121
4.2. Розробка рецептур пісочно-виїмкового здобного печива з рідкою олією та горіховими шротами й удосконалення технологічної схеми його виробництва..	126
4.3 Аналіз харчової та біологічної цінності нових видів печива.....	129
4.4. Оцінка якості нових виробів під час зберігання.....	135
4.5. Комплексна оцінка якості нових виробів.....	143
4.6. Оцінювання привабливості нової технології для виробника.....	147
Висновки за розділом 4.....	154
Заключення.....	156
Список використаної літератури .....	159
Додатки.....	187
Додаток А. Результати дериватографічних досліджень горіхових шротів.....	188
Додаток Б. Альвеограми зразків тіста з додаванням горіхових шротів.....	190
Додаток В. Фаринограми зразків тіста з додаванням горіхових шротів.....	191

## Перелік умовних скорочень

ТІЖК – трансізомери жирних кислот;  
ТТГ – тверді тригліцерини;  
ПНЖК – поліненасичені жирні кислоти;  
ШКГ – дієтична добавка «Шрот кедрового горіха»;  
ШВГ – дієтична добавка «Шрот волоського горіха»;  
ВУЗ – водоутримуюча здатність;  
ЖЕЗ – жироемульгувальна здатність;  
ЖУЗ – жирутримувальна здатність;  
DTA – диференціальні криві теплових ефектів;  
TG – криві зміни маси зразків.

## ВСТУП

У раціоні сучасної людини має місце зменшення частки біологічно-цінних продуктів, що спричиняє підвищення ризику виникнення різних аліментарнозалежних захворювань. Зважаючи на це, інноваційні тенденції розвитку світової харчової індустрії орієнтуються на створення продукції оздоровчого спрямування, що може бути реалізоване, зокрема, за рахунок внесення нетрадиційних інгредієнтів з високим вмістом корисних для організму людини речовин.

Згідно зі статистичними даними в Україні має місце тенденція до збільшення обсягів виробництва здобного печива. Зважаючи на невідповідність зазначеного продукту вимогам здорового харчування перспективним є його технологічна модифікація в напрямку покращення нутрієнтного складу. Важливою стадією технології пісочного здобного печива є отримання емульсійного напівфабрикату, за жирову основу для якого переважно використовують пальмову олію, маргарини, шортенінги, кондитерські жири тощо, тобто такі жирові компоненти, що мають високий вміст насичених жирів або характеризуються наявністю трансізомерів жирних кислот. Ці речовини мають певну небезпеку для організму людини, у зв'язку з чим важливим є пошук можливостей повної або часткової заміни таких жирів на рідкі олії, що відзначаються вищим вмістом поліненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів та відсутністю трансізомерів жирних кислот. Однак застосування рідких олій в технології пісочного здобного печива обмежене у зв'язку з виникненням певних технологічних проблем – вони утворюють нестійкі емульсії, легко відокремлюються під час випікання та зберігання продукції, що негативно

відображається на її якості. Для стабілізації емульсій з використанням рідких олій та забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей тіста і високих якісних показників готового печива необхідне додаткове застосування емульгаторів – білкових речовин, модифікованих крохмалів, камедей, харчових волокон та інших високомолекулярних сполук – або натуральної сировини, до складу якої входять зазначені речовини. Перспективними з цієї позиції є добавки рослинного походження, перевага яких полягає у наявності комплексу корисних для організму людини нутрієнтів – вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук, харчових волокон та ін. – в найбільш доступній і засвоюваній формі.

Значна кількість речовин з функціонально-технологічними властивостями входить до складу дрібнодисперсних добавок – шроту кедрового горіху та шроту волоського горіху, які є побічним продуктом виробництва відповідних олій, і, як наслідок, є концентратами життєво важливих для людини нутрієнтів. На сьогоднішній день горіхові шроти використовуються під час отримання кондитерської продукції переважно або як заміник горіхової сировини, або замість частини борошна з метою покращення харчової та біологічної цінності.

В матеріалах монографії узагальнено результати досліджень, спрямованих на наукове обґрунтування використання шротів кедрового та волоського горіхів в технології пісочного здобного печива з частковою заміною твердого жиру рідкою олією, що дозволить уникнути додаткового застосування для стабілізації емульсійного напівфабрикату синтетичних емульгаторів та отримати печиво з високою харчовою та біологічною цінністю.

В основу монографії покладено матеріали дисертаційної роботи Новік Г.В., яку виконано на кафедрі технології хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Харківського державного університету харчування та торгівлі під керівництвом к.т.н., доцента Шидакової-Каменюки О.Г.



## **РОЗДІЛ 1.**

### **Актуальність використання горіхових шротів в технології здобного печива**

#### **1.1. Сучасні тенденції покращення нутрієнтного складу печива**

На сьогоднішній день виявлені значні порушення у структурі харчування населення через зменшення споживання харчових продуктів з високим вмістом фізіологічно-корисних речовин – м'ясної та молочної продукції, овочів, фруктів, ягід тощо. Дефіцит в раціоні фізіологічно-цінних нутрієнтів призводить до зниження неспецифічної резистентності організму до чинників зовнішнього середовища, зменшення адаптаційного потенціалу людини, є фактором ризику багатьох хвороб мікронутрієнтної недостатності, аліментарно-залежних захворювань (атеросклероз, гіпертонічна хвороба, гіперліпідемія, ожиріння, цукровий діабет, остеопороз, подагра та ін.), уповільнює фізичний та нервово-психічний розвиток дітей, призводить до зниження працездатності. Як наслідок, відмічається збільшення кількості людей з надмірною вагою та серцево-судинними захворюваннями, що зумовлене порушенням обміну речовин. Спостерігається різке зниження тривалості життя (за останні роки – майже на 30%). Положення посилилося внаслідок погіршення екологічної обстановки, що призвело до зростання рівня захворюваності населення. Має місце забруднення токсичними речовинами ґрунту, дисбаланс мікроелементного складу води, зниження рівня біогенних та підвищення вмісту токсичних елементів у харчових продуктах.

Ефективним способом ліквідації виявлених дефіцитів у харчуванні, а також підвищення адаптаційного потенціалу організму людини до негативних чинників

навколишнього середовища є збагачення корисними речовинами харчових продуктів щоденного споживання.

Зважаючи на наведене вище, сьогодні споживачі надають перевагу збагаченим харчовим продуктам, які позитивно впливають на фізіологічний стан організму людини – так звані функціональні продукти. Така продукція призначена для систематичного вживання всіма віковими групами здорового населення, має виражену дію, що регулює окремі процеси в організмі, виготовляється з природних інгредієнтів, знижує ризик розвитку хвороб. Якщо споживчі властивості традиційних продуктів включають дві складові: харчову цінність і смакові якості, то функціональні продукти чинять ще й фізіологічну дію: позитивно впливають на одну або кілька функцій організму, допомагають попередити його старіння та знизити ризик захворювань [1, 2].

Досвід високорозвинених держав свідчить, що найбільш ефективним та доцільним з економічної, соціальної, гігієнічної та технологічної точок зору способом кардинального вирішення проблем, пов'язаних з корекцією харчування населення, є розробка та виробництво функціональних продуктів харчування. Зазначене спонукає підприємства харчової індустрії орієнтуватися у бік підвищення обсягів виробництва безпечної та корисної для здоров'я продукції. Реалізація поставленої задачі здійснюється, зокрема, шляхом внесення до традиційних технологій певних змін, акцентованих на використання нових сировинних інгредієнтів з високим вмістом фізіологічно корисних нутрієнтів, що зумовлює збагачення харчової продукції [1]. Використання такої продукції є зручним, тому що люди вживають її замість традиційних продуктів, що не вимагає зміни харчових звичок.

Тому перспективним є збагачення таких груп продуктів, які користуються найбільшим попитом у споживача. До таких виробів, зокрема, відносять продукції кондитерської промисловості.

Ринок кондитерських виробів України за насиченістю та асортиментом наближається до європейських країн. Кондитерські виробы включають близько дві тисячі найменувань, з яких понад 90 % ринку солодоців належить вітчизняній продукції [3]. Значну частку в зазначеній групі виробів займає сегмент печива та вафель. Після спаду виробництва у 2014 – 2015 рр. ринок печива та вафель у 2017 р. показав зростання на 5,8%. Така тенденція збереглася і на сьогоднішній день [4]. Причинами, що забезпечують стабільність цього сектора кондитерських виробів, вважаються широкий асортимент і найнижче зростання цін [5], що є хорошою підтримкою рейтингу продажів. Традиційні рецептури печива включають висококалорійну сировину, що має низьку біологічну цінність – борошно вищого ґатунку, жири (маргарини, вершкове масло, кондитерські жири, шортенінги тощо), цукор. Таке печиво містить багато вуглеводів, жирів і не відноситься до «здорової їжі». Вищенаведене свідчить про доцільність вибору печива, як перспективного об'єкту для технологічної модифікації з метою покращення нутрієнтного складу.

Нами було систематизовано сучасні підходи, які пропонуються вітчизняними та зарубіжними науковцями для вирішення проблеми збагачення печива фізіологічно-корисними речовинами, що дозволило виділити два основних напрямки – внесення до рецептурного складу виробів синтезованих препаратів або використання натуральної біологічно-цінної сировини та продуктів її переробки (табл. 1.1).

**Таблиця 1.1 – Нетрадиційні добавки для покращення нутрієнтного складу печива**

Види добавок	Переваги	Недоліки
<u>синтезовані препарати</u> (вітаміни, мінеральні речовини та їх комплекси)		
<i>монопрепарати</i>	- доступність у торговельних мережах; - технологічність використання;	- обмеженість збагачення; - суворе дотримання рекомендації з дозування, - необхідність урахування можливої взаємодії з речовинами сировини,
<i>поліпрепарати</i>	- стабільність складу	- невисока біодоступність
<u>натуральна сировина та продукти її переробки</u>		
<i>тваринного походження</i> (продукти переробки харчової кістки, апіпродукти, вторинна молочна сировина тощо)	- високий вміст біологічно-цінних білків, окремих мінеральних речовин (кальцій, залізо та ін.); - наявність функціонально технологічних властивостей	- мікробіологічна нестабільність; - необхідність у особливих умовах зберігання; - відсутність харчових волокон та деяких міnorних компонентів харчування (поліфенолів, поліненасичених жирів тощо)
<i>рослинного походження</i> (продукти з олійної, плодово-ягідної, овочевої, горіхової, зернової та ін. сировини)	- наявність корисних нутрієнтів у вигляді природного комплексу з високим рівнем біодоступності; - відносно невисока вартість; - відсутність особливих вимог до зберігання; - наявність функціонально технологічних властивостей	- залежність хімічного складу від багатьох чинників (виду або сорту, регіону вирощування сировини, погодних умов, способів переробки та ін.); - відсутність товарних форм деяких добавок

Збагачення печива штучно синтезованими препаратами передбачає застосування в його технології вітамінно-мінеральних преміксів промислового виробництва, а також препаратів окремих вітамінів та мінеральних речовин [6]. Перевагою використання таких добавок є доступність у торговельних мережах, технологічність використання (легко дозувати) та можливість контролю за вмістом нутрієнтів у готовому виробі [7]. Збагачення вітамінами та мінеральними речовинами продуктів масового споживання (технологічна модифікація) – це безпосереднє додавання у процесі виробництва вітамінів або їх суміші в харчовий продукт з обов'язковим маркуванням та зазначенням дози введеного в продукт мікронутрієнта [8]. Розрізняють два типи збагачення харчової продукції вітамінами та мінеральними речовинами – масове і цільове.

При масовій фортифікації збагаченню піддаються харчові продукти (хліб та хлібобулочні вироби; молочні продукти, зернові продукти (каші, мюслі, пластівці), соки, нектари, напої, йодована сіль), які повсякденно споживаються всіма верствами населення старше 3 років. Цільове збагачення – збагачення харчових продуктів, що призначені для окремих категорій населення. Збагачення продуктів масового споживання майже завжди є обов'язковим, законодавчо закріпленим, цільове збагачення – як обов'язковим, так і добровільним залежно від проблеми, яка підлягає вирішенню [8].

Добровільне («ліберальне») збагачення з ініціативи виробників широко розвинене в індустріально розвинених країнах, його іноді називають «кероване промисловістю збагачення» або «вільноринкове збагачення» («market-driven fortification»). Воно завжди регулюється державними нормативними документами. На жаль, добровільне збагачення, тобто додавання вітамінів та мінеральних

речовин на розсуд виробників харчових продуктів, часто здійснюється не більш ніж у маркетингових цілях [8].

Для печива відсутні рекомендації стосовно щоденного вживання, оскільки воно не відноситься до продукції «споживчого кошика». Як наслідок, використання для збагачення печива синтезованих препаратів може спричинити їх надмірне надходження до організму людини [9].

Також необхідно урахувати можливість хімічної взаємодії таких препаратів з речовинами збагачуваних продуктів та їх зміни під дією технологічних параметрів виготовлення печива, зокрема високої температури випікання. Крім того, таке збагачення є вузько спрямованим – вноситься конкретна речовина або комплекс певних речовин, однак при цьому відсутня можливість вилучення або заміни рецептурних компонентів з низькою біологічною цінністю (маргарину, цукру, борошна пшеничного). Також, за думкою деяких науковців, синтезовані препарати гірше засвоюються організмом людини, порівняно з натуральними [10].

Все більше уваги сьогодні приділяється збагаченню нутрієнтного складу печива за рахунок використання сировини натурального походження [11, 12] (рис. 1.1).

Перед синтетичними препаратами вона має суттєві переваги, зокрема містить природний комплекс біологічно активних речовин, макро- і мікронутрієнтів в найбільш доступній та засвоюваній формі.

Є пропозиції з використання в технологіях печива продуктів переробки тваринної сировини: гідробіонтів [13, 14], харчової кістки [15], крові забійних тварин [16], апіпродуктів [17], молочної сироватки [18] тощо.

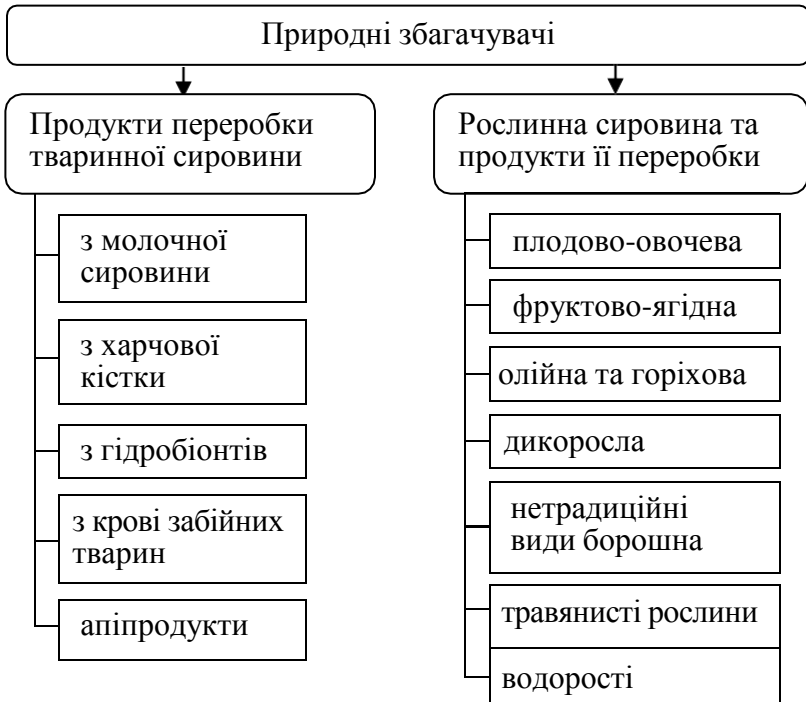


Рис. 1.1. Основні види сировини натурального походження, що використовується для покращення нутрієнтного складу печива

Зокрема, в роботі [14] пропонується використання в технології печива порошку рибних кісток, отриманих з нильської тілапії (12% від маси пшеничного борошна). Споживання 100 г такого печива забезпечує 39%, 34%, 62% и 57% рекомендованої добової норми білку, кальція, фосфору та заліза.

Авторами [15] обґрунтована доцільність застосування під час виготовлення пісочного печива напівфабрикату кісткового харчового (10% від загальної маси сировини), отриманого з харчової кістки шляхом гідротермічної обробки при підвищеному тиску з

подальшим подрібненням. Внесення добавки дозволить суттєво збагатити печиво біоорганічними сполуками кальцію та знизити рецептурне дозування жиру.

Є пропозиції щодо використання в технології печива апіпродуктів (квіткового плику) у кількості 6–7% від маси борошна [17]. Весення такої сировини не лише збагачує вироби біологічно цінними речовинами, а й позитивно впливає на стабільність їх якості в процесі зберігання.

Недоліком наведених вище способів збагачення печива є висока собівартість деяких добавок (апіпродукти), мікробіологічна нестабільність (сировина на основі харчової кістки або крові забійних тварин), необхідність забезпечення певних умов зберігання та транспортування; відсутність або низький вміст харчових волокон та деяких міnorних компонентів харчування (поліненасичених жирів, органічних кислот, поліфенолів тощо).

Зважаючи на це більш перспективним є використання для покращення нутрієнтного складу здобного печива рослинної сировини та продуктів її переробки. Наявність у зазначеній сировині харчових волокон, органічних кислот, фенольних сполук, вітамінів та мінеральних речовин не тільки надає їй високої біологічної цінності, а й зумовлює проявлення нею високих функціонально технологічних властивостей, як наслідок, дає можливість впливати на перебіг технологічних процесів, якість напівфабрикатів та готових виробів [19, 20].

Внесення рослинної сировини до технології печива може здійснюватись у вигляді паст, пюре, соків, порошоків (в т. ч. нетрадиційних видів борошна) або їх комбінацій.

Активно ведуться дослідження з вивчення можливості використання в технологіях печива овочевої сировини.



У вигляді пюре найчастіше рекомендують вносити до печива моркву, буряк та гарбуз. Є пропозиції щодо використання такого пюре в технології пісочного печива зі зменшенням рецептурної кількості цукру та жиру (у кількості 10...15%) [21] або у технології зтяжного печива замість води [22]. Кирпіченкова О.М. та Оболкіна В.І. рекомендують вносити до здобного пісочного печива гідролізоване морквяне пюре (до 10% від маси меланжу) [23], Задорожня О.С., Гавриш А.В. і Доценко В.Ф. пропонують використовувати пюре з сирії або вареної моркви (19% від маси тіста) та каротинвмісний збагачувач «Морквяний мед» (11% від маси тіста) [24]. Морквяне (9% від маси готового виробу) та гарбузове (до 40% до маси борошна) пюре також додають під час виготовлення вівсяного печива [25, 26].

Також надано пропозиції з застосування під час виготовлення пісочного печива пюре з хеномелесу (10% від маси борошна) [27].

Використання в технології печива овочевих пюре сприяє збільшенню густини емульсії, підвищенню її стійкості та покращенню реологічних характеристик емульсії та тіста для печива. Крім того, покращуються структурно-механічні властивості виробу (намочуваність, розсипчастість, пористість), печиво набуває приємного присмаку та аромату, повільніше черствіє під час зберігання та збагачується біологічно активними речовинами.

Недоліком пюреподібних рослинних добавок є складність їх зберігання, дозування та транспортування. Також на ринку такі добавки не набули розповсюдження, а на кондитерському підприємстві не завжди є можливість їх виготовлення. Крім того, для пюре властива висока вологість, а внесення додаткової вологи для деяких видів печива, зокрема пісочного, є небажаним. Зважаючи на це,

все більше уваги сьогодні приділяється внесенню добавок у порошкоподібному стані. Переваги порошоків перед пюре, екстрактами, соками та ін. полягають у легкості їх транспортування, полегшенні умов зберігання та дозування тощо. Крім того, значна кількість порошкоподібної сировини є вторинним продуктом основного виробництва. Як наслідок, виробники печива мають змогу отримувати готовий порошок з відповідними сертифікатами якості і немає потреби зміни апаратурного оформлення процесу. У зв'язку з невисокою вологістю порошкоподібні продукти містять вищу концентрацію біологічно активних сполук.

Широкого розповсюдження набуло використання в технологіях печива нетрадиційних видів борошна – кукурудзяного, амарантового, соєвого, тритикалевого, нутового, люпинового та ін. Важливою особливістю таких видів борошна порівняно з пшеничним є відсутність у їх складі білків, що утворюють клейковину [28]. Це має важливе значення для технологій деяких видів печива, які потребують використання борошна з низьким вмістом слабкої клейковини.

Розглянуто можливість повної заміни у рецептурі пісочного печива борошна пшеничного на кукурудзяне [29], нутове [30] або їх суміш (1:1) [31], що дозволяє використовувати такі продукти в аглютенових раціонах харчування. Кукурудзяне та нутове борошно сприяють нормалізації рівня холестерину та цукру в крові, поліпшенню роботи кишечника та мають низку інших корисних властивостей. Нові вироби мають приємний колір, гармонійний смак та аромат, ніжну, розсипчасту структуру та характеризуються підвищенням вмісту  $\beta$ -каротину, вітамінів А, В<sub>1</sub> і В<sub>2</sub>; мінеральних речовин (калію, фосфору, кальцію, натрію, магнію, заліза) і харчових волокон.

Рекомендовано використання в технологіях безглютенового печива амарантового, соєвого або люпинового борошна. Внесення добавок здійснюється замість пшеничного борошна у вигляді суміші з картопляним та кукурудзяним крохмалем. Частка нетрадиційного борошна в суміші становить 40%. Використання зазначеної суміші в технології пісочного печива дозволяє знизити витрати жиру в рецептурі: у разі використання амарантового борошна – на 8%, люпинового – на 12%, соєвого – на 16%. Також добавки сприяють уповільненню процесів черствіння виробів та гальмують окиснення жирів під час зберігання [32]. Для отримання безглютенових виробів також запропоновано повну заміну пшеничного борошна в рецептурі цукрового печива тритикалевим борошном [33] або сумішшю рисового та гречаного борошна (60 : 40 або 50 : 50) [34], а в рецептурі пісочно-в'їмкового здобного печива – сумішшю борошна гречаного та кіноа (70 : 30) [35].

Авторами [36] запропоновано технологію вівсяного печива, до складу якого входить борошно пшеничне першого сорту, борошно тритикале обдирне, борошно вівсяне та борошно з нутових паростків у співвідношенні 25,5–30,0 : 38,26–50,50 : 1,5–7,0. Готові вироби характеризуються більш високим вмістом білка, крохмальних полісахаридів та покращеним мікронутрієнтним складом.

Використання в технології цукрового печива гречаного [37] або амарантового [38] борошна дозволить збагатити продукт фізіологічно корисними нутрієнтами, підвищити пластичні властивості тіста, покращити структурно-механічні характеристики готового виробу – пористість, намоцуваність та ін. Є рекомендації з використання амарантового борошна також в технології здобного печива (8% від маси борошна) [39].

Запропоновано технології здобного печива з додаванням житнього обдирного борошна (50% від маси пшеничного), тритикалевого борошна (30% від маси пшеничного) або їх суміші (співвідношення борошна пшеничного, житнього та тритикалевого становить 40 : 30 : 30) [40].

Визначена можливість внесення до здобного печива вівсяного солодового борошна у кількості 30% до загальної маси сировини. Наявність активних протеолітичних ферментів в зазначеній добавці сприяє гідролізу білків тіста, внаслідок чого відбувається пластифікація тістового напівфабрикату, що дозволяє на 15% зменшити рецептурні витрати жиру. Також солодове борошно сприяє накопиченню моно- та дисахаридів, що дозволить знизити вміст цукру на 25% [41].

Вченими Казахстану надано пропозиції щодо заміни 10% пшеничного борошна вищого сорту в рецептурі пісочного здобного печива сумішшю (1 : 1) соргового та рапсового борошна [42]. Розглянуто можливість використання просяного борошна в технології цукрового (25% від маси пшеничного борошна) та зтяжного (10% від маси пшеничного борошна) печива [43]. Покращення споживчих властивостей здобного печива (біологічна цінність, органолептичні та структурно-механічні характеристики) можна досягти у разі використання полб'яного борошна (20% від маси пшеничного) у суміші з гарбузовим порошком (4% від маси пшеничного борошна) [44]. В роботі [45] пропонується в рецептурі пісочного печива замінювати 50% пшеничного борошна спельтовим, а для покращення смакових характеристик і збагачення каротином додатково вносити апельсинову цедру та подрібнену свіжу моркву.

Розроблено рецептуру здобного печива із заміною 15% пшеничного борошна гороховим. Внесення горохового борошна дозволяє збагатити печиво біологічно цінним білком, вітамінами (А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, β-каротином), мінеральними речовинами (кальцій, магній, фосфор, залізо), чинить позитивний вплив на стабільність якісних показників виробу під час зберігання [46]. Покращити білковий склад печива можна за рахунок використання 15 – 20% борошна з квасолі [47].

Використання в технології пісочного печива борошна з гарбузового насіння дозволяє на 26% знизити рецептурні витрати борошна, на 13% – вершкового масла та на 9% – цукру. При цьому спостерігається підвищення пластичних властивостей пісочного тіста та збільшення розсипчастості готових виробів. Внесення добавки здійснюється на стадії отримання емульсії [48]. Авторами [49] рекомендоване сумісне використання під час виготовлення пісочного печива борошна з гарбузового насіння (20% від маси борошна пшеничного) та цитрусового або яблучного пектину (1,4% до маси борошна пшеничного), що забезпечує покращення збереженості органолептичних та структурно-механічних характеристик готових виробів у процесі зберігання, та, як наслідок, подовжити тривалість зберігання продукції.

Бачинською Я. запропоновано в технології цукрового печива застосовувати шрот насіння гарбуза (у кількості 2,76% від маси борошна). Шрот містить понад 50 макро- і мікроелементів, володіє бактерицидною, протизапальною, протипаразитарною, протиалергійною та протипухлинною властивостями [50].

Розроблено рецептури здобного печива з додаванням морквяного порошку («Лакомка»), порошку горобини садової («Оригінальне») та шматочків сушеної моркви («Веснушка») [51].

Рекомендовано застосування в технології пісочного печива порошку з топінамбуру окремо або в комплексі з борошном амаранту (10% від маси борошна пшеничного) [52], або у суміші з борошном ягід черемхи з вилученням з рецептури частини цукру – співвідношення борошно пшеничне : борошно ягід черемхи : порошок топінамбура становить 75 : 5 : 20 [53]. Повне вилучення з рецептури пісочного печива цукру можливо у разі використання в його рецептурі порошку топінамбура та порошку стевії у кількості 9,09 та 0,71% від загальної маси сировини відповідно [54]. В рецептурі зтяжного печива рекомендовано використовувати 7% до маси борошна порошку топінамбура з заміною цукру на фруктозу. Внесення цих добавок позитивно впливає на якість емульсії та зтяжного тіста [55, 56]. Є рекомендації з використання в технології цукрового печива водного екстракту топінамбура і харчових волокон з твердого нерозчинного осаду у кількості 6% до маси сухих речовин готового продукту. Дозування екстракту топінамбура здійснювали на стадії приготування емульсії замість рецептурної кількості води, а порошку харчових волокон – на стадії замісу тіста [57]. Вироби з порошком топінамбуру можуть бути включені до раціонів людей з порушеннями вуглеводного обміну [58].

Надано пропозиції щодо заміни 3% пшеничного борошна в рецептурі пісочно-виїмкового здобного печива порошком цикорію, що сприяє покращенню структури виробів та подовженню термінів зберігання [59].

Джерелом легкозасвоюваного білка, харчових волокон, полі-ненасичених жирів, вітамінів групи В, мікро- та мікроелементів є олійні культури (ядро, насіння) та продукти їх переробки (пасти, олії, шроти, макухи, крупки тощо).

Широкого застосування у виробництві печива набули соєпродукти. Запропоновано використання в технології виробів з пісочного тіста соєвої окари (20% від маси тіста зі зниженням вмісту яєць та борошна) [60], соєвої пасти (30% від маси яєчно-жирової суміші) [61] або шроту (20% від маси тіста зі зниженням витрат яєць та жиру) [62]. Соєву крупку та повножирне соєве борошно рекомендовано застосовувати в технологіях печива у кількості 8...10% від маси напівфабрикату [63]. Застосування продуктів переробки сої позитивно впливає на реологічні властивості тіста, дозволяє суттєво знизити собівартість продукції, подовжити її терміни зберігання.

Надано рекомендації щодо використання в технології пісочного печива композиції шротів сої, соняшнику, розторопші у співвідношеннях 3 : 4 : 3. Внесення композиційної суміші здійснюється в кількості 20% від маси тіста на стадії замісу [64].

Для збагачення печива білком, поліненасиченими жирними кислотами, вітаміном Е рекомендують використовувати ядро насіння соняшника у цілому вигляді (10% від загальної маси тіста) [65] або у вигляді пасти зі смажених та сирих ядер (10% від маси вершкового масла) [66]. Є пропозиції щодо внесення до пісочного печива цілого або подрібненого насіння льону у кількості 10 та 7,5% від маси тіста відповідно [67]. Використання 3,5% насіння кунжуту надає печиву золотавого кольору з нижнім червоно-оранжевим відтінком та хрусткої структури [68]. Додавання під час виготовлення пісочно-шоколадного печива 25% до маси борошна порошку з насіння рапсу дозволяє на 15% знизити рецептурні витрати вершкового масла [69].

Рекомендовано для надання пісочному печиву гепатопротекторних властивостей на стадії замісу тіста

заміняти 20% борошна подрібненими плодами розторопші плямистої [70].

З метою збагачення печива рекомендується використовувати продукти переробки фруктово-ягідної та дикорослої сировини (плодів, ягід, трав'янистих рослин тощо).

Надано пропозиції щодо застосування в технології пісочного печива порошоків з бананів та ананасів [71], порошку хурми [72]. Внесення фруктових порошоків здійснюється в кількості 10% від маси пшеничного борошна зі зниженням рецептурних витрат цукру, жиру та яєць, що сприяє зменшенню енергетичної цінності виробів. Запропоновано внесення до зазначеної технології порошоків з яблук, апельсинів, абрикосів, буряка, моркви, отриманих методом криогенного заморожування. Внесення добавок відбувається із заміною частини цукру у кількості 10...20% від маси борошна [73, 74]. Перспективним є використання в технології печива вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництва. Є пропозиції щодо застосування під час виготовлення пісочного печива харчових волокон виноградних вичавків (10% від маси борошна на стадії замісу тіста) [75], порошоків з виноградних вичавків (5% до маси борошна) [76 – 78], порошку з виноградних кісточок (15% від маси борошна) [79]. Надано рекомендації щодо заміни борошном з пивної дробини 15% пшеничного борошна в рецептурі здобного печива [80] та 10% – в рецептурі цукрового печива [81]. Також пропонується сумісне застосування під час виготовлення цукрового печива 5% борошна з пивної дробини та 3% борошна з макухи соняшнику [82]. Печиво з використанням продуктів переробки винограду характеризується подовженим терміном зберігання (завдяки наявності високої кількості поліфенолів), має шоколадний колір та присмак. Печиво з використанням



борошна пивної дробини набуває приємного присмаку вівсяного печива та коричневого кольору.

Вітчизняні та зарубіжні вчені рекомендують вносити під час виготовлення пісочного печива 5% до маси борошна продуктів переробки глоду (порошки із м'якоті зі шкіркою, із кісточок та плодів) [83], порошки з чорноплідної горобини [84], із продуктів переробки ожини [85], з обліпихи [86], з вичавок ягід лохини [87]. Внесення добавок здійснюється на стадії приготування емульсії. При цьому дослідні зразки мають покращені споживчі властивості, в тому числі високі органолептичні, фізико-хімічні та структурно-механічні показники якості.

Порошком зі жмиху ягід чорної смородини можливо замінити в рецептурі пісочного печива 15% пшеничного борошна [88]. Це дозволить надати печиву оригінальних смакових властивостей та суттєво збагатити його не лише вітамінами та пектиновими речовинами, а й фенольними сполуками антоціанової природи [89], які є антиоксидантами і уповільнюють процеси окиснення жирів печива під час зберігання.

В рецептурі зтяжного печива рекомендовано замінити 15% борошна на порошок плодів агруса [90], а в рецептурі зтяжного – 6% на порошок плодів шипшини [91].

В роботі [92] встановлена доцільність використання в технології пісочно-відсадного здобного печива продуктів переробки дикорослої сировини Алтайського краю – заморожених плодів ірги (6% до маси борошна) або порошку черемхи (8% від маси борошна). Отриманні вироби мають оригінальне гармонійне поєднання здобного і ягідного смаку і запаху, з хорошими фізико-хімічними показниками якості і підвищеним вмістом  $\beta$ -каротіна, вітамінів С, РР і В<sub>6</sub>. В технології зтяжного печива порошок черемхи пропонується вносити у кількості 1% від маси борошна [93], а в технології цукрового – у

кількості до 8% від маси борошна [94]. Авторами [95] також надано пропозиції щодо використання під час виготовлення цукрового та пісочно-виїмкового здобного печива подрібнених ягід брусниці (10% до маси борошна), що забезпечує підвищення вмісту у виробих харчових волокон (на 38...40%), мінеральних речовин (калію, кальцію, магнію та фосфору) та вітамінів В<sub>1</sub> і РР.

Є рекомендації стосовно заміни 5% пшеничного борошна у рецептурі пісочного печива порошком папороті [96]. Алферовим Д.М. розроблено рецептуру здобного печива з додаванням 3% від загальної кількості сировини порошку кропиви [97]. Зазначені трав'яні порошки додаються на стадії замісу тіста разом з борошном.

Перспективним є використання в технології печива продуктів переробки водоростей. Особливістю хімічного складу такої сировини є високий вміст йоду в біологічно доступній формі та наявність альгінатів – речовин, що мають високу технологічну цінність (здатні утворювати стійкі структуровані системи) і володіють лікувально-профілактичними властивостями (зв'язують та виводять з організму солі важких металів, радіонукліди).

Рекомендовано використання порошку ламінарії в технології цукрового (2% від маси пшеничного борошна) та вівсяного (15 % від маси борошна) печива, а порошку водорості фукус – в технології пісочного печива (7% від маси пшеничного борошна) [98 – 100]. В роботі [101] надано пропозиції щодо використання в технології пісочно-виїмкового здобного печива порошоків з камчатських водоростей *Alaria esculenta* і *Palmaria stenogona* у кількості від 1,0 до 8,0% від маси готового виробу. Внесення водоростевих порошоків рекомендовано здійснювати на стадії замісу тіста разом з борошном. Відмічається збільшення вологості та намочуваності виробів, підвищення вмісту в них нерозчинних

полісахаридів, йоду та деяких інших мінеральних речовин (заліза, калію, кальцію, магнію).

Узагальнення проведеного аналізу інформаційних джерел дозволяє зазначити, що використання в технології печива рослинної сировини та продуктів її переробки дозволяє вирішити одночасно декілька питань. По-перше, забезпечується комплексне збагачення фізіологічно-корисними нутрієнтами в біодоступній формі. По-друге, певні особливості хімічного складу такої сировини зумовлюють проявлення ними функціонально-технологічних властивостей (водопоглинальних, жируотримувальних, піноутворювальних та ін.). Це позитивно впливає на структурно-механічні характеристики напівфабрикатів та готового печива, дозволяє корегувати рецептурний склад продукції (зокрема, знижувати вміст сировини з високою вартістю (яйцепродуктів) або з низькою біологічною цінністю (борошна пшеничного, жирової складової, цукру тощо)), гальмувати черствіння (добавки, що містять пектини, альгінати та інші некрохмальні полісахариди), запобігати окисненню ліпідного комплексу під час зберігання (добавки з високим вмістом поліфенольних сполук) та вирішувати низку інших технологічних завдань.

## **1.2. Особливості використання жирової сировини в технологіях здобного пісочного печива**

Залежно від рецептурного складу та способу виготовлення розрізняють цукрове, зтяжне, здобне (пісочне, збивне, горіхове, листкове, сухаріки), вівсяне печиво та печиво спеціального дієтичного призначення (згідно ДСТУ 3781). Особливістю печива пісочного

здобного є найвищий, порівняно з іншими, вміст жирового компоненту – 30...35%. Як наслідок, жири відіграють важливу роль у формуванні його якості. Так, наприклад, за надлишку жиру в тісті він може утворювати безперервну фазу, що надає готовому печиву м'якої і ніжної текстури, тоді як за низьких концентрацій жир диспергується, що забезпечує міцну і тверду структуру печива.

Під час замішування тіста молекули жиру взаємодіють з білками борошна за місцем неполярних функціональних груп, утворюючи навколо білкових міцел плівку, що запобігає їх контакту з водою. Також жири адсорбуються на поверхні крохмальних зерен. Внаслідок цього обмежується набрякання частинок борошна, збільшується вміст у тісті рідкої фази, що призводить до послаблення зв'язків між компонентами твердої фази. В результаті тісто набуває більшої пластичності, а готові вироби – необхідної розсипчатої структури [102, 103]. Важливою функцією жирів у тісті для пісочного печива є здатність вкривати дрібні пухирці повітря, запобігаючи їх розриву та об'єднанню у більш крупні, підвищуючи тим самим стабільність піноемультійної системи. Така взаємодія жирів з газовою фазою більш ефективно виражена у жирів, що мають кристалічну структуру [104].

Саме жирові кристали значною мірою відповідають за стабілізацію структури збитої емульсії [105] – під час емульгування вони забезпечують захоплення повітря до напівфабрикату, що збивається, та утримуються на бульбашках за рахунок капілярних сил [106, 107]. Це забезпечує рівномірність розподілення газової фази у емульсійному й тістовому напівфабрикатах та формування пористої і розсипчатої структури готових виробів [108, 109].

Жири для виробництва печива мають бути пластичними. Пластичність характеризує спроможність жиру під дією механічного впливу змінювати форму без

розриву суцільності, тобто здатність зберігати форму після зняття напруги. Пластичність визначається співвідношенням твердої і рідкої фаз у певному інтервалі температур. Найкраща пластичність притаманна жирам, в яких вміст твердих тригліцеринів (ТТГ) становить 15...30% (а за деякими даними – 15...20% [110]) і залишається незмінним в інтервалі температур 10...30°C. Тобто, таким жирам притаманний широкий інтервал температур плавлення, за яких він зберігає пластичні властивості [111 – 113]. Технологічні властивості жиру в значній мірі залежать від форми кристалів його твердої фази. Під час замісу тіста для печива кристали жиру, відокремлюються від рідкої фази і виявляються вкритими білковою мембраною. Ця мембрана дозволяє великій кількості кристалів твердої фази жирового продукту прикріплюватися до бульбашок повітря. В ході випічки кристали жиру тануть, і білкова матриця об'єднується з поверхнею пухирців під час їх розширення, збільшуючи опір руйнуванню. Жир в процесі плавлення набуває рідкої консистенції, при цьому повітряні пухирці прагнуть спливати вгору і вийти з тіста. Чим довше повітряні бульбашки утримуються в тісті, тим більше буде пористість виробу. Для ефективного впливу жирів важливим є рівномірний розподіл їх кристалів, і задля досягнення такого розподілу необхідна рідка частина жиру [108, 110].

Здатністю кристалізуватися в дрібнокристалічну форму характеризуються жири твердої консистенції – вершкове масло, тверді рослинні жири натуральні (пальмова), модифіковані стверділі олії (маргарини, кондитерські жири, шортенінги та ін.).

У табл. 1.2 наведено характеристику деяких видів жирів для виготовлення здобного печива, які виробляються в Україні.

**Таблиця 1.2 – Характеристика деяких видів жирів  
для виробництва здобного печива**

Найменування	Масова частка жиру, %	Температура плавлення, °С	Вміст ТТГ за температури 20°С, %	Виробники
Масло вершкове Екстра	80...85,0	32...35	20...24	Різні виробники [114]
Масло вершкове Селянське	72,5...79,9	32...35	20...24	
Жири тверді рослинні натуральні				
Олія пальмова	99,8...99,9	33...39	22...31	ТОВ «Дельта Вілмар СНД» [115, 116]
Модифіковані стверділі рослинні олії				
Маргарин столовий «Молочний аромат»	82	32...36	18...26	ТОВ «Дельта Вілмар СНД» [117]
Маргарин столовий 82%	82	27...38	17...28	
		34...36	18...24	«Agrarian food technologies» [118]
Маргарин столовий «Сонячний»	72	32...35	20...24	ТОВ «Дельта Вілмар СНД» [117]
Маргарин столовий «Столичний»	60	32...35	18...24	
Маргарин МВ 30-38	80	34...36	18...24	«Agrarian food technologies» [118]
Маргарин МВ 32-38	72	34...36	18...24	
Жир рослинний «Універсальний»	99,7	34...36	32...34	ТМ «Щедро» [119]
Бейкфед 02	99,7	34,0...36,0	18...24	«Agrarian food technologies» [120]
Бейкфед 05	99,7	20,0...26,0	22...26	
Шортенінг	99,7	34,0...38,0	20...26	
Шортенінг універсальний	99,7	32...36	18...30	ТОВ «Дельта Вілмар СНД» [121]
Жир кондитерський «SANIA»	99,7	32...37	22...31	
Жир кондитерський «Шортенінг 2»	99,8	27...33	16...26	ПГ «Vioil» [122]

Хороші характеристики плавлення, приємний смак та аромат, а також необхідні для отримання печива високої якості технологічні властивості притаманні вершковому маслу. Цей вид жиру характеризується високими пружньо-пластичними властивостями, що зумовлено неоднорідним складом його твердої фази, яка переходить в рідкий стан в широкому діапазоні температур. Вершкове масло зазвичай використовується під час виготовлення печива класу «преміум» [109]. Обмеженням його широкого застосування є висока вартість, низька мікробіологічна стабільність та низька тривалість зберігання готового печива на його основі.

Серед твердих натуральних рослинних жирів найбільш широко використовується в технологіях здобного печива пальмова олія, яка максимально наближена до вершкового масла за фізико-хімічними та реологічними характеристиками. Її застосування в технологіях печива порівняно з вершковим маслом є більш обґрунтованим з точки зору економічної доцільності та пролонгації тривалості зберігання продукції. Однак, зазвичай у пальмовій олії за температури 20°C вміст ТТГ становить більше 24%, також в ній присутні в значній кількості симетричні диенасичені та мононенасичені тригліцерини (в т. ч. дипальмітолеїн). Зазначене зумовлює здатність пальмової олії до кристалізації у різному поліморфному стані. У зв'язку з цим кристалізація пальмової олії не приводить до утворення достатньо стабільної полікристалічної структури і тригліцерини з низькою температурою плавлення достатньо швидко виділяються у вигляді рідкої фази у разі змін температур під час зберігання печива. Як наслідок, відбувається міграція жиру і утворення на поверхні виробу крупних жирових кристалів, що проявляються у вигляді білуватої плямистої плівки – жирового посивіння. Неспроможність

пальмової олії до утворення стійкої кристалічної решітки надає готовому печиву додаткової крихкості і спричиняє його розтріскування [109, 113]. На сьогодні в харчовій індустрії (в т. ч. виробництві печива) спостерігається тенденція до обмеження використання пальмової олії, що зумовлене чисельними дослідженнями її негативного впливу на організм людини. Відомо, що основною жирною кислотою пальмової олії є пальмітинова (41...50%) [120], надлишок якої в раціоні харчування сприяє збільшенню в крові рівню холестерину, ліпопротеїдів низької щільності [123], розвитку екзогенного синдрому резистентності до інсуліну [124], ожиріння, атеросклерозу, тромбозу судин і захворювань серця [125 – 131].

В технології печива також використовуються стверділі рослинні жири, які набули твердої консистенції в результаті певних модифікацій – гідрування, переестерифікування, фракціонування та ін.

Шляхом гідрування отримують, зокрема, маргарини та шортенінги. Використання в технології пісочного здобного печива маргаринів має низку переваг: висока здатність до аерування, стабільність структурно-механічних характеристик та наявність у складі емульгаторів. Зазначене дозволяє отримати на стадії емульгування дрібнодисперсну, пишну, насичену повітрям масу [132]. Перевага шортенінгів полягає у високому вмісті в них сухих речовин – 99% і вище, наявності у складі емульгаторів. У шортенінгів жирова суспензія стабільна, тому що тверді частинки гліцеридів і емульгаторів рівномірно розподілені в рідкій фазі рослинних олій [109]. Присутність емульгаторів забезпечує високу поверхневу активність і хороше збивання жирових продуктів з цукром, збільшує стабільність емульсії, попереджає відділення жиру з печива під час випікання. Порівняно з маргарином,



шортенінги мають більш тривалий термін придатності, що забезпечує продовження терміну збереження якості готової продукції [133].

Відомо, що сутність процесу гідрування полягає у приєднанні водню до подвійних зв'язків ненасичених жирних кислот.

Здійснення процесу відбувається у присутності каталізатора (нікелевого, нікель-мідного) та за високих температур (не нижче 180°C) [134, 135], внаслідок чого має місце ізомеризація ацилів ненасичених жирних кислот, що спричиняє накопичення транс-ізомерів. При цьому, атоми водню розміщуються по різні боки відносно подвійного зв'язку у вуглеродному ланцюжку, молекула розпрямляється та втрачає необхідну форму (рис. 1.2).

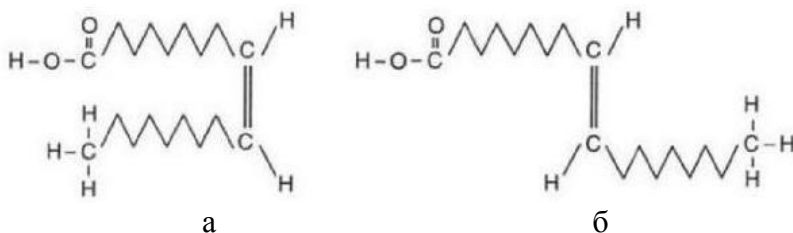


Рис. 1.2. Цис- і транс-конфігурація жирних кислот: а – цис-форма; б – транс-форма

В цис-формі атоми водню розташовані по один бік від подвійного зв'язку, що змушує молекулу жирної кислоти приймати форму підкови. В структурі транс-жирної кислоти атоми водню знаходяться по різні боки від подвійного зв'язку, що спричиняє витягування молекули.

Вміст транс-ізомерів жирних кислот (ТІЖК) в гідрованих жирах становить більше 15%, за деякими дослідженнями їх кількість може досягати 40% від загальної кількості жирних кислот [136, 137]. На

теперішній момент доведений негативний вплив транс-ізомерів жирних кислот (ТІЖК) на здоров'я людини [138 – 140]. Виявлено, що засвоювання ТІЖК в організмі людини здійснюється аналогічно цис-ізомерам, однак вони інакше поведуть себе у процесах біосинтезу, зокрема конкурентно перешкоджають метаболізму інших жирних кислот, в тому числі незамінних поліненасичених. Встановлено, що ТІЖК можуть потрапляти до складу фосфоліпідів клітинних мембран, де через особливості просторової геометрії алкільного ланцюжка мають тенденцію до щільнішого пакування. Це призводить до зменшення плинності ліпідного шару мембрани і, як наслідок, до порушення багатьох метаболічних процесів, зокрема знижують чутливості клітин підшлункової залози до інсуліну. Тобто ненасичені жирні кислоти в транс-формі не спроможні виконувати свої функції в складі біологічних структур. Також є дослідження, що ТІЖК сприяють зниженню імунітету, прогресуванню сліпоти, хвороби Альцгеймера, атопічного дерматиту, ожиріння, цукрового діабету II типу, спричиняють підвищення рівня холестерину в крові [141, 142].

За хімічним складом трансізомеризована жирна кислота відноситься до ненасиченої групи, але внаслідок зміненої просторової геометричної конфігурації *транс*-ізомер набуває властивостей насичених кислот. Це зокрема, виражається у суттєвому підвищенні температури плавлення (табл. 1.3), жир стає твердим, що значно ускладнює його засвоєння [143].

Відомо, що натуральні жири не містять жирних кислот із *транс*-молекулярною конфігурацією, тому організм людини не виробив механізмів, необхідних для їхнього засвоєння. Оскільки «синтетичні» жири входять до раціону харчування лише останні 100 років, системи нашого організму не встигли еволюціонувати до такого

рівня, при якому вони могли б контролювати та знищувати ці небезпечні речовини [144].

**Таблиця 1.3 – Залежність температури плавлення деяких жирних кислот від їх ізомерної форми**

Жирна кислота	Температура плавлення, °C	
	<i>Цис</i> -форма	<i>Транс</i> -форма
Олеїнова	15	44...45
Лінолева	-5	28...29
Ліноленова	-11	29...30

Сьогодні використання в харчових цілях жирних продуктів, що містять ТЖК заборонено або обмежено в Данії, Швейцарії, Австрії, Угорщині, Норвегії, в деяких штатах США. В багатьох країнах виробники зобов'язані вказувати вміст транс-жирів на продуктах харчування. У 2017 р. МОЗ запропонувало проект Закону України «Про внесення змін до Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпеки та якості харчових продуктів» (щодо обмеження вмісту трансжирних кислот у харчових продуктах), який на сьогодні знаходиться на стадії розглядання [145]. Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує обмежити споживання ТЖК на рівні не більше 1% від добової потреби в енергії [146]. Зважаючи на це виробники все більше уваги приділяють пошуку альтернативних видів жирової продукції, яка не містить ТЖК.

У багатьох європейських країнах для отримання модифікованих жирів віддають перевагу методу переестерифікування, а не гідрування. Метою цього процесу є спрямована зміна консистенції, фізичних властивостей (температури плавлення, твердості) і створення стійкої кристалічної структури жиру або суміші

жирів [147]. Використання переетерифікування дозволяє отримувати пластичні суміші тригліцеринів різної консистенції (рис. 1.3).

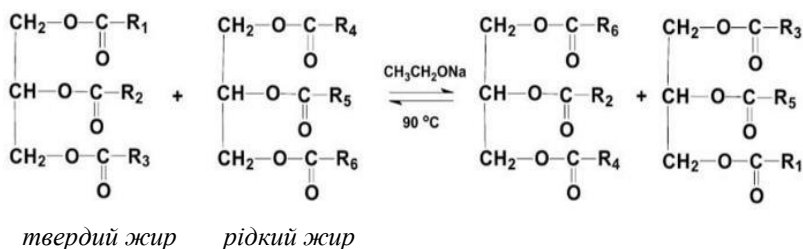


Рис. 1.3. Схема перебігу процесу переетерифікування

Структуротворними компонентами цих сумішей є змішані тригліцерини насичених і неізомеризованих ненасичених жирних кислот [148]. Бажаний жирнокислотний склад переетерифікованого жиру та його властивості задаються похідним співвідношенням твердих і рідких компонентів. Процес переетерифікування (хімічного або ензимного) полягає у взаємному обміні двох триацилгліцеринів жирнокислотними радикалами і проводиться у присутності спеціальних каталізаторів (хімічного походження або ферменту ліпаза). Використання каталізаторів під час переетерифікування сприяє зниженню енергетичного бар'єру активації відповідних процесів, що дозволяє здійснювати процес за відносно невисокої (порівняно з процесом гідрування) температури – 30...100°C. Як наслідок, ізомеризація жирних кислот майже не відбувається (вміст ТІЖК не перевищує 1%) і жирнокислотний склад похідних жирів не змінюється [134]. Переваги хімічного переетерифікування перед ензимним полягають у тому, що ця технологія використовується багато років і є повністю відпрацьованою. Також періодичність процесу забезпечує

стабільність фізико-хімічних показників отриманих жирів і дає можливість виробляти партії продукту різного об'єму і асортименту. До недоліків можна віднести необхідність проведення пост-відбілювання, що супроводжується утворенням побічних продуктів [149].

Ензимне переетерифікування на відміну від хімічного не супроводжується утворенням побічних продуктів, невисока швидкість реакції дозволяє зупинити її в будь-який час, що дозволяє отримати потрібну ступінь переетерифікування для виготовлення жирових продуктів з заданим хімічним складом та потрібними технологічними властивостями [150 – 152.]. Однак, ферментні препарати, необхідні для перебігу зазначеної реакції, не випускаються вітчизняною промисловістю, як наслідок, така технологія отримання модифікованих жирів в Україні не розповсюджена.

Останнім часом набуває все більшого значення технологія отримання модифікованих жирів шляхом фракціонування. Фракціонування (фракційна кристалізація) – це процес розділення жирів на групи триацилгліцеринів з потрібними технологічними характеристиками (певною температурою плавлення, значеннями йодного числа та числа омилення). Сутність процесу полягає в тому, що під дією контролюємого охолодження і механічної обробки відбувається формування фази (кристалів) розплаву жиру з подальшою фільтрацією і розщепленням вихідної сировини на дві фракції: тверду (стеарин) і рідку (олеїн) [153]. Кожна фракція має свої фізико-хімічні показники. Так як фракціонування є керованим процесом, то можливе отримання продуктів різного ступеня твердості, температури плавлення, з різним тригліцеридним складом. Цей процес дозволяє отримувати жири з необхідними структурно-механічними властивостями і фізико-

хімічними показниками без хімічного модифікування вихідного жиру, як наслідок здійснення цього процесу не супроводжується накопиченням ТГЖК [134].

Недоліком жирів, отриманих методом переетерифікування та фракціонування, є низький вміст в них біологічно-цінних поліненасичених жирних кислот. Крім того, найчастіше в якості похідної сировини в процесі фракціонування використовують пальмову олію, яка, як зазначено вище, має певну небезпеку для організму людини.

Також в Україні ці методи модифікації жирів не є розповсюдженими зважаючи на високу вартість виробництва.

У зв'язку з цим актуальним є пошук можливостей повної або часткової заміни модифікованих жирів в технологіях здобного печива на рідкі олії, які є дешевшими та більш біологічно цінними з точки зору наявності значної кількості поліненасичених жирних кислот (ПНЖК), жиророзчинних вітамінів, відсутності ТГЖК. Поліненасичені жирні кислоти забезпечують нормальний ріст і обмін речовин, еластичність судин, підвищують опір організму до інфекцій та радіоактивного випромінювання, беруть участь у побудові нервової тканини [154]. У випадку нестачі цих кислот в організмі холестерин утворює з насиченими жирними кислотами складні етери, які накопичуються в крові, що є однією з причин атеросклерозу. ПНЖК здатні утворювати з холестерином етери, що окислюються в процесі обміну речовин до низькомолекулярних сполук, які легко виводяться з організму [155]. За останніми дослідженнями ПНЖК знижують ризик виникнення раку молочної залози, покращують клінічний стан хворих з пухлинами підшлункової залози та товстої кишки, мають позитивний вплив у разі захворювання на ревматоїдний артрит,

бронхіальну астму та ін. [156]. Крім того, вони служать вихідним матеріалом для синтезу в організмі циклічних перекисів арахідонової кислоти, що регулює всі процеси діяльності на клітинному рівні.

До переваг рідких олій також можна віднести високий вміст сухих речовин (99,9%), відсутність холестерину, хорошу засвоюваність організмом людини, зручність транспортування, зберігання та дозування [157].

Однак використання рідких олій в технології здобного печива обмежене у зв'язку з виникненням певних технологічних проблем, які розглянуто у наступному розділі.

### **1.3. Проблеми використання рідких олій під час виготовлення пісочного печива та шляхи їх вирішення**

Рідкі олії на сьогодні майже не використовуються під час виготовлення пісочного здобного печива, що зумовлене низкою причин. По-перше, жири у технології здобного печива мають застосовуватися у вигляді тонкодиспергованих емульсій, що сприяє кращому розподіленню жирових часток у вигляді тонких плівок між часточками борошна, що запобігає набряканню колоїдів борошна та послабленню зв'язків між компонентами твердої фази тіста. Чим менше товщина жирових плівок тим більш розсипчасту структуру матиме готове печиво [102]. Рідкі олії погано емульгуються, тому емульсії, утворені на їх основі, порівняно з емульсіями на твердих жирах характеризуються меншою стійкістю, що спричиняє погіршення якості готового печива – структура ущільнюється, стає менш пористою, погіршується розсипчастість. По-друге, рідкі олії легко відокремлюються від тіста під час випікання та погано

утримують пухирці газу, виділеного під час розпаду розпушувачів. Це призводить до зниження пористості й погіршення органолептичних характеристик продукції. По-третє, вони погано утримуються печивом в процесі зберігання. Як наслідок відбувається міграція жиру до пакувальних матеріалів, що спричиняє погіршення товарного вигляду та смакових характеристик готових виробів [102]. Зокрема, вченими [110] встановлено, що заміна 50% пальмової олії високоолеїною соняшниковою олією спричиняє збільшення ступеню міграції жиру під час випікання на 20%. Відзначається, що значною мірою рухомість жиру залежить від кількості ТТГ в жировому компоненті – як було сказано вище оптимальний вміст ТТГ становить 15...30% [111] (15...20% [110]). Введення рідкої олії спричиняє суттєве зниження цього показника. Тому її використання в технології печива стає можливим у суміші з емульгатором – застосування емульгаторів дозволяє знизити вміст ТТГ в жирі для печива до 5...7% [110].

Таким чином, з метою забезпечення необхідних структурно-механічних властивостей тіста та високих якісних показників готового печива з використанням рідких олій необхідно додаткове застосування стабілізуючих добавок, які одночасно повинні володіти високими жироемульгувальними, жирутримувальними та вологоутримувальними властивостями [102]. Стабілізуючий ефект на емульсійні системи чинять білкові речовини, розчинні (пектини та ін.) та нерозчинні (наприклад, целюлози) харчові волокна, фосфоліпіди, лецитин та ін. [158]. 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. Крім того, відомо, що



ефективним емульгатором можуть бути високодисперсні тверді колоїдні частинки, що сприяють утворенню так званих емульсій Пікеринга, в яких тверді частинки адсорбуються на міжфазних межах рідин, зменшуючи поверхневу енергію [159].

Таким чином, з метою стабілізації емульсійних систем для печива з використанням рідких олій перспективним є використання добавок на основі високодисперсної порошкоподібної рослинної сировини. Їх переваги полягають також у наявності в хімічному складі комплексу корисних для організму людини нутрієнтів (вітамінів, мінеральних речовин, фенольних сполук, харчових волокон та ін.) в найбільш доступній і засвоюваній формі.

Запропоновано в технології цукрового печива замінити 13,5% маргарину на гарбузову олію, або 20% – на обліпихову [160]. 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 виробу 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 [161]. При цьому відзначається 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 роботах [162, 163] 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 або рисове, яким притаманні високі жирутримувальні властивості [164]. Також рецептурні складові з високою вологістю (молоко незбиране згущене з цукром, яйця курячі, мед) замінюються на сухі порошкоподібні компоненти (молоко сухе знежирене, ячний порошок, глюкоза). Крім того додатково в рецептуру вносяться цитрусові харчові волокна Herbacel AQ Plus – тип N (1% до маси борошна) [165]. 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 [166] 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.

Запропоновано використання в технології пісочного печива олії розторопші (14,7% до маси сировини) та олії льняної (8,1% до маси сировини) без зміни кількості рецептурного жиру. Для забезпечення належної якості готового печива до рецептури додатково включено модифікований крохмаль (0,7% для печива з олією розторопші та 0,5% для печива з льняною олією) [167].

Досліджена можливість заміни 60% маргарину в технології пісочного тіста кукурудзяною олією [168]. 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, що зумовлює підвищення її щільності. Однак, така обробка спричиняє утворення певної кількості трансізомерів – до 3,2%.

Інноваційним є використання олій для заміни твердих жирів в під час виготовлення печива у вигляді олеогеля [169]. Олеогелі (структуровані харчові масла, молекулярні гелі) утворюються в результаті здатності структуроутворювачів (восків, фосфоліпідів, моногліцеридів тощо) самоорганізовуватися в харчових оліях, завдяки чому ненасичені рідкі масла набувають здатність залишатися напівтвердими за кімнатної температури без додавання жирів твердої консистенції [170]. В роботі [169] запропонована повна заміна твердого жиру в рецептурі печива на олеогель, отриманий на основі рафінованої соняшникової олії та бджолиного воску. За зовнішніми характеристиками зразок печива на олеогелі майже не відрізнявся від контрольного, але мав більш тверду текстуру та нижчу пористість. Однак, широкому

використанню олеогелей на кондитерських підприємствах перешкоджає їх висока вартість та дефіцит на ринку.

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 апаратурного оформлення технології, що є економічно затратним. Більш перспективним є використання додаткової натуральної сировини, до складу якої входять стабілізуючі речовини та корисні для організму людини біологічно-активні компоненти. Відзначається, що максимальна кількість заміни твердого жиру рідкою олією в технології здобного печива у разі застосування природних речовин-стабілізаторів не перевищує 30%. Зазначене визначає актуальність досліджень в напрямку пошуку нових компонентів природного походження, які б дозволили отримувати здобне печиво високої якості з використанням рідких олій.

#### **1.4. Аналіз хімічного складу найбільш поширеної на ринку України горіхової сировини**

Останнім часом горіхи та продукти їх переробки набувають все більшої популярності як продукти, що є корисними для здоров'я людини. За будовою горіхи поділяються на справжні, що мають плід-ядро із сухим здерев'янілим оплоднем (ліщина та фундук) та несправжні, які покриті м'ясистим оплоднем, що з часом розтріскується і відпадає, а ядро вкрите шкаралупою. До таких горіхів відносять мигдаль, фісташки, кедрові, волоські горіхи, а також арахіс [171]. Для всіх видів горіхів характерний високий вміст жирів (до 74%) серед яких

переважають ненасичені, біологічно-цінних білків (до 25%), вітамінів, мінеральних речовин та інших компонентів, важливих для метаболізму людини (табл. 1.4 – 1.7).

**Таблиця 1.4 – Основні показники хімічного складу горіхів, найбільш широко представлених на ринку України**

Харчова речовина	Вид горіхів						
	Фіс-ташки [177, 195]	Миг-даль [178]	Фун-дук [175, 197]	Арахіс [173, 176]	Кешью [173, 198]	Кедро-вий [174, 182]	Во-лоський [172, 177]
Білки,%	17,8... 20,6	18,5... 21,22	13,1... 17,5	19,6... 25,8	13,0... 19,5	11,1... 17,1	12,2... 16,7
Жири, %	43,1... 51,6	40,4... 52,0	58,2... 72,5	40,9... 49,6	39,7... 62,6	58,7... 68,3	60,3... 74,5
Вуглеводи,%	11,4... 17,2	9,47... 15,0	9,5... 20,5	9,9... 21,5	9,3... 32,7	4,8... 9,38	7,01... 10,8
Харчові волокна, %	10,3... 10,6	1,1... 7,0	5,6... 7,2	4,0... 8,5	2,0... 2,5	14,3... 15,0	1,5... 6,7

Білки горіхів відносяться до біологічно цінних, тому що до їх складу входять всі незамінні амінокислоти у значимих для організму людини кількостях. Згідно з дослідженнями [173, 193] відзначається, що найбільша питома вага в білках горіхів припадає на частку глобулінів, яким властива висока засвоюваність організмом людини. Також зазначено, що співвідношення суми незамінних амінокислот до суми заміних в білках горіхів становить 0,45...0,50, що відповідає потребам раціонального

харчування (даний показник не повинен бути нижчим за 0,4 [180, 181]).

Вміст ліпідів в горіхах залежить від сорту, виду та умов вирощування і коливається в широких межах – від 39 до 74%. Особливістю жирів горіхів є високий вміст в них поліненасичених жирних кислот (табл. 1.5).

**Таблиця 1.5 – Жирнокислотний склад горіхів (% від маси жиру)**

Жирні кислоти	Вид горіхів						
	Фіс-ташки [186, 195]	Миг-даль [173, 185, 188]	Фун-дук [183, 184]	Арахіс [173]	Кешью [173, 190, 198]	Кедро-вий [182]	Волось-кий [187, 189, 193]
Насичені	13,44... 14,65	7,8... 9,87	8,40... 9,89	12,09... 16,9	19,34... 22,79	22,59... 25,12	9,0... 11,86
Мононе-насичені	50,35... 54,16	59,49... 68,1	79,09... 84,42	78,48... 84,56	59,65... 63,79	26,34... 28,04	14,48... 21,9
Поліненаси-чені, в т.ч.	33,16... 36,16	18,7... 31,20	7,34... 8,08	4,99... 8,08	15,7... 18,60	45,04... 52,45	69,15... 75,67
ліноленова C <sub>18:3</sub> (омега-3)	0,73... 0,88	0,09... 0,12	0,22... 0,25	1,52... 1,93	0,22... 0,25	1,20... 1,72	11,4... 13,17
лінолева C <sub>18:2</sub> (омега-6)	32,43... 35,28	16,0... 31,08	7,12... 7,83	3,47... 4,01	7,12... 15,7	43,84... 50,73	57,46... 62,50

Поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК) відносяться до есенціальних. Вони попереджують розвиток серцево-судинних захворювань, необхідні для росту клітин, нормального стану шкіри, обміну холестерину та великої кількості інших процесів, що протікають в організмі людини [180, 181]. Найбільший вміст ПНЖК властивий жировій складовій волоського та кедрового горіху. Співвідношення омега-3 до омега-6 жирних кислот в раціоні людини має становити 1 : 4 ... 1 : 10 [199].

Відзначено, що найбільш оптимальне співвідношення цих ПНЖК характерне для жирів волоського горіху – 1 : 5.

Важливим показником фізіологічної цінності горіхів є високий вміст в них мінеральних речовин (табл. 1.6).

**Таблиця 1.6 – Вміст мінеральних речовин у горіхах, (мг/100г)**

Мінеральна речовина	Норма споживання*	Вид горіхів						
		Фісташки [194–196]	Мигдаль [173, 178, 192]	Фундук [175, 197]	Арахіс [173, 176, 191]	Кешью [173]	Кедровий [174]	Волоський [172, 193]
Кальцій	1000	97,0... 113,0	248,0... 324,0	96,9... 195,0	54,0... 92,0	33,0... 47,0	13,0... 22,0	87,0... 135,0
Магній	400	118,0... 122,0	198,0... 253,0	154,0... 181,0	154,0... 185,0	260... 294,0	236,0... 263,0	124,0... 188,0
Фосфор	800	455,0... 498,0	451,0... 493,0	303,0... 355,0	349,0... 376,0	482,0... 533,0	537,0... 608,0	315,0... 333,0
Залізо	15	3,7... 4,1	2,2... 4,9	1,96... 4,9	4,5... 5,0	6,3... 8,1	5,5... 6,3	2,0... 2,5
Калій	2000	985,0... 1034,0	672,0... 749,0	617,6... 875,7	705,0... 715,0	553,0... 647,0	518,0... 649,0	316,0... 473,0
Мідь	1	0,7... 1,3	0,1... 0,2	1,1... 2,2	1,1... 1,2	2,1... 2,2	1,2... 1,4	1,1... 1,4
Марганець	3	1,2... 3,8	1,8... 1,9	4,1... 7,6	1,7... 1,9	0,83... 1,6	7,9... 10,2	2,5... 2,9
Цинк	12	2,2-2,8	2,0... 2,3	1,9... 6,3	3,0... 3,27	5,6... 5,8	5,8... 6,7	2,4... 2,6

\*рекомендована добова норма для дорослого населення [199].

Мінеральні речовини мають надходити до організму людини в достатніх кількостях для забезпечення його нормального функціонування. Зокрема, цинк прискорює дію ферментів кишкової та кісткової фосфатаз, бере участь

у жировому, білковому та вітамінному обміні речовин. Залізо сприяє утворенню кров'яних тілець. Мідь покращує засвоєння заліза та також бере участь у синтезі кров'яних тілець, марганець необхідний для нормальної діяльності центральної нервової системи, покращує пам'ять, затримує розвиток остеопорозу. Калій необхідний для виведення шлаків, у поєднанні з магнієм стабілізує стан серцево-судинної системи, фосфор надходить до організму як енергоносії, активізує вітаміни В і Д, у поєднанні з кальцієм – головний структурний компонент кісток і зубів.

Відзначено, що 100 г горіхів спроможні задовольнити добову потребу організму в кальції на 1,3...32%, в магнії – на 29,5...73,5%, у фосфорі – на 37,9...76,0%, залізі – на 13,1...54,0%, калії – на 15,8...51,7%, міді – на 10,0...200,0%, марганці – на 40,0...340%, цинку – на 15,8...55,8%.

Не менш важливими для організму людини є вітаміни. Вони беруть участь у синтезі й розщепленні амінокислот, жирів, азотних основ нуклеїнових кислот, деяких гормонів, медіатора ацетилхоліну, який забезпечує передавання імпульсів у нервовій системі.

Відзначається, що найбільший вміст вітаміну Е та В<sub>3</sub> властивий мигдалю та фундуку, рибофлавіну – кедровому горіху, піридоксину – фундуку, а вітаміну С та тіаміну – фісташкам (табл. 1.7).

Представлені дані підтверджують, що горіхи є джерелом білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів і мінеральних речовин, що робить перспективним їх включення до харчових раціонів населення як окремих продуктів або як сировини для харчової індустрії.

Найбільш поширеним сьогодні є використання в технологіях харчової продукції арахісу, що зумовлене його невисокою вартістю (рис. 1.4) [200].



**Таблиця 1.7 – Вміст вітамінів у горіхах, найбільш широко представлених на ринку України**

Вітамін	норма споживання [199]	Вид горіхів						
		Фісташки [194, 195]	Мигдаль [173, 178, 192]	Фундук [176]	Арахіс [173, 177, 192]	Кешью [198]	Кедровий [174]	Волоський [172, 173, 179]
Вітамін Е, мг/100 г	15	2,2... 2,86	23,4... 25,9	18,5... 24,0	8,3... 10,1	0,8... 0,9	9,0... 10,2	2,5... 2,7
Тіамін (В <sub>1</sub> ), мг/100 г	1,7	0,8... 0,9	0,22... 0,37	0,42... 0,48	0,6... 0,7	0,4... 0,5	0,2... 0,5	0,3... 0,4
Рибофлавін (В <sub>2</sub> ), мг/100 г	2,0	0,1... 0,2	0,7... 1,0	0,1... 0,2	0,1... 0,2	0,10... 0,22	0,2... 0,3	0,1... 0,2
Ніацин (В <sub>3</sub> ), мг/100 г	20	0,5... 1,3	2,9... 4,2	0,9... 4,0	1,6... 1,8	1,2... 2,3	0,2... 0,4	1,6... 1,8
Піридоксин (В <sub>6</sub> ), мг/100 г	2,0	1,7... 2,0	0,2... 0,3	0,6... 0,7	0,2... 0,35	0,26... 0,40	0,1... 0,2	0,2... 0,3
Вітамін С, мг/100 г	70	5,3... 5,6	0,9... 1,4	1,3... 2,8	5,2... 5,3	0,5... 0,6	0,7... 0,8	1,41

Однак, серед інших видів горіхів арахіс є найбільш алергійнонебезпечним, крім того, висока вірогідність його забруднення афлатоксинами, які є шкідливими для організму людини (чинять мутагенну, канцерогенну, імуносупресорну дію) [201].

У зв'язку з цим виробники харчової продукції звертають увагу на інші види горіхової сировини, зокрема на волоський горіх. Перспективність його використання в харчових технологіях зумовлена декількома чинниками. По-перше, порівняно з іншими горіхами після арахісу йому властива найменша ціна. По-друге, сьогодні волоський горіх вирощується в Україні в промислових масштабах і його обсяги виробництва щорічно збільшуються.

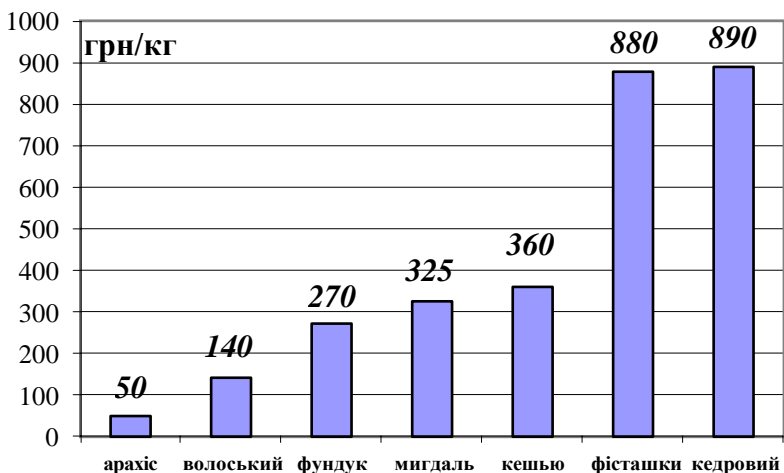


Рис. 1.4. Ціна за 1 кг горіхів в Україні станом на червень 2021 р.

Згідно з статистичними даними [202, 203] у 2018 р. в Україні площа горіхових садів збільшилася на 3% і Україна після Китаю та США стала третім світовим лідером із урожаю волоського горіха (120 тис. т). Використання інших видів горіхів у харчовій індустрії обмежене у зв'язку з їх високою вартістю. Однак, зацікавленість споживачів до продукції з додаванням нетрадиційної горіхової сировини зростає, що зумовлене сучасними тенденціями до споживання корисної їжі. Вирішення цього питання можливе за рахунок використання під час виготовлення харчової продукції вторинної горіхової сировини, яка залишається після вилучення олій, і, порівняно з горіхами, має значно меншу собівартість, але дозволяє забезпечити відповідний горіховий смак. Однак, сьогодні для вироблення харчових олій такі горіхи як фісташки, мигдаль, фундук, арахіс та кеш'ю не використовуються. Нетрадиційною сировиною

для олійної промисловості є кедровий та волоський горіхи. У процесі отримання олій кількість вторинних продуктів, зокрема шротів та жмихів, становить близько 40% [204]. Жмих залишається після видалення олії методом холодного пресування, а шрот – після вилучення олії шляхом екстрагування [205]. Як наслідок, порівняно з горіхами, шротам та жмихам властива більша концентрація фізіологічно цінних компонентів таких, як білки, харчові волокна, мінерали, вітаміни, що перспективність їх використання для покращення фізіологічної цінності харчової продукції.

### **1.5. Перспективи використання продуктів переробки кедрового та волоського горіхів у харчовій індустрії**

Сучасні дослідники відмічають високий потенціал шроту та жмиху кедрового і волоського горіхів для їх використання в технологіях харчової продукції (табл. 1.8).

Запропоновано використання жмиху кедрового горіху для отримання кондитерських паст [206]. Відмічено, що розроблена шоколадно-горіхова паста зі жмихом кедрового горіха є пластичною масою, яка характеризується вираженим шоколадно-горіховим смаком та ароматом, має однорідний колір та консистенцію з незначними вкрапленнями часточок жмиху. Порівняно з традиційними аналогами паста має покращений хімічний склад – містить поліненасичені жирні кислоти, вітаміни та мінеральні речовини.

Жмих кедрового горіха також рекомендовано використовувати для підвищення харчової цінності пісочного напівфабрикату (30% від маси борошна) та хліба пшеничного (15% від маси борошна).

**Таблиця 1.8 – Використання продуктів переробки кедрового та волоського горіхів у харчовій промисловості**

Напрямок використання	Особливості використання
1	2
<i>Жмих кедрового горіха</i>	
Кондитерські пасти [206]	жмих : олія : цукор = 28...33 : 28...29 : 24...26
Пісочний напівфабрикат [207]	30% від маси борошна
Хліб пшеничний [208]	15% від маси борошна
Паштети печінкові [209, 210]	10% від маси м'ясної сировини
М'ясні січені вироби [211]	
Напівкопчені ковбаси [212]	
Марципан [213]	Заміна горіхової сировини
Кедровий джем [214]	Гідратація та уварювання з цукровим сиропом та пектиновим розчином
Сирний продукт [215]	1,5 кг на 100 дм <sup>3</sup> молока
Майонез [215]	Часткова заміна сухого молока та яєць
<i>Шрот кедрового горіха</i>	
Пряникові вироби [216, 217]	14% від маси борошна, вноситься разом з борошном
Морозиво [218]	Вноситься у комплексі з кедровою олією
Сухарі здобні [219]	Вноситься у суміші з кістковим жиром, оливковою олією та соєвим ізолятом
Халва [220]	Шрот подрібнюють (<0,5 мм) та обсмажують (вологість 1,0...1,5%)
Карамель [221]	У складі начинки
Кисломолочний напій [222]	Масова частка шрота – 3%

Продовження табл. 1.8

1	2
<i>Жмих волоського горіха</i>	
Хліб житній [223]	2% до маси борошна
Кулінарні вироби з дріжджового тіста [224]	10% від маси борошна
Затяжне печиво [225]	20% від маси борошна
Повітряні снеки [226]	4...6% до маси сировини
<i>Шрот волоського горіха</i>	
Печиво цукрове [227]	8% від маси сировини, вноситься на стадії приготування емульсії.
Бісквіт масляний [228]	20% від маси сировини
Пряники заварні [229]	10% від маси сировини, вноситься на стадії замішування тіста разом із борошном
Печиво пісочне [216]	У складі суміші шротів насіння льону : кунжуту : волоського горіха = 1,5 : 1,5 : 2,0. Дозування – 20% від маси борошна
Халва [220]	Шрот подрібнюють (<0,5 мм) та обсмажують (вологість 1,0...1,5%)
Карамель [221]	У складі начинки

Це дозволяє збагатити вироби білком, мінеральними речовинами та харчовими волокнами. Також покращуються структурно-механічні характеристики продукції: у пісочному напівфабрикаті збільшується здатність до намокання, а у хлібі пшеничному – пористість [207, 208].

Запропоновано використання подрібненого жмиху кедрового горіха в якості вологоутримувального агенту у технології печінкових паштетів [209, 210], м'ясних січених

виробів [211] та напівкопчених ковбас [212]. Заміна 10% м'ясної сировини цією добавкою дозволяє не лише покращити нутрієнтний склад продуктів, а й знизити їх собівартість.

Гончаровим Д.А. рекомендовано використовувати кедровий жмих для заміни горіхової сировини під час виготовлення марципанів [213]. Кривов Д.А. пропонує технологію кедрового джему, яка передбачає замочування жмиху кедрового горіха з водою, його подрібнення, температурну обробку (55...60°C) та уварювання з цукровим сиропом і пектиновим розчином до вмісту сухих речовин 62...70% [214].

Розроблено технологію сирних продуктів з додаванням жмиху кедрового горіха [215] у кількості 1,5 кг на 100 дм<sup>3</sup> молока. Внесення жмиху забезпечує отримання продукту з ніжною консистенцією, приємним молочно-горіховим смаком та сприяє збільшенню виходу готової продукції (на 31%), що зумовлене його високими водоутримувальними властивостями.

Встановлено можливість часткової заміни кедровим жмихом сухого молока та яйцепродуктів у майонезній продукції [215]. Висока водоутримувальна та жирутримувальна здатність жмиху сприяє збільшенню виходу майонезної продукції та підвищенню її густини. В майонезі з кедровим жмихом дещо зменшується масова частка жиру та суттєво покращується хімічний склад.

Існують пропозиції щодо використання шроту кедрового горіха в технології приготування заварних пряничних виробів [216]. Це дозволяє отримати вироби, збагачені поліненасиченими жирними кислотами, вітамінами, мінеральними речовинами та покращеним амінокислотним складом. Також вироби мають приємний колір, смак та аромат, відрізняються гладкою поверхнею та правильною формою. Порівняно з контролем пряники з

додаванням шроту з кедрового горіху мають більший об'єм, рівномірну структуру на зламі, меншу щільність та вищу намоочуваність [217].

Унікальний хімічний склад знежиреного кедрового борошна (шроту) дозволив надати рекомендації щодо його використання в технології морозива [218]. Встановлена стабілізуюча дія кедрового шроту на формування повітряної дисперсної фази. Збитість м'якого морозива залежно від вмісту знежиреного кедрового борошна й кедрової олії в рецептурі збільшується на 5...20%, а опірність таненню – на 3...13%.

Розроблена технологія виробництва здобних сухарів з використанням білково-жирової емульсії, до складу якої входить шрот кедрового горіха у суміші з харчовим кістковим жиром, оливковою олією та соєвим ізолятом. Технологія дозволяє отримати вироби прискореним способом, скорочуючи витрати сухих речовин на бродіння та збільшуючи вихід [219].

Відомо, що кедровий шрот рекомендовано переробляти у кондитерське борошно, яке знаходить застосування в якості начинок для шоколадних мас, при виготовленні марципанів, спеціальних видів борошняних кондитерських виробів. Процес отримання борошна з кедрового шроту складається з його дроблення та сортування помелу на ситах [231].

Завдяки високому вмісту в шроті кедрового горіха полі- і олігосахаридів він ефективно стимулює зростання біфідобактерій під час ферментації молока, що дало підставу для розроблення технології кисломолочного напою, що характеризується хорошими органолептичними властивостями з яскраво вираженим присмаком кедрового горіха, містить харчові волокна і велику кількість життєздатних клітин біфідобактерій [222, 232].

Жмих та шрот волоського горіха також набувають все більшого використання в технологіях харчової продукції.

Використання жмиху волоського горіха в технології житнього хліба в кількості 2% до маси борошна призводить до зниження значень показників упікання та усихання, сприяє збільшенню вологості та виходу продукції [223].

В технології дріжджових кулінарних виробів допускається заміна 10% пшеничного борошна жмихом волоського горіха [224], при цьому продукція набуває світло-коричневого кольору та приємного горіхового присмаку та аромату.

Рекомендована повна заміна борошна пшеничного на суміш конопляного борошна та жмиху волоського горіха (80 : 20) в технології зтяжного печива [225], що дозволить отримати безглютеновий продукт.

Зотовою Л.В. запропоновано технологію екструдованих повітряних снеків (горіхово-зернових кріпсів) з додаванням жмиху волоського горіха у кількості 6% до маси рецептурних компонентів. Снеки характеризуються збалансованістю за поживними компонентами і високими споживчими властивостями, збагачені вітамінами і мінеральними речовинами [226].

Шрот волоського горіха сьогодні використовують в технології цукрового печива (8% від маси сировини) [227], заварних пряників (10% від маси сировини) [229] та масляного бісквіту (20% від маси сировини) [228]. Запропоновано також його застосування в технології пісочного печива у складі суміші шротів (оптимальне співвідношення шротів насіння льону, кунжуту, ядер волоського горіха – 1,5 : 1,5 : 2,0) [230]. Внесення добавки сприяє покращенню структурно-механічних властивостей готових виробів: у печиві знижується лужність та



щільність, зростає здатність до намокання, в пряниках покращується формостійкість, у бісквіті – пористість. Вироби характеризуються високими органолептичними показниками, зокрема, набувають приємного горіхового присмаку.

Також у кондитерському виробництві шрот кедрового або волоського горіхів може бути використано у суміші з соняшниковою масою та цукровою пудрою в якості начинки для карамелі. Це дозволяє отримати продукт з підвищеними якісними показниками та покращеною харчовою цінністю [221]. Також зазначені горіхові шроти застосовують для зниження собівартості й підвищення харчової та біологічної цінності халви. Шрот попередньо подрібнюють до розміру часток не більш 0,5 мм, обсмажують до досягнення вологості крупки 1,0...1,5%, охолоджують та подрібнюють у порошок [220].

Таким чином, встановлено, що використання шротів та жмихів кедрового і волоського горіхів в технологіях харчової продукції є доцільним не лише з позицій покращення нутрієнтного складу виробів, а й для досягнення певних технологічних ефектів. Відмічається спроможність зазначених добавок стабілізувати емульсійні системи (майонези, морозиво, емульсії для цукрового, затяжного і здобного печива), виконувати функції вологоутримувальних агентів (паштетна, ковбасна продукція, м'ясні січені вироби), чинити позитивний вплив на структуру борошняних виробів тощо. Зважаючи на це визнано доцільним вивчити можливість застосування горіхових шротів в технологіях здобного печива з використанням рідких олій.

## Висновки за розділом 1

1. Аналіз інформаційних джерел свідчить, що сучасні тенденції у харчуванні орієнтовані на підвищення частки в раціоні фізіологічно корисних харчових продуктів. Зважаючи на зростаючий попит на борошняні кондитерські вироби відзначена перспективність покращення нутрієнтного складу печива. Виявлено, що для вирішення цієї задачі сучасні науковці віддають перевагу використанню рослинної сировини та продуктів її переробки. Особливості складу зазначеної сировини не лише зумовлюють її високу біологічну цінність, а й надають можливість впливати на перебіг технологічних процесів, якість напівфабрикатів та готових виробів.

2. Одним з можливих напрямків корегування хімічного складу печива може бути часткова заміна рецептурного твердого жиру рідкою олією, яка характеризується невисокою ціною, не містить транс-ізомерів жирних кислот і має значну біологічну цінність (джерело ПНЖК та жиророзчинних вітамінів). Однак, використання рідких олій супроводжується певними технологічними проблемами: їх здатність до емульгування і висока рухомість під час випічки та в процесі зберігання негативно впливають на структурно-механічні та органолептичні характеристики продукції.

3. Відзначено, що для стабілізування емульсій для печива з додаванням рідких олій необхідним є використання емульгаторів, роль яких можуть виконувати високомолекулярні сполуки рослинної сировини (білки, крохмалі, камеді, харчові волокна тощо) та високодисперсні тверді колоїдні частинки.

4. Згідно з аналітичними дослідженнями встановлено, що максимальна кількість заміни твердого жиру рідкою олією в технології здобного печива у разі застосування

природних речовин-стабілізаторів не перевищує 30%, що зумовлює вибір такого дозування у подальших дослідженнях.

5. Проаналізовано хімічний склад та собівартість основних видів горіхів, найбільш поширених на ринку України. Відзначена перспективність використання в харчових технологіях волоського горіху, як доступної, регіональної сировини, що виробляється в промислових масштабах. Використання інших видів горіхів обмежено у зв'язку з їх високою вартістю. Однак, вторинна горіхова сировина, яка залишається після вилучення олій, має значно меншу собівартість. Зважаючи на те, що в Україні на олію промислово переробляються кедровий та волоський горіхи розглянута перспективність використання їх шротів та жмихів в технологіях харчової продукції.

6. Відзначається спроможність зазначених добавок стабілізувати емульсійні системи, виконувати функції вологоутримувальних агентів, чинити позитивний вплив на структуру борошняних виробів тощо. Тому визнано доцільним вивчити можливість застосування шротів кедрового та волоського горіхів в технологіях здобного печива з використанням рідких олій.

## Розділ 2

### Аналіз хімічного складу та функціонально-технологічних властивостей шротів кедрового та волоського горіхів

Особливості хімічного складу шротів кедрового та волоського горіхів зумовлюють не лише їх вплив на харчову та біологічну цінність здобного печива з їх використанням, а й визначають поведінку зазначених добавок під час перебігу технологічних процесів. У зв'язку з цим метою викладених у даному розділі досліджень було вивчення хімічного складу шроту кедрового горіха (ШКГ) та шроту волоського горіха (ШВГ) (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Фотографічне зображення об'єктів дослідження: а – ШКГ; б – ШВГ

Не зважаючи на те, що зазначені продукти отримуються після вилучення олії методом холодного віджиму з наступним подрібненням і по суті є жмихами, підприємство-виробник позиціонує їх товарну форму як «шроти». Шрот кедрового горіха має кремовий колір, легкий аромат та присмак кедрового горіха. Шрот волоського горіха відрізняється більш насиченим кольором

(світло-коричневим) та більш вираженим горіховим присмаком (табл. 2.1).

**Таблиця 2.1 – Характеристика показників якості дослідних добавок**

Показник	Характеристика шротів	
	ШКГ	ШВГ
Зовнішній вигляд	Дрібнодисперсний порошкоподібний продукт	
Смак	Приємний горіховий присмак	
Запах	Властивий кедровому горіху	Властивий волоському горіху
Колір	Кремовий	Світло-коричневий
Вологість, %	8,3±0,3	8,8±0,3
Кислотність, град	0,88±0,2	1,3±0,2

### **2.1. Вивчення хімічного складу шротів кедрового та волоського горіхів**

На початковому етапі досліджень здійснювали мікроскопіювання досліджуваних зразків горіхових шротів за збільшення 160 разів із забарвленням різними індикаторами (розчином Люголя, суданом III, розчином флороглюцину із сірчаною кислотою та розчином NaOH) з метою якісної ідентифікації можливого хімічного складу.

При розгляді досліджуваних добавок під мікроскопом (за збільшення в  $\times 160$  разів) видно дрібні клітини насінневого ядра, густо заповнені алейроновими зернами. За обробки розчином Люголя виявлено наявність в горіхових шротах крохмальних зерен, які відрізняються за розміром – крохмальні зерна ШВГ перевищують за розміром крохмальні зерна ШКГ (рис. 2.2).

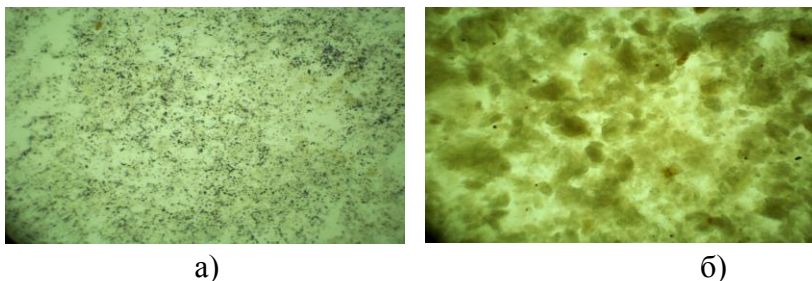


Рис. 2.2. Результати мікроскопіювання досліджуваних зразків за забарвлення розчином Люголя ( $\times 160$ ): а – ШКГ; б – ШВГ

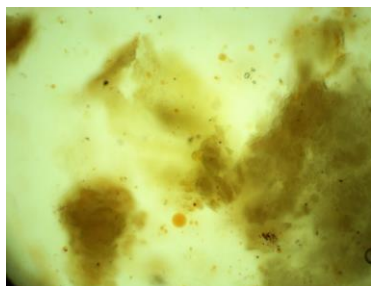
Також встановлено, що крохмальні зерна ШКГ забарвлюються в синьо-фіолетовий колір, а зерна ШВГ – у червоно-фіолетовий. Зважаючи на це можна зазначити, що крохмаль ШКГ представлений переважно амілозою, а ШВГ – амілопектином.

Оброблення горіхових шротів реактивом судану III дозволило ідентифікувати наявність в добавках дрібних крапель олії, які при контакті із зазначеним індикатором набувають помаранчевого забарвлення (рис. 2.3).

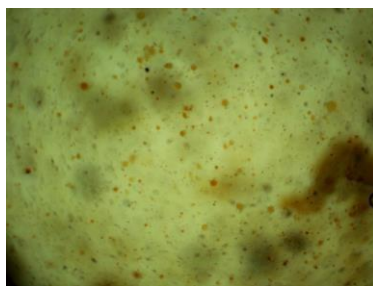
Також в полі зору видно коричневі фрагменти кожури, що вкриває ядра горіхів, з порами групи склерифікованих клітин, стінки яких вигнуті та рівномірно стовщені, та фрагменти проїдних пучків (рис. 2.4).

Під дією флороглюцину з сірчаною кислотою склереїди і провідні пучки кожури забарвлюються у рожевий колір (рис. 2.5, 2.6), що свідчить о присутності у добавках харчових волокон, у тому числі лігніну.

У разі забарвлення досліджуваних зразків розчином NaOH спостерігаються лимонно-жовті фрагменти (рис. 2.7), що можливо свідчить про присутність фрагментів плодової перегородки.



а)



б)

Рис. 2.3. Результати мікроскопіювання зразків за забарвлення суданом III ( $\times 160$ ): а – ШКГ; б – ШВГ

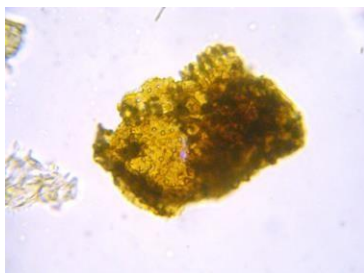
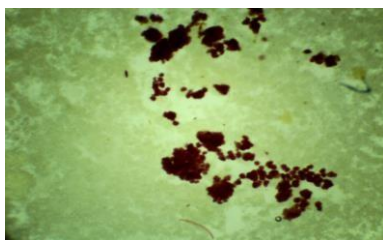
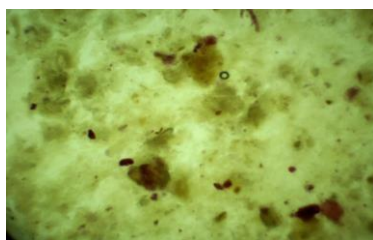


Рис. 2.4. Фрагмент кори з порами, що вкриває ядро горіха, на прикладі ШВГ (збільшення  $\times 100$  разів)



а)



б)

Рис. 2.5. Результати мікроскопіювання зразків за забарвлення флороглюцином із сірчаною кислотою ( $\times 160$ ): а – ШКГ; б – ШВГ

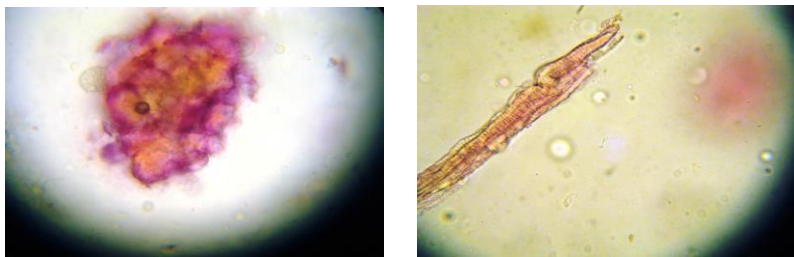
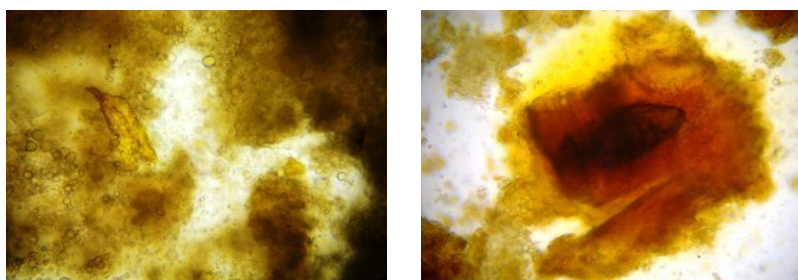


Рис. 2.6. Результати мікроскопіювання ( $\times 400$ ) за забарвлення флороглюцином із сірчаною кислотою на прикладі ШВГ



а)

б)

Рис. 2.7. Результати мікроскопіювання досліджуваних зразків за забарвлення флороглюцином із сірчаною кислотою ( $\times 160$ ): а – ШКГ; б – ШВГ

Визначення особливостей складу шротів кедрового та волоського горіхів здійснювали методом ІЧ-спектрометрії. Порівняння ІЧ-спектрів ШКГ та ШВГ свідчить про їх близький якісний хімічний склад, що зумовлено схожістю положення і інтенсивності смуг поглинання (рис. 2.8).



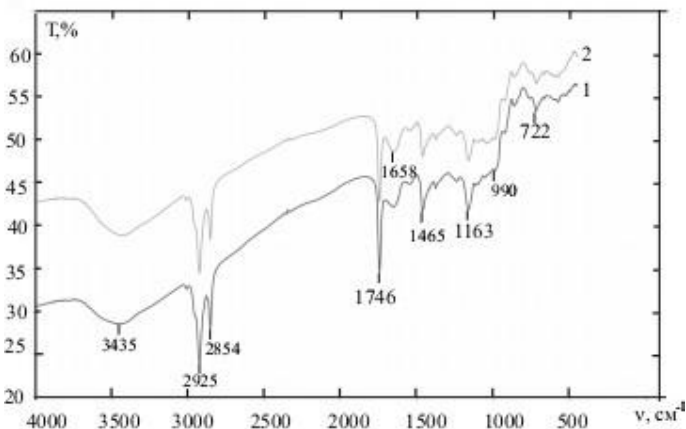


Рис. 2.8. ІЧ-спектри зразків горіхових шротів: 1 – ШВГ, 2 – ШКГ

Віднесення смуг поглинання ІЧ-спектрів досліджуваних зразків представлено в табл. 2.2.

Широка смуга поглинання в області  $3000\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$  пов'язана з валентними коливаннями  $\nu(\text{OH})$ . Смуги поглинання при  $2924, 2854\text{ cm}^{-1}$  пов'язані з симетричним та асиметричними валентними коливаннями зв'язку  $\text{C-H}$  в групах  $-\text{CH}_2-$  [233]. Смуги поглинання при  $1746\text{ cm}^{-1}$  відносять до валентних коливань  $\text{C=O}$  в протонуваній карбоксильній групі  $\text{COOH}$ ,  $1545\text{ cm}^{-1}$   $\nu_{\text{as}}(\text{C=O})$ ,  $1415\text{ cm}^{-1}$   $\nu_{\text{s}}(\text{C=O})$  – асиметричним та симетричним валентним коливанням  $\text{COO}^-$  груп карбонових кислот та амінокислот, та  $1240\text{ cm}^{-1}$  – коливанням  $\nu(\text{C-O})$  [234]. Смуга поглинання при  $\sim 1380\text{ cm}^{-1}$  може бути пов'язана з деформаційними коливаннями зв'язку  $\text{C-H-OH}$  в вуглеводах [235]. Результатами експериментальних досліджень (рис. 2.2) підтверджено, що в ІЧ-спектрах зразків ШВГ та ШКГ спостерігаються смуги поглинання при  $3435, 2925, 2854, 1746, 1654 (1658), 1545, 1465, 1380, 1237 (1243), 1163, 988 (990), 827 (824), 720\text{ cm}^{-1}$ .

Таблиця 2.2 – Віднесення смуг поглинання зразків горіхових шротів

Інтенсивність поглинання, $\text{см}^{-1}$		Функціональні групи
ШКГ	ШВГ	
3435	3435	$\nu(\text{OH})$
2925	2924	$\nu_{\text{as}}(-\text{CH}_2-)+\nu_{\text{as}}(-\text{CH}_3)$
2854	2854	$\nu_{\text{s}}(-\text{CH}_2-)+\nu_{\text{s}}(-\text{CH}_3)$
1746	1746	$\nu(\text{C}=\text{O})$
1654	1658	$\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})+\delta(\text{OH})+\delta_{\text{d}}(\text{NH}_3^+)$
1544сл	1545	$\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})+\delta_{\text{d}}(\text{NH}_3^+)$
1465	1465	$\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O})+\delta(\text{OH})+\delta_{\text{as}}\text{CH}_2+\delta_{\text{s}}(\text{NH}_3^+)$
1377	1380	$\delta(\text{OH})+\delta_{\text{s}}(\text{CH}_2)$
1243	1237	$\delta(\text{CH}_2)+\nu(\text{C}-\text{C})+\nu(\text{C}-\text{O})$
1163	1163	$\nu(\text{C}-\text{C})+\omega(\text{CH}_2)$
1050	1048	$\nu(\text{C}-\text{O})+\delta(\text{OH})$
988	990	$\delta(\text{CH})+\delta(\text{OH})$
927	924	$\delta(\text{CH})$
864	864	$\delta(\text{OH})$ .
722	721	$\rho(\text{CH}_3)+\delta(=\text{C}-\text{H})$
-	-	$\rho(\text{COO}^-)+\delta(\text{C}-\text{C})$

Смуга поглинання з максимумом  $3435 \text{ см}^{-1}$  пов'язана з валентними коливаннями  $\nu(\text{OH})$  [236]. Смуги  $2925 \text{ см}^{-1}$ ,  $2854 \text{ см}^{-1}$  можуть бути віднесені до коливань зв'язку С–Н в групах  $-\text{CH}_2-$  [233]. Деформаційним ( $\delta$ ) коливанням С–Н зв'язків відповідають смуги з максимумом  $1465 \text{ см}^{-1}$  ( $\delta_{\text{s}}\text{CH}_3$ ) та  $1380 \text{ см}^{-1}$  ( $\delta_{\text{s}}\text{CH}_3$  та  $\text{CH}_2$ ). Також наявні смуги поглинання валентних коливань карбоксильної групи органічних, аміно- та жирних кислот  $\nu(\text{C}=\text{O})$   $1746 \text{ см}^{-1}$ ,  $1545 \text{ см}^{-1}$   $\nu_{\text{as}}(\text{C}=\text{O})$  та  $\nu(\text{C}-\text{O})$  ( $1237 \text{ см}^{-1}$ ) [234]. Смуги  $1465$  та  $1654 \text{ см}^{-1}$  можуть збігатися зі смугами іонізованих карбоксильних груп  $\nu_{\text{s}}(\text{C}=\text{O})$ , деформаційних коливань протонуваних аміногруп

$\delta_s(\text{NH}_3^+)$  та деформаційних коливань гідроксильних груп  $\delta(\text{OH})$  (табл. 2.2) [237]. На наявність подвійного зв'язку поліненасичених жирних кислот в зразках шротів вказують смуги поглинання, що відповідають валентним коливанням С–Н зв'язку групи  $=\text{CH}-$ , які проявляються в області  $3005 \text{ см}^{-1}$ . Ця смуга не перекривається зі смугами коливань насиченого С–Н зв'язку в групах  $-\text{CH}_2$  та  $-\text{CH}_3$ . Смуги позаплощинних деформаційних коливань ненасиченого С–Н зв'язку проявляється в області  $722 \text{ см}^{-1}$  (цис-сполук), а вінілових груп  $990$  та  $927 \text{ см}^{-1}$  ( $\delta\text{C}-\text{H}$  в групах  $=\text{CH}_2$  та  $>\text{C}=\text{CH}-$ ) [238]. Таким чином присутність в спектрі цих функціональних груп підтверджує наявність в шротах поліненасичених жирних кислот, амінокислот та білків, флавоноїдів, органічних кислот та вуглеводів.

Згідно з літературними даними [237] смуги в області  $1000-1200 \text{ см}^{-1}$ , що спостерігаються в спектрах шротів, можуть бути використані для ідентифікації пектинових речовин. Наявність піранозного циклу, що входить до складу пектинових речовин, підтверджується частотами смуг поглинання в ІЧ-спектрі при  $1163 \text{ см}^{-1}$  (коливання піранозних циклів та С–О). Смуги  $1050 \text{ см}^{-1}$  також можуть бути пов'язані із симетричними коливаннями ОН-груп у флавоноїдах. Відомо, що молекули пектину містять залишки галактуронової кислоти в іонізованій формі. Усі карбоксильні, аміно- та гідроксильні групи утворюють єдину систему водневих зв'язків [239].

Оскільки пряме використання ІЧ-спектроскопії для кількісного визначення окремих компонентів у харчових системах є досить складним, то оцінювання шротів щодо вмісту цінних нутрієнтів проведено за методикою [240] основою на розрахунку величини відносної оптичної густини за формулою:

$$K_i = \frac{D_i}{D_{\text{ст}}} \quad (2.1)$$

де  $K_i$  – відносна оптична густина;  $D_i$  – оптична густина певної смуги пропускання;  $D_{cm}$  – оптична густина смуги пропускання, обраної за внутрішній стандарт.

Для кількісної оцінки компонентів у зразках було обрано основні характеристичні смуги поглинання, які за літературними даними можна віднести до функціональних груп, що входять до складу молекули певного нутрієнта. Як внутрішній стандарт для шротів кедрового та волоського горіхів було обрано смугу  $3434\text{ см}^{-1}$  (рис. 2.2).

За наведеною методикою [240] розраховано значення відносної оптичної густини ШКГ та ШВГ (табл. 2.3).

**Таблиця 2.3 – Відносна оптична густина горіхових шротів**

Зразки	Значення відносної оптичної густини для смуги поглинання $\nu$ , $\text{см}^{-1}$									
	1163	1243	1377	1465	1544	1654	1746	2855	2924	3434
ШКГ	0,70	0,64	0,65	0,70	0,64	0,69	0,84	1,01	1,14	1,00
ШВГ	0,79	0,73	0,74	0,78	0,71	0,77	0,90	1,01	1,13	1,00

За даними аналізу ІЧ-спектроскопії та значень відносної оптичної густини досліджуваних горіхових шротів можна зробити висновок, що за вмістом різних функціональних груп, які можуть бути віднесені до поліненасичених жирних кислот, органічних кислот та флавоноїдів, шрот кедрового горіха дещо поступається шроту волоського горіха [241].

Результати аналізу даних ІЧ-спектрів дозволяють зробити висновки щодо якісного хімічного складу ШКГ та ШВГ. На наступному етапі проводили дослідження кількісних значень показників хімічного складу добавок з використанням загальноприйнятих методик. У зв'язку з тим, що метою роботи було вивчення можливості

використання горіхових шротів в технології здобного печива вважали за доцільне порівняти особливості хімічного складу деяких показників досліджуваних добавок та борошна пшеничного вищого сорту, як одного з основних рецептурних компонентів печива.

На першому етапі оцінювали вміст у шротах поживних речовин та харчових волокон (табл. 2.4).

**Таблиця 2.4 – Вміст поживних речовин та харчових волокон у горіхових шротах та пшеничному борошні вищого сорту**

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Речовина	ШКГ	ШВГ	Борошно пшеничне вищого сорту [255]
Білки, %	38,08	33,63	10,3
Жири, %	7,05	12,18	1,1
Вуглеводи, % в т.ч.	45,62	45,17	70,9
моноцукриди	3,67	6,23	0,7
олігоцукриди	7,36	12,53	0,9
крохмаль:	15,84	15,45	67,7
у т.ч. амілоза	11,76	1,03	24,9
амілопектин	4,08	14,42	42,8
некрохмальні полісахариди:	18,79	10,99	1,6
у т.ч геміцелюлози	12,65	5,16	1,5
целюлоза	0,90	1,85	0,1
пектинові речовини	5,20	3,95	сліди
Лігнін, %	0,04	0,03	сліди

Важливим показником хімічного складу є наявність у горіхових шротах значної кількості білка – 38,08 та 33,63% у ШКГ та ШВГ відповідно.

З точки зору фізіологічної цінності важливим є не тільки кількість білка в продукті, а й його повноцінність, що характеризується наявністю незамінних амінокислот та їх якістю (наближеністю до «ідеального білка»). Якість (біологічна цінність) білків визначається амінокислотним скором, який відображає відношення незамінних амінокислот, що містяться в 100 г білка досліджуваного продукту, до їх кількості в 100 г ідеального білка.

Під час розрахунків амінокислотних скорів використано дані щодо амінокислотного складу білків борошна пшеничного вищого сорту (за матеріалами інформаційних джерел [242]) та відомості стосовно амінокислотного складу ШКГ та ШВГ (за результатами власних досліджень [243, 244]) (табл. 2.5).

**Таблиця 2.5 – Амінокислотні скори горіхових шротів та борошна пшеничного вищого сорту**

№ з/п	Амінокислота	Амінокислотний скор білків, %		
		ШКГ	ШВГ	борошна пшеничного
1	Треонін	98,19	91,05	65,53
2	Валін	105,2	110,78	75,73
3	Метіонін+цистин	117,14	103,10	83,22
4	Ізолейцин	98,75	108,98	104,37
5	Лейцин	89,29	99,73	117,89
6	Тірозин+Фенілаланін	95,04	127,83	121,36
7	Триптофан	267,68	111,11	97,09
8	Лізін	123,26	54,59	44,13

Аналіз результатів наведених в таблиці свідчить, що білки горіхових шротів перевершують білки борошна за амінокислотним скором майже всіх амінокислот. Зокрема, білки ШКГ та ШВГ порівняно з білками борошна мають

кращий амінокислотний скор за треоніном (в 1,5 та 1,4 рази відповідно), валіном (в 1,5 та 1,4 рази), метіоніном і цистиніном (у 1,4 та 1,2 рази) триптофаном (у 2,8 та 1,14 рази) та лізином (у 2,8 та 1,2 рази). Амінокислотний скор для інших амінокислот у шротах знаходиться приблизно на однаковому рівні з борошном.

Установлено, що лімітуючою амінокислотою для білків ШКГ є лейцин (амінокислотний скор становить 89,29%). Лімітуючою амінокислотою, як для ШВГ, так і для борошна пшеничного вищого сорту, є лізин. Проте амінокислотний скор ШВГ за лізином складає 54,59%, а для борошна – 44,13%. Для білків ШКГ амінокислотний скор за лізином становить 123,26%.

Вивчення фракційного складу азотвміщуючих сполук добавок показало, що ШКГ містить в 3 рази більше білкових речовин альбумінової і глобулінової фракції і майже в 2 рази більше білків проламінової фракції порівняно з ШВГ (табл. 2.6).

**Таблиця 2.6 – Фракційний склад азотвміщуючих сполук горіхових шротів ( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )**

Фракції азотвміщуючих сполук	Уміст фракцій азотовмісних сполук			
	г/100 г продукту		% від загальної кількості білка	
	ШКГ	ШВГ	ШКГ	ШВГ
Водорозчинна (альбуміни)	2,86	1,17	7,22	3,37
Солерозчинна (глобуліни)	10,91	2,74	27,51	7,89
Спирторозчинна (проламіни)	8,27	4,78	20,84	13,79
Лужнорозчинна (глютеніни)	16,55	24,94	41,72	71,95
Небілковий азот	0,60	0,4	2,72	3,07

Білки шроту волоського горіха представлені переважно глютенінами.

Зазначені особливості білкового складу зразків можуть значно впливати на їх поведінку в харчових системах – зокрема зумовлювати наявність певних поверхнево-активних властивостей.

Вміст жирів у ШКГ та ШВГ становить 7,05 та 12,18% відповідно (табл. 2.4). Особливістю жирів цих добавок є їх висока біологічна цінність, зумовлена значною часткою у їх складі ненасичених жирів, про що свідчать хроматографічні дослідження жирнокислотного складу жирової складової горіхових шротів. Відзначається (табл. 2.7), що жири ШВГ характеризуються більшим ступенем ненасиченості ніж ШКГ.

Вміст ненасичених жирів у ШВГ становить 95,79% загальної кількості жирів, а у ШКГ – 80,19%. Відомо, що чим більша ступінь ненасиченості жирної кислоти, тим легше вона піддається окисненню [245], що зумовлює необхідність контролю якості жирової складової печива з додаванням цих добавок в процесі зберігання.

Жири зазначених добавок мають близький вміст поліненасичених жирних кислот. Але у складі ШКГ переважає ліноленова кислота, а у складі ШВГ – ліолева. Співвідношення  $\omega$ -3 :  $\omega$ -6 для жирової складової ШКГ становить 1 : 0,06, а для жирів ШВГ – 1 : 1,3. Оптимальне співвідношення  $\omega$ -3 :  $\omega$ -6 в харчуванні має становити 1 : (4...10). Тому горіхові шроти можна рекомендувати до використання в технологіях харчових продуктів, до складу яких входять компоненти, що містять поліненасичені жирні кислоти  $\omega$ -6.



Таблиця 2.7 – Жирнокислотний склад жирів горіхових шротів за даними хроматографічного дослідження

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Жирні кислоти	Вміст, % від маси жиру	
	у ШКГ	у ШВГ
<b>Насичені, в тому числі:</b>	<b>18,99</b>	<b>4,21</b>
лауринова C <sub>12:0</sub>	-	0,04
міристинова C <sub>14:0</sub>	0,77	0,06
пентадеканова C <sub>15:0</sub>	1,95	-
пальмітинова C <sub>16:0</sub>	8,58	0,49
стеаринова C <sub>18:0</sub>	4,79	1,79
арахінова C <sub>20:0</sub>	0,36	1,11
бегенова C <sub>22:0</sub>	0,77	0,29
трикозанова C <sub>23:0</sub>	0,30	-
тетракозанова кислота C <sub>24:0</sub>	2,31	0,43
<b>Мононенасичені, в тому числі:</b>	<b>27,03</b>	<b>40,97</b>
пальмітолеїнова ( $\omega$ -7) C <sub>16:1n9</sub>	0,06	20,68
олеїнова ( $\omega$ -9) C <sub>18:1n9</sub>	26,97	20,29
<b>Поліненасичені, в тому числі:</b>	<b>53,16</b>	<b>54,82</b>
лінолева ( $\omega$ -6) C <sub>18:2n9,12</sub>	2,89	31,41
ліноленова ( $\omega$ -3) C <sub>18:3n9,12,15</sub>	50,27	23,41

Встановлено, що досліджувані зразки горіхових шротів містять майже однакову кількість вуглеводів (45,62 та 45,17% для ШКГ та ШВГ відповідно) (табл. 2.4). Пшеничне борошно за вмістом вуглеводів перевершує зразки шротів більше ніж у 1,5 рази. Однак, вуглеводи борошна пшеничного представлені переважно крохмалем,

а вуглеводи шротів – переважно харчовими волокнами (табл. 2.4). За вмістом харчових волокон ШКГ та ШВГ перевершують борошно пшеничне в 4,7 та 2,7 рази відповідно.

Також відзначено, що ШВГ містить значну кількість моно- і олігосахаридів (на 67% вище, ніж ШКГ).

За вмістом крохмалю досліджувані зразки горіхових шротів практично не відрізняються, проте крохмаль ШКГ в основному представлений амілозою, а ШВГ – амілопектином. Отримані дані корелюють з результатами мікроскопування добавок – відомо, що фіолетове забарвлення з йодом дає саме амілоза. Під час взаємодії йоду з амілозою, що має гвиноподібну будову, утворюється з'єднання включення (клатрат), в якому молекули йоду вбудовуються всередину спіральної структури молекули амілози, що супроводжується зміною забарвлення на синьо-фіолетове. Амілопектин, на відміну від амілози, дає з йодом слабке червоно-фіолетове забарвлення.

Харчові волокна добавок складаються з некрохмальних полісахаридів та лігніну. Некрохмальні полісахариди становлять близько 41% всіх вуглеводів ШКГ і близько 24% вуглеводів ШВГ. Визначено, що ШКГ характеризується високим вмістом геміцелюлоз і пектинових речовин – відповідно у 2,5 і 1,3 рази більше, ніж ШВГ. Відзначено, що вміст целюлози в ШВГ вище у порівнянні з ШКГ в 2 рази. Вміст лігніну в ШКГ та ШВГ становить 0,04 та 0,03% відповідно. Відомо, що некрохмальні полісахариди позитивно впливають на діяльність корисної мікрофлори кишківника, забезпечують стимулювання його перистальтики, виконують роль ентеросорбентів та ін.

Значну біологічну роль для організму людини відіграють вітаміни, мінеральні речовини та мінерні

компоненти їжі, до яких зокрема відносяться фенольні сполуки та органічні кислоти.

Експериментальні дані свідчать, що ШКГ і ШВГ мають високу вітамінну цінність. ШКГ та ШВГ перевершують борошно за вмістом вітаміну Е (у 3,6 та 1,5 рази відповідно), вітаміну В<sub>1</sub> (у 3,1 та 2,2 рази відповідно), В<sub>5</sub> (у 3,8 та 1,9 рази відповідно) (табл. 2.8).

Дослідження мінерального складу горіхових шротів показали (табл. 2.8), що за вмістом досліджуваних мінеральних речовин шроти значно перевершують борошно пшеничне. Зокрема, порівняно з борошном ШКГ містить заліза більше в 3,8 рази, калію – в 10,5 разів, кальцію – в 1,2 рази, магнію – в 14,8 разів, фосфору – в 3,7 рази. ШВГ перевершує борошно за цими показниками відповідно в 11,7, в 7,5, в 15,3, в 17,2 та 1,9 рази.

**Таблиця 2.8 – Вміст вітамінів і мінеральних речовин у горіхових шротах**

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Речовина	Добова норма*, мг/100 г	Вміст, мг/100 г		
		У ШКГ	У ШВГ	У борошні пшеничному вищого сорту [242]
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<b>Вітаміни</b>				
Е	15	5,5	2,2	1,50
С	60	сліди	1,3	сліди
В <sub>1</sub>	1,4	0,77	0,541	0,25
В <sub>2</sub>	1,6	0,22	0,15	0,04
В <sub>3</sub>	18	1,35	сліди	1,20
В <sub>5</sub>	6	1,15	0,570	0,3
В <sub>6</sub>	2,0	0,14	сліди	0,17

Продовження табл. 2.8

1	2	3	4	5
Мінеральні речовини				
Залізо	15	4,6	14	1,2
Калій	2000	1280	920	122
Кальцій	1000	21,7	275	18
Кремній	25	0,13	90	4
Магній	400	385	275	16
Марганець	3	19	11,5	2,8
Мідь	1	4,5	2,3	0,5
Фосфор	800	320	160	86
Натрій	1300	6,4	4,6	3
Нікель	0,02	0,64	0,9	0,3
Цинк	12	25	14	2,01
Свинець	0,5**	<0,03	0,05	-
Вміст золи	-	0,91	0,20	0,5

\* добова норма для дорослого населення [199]

\*\* гранично допустима концентрація

Дослідження показали (табл. 2.8), що за вмістом мінеральних речовин шроти значно перевершують борошно пшеничне. Зокрема, порівняно з борошном ШКГ містить заліза більше в 3,8 рази, калію – в 10,5 разів, кальцію – в 1,2 рази, магнію – в 14,8 разів, фосфору – в 3,7 рази. ШВГ перевершує борошно за цими показниками відповідно в 11,7, в 7,5, в 15,3, в 17,2 та 1,9 рази. Розраховано, що добова норма марганцю міститься у 20,1 г ШВГ та у 15,8 г ШКГ, міді – у 43,5 та у 22,2 г, цинку – у 85,7 та у 48,0 г, нікелю – у 2,2 та у 3,1 г відповідного шроту. Дослідження також показали, що 100 г ШВГ містить 360% добової норми кремнію, 93% – заліза, 96,2% – магнію, 46% – калію, 27,5% – кальцію та 20% – фосфору. 100 г ШКГ дозволить на 64% забезпечити добову потребу людини в калії, на 96,2% – в магнії та на 40,0% – у фосфорі.

Важкі метали (свинець) у досліджуваних шротах містяться у малих кількостях: у 10–15 разів менше від встановленої гранично допустимої концентрації, що зумовлено бар'єрними функціями шкаралупи горіхів.

Сучасні дослідження нутріціології свідчать про важливу біологічну роль для організму людини так званих мінерних компонентів їжі, до яких належать, зокрема, деякі фенольні з'єднання. Фенольні сполуки чинять антиоксидантний, протимікробний та імуностимулюючий вплив на організм. Тому вважали за доцільне визначити вміст у досліджуваних горіхових шротах саме фенольних сполук. Зважаючи на те, що у складі борошна пшеничного вищого сорту такі речовини не містяться, у наступній низці досліджень порівняння з борошном не проводилося.

Здійснено якісні реакції на наявність фенольних з'єднань у горіхових шротах (рис. 2.9, табл. 2.9). Для цього використовували спиртові екстракти ШКГ та ШВГ.

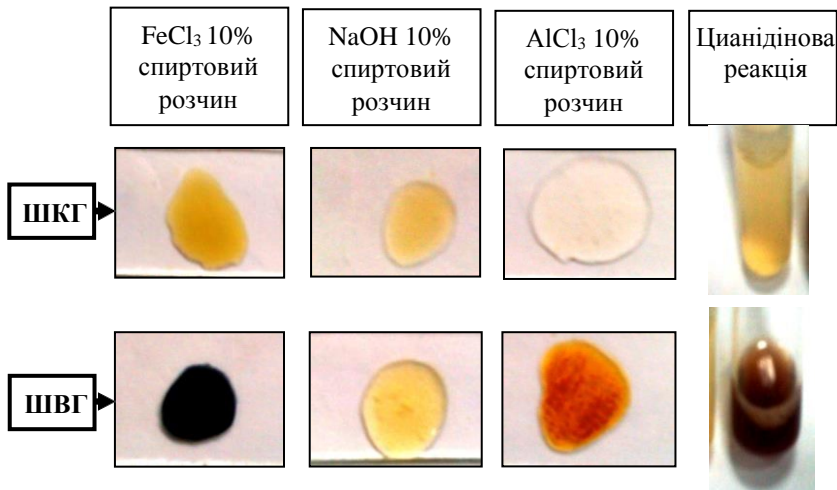


Рис. 2.9. Ідентифікація наявності фенольних сполук у шротах

**Таблиця 2.9 – Результати, якісних реакцій на наявність фенольних сполук у горіхових шротах**

Метод та умови аналізу	Аналітичний ефект для екстракту		Група фенольних сполук
	ШКГ	ШВГ	
FeCl <sub>3</sub> 10% спиртовий розчин	жовте	темно-синє	дубильні речовини
NaOH 10% спиртовий розчин	світло-жовте	цегляне	Гідроксикоричні кислоти
AlCl <sub>3</sub> 10% спиртовий розчин	світло-жовте	жовте	флавоноїди
Ціанідинова реакція	жовто-рожеве	коричнево-рожеве	

Виявлено якісні відмінності у складі речовин фенольної природи для ШКГ та ШВГ. Наявність інтенсивного темно-синього забарвлення в екстракті з ШВГ з 10 % спиртовим розчином FeCl<sub>3</sub> свідчить про високий вміст у ньому дубильних речовин. Також цей екстракт має більш інтенсивне забарвлення у реакціях 10% спиртовими розчинами NaOH, AlCl<sub>3</sub> та за ціанідиною пробою. Цей факт означає, що порівняно з ШКГ до складу ШВГ входить більша кількість гідроксикоричних кислот та флавоноїдів. Кількісний аналіз зазначених сполук подано у табл. 2.10.

Суму гідроксикоричних кислот визначали у перерахунку на хлорогенову кислоту, дубильних речовин – у перерахунку на танін, флавоноїди – у перерахунку на рутин.

Відзначається, що ШВГ порівняно з ШКГ характеризується вищим вмістом гідроксикоричних кислот – в 2,5 рази, дубильних речовин – в 3,1 рази та флавоноїдів – у 60 разів.

Таблиця 2.10 – Вміст фенольних сполук у горіхових шротах

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$   $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Показник	Вміст, мг /100 г		Рекомендуемий рівень споживання, мг/добу [199]
	ШКГ	ШВГ	
Гідроксикоричні кислоти	20	50	10
Дубильні речовини	1380	4270	200
Флавоноїди	1	60	85

Задовольнити добову потребу організму в гідроксикоричних кислотах можна за рахунок споживання 50 г ШКГ або 20 г ШВГ. Добова кількість дубильних речовин міститься у 15 г ШКГ або у 4,7 г ШВГ. Вміст флавоноїдів у ШКГ незначний, в той час як 100 г ШВГ містить близько 70% добової норми цих сполук.

До складу горіхових шротів входять переважно янтарна, лимонна та яблучна кислоти, що встановлено за даними хроматографічних досліджень (рис. 2.10, 2.11).

Табличні дані (табл. 2.11) свідчать, що ШВГ порівняно з ШКГ характеризується вищим вмістом яблучної (в 5,3 рази) та фумарової (в 100 разів) кислоти. ШКГ містить більше лимонної (в 2,9 рази) та янтарної (в 2,2 рази) кислот. Зважаючи на те, що рекомендована норма споживання органічних кислот становить близько 500 мг/добу, ШКГ та ШВГ не можуть розглядатися як джерело зазначених речовин. Але, їх використання в харчовій продукції дозволить дещо підвищити вміст цих нутрієнтів.

Порівняльний аналіз шротів волоського та кедрового горіхів показав, що вони характеризуються близьким якісним хімічним складом.

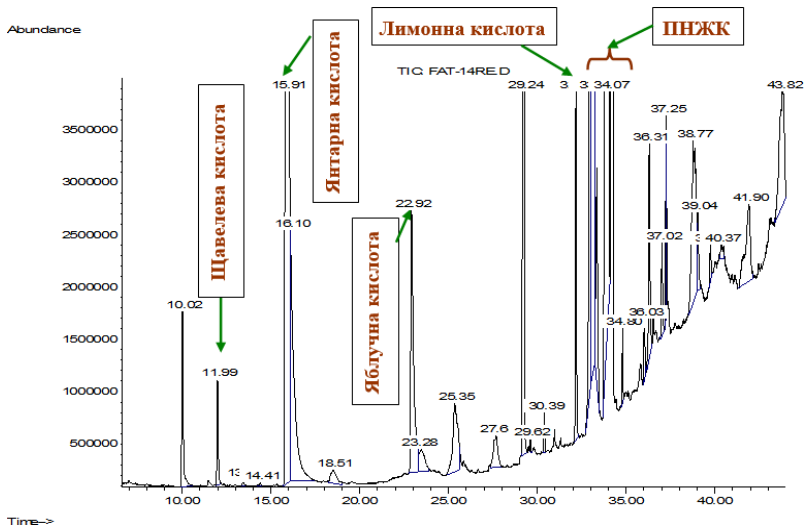


Рис. 2.10. Хроматографічні дослідження шроту кедрового горіху

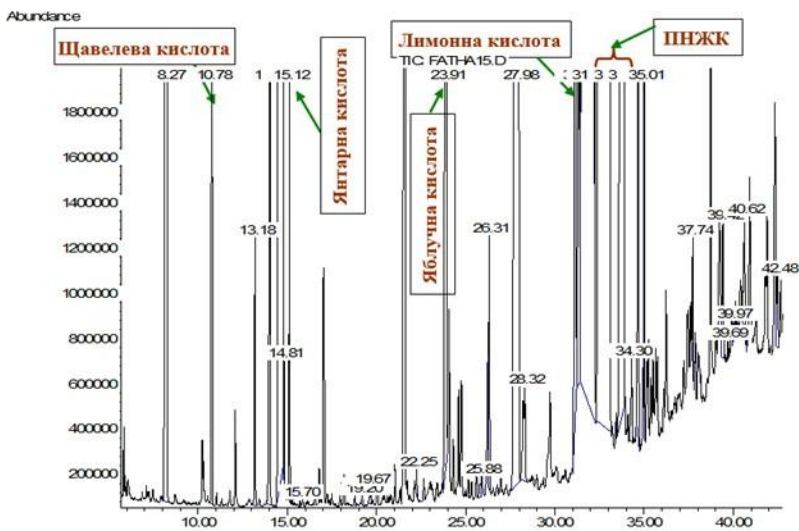


Рис. 2.11. Хроматографічні дослідження шроту волоського горіху



Відзначено, що ШКГ порівняно з ШВГ характеризується вищим вмістом білків, харчових волокон, вітамінів, деяких мінеральних речовин (калію, магнію, марганцю, міді, фосфору та цинку), однак поступається йому за вмістом фенольних сполук, поліненасичених жирних кислот, заліза, кальцію та кремнію.

Таблиця 2.11 – **Вміст органічних кислот у горіхових шротах**

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Багатоосновні карбонові кислоти	Вміст, мг/100 г	
	у ШКГ	у ШВГ
Лимонна	8,1	2,80
Яблучна	7,30	39,00
Фумарова	0,07	7,00
Янтарна	8,00	3,60

Наступним етапом дослідження було вивчення стану вологи у горіхових шротах.

## 2.2. Дослідження стану вологи у горіхових шротах

Розподіл вологи в шротах є важливим з точки зору проявлення ними функціонально-технологічних властивостей. Ступінь її зв'язаності з білковими та вуглеводними складовими впливатиме на формування структурно-механічних властивостей напівфабрикатів та на поведінку харчових систем під час зберігання [246].

Оцінювання стану вологи у шротах здійснювали на основі кінетичних параметрів ендотермічних процесів, що мають місце зі зміною маси за даними дериватографічних досліджень (рис. 2.12).

Дериватограми шротів мають характеристичну температуру ступенів гідратації, деструкції речовин і температурні інтервали стійкості проміжних сполук, які визначаються піками ендотермічних ефектів, що супроводжуються випаровуванням вологи і відділенням газоподібних фракцій.

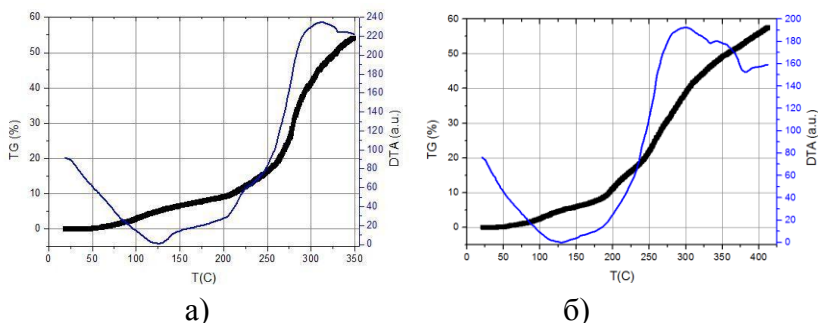


Рис. 2.12. Термограми дослідних зразків: а) ШКГ; б) ШВГ

Безперервна втрата маси зразків спостерігається у всьому діапазоні досліджуваних температур і становить 54,2 і 57,8% для ШКГ і ШВГ від маси досліджуваних зразків. Термогравіметричну криву можна умовно розділити на 4 ділянки термоперетворень (додаток А, табл. А1).

Для першої ділянки характерна втрата маси, що зумовлена втратою вільної води (7,73% для ШКГ та 6,36% для ШВГ), для другої – зв’язаної (6,88% для ШКГ та 9,94% для ШВГ), для третьої – видаленням частки зв’язаної води та розкладанням органічних складових (26,94% та 32,28% відповідно) і для четвертої – остаточним розкладанням і випаровуванням органічних компонентів (12,6% та 10,0% відповідно).

На кривій ДТА (рис. 2.13) спостерігається кілька ендотермічних (для ШКГ при температурах 125, 202, 241°C, для ШВГ – при 130 та 185°C) і екзотермічних (для

ШКГ при температурах 310 та 343°C, для ШВГ – при 300, 343, 356 та 396°C) піків (додаток А, табл. А2).

Встановлення температурних зон для досліджуваних зразків шротів (Додаток А, рис. А1, рис. А2) в сукупності з аналізом отриманих результатів дозволили визначити кількісне співвідношення вологи різних форм зв'язку в добавках (табл. 2.12).

Таблиця 2.12 – **Результати дериватографічного аналізу**

Вид шроту	Загальна волога, %	Тип води за формою зв'язку, % від загальної вологи				
		вільна	зв'язана			
			фізико-механічно	осмотично	адсорбційно	хімічно
ШКГ	8,3	3	9	21	30	37
ШВГ	8,8	4	22	25	23	26

Відзначається, що ШКГ та ШВГ практично не відрізняються за значенням показнику вільної вологи, але за вмістом фізико-механічно зв'язаної вологи (яку відносять до слабкозв'язаної) ШВГ в 2,4 рази перевищує ШКГ. Це зумовлене тим, що даний вид вологи утримується в продукті макро- та мікрокапілярами, а для ШВГ характерний в 2 рази вищий ніж у ШКГ вміст целюлози, яка має капілярну будову. Краща спроможність ШВГ зв'язувати воду фізико-механічно та осмотично буде зумовлювати його більш високі (порівняно з ШКГ) гідрофільні властивості в технологічних системах.

Наступним етапом роботи було дослідження функціонально-технологічних властивостей горіхових шротів.

### 2.3. Аналіз функціонально-технологічних властивостей горіхових шротів

Функціонально-технологічні властивості порошкоподібної сировини значною мірою залежать від ступеню її подрібнення, тобто дисперсності [247]. Тому вважали за доцільне провести оцінювання гранулометричного складу ШКГ та ШВГ порівняно з борошном пшеничним вищого сорту.

Дисперсність горіхових шротів визначали мікроскопічним методом за 120-кратного збільшення [248]. Результати експерименту представлені у вигляді диференціальної функції розподілу часток (рис. 2.13).

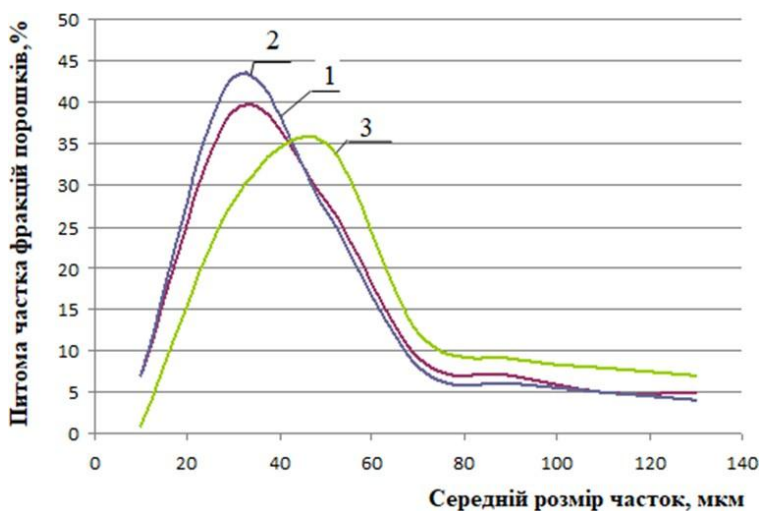


Рис. 2.13. Диференціальна функція розподілу розміру часток: 1 – ШКГ, 2 – ШВГ, 3 – борошно пшеничне вищого сорту

Експериментальні дані свідчать, що дослідні добавки є дрібнодисперсними порошками зі схожим гранулометричним складом (табл. 2.13).

**Таблиця 2.13 – Гранулометричний склад добавок і борошна пшеничного вищого сорту**

Зразок	Гранулометричний склад добавок (у %), мкм						Середній діаметр часток, мкм
	до 40	40... 60	60... 80	80... 100	100... 120	120... 140	
ШКГ	50	27	8	6	5	4	48,8±1,5
ШВГ	46	28	9	7	5	5	51±1,5
Борошно пшеничне	29	35	12	9	8	7	60,4±2,5

Так, розмір до 40 мкм мають 50% ШКГ, 46% ШВГ і лише 29% борошна. Висока дисперсність добавок зумовлює проявлення ними певних функціонально-технологічних властивостей – чим менше розмір часток добавок, тим більше їх питома площа поверхні та краща взаємодія у диспергованому стані з оточуючим середовищем.

Основними функціонально-технологічними властивостями, які дозволяють оцінити вплив добавок на формування якості здобного печива, є водоутримувальна, жирутримувальна та жироемульгувальна здатності.

Водоутримувальна здатність (ВУЗ) характеризує гідрофільні властивості добавок і відображає інтенсивність міжмолекулярної взаємодії води і поверхні їх частинок. ВУЗ залежить від виду полімерів, які входять до складу добавок, розміру, щільності, стану поверхні їх частинок. Зважаючи на те, що основним вологутримувальним компонентом в рецептурі печива є борошно, здійснювали

оцінку ВУЗ добавок у порівнянні з пшеничним борошном вищого сорту. Дослідження проводили за умов впливу різних температур (від 20 до 90°C), що зумовлено наявністю стадії випікання в технології печива (рис. 2.14).

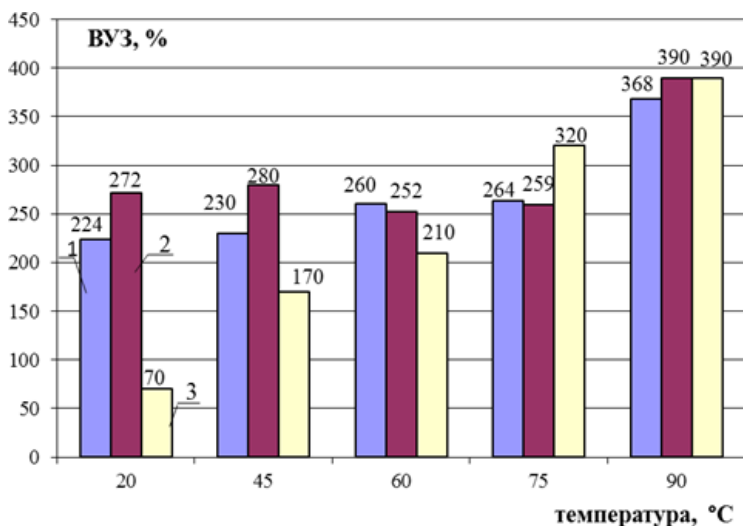


Рис. 2.14. Водотримувальна здатність за різної температури: 1 – ШКГ, 2 – ШВГ, 3 – борошно пшеничне вищого сорту

Дослідження водотримувальних властивостей дослідних добавок показали, що за температури 20°C їм притаманне більш високе значення ВУЗ, ніж пшеничному борошну. Зокрема, за цієї температури ШКГ перевищує борошно за показником ВУЗ в 3,2 рази, а ШВГ – в 3,9 рази. Це можна пояснити меншим розміром частинок добавок (табл. 2.13) та особливостями білок-полісахаридного складу досліджуваних зразків. Більш високі гідрофільні властивості ШКГ та ШВГ за температури 20°C зумовлені наявністю у їх складі значної кількості харчових волокон (18,79 та 10,99% відповідно), білків (38,59 та 33,63%) та пористою структурою їх часточок (табл. 2.4). Незважаючи

на те, що вміст зазначених біополімерів вищий у ШКГ, він дещо поступається ШВГ за своєю здатністю до утримування води. Це можна пояснити якісним складом гідроколоїдів. Зокрема, білки ШКГ містять значну кількість альбумінової та глобулінової фракції (їх сумарний вміст становить 13,77 г/100 г шроту, а для ШВГ – 3,91 г/100 г шроту). Також, не зважаючи на те, що дослідні шроти містять однакову кількість крохмалю (табл. 2.4), крохмаль ШКГ представлений амілозою (співвідношення амілоза : амілопектин становить 11,76:4,08), а крохмаль ШВГ – амілопектином (співвідношення амілоза : амілопектин становить 1,03 : 14,42). Крім того, дослідні добавки відрізняються за складом харчових волокон – ШКГ містить значну кількість розчинних у воді геміцелюлоз та пектинових речовин (12,65 та 5,2% проти 5,16 та 3,95% у ШВГ). Як наслідок, розчинні харчові речовини (альбуміни, глобуліни, амілоза, геміцелюлоза та пектин) розчиняючись у рідині, підвищують її відносну в'язкість і уповільнюють набрякання нерозчинних полісахаридів, зокрема целюлози. Відомо, що целюлоза має велику кількість гідроксильних груп і характеризується розвинутою системою тонких субмікроскопічних капілярів, що зумовлює її високі водоутримувальні властивості [249]. Зважаючи на те, що вміст целюлози у ШВГ в 2 рази вище, ніж у ШКГ, він проявляє більш високу водоутримувальну здатність.

За температури 45°C має місце активне набухання харчових волокон та крохмальних зерен, що зумовлює підвищення показнику ВУЗ у дослідних зразках. У зв'язку з тим, що пшеничне борошно містить значно більше крохмалю (70%), ніж досліджувані добавки, для нього характерне інтенсивне збільшення значень показника ВУЗ в даному інтервалі температур. За нагрівання до 60 та 75°C відбувається денатурація білків, як наслідок значення ВУЗ

для ШКГ майже не змінюється, а для ШВГ зменшується. Можливо, це пов'язано з більш глибокою денатурацією білків ШВГ. Також можна припустити таке: оскільки крохмальні зерна горіхових шротів мають менші розміри, ніж зерна пшеничного крохмалю, то вони клейстеризуються за більш високих температур, внаслідок чого показник ВУЗ шротів підвищується лише за температури 90°C.

За підвищення температури до 90°C більш виражена тенденція до зростання значення ВУЗ спостерігається у пшеничного борошна – в 5,6 рази, тоді як для ШКГ це підвищення становить 1,6 рази, а для ШВГ – 1,4 рази. Це зумовлене тим, що близько 78% крохмалю пшеничного борошна складає амілопектин, який порівняно з амілозою характеризується кращими гідрофільними властивостями, що зумовлено високою здатністю до утворення водневих зв'язків завдяки високій молекулярній масі та розгалуженій структурі. Однак амілопектин знаходиться у середині крохмального зерна і може вийти за його межі лише після руйнування оболонки зерна, що відбувається за підвищення температури вище 60°C (для пшеничного крохмалю), що пояснює суттєве збільшення ВУЗ борошна в інтервалі температури 60...90°C.

Жироемувальну здатність дослідних добавок оцінювали по відношенню до різних видів жирів: рідкої олії (олії соняшникової рафінованої дезодорованої), маргарину та вершкового масла. Обґрунтування вибору жирів зумовлено їх найбільш широким використанням в технологіях здобного печива. Тверді жири використовували у пластифікованому стані. Встановлено, що ШКГ проявляє майже однакові жироемувальні властивості по відношенню до вершкового масла та маргарину – ЖЕЗ становить 32,7 та 32,1% відповідно (рис. 2.15).



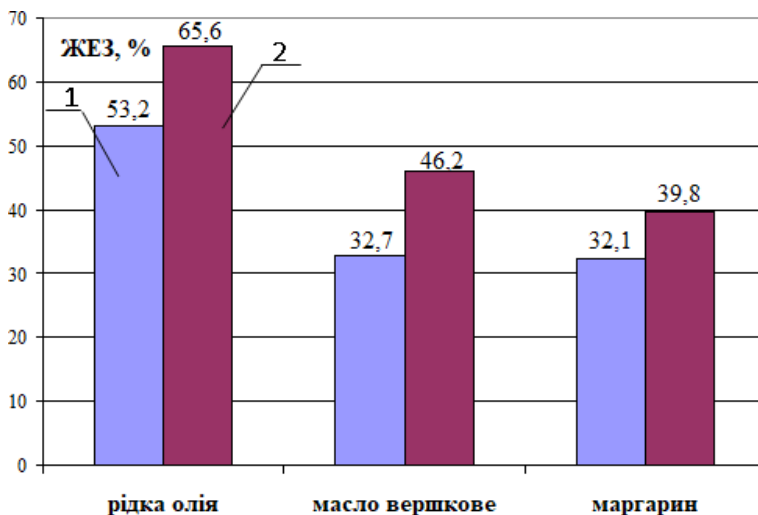


Рис. 2.15. Жироемульгувальна здатність по відношенню до різних жирів: 1 – ШКГ, 2 – ШВГ

У ШВГ здатність до емульгування вершкового масла на 16,1% краща, ніж здатність до емульгування маргарину. ЖЕЗ досліджуваних зразків по відношенню до рідкої олії значно вища, ніж по відношенню до вершкового масла та маргарину – для ШКГ на 62,7 та 65,7% відповідно, для ШВГ – на 42,0 та 64,8%. Це можна пояснити тим, що маргарин та вершкове масло по суті є емульсіями, в яких емульгаторами виступають поверхнево-активні речовини (лецитин, моногліцериди та ін.). Стабілізуюча дія емульгаторів зумовлена тим, що їх молекули мають гідрофільні та гідрофобні функціональні групи, які відповідним чином орієнтуються на межі розділу фаз та знижують поверхневий натяг. При цьому гідрофільні речовини зв'язують частину дисперсійного середовища і утворюють навколо жирової краплі захисну сольватну оболонку. Можна припустити, що у разі внесення до емульсії досліджуваних шротів в системі значно

збільшується кількість емульгаторів. Як наслідок, на поверхні жирових крапель формується другий шар молекул стабілізатора, функціональні групи якого орієнтуються протилежним чином. Цей факт спричиняє зниження стійкості системи [250].

Таким чином, горіхові шроти проявляють більш високі емульгувальні властивості по відношенню до рідкої олії, ніж до твердих жирів, які традиційно використовуються в технології здобного печива (маргарин та вершкове масло).

Тому, жирутримувальну здатність дослідних зразків оцінювали саме по відношенню до рідкої олії. Зважаючи на те, що однією з основних технологічних проблем, які перешкоджають використанню рідких олій в технології здобного пісочного печива є їх міграція під час випікання, дослідження жирутримувальної здатності велось в інтервалі температур від 20 до 140°C (рис. 2.16).

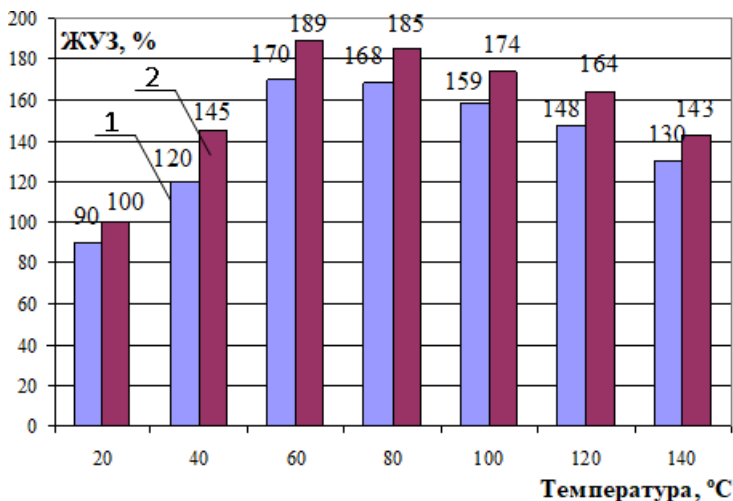


Рис. 2.16. Жирутримувальна здатність горіхових шротів за різної температури: 1 – ШКГ, 2 – ШВГ.

Встановлено, що в усьому досліджуваному температурному діапазоні ШВГ проявляє кращі жирутримувальні властивості ніж ШКГ. Відзначено, що значення ЖУЗ для ШКГ та ШВГ в інтервалі температур від 20 до 60°C підвищується в 1,9 рази, в інтервалі 60...80°C ЖУЗ дослідних зразків майже не змінюється, а за впливу температур 100...140°C починає зменшуватися. Висока жирутримувальна здатність горіхових шротів зумовлена їх дрібнодисперсним станом, що забезпечує високу доступність гідрофобних угруповань під час диспергування у жирі. Крім того, харчові волокна та білкові речовини добавок мають пористу структуру. Це дозволяє фізично зв'язувати і утримувати вільний жир. Покращення ЖУЗ добавок у разі їх прогрівання за температури 40 та 60°C можна пояснити термічною денатурацією білків. В результаті конформація його молекули змінюється, вивільнюються гідрофобні ділянки, які раніше були згруповані всередині молекули. Зниження ЖУЗ горіхових шротів за нагрівання від 100 до 140 °C може бути зумовлене деструкцією білкових молекул. Також можна припустити, що при цьому відбуваються взаємодії між білками та іншими компонентами. Як наслідок, утворюються, зокрема білок-вуглеводні та білок-ліпідні комплекси, що супроводжується загальним зниженням функціональних груп у білковій молекулі.

Відомо, що важливою характеристикою рослинної сировини є наявність у її складі ферментів та їх активність, що може впливати на стан біополімерів пшеничного борошна в процесі замісу тіста та на якість продукції в процесі зберігання. Стан ферментного комплексу ШКГ та ШВГ оцінювали за активністю протеолітичних, амілолітичних ферментів, а також ліпази та ліпоксигенази (табл. 2.14).

Таблиця 2.14 – Ферментативна активність ШКГ і ШВГ порівняно з борошном пшеничним вищого сорту ( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Назва ферментів, од. виміру	Ферментативна активність		
	Борошно пшеничне	ШКГ	ШВГ
Протеолітичні ферменти, мг азоту на 100 г СР	23,50	22,09	4,84
Амілолітичні, мг крохмалю/год, у т.ч.:	27,10	20,00	34,10
$\alpha$ -амілаза	0,70	6,90	4,2
$\beta$ -амілаза	27,00	13,48	19,18
Ліпаза, мл/см <sup>3</sup>	0,54	1,16	0,90
Ліпоксигеназа, мл/см <sup>3</sup>	0,01	0,04	0,01

З представлених даних можна зазначити, що показники активності протеолітичних ферментів ШКГ та ШВГ нижчі порівняно з борошном пшеничним на 1,41 та 18,66 мг азоту на 100 г сухих речовин (СР) відповідно. Також шроти характеризуються більш високою активністю  $\alpha$ -амілаз на 6,2 та 3,5 мг крохмалю/год відповідно. У горіхових шротах, на відміну від борошна незначну активність проявляють ліпаза та ліпоксигеназа, що може впливати на якість печива з добавками під час зберігання. Але зазначені показники ферментативної активності в шротах достаньо низькі, щоб мати значний вплив на погіршення ліпідного комплексу [251].

Таким чином, результати проведеного комплексу досліджень показали, що дослідні добавки є дрібнодиспергованими порошками з високою водоутримувальною, жирутримувальною та жироемульгувальною властивостями.

## **Висновки за розділом 2.**

1. Шрот кедрового та шрот волоського горіхів характеризуються близьким якісним хімічним складом. До складу ШКГ та ШВГ входить значна кількість білків (38,08 та 33,63% відповідно) з високою біологічною цінністю. Білки ШКГ та ШВГ порівняно з білками борошна мають кращий амінокислотний скор за треоніном, валіном, метіоніном і цистинном, триптофаном та лізином.

2. ШКГ та ШВГ містять відповідно 7,05 та 12,18 % жирів з високим ступенем ненасиченості – у складі ШКГ переважає ліноленова кислота, а у складі ШВГ – ліолева. Горіхові шроти містять майже однакову кількість вуглеводів (45,62 та 45,17% для ШКГ та ШВГ відповідно), які представлено переважно харчовими волокнами (на 41 та 24% відповідно)

3. За вмістом мінеральних речовин та вітамінів горіхові шроти значно перевершують борошно пшеничне, що дає підставу знижувати рецептурну кількість борошна під час виготовлення печива з їх додаванням. Також до складу добавок входять фізіологічно-значима кількість фенольних сполук (до ШВГ переважно гідрооксикоричні кислоти, дубильні речовини та флавоноїди, а до ШКГ – гідрооксикоричні кислоти та дубильні речовини).

4. За даними дериватографічних досліджень встановлено, що для ШВГ порівняно з ШКГ характерна більша здатність зв'язувати воду фізико-механічно та осмотично, що буде зумовлювати його більш високі гідрофільні властивості в технологічних системах.

5. За розміром часток горіхові шроти характеризуються більшим ступенем дисперсності ніж борошно пшеничне. Розмір до 40 мкм мають 50% ШКГ, 46% ШВГ і лише 29% борошна.

6. Добавки характеризуються високою водоутримувальною та жирутримувальною здатністю.

Горіхові шроти проявляють більш високі емульгувальні властивості по відношенню до рідкої олії (соняшникової), ніж до твердих жирів, які традиційно використовуються в технології здобного печива (маргарин та вершкове масло), що дає підставу замінювати в рецептурі частину твердого жиру соняшниковою олією.

7. Порівняно з борошном пшеничним вищого сорту ШКГ та ШВГ характеризуються нижчими показниками протеолітичної активності. За активністю ліпази та ліпоксигенази горіхові шроти перевершують борошно несуттєво.

### **РОЗДІЛ 3**

## **ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ**

## **ВИКОРИСТАННЯ ШРОТІВ КЕДРОВОГО ТА**

## **ВОЛОСЬКОГО ГОРІХІВ ПІД ЧАС ВИГОТОВЛЕННЯ**

## **ПІСОЧНОГО ЗДОБНОГО ПЕЧИВА З РІДКИМИ**

## **ОЛІЯМИ**

### **3.1. Аналіз впливу горіхових шротів на властивості біополімерів борошна пшеничного**

Властивості борошняної продукції значною мірою залежать від характеристик сировини, що входить до її складу. Одним з основних рецептурних компонентів печива пісочного здобного є борошно пшеничне вищого сорту. У разі замішування борошна з водою його компоненти утворюють гідратовану зв'язану масу – тісто. Першорядна роль в утворенні тіста належить нерозчинним білкам борошна – гліадину та глютеніну. Їх висока гідратаційна здатність зумовлена присутністю в молекулярній структурі гідрофільних груп, розташованих на поверхні білкової глобули. Білкові молекули утримують подвійну-потрійну кількість води по відношенню до своєї маси, внаслідок цього вони значно збільшуються в об'ємі та в результаті механічної дії під час замішування виходять за межі міжкrohмальної щілини у вигляді плівок і джгутиків, злипаються між собою утворюючи губчасто-сітчасту структуру – клейковинний каркас. Міцність цього каркасу зумовлюється силою клейковини. Якість і кількість клейковини є основним чинником, що характеризує хлібопекарські властивості борошна та, відповідно, напрямок його використання. Внесення додаткової сировини може мати певний вплив на технологічні властивості борошна, які зумовлюють якість

напівфабрикатів та готової продукції. Зважаючи на це під час дослідження можливості використання будь-якого нового рецептурного компоненту в технології борошняних виробів доцільним є визначення його впливу на властивості клейковини.

Об'єктами досліджень були середнє за силою борошно пшеничне вищого сорту та суміші (борошно + горіховий шрот), у яких вміст ШКГ та ШВГ становив 5, 10, 15 та 20% від маси борошна. Вплив добавок на технологічні властивості борошна оцінювали за зміною показників кількості та якості (гідратаційна здатність, пружність, розтяжність, розпливання кульки) клейковини, а також за фізичними та структурно-механічними властивостями тіста.

Результати досліджень впливу шротів кедрового та волоського на вміст і властивості клейковини борошна пшеничного вищого сорту представлено в табл. 3.1.

Встановлено, що внесення ШКГ у кількості 5,0 та 10,0% майже не впливає на вміст сирової та сухої клейковини – зміни значень цих показників знаходяться в межах похибки експерименту.

У разі збільшення дозування ШКГ до 15 та 20% кількість сирової та сухої клейковини знижується відносно контрольного зразка на 13,4 та 26,4%. Відзначається, що ШВГ має більш суттєвий вплив на значення цих показників. За умов внесення 20% цієї добавки зменшення кількості сирової та сухої клейковини становить 40,1 та 35,6 % відповідно. На наш погляд, зменшення кількості клейковини можна пояснити декількома чинниками. По-перше, досліджувані добавки містять жири (у ШКГ – 7,05%, у ШВГ – 12,18%), які розподіляючись на поверхні білкових молекул екранують їх гідрофільні сполуки та обмежують набрякання та структурування білкових міцел.



**Таблиця 3.1 – Характеристика клейковини борошна пшеничного вищого сорту за різного вмісту ШКГ та ШВГ ( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )**

Зразок	Дозування добавки, %	Показник				
		Вміст сирової клейковини, %	Вміст сухої клейковини, %	Гідратаційна здатність, %	Пружність, од. прил. ІДК	Розтяжність, см
без добавки (контроль)	0	29,9	10,4	186	80	13
з ШКГ	5,0	29,1	10,3	183	75	10,5
	10,0	28,2	10,2	177	70	9,5
	15,0	25,9	9,5	171	65	8,5
	20,0	22,0	8,2	168	60	7,5
з ШВГ	5,0	27,6	10,0	175	73	10,0
	10,0	26,2	9,6	172	69	8,5
	15,0	22,2	8,2	169	63	5,5
	20,0	17,9	6,7	165	57	4,5

Як наслідок, білки, що не набрякли, відмиваються разом з крохмалем та іншими компонентами. У зв'язку з тим, що до складу ШВГ входить більша кількість жирів, ніж до складу ШКГ, тенденція до зниження кількості клейковини у зразках з цією добавкою більш виражена. По-друге, до складу добавок входить значна кількість некрохмальних полісахаридів, які володіють високою водопоглинальною здатністю, і, як наслідок конкурують з біополімерами борошна за поглинання вологи. Також вони здатні утворювати білок-полісахаридні комплекси з

білковими речовинами борошна, які не утворюватимуть клейковину.

Вищезазначене також пояснює зниження показника гідратаційної здатності клейковини. Зокрема, за умов максимально досліджуваного дозування ШКГ та ШВГ гідратаційна здатність клейковинних білків зменшується на 9,7 та 11,3 % відносно контрольного зразка.

Розтяжність зразків за умов підвищення дозування добавок зменшується (для зразків з ШКГ – на 19,2...42,3%, для зразків з ШВГ – на 23,1...65,4%), що зумовлене порушенням цілісності клейковинного каркасу внаслідок розподілення частинок ШКГ та ШВГ між частинками борошна.

Дослідження показників пружності (табл. 3.1) та розпливання кульки клейковини (рис. 3.1) свідчать про її зміцнення.

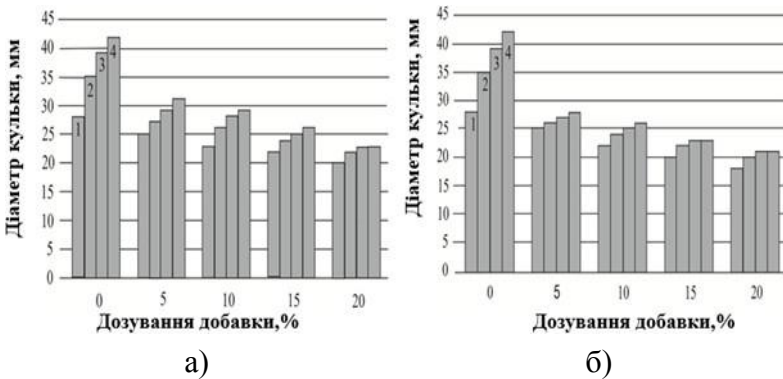


Рис. 3.1. Вплив ШКГ (а) та ШВГ (б) на розпливання кульки клейковини через: 1 – 0 хв, 2 – 60 хв; 3 – 120 хв; 4 – 180 хв.

Зокрема, у разі внесення до борошняної суміші ШКГ у кількості 5,0...20,0% відзначається зниження значення показника пружності клейковини на 6,3...9,7% відносно

контрольного зразка. Для систем з аналогічним вмістом ШВГ зниження значення цього показника становить 8,8...28,8%. Встановлено, що показник розпливання кульки клейковини через 180 хв у зразках з ШКГ та ШВГ зменшується порівняно з контрольним у 1,4...1,8 та 1,5 та 2,0 рази відповідно. Зміцнюючий ефект на клейковину можуть чинити присутні у складі досліджуваних горіхових шротів фенольні сполуки, які здатні утворювати комплекси з білками [252].

Також, жири добавок в основному представлені поліненасиченими жирними кислотами, які під час окиснення утворюють перекисні сполуки. Пероксиди та гідропероксиди сприяють окисненню сульфгідрильних груп білкових молекул з утворенням дисульфідних зв'язків, які зміцнюють внутрішньомолекулярну структуру клейковини та сприяють її ущільненню [253]. Вищий вміст жирів та фенольних сполук у ШВГ сприяє тому, що його зміцнювальний ефект на клейковинні білки є більш вираженим.

Отримані дані корелюють з результатами досліджень реологічних властивостей зразків тіста з додаванням горіхових шротів, отриманих на альвеографі (табл. 3.2) (Додаток Б).

Відзначається неможливість дослідження зразків тіста з вмістом добавок 20% від маси борошна за рахунок обмеження технічних характеристик пристрою, що може бути зумовлене тим, що харчові волокна ускладнюють утворення еластичного клейковинного каркасу.

Встановлено, що внесення ШКГ у кількості 5,0% не впливає на показник пружності тіста. Збільшення дозування ШКГ до 10 та 15% сприяє підвищенню значення цього показника в 1,4 та 1,7 рази, розтяжність дослідних зразків при цьому знижується в 1,8 та 2,1 рази відповідно.

**Таблиця 3.2 – Результати розшифровок альвеограм досліджуваних зразків тіста**  
( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Зразок	Дозування добавки, %	Пружність (P), мм	Розтяжність (L), мм	Збалансованість тіста (P/L)	Питома робота пружної деформації (W), о.а.	Індекс еластичності, %
без добавки (контроль)	0	54	108	0,5	190	57
з ШКГ	5,0	56	83	0,7	196	52
	10,0	77	61	1,5	200	51
	15,0	90	54	1,7	213	47,3
	20,0	-	-	-	-	-
з ШВГ	5,0	65	78	1,0	229	57
	10,0	105	66	1,6	242	46
	15,0	125	52	1,8	264	42
	20,0	-	-	-	-	-

Відзначається, що ШВГ має більш суттєвий вплив на реологічні властивості тіста. За умов дозувань цієї добавки у досліджуваному інтервалі показник пружності тіста зростає у 1,2...2,3 рази, а показник розтяжності тіста знижується у 1,4...2,1 рази відповідно. Як наслідок, відбувається підвищення показника збалансованості тіста порівняно з контролем в 3,4 та 3,6 рази за максимальної кількості ШКГ та ШВГ. Зростання питомої роботи пружної деформації (W) у зразках з горіховими шротами також свідчить про підвищення сили борошна.

Водопоглинальну здатність борошняних сумішей, консистенцію, час утворення, стійкість і розрідження досліджуваних зразків тіста визначено на фаринографі Brabender (Додаток В). Встановлено, що внесення досліджуваних горіхових шротів сприяє підвищенню водопоглинальної здатності тіста (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – Результати розшифровок фаринограм досліджуваних зразків тіста  
( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Зразок	Дозування добавки, %	Характеристики тіста			
		Водопоглинальна здатність, %	Час утворення, $\tau \times 60^{-1} \text{с}$	Стійкість, $\tau \times 60^{-1} \text{с}$	Ступінь розрідження, од.ф
без добавки (контроль)	0	62,3	2,5	4,5	65
з ШКГ	5,0	62,9	2,9	4,2	100
	10,0	63,9	3,4	3,9	130
	15,0	65,6	3,8	2,8	145
	20,0	66,5	4,2	2,5	155
з ШВГ	5,0	64,4	2,8	3,9	120
	10,0	65,3	3,1	3,1	145
	15,0	66,2	3,4	2,7	170
	20,0	67,8	3,8	1,4	190

Зокрема, значення цього показника для тістових систем з додаванням 15 та 20% ШКГ перевершують контрольний зразок на 5,3 та 6,7%, а для систем з ШВГ – на 6,2...8,8% відповідно. Така динаміка пояснюється більш високими порівняно з борошном водоутримувальними властивостями ШКГ та ШВГ (у 2,7 та 2,9 разів відповідно). Час утворення тіста з додаванням ШКГ та ШВГ збільшується у 1,2...1,7 та 1,1...1,5 рази відповідно. Більш виражена тенденція до зміни цього показника характерна для ШКГ. Можливо, це пов'язано з тим, що висока водопоглинальна здатність ШКГ зумовлена наявністю у його складі значної кількості харчових волокон, які потребують більше часу для повної гідратації. У той час, як гідрофільні властивості ШВГ пов'язані зі значним вмістом амілопектину, який потребує менше часу для набування.

Також, використання ШКГ та ШВГ сприяє зниженню стійкості тіста (в 1,1...1,8 та 1,2...3,2 рази) та підвищенню ступеню його розрідження під дією механічної обробки (в 1,5...2,4 та 1,8...2,9 рази відповідно).

Отримані результати можна пояснити дегідратуючою здатністю цукрів добавок (вміст моноцукрів у ШВГ майже у 2 рази вищий, ніж у ШКГ, що зумовлює уповільнення гідратації гідроколоїдів тіста) та більш високою порівняно з пшеничним борошном активністю їх  $\alpha$ -амілаз, що сприяє інтенсифікації гідролізу крохмалю. Отримані дані корелюють з результатами дослідження показника «число падіння» водно-борошняної суспензії з добавками (рис. 3.2).

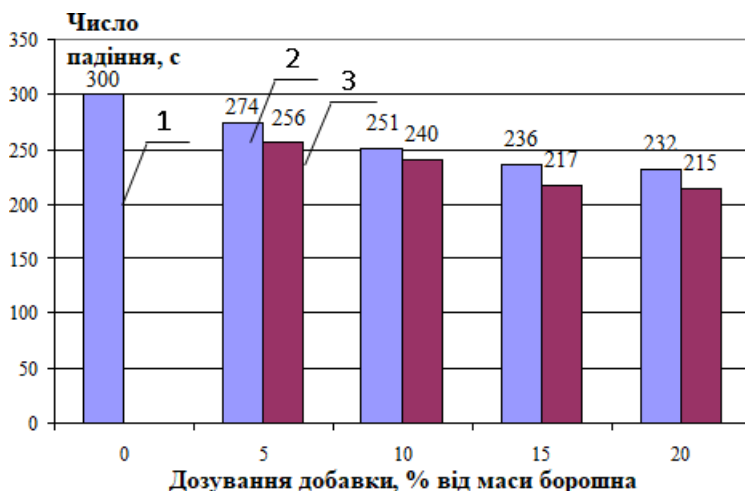


Рис. 3.2. Вплив добавок на показник «число падіння» пшеничного борошна: 1 – без добавок (контроль); 2 – з ШКГ; 3 – з ШВГ

З діаграми видно, що значення цього показника знижується з 300 с у контролі до 232 с у зразку з 20% ШКГ та до 215 с у зразку з таким самим вмістом ШВГ. Попередніми дослідженнями встановлено, що активність

$\alpha$ -амілаз ШВГ в 1,6 рази вища, ніж у ШКГ, що зумовлює більш інтенсивне зниження показника «число падіння» у разі його внесення до водно-борошняних суспензій.

Таким чином, внесення добавок ШВГ та ШКГ сприяє зменшенню виходу клейковини, знижує її гідратаційну здатність, що зумовлюється утворенням білок-полісахаридних комплексів між харчовими волокнами добавок і білками борошна.

Виявлено зміцнюючий ефект добавок на клейковину, який проявляється у певних змінах фізичних та структурно-механічних властивостей тіста. Зміцнюючий ефект горіхових шротів зумовлений присутністю в них дубильних речовин та продуктів окиснення жирів. Разом з тим встановлено, що харчові волокна добавок ускладнюють утворення еластичного клейковинного каркасу, що можна вважати позитивним для виготовлення тіста для пісочного здобного печива. Зважаючи на вищезазначене є доцільним у разі використання ШКГ та ШВГ в технології пісочного печива зменшувати вміст борошна.

### **3.2. Вивчення впливу горіхових шротів на властивості емульсії для здобного печива**

З проведеного літературного огляду встановлено, що під час виготовлення пісочного здобного печива можлива заміна частини твердого жиру рідкою олією. Однак, максимальна кількість олії, за даними інформаційних джерел, яку можна ввести до системи емульсії для здобного печива, становить 30% від маси твердого жиру; забезпечити стабільність показників якості такого зразка можливо лише за умов додаткового введення в систему емульгаторів.

З попередніх досліджень (розділ 2) встановлено, що ШКГ та ШВГ володіють високими жироемульгувальними та жирутримувальними властивостями, що робить доцільним вивчення можливості їх використання для стабілізування якісних характеристик емульсій (жир+меланж) для здобного печива з використанням рідких олій. Досліджували зразки емульсій для печива на маргарині (рец. № 160 [254]) та із заміною 30 % маргарину рідкою олією. В якості рідкої олії використано олію соняшникову рафіновану дезодоровану. Вивчали можливість використання в такій системі горіхових шротів у кількості до 20% від загальної маси рецептурних компонентів для печива. Встановлено, що у разі внесення 20% горіхових шротів емульсія набуває занадто високої густини. В таких зразках відбувається надлишкове набрякання гідроколоїдів добавок, внаслідок чого емульсія стає щільною, що за результатами пробних лабораторних випікань не дозволить отримати характерну для здобного печива структуру. Тому в даній серії досліджень оцінювали зразки емульсій із заміною 30 % маргарину рідкою олією з дозуванням горіхових шротів 10 та 15 % від загальної маси рецептурних компонентів для печива. Приготування емульсії здійснювали впродовж  $15 \times 60$  с за швидкості обертання робочого органу  $5 \text{ с}^{-1}$ . Маргарин використовували у пластифікованому стані ( $t=37\dots38^\circ\text{C}$ ). Якість емульсій оцінювали за показниками дисперсності, стійкості та ефективної в'язкості.

Встановлено (рис. 3.3), що стійкість емульсії, отриманої на суміші маргарину і олії, на 37,5% менше порівняно з контролем на маргарині. Внесення 10% ШКГ та ШВГ сприяє покращенню стабільності такої емульсії на 20,0 та на 32,0%, додавання 15% шротів – на 48 та 56% відповідно. Відзначено, що зразки емульсії з додаванням 15% ШКГ та ШВГ за значенням показника стабільності



максимально наближені до контрольного зразка, жировою основою для якого був маргарин, що корелює з результатами дослідження дисперсності емульсій (табл. 3.4) та з результатами мікроскопіювання (рис. 3.4).

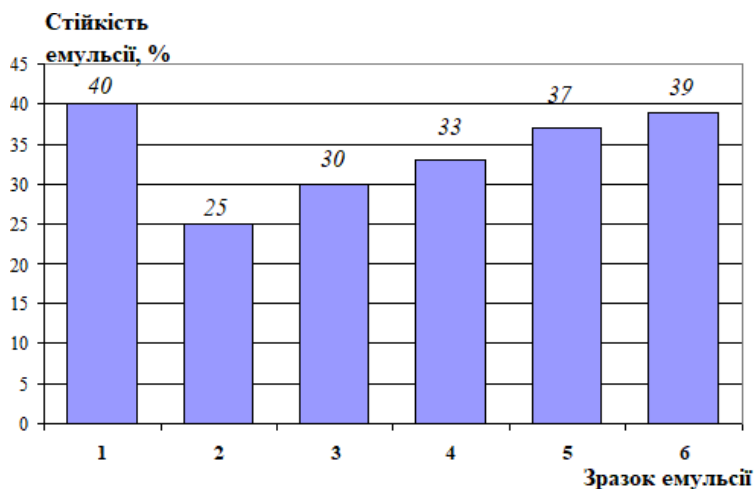


Рис. 3.3. Стійкість емульсій для пісочного здобного печива: 1 – на маргарині; 2, 3, 4, 5, 6 – на суміші маргарину і олії (2 – без добавок; 3 – з 10,0% ШКГ; 4 – з 10,0% ШВГ; 5 – з 15,0% ШКГ; 6 – з 15,0% ШВГ)

Відомо, що стійкість емульсії залежить від її дисперсності та однорідності – чим більша частка жирових крапель меншого розміру, тим вища стійкість емульсії до розшарування [255]. З результатів досліджень (табл. 3.4) видно, що заміна 30% маргарину рідкою олією спричиняє збільшення кількості крупних крапель жиру в емульсії. Зокрема, в контрольному зразку 45% складають жирові кульки розміром 4...6 мкм, а 24% – розміром 6...8 мкм.

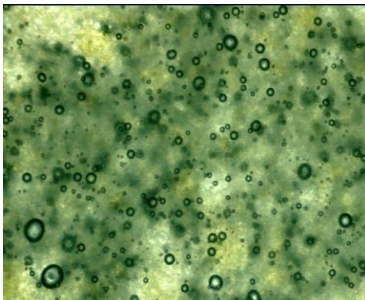
Таблиця 3.4 – Дисперсність досліджуваних зразків емульсій

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

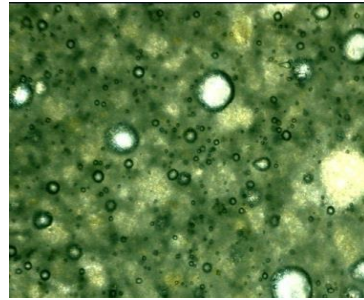
Зразок емульсії	Розподіл жирових кульок (у %) за розміром, мкм				
	до 2	2...4	4...6	6...8	Більше 8
на маргарині (рис. 3.4, а)	3	10	45	24	18
на суміші маргарину і олії					
без добавок (рис. 3.4, б)	2	11	28	35	24
з 10% ШКГ	13	30	26	18	13
з 10% ШВГ	15	34	24	16	11
з 15% ШКГ (рис. 3.4, в)	19	40	23	14	4
з 15% ШВГ (рис. 3.4, г)	20	42	20	12	6

В зразку на комбінованій жировій основі кількість кульок розміром 4...6 мкм знижується до 28%, а жирових кульок розміром 6...8 мкм та розміром більше 8 мкм підвищується до 35 та 24% відповідно. Відзначено, що внесення 15% шротів сприяє підвищенню кількості жирових кульок розміром 2...4 мкм більше ніж в 4 рази.

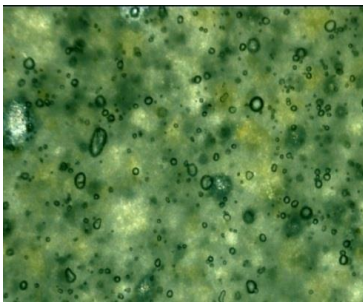
З результатів мікроскопіювання видно, що внесення ШКГ та ШВГ забезпечує рівномірність розподілення дрібних жирових кульок, що мають практично однаковий розмір, по всій структурі емульсії на суміші маргарину і олії. Позитивний вплив горіхових шротів на стійкість (рис. 3.3) та дисперсність (табл. 3.4, рис. 3.4) емульсії для здобного печива із заміною 30% маргарину соняшниковою олією пояснюється їх високими водоутримувальними властивостями та хорошими жиротримувальними та жироемульгуювальними здатностями по відношенню до рідких олій.



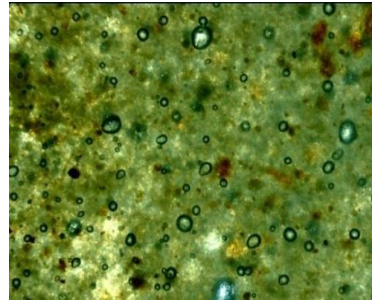
а)



б)



в)



г)

Рис. 3.4. Мікроструктура ( $\times 300$ ) емульсій для пісочного здобного печива, виготовленої: а – на маргарині; б, в, г – на суміші маргарину і олії (б – без добавок; в – з 15,0% ШКГ; г – 15,0% ШВГ)

Крім того, відомо, що високодисперсні порошки можуть виконувати роль твердих емульгаторів (ефект Пікерингу). При цьому частинки порошоків змочуються різними ділянками поверхні відповідною фазою емульсії, концентруються на поверхні розділу і захищають краплі жиру від коалесценції так званими бронювальними оболонками [250].

Важливою реологічною характеристикою емульсій, яка визначає їх технологічні властивості, є ефективна в'язкість, що характеризує ступінь опору течії. Отримані криві ефективної в'язкості досліджуваних зразків емульсій (рис. 3.5) мають типовий вигляд для неньютонівських рідин.

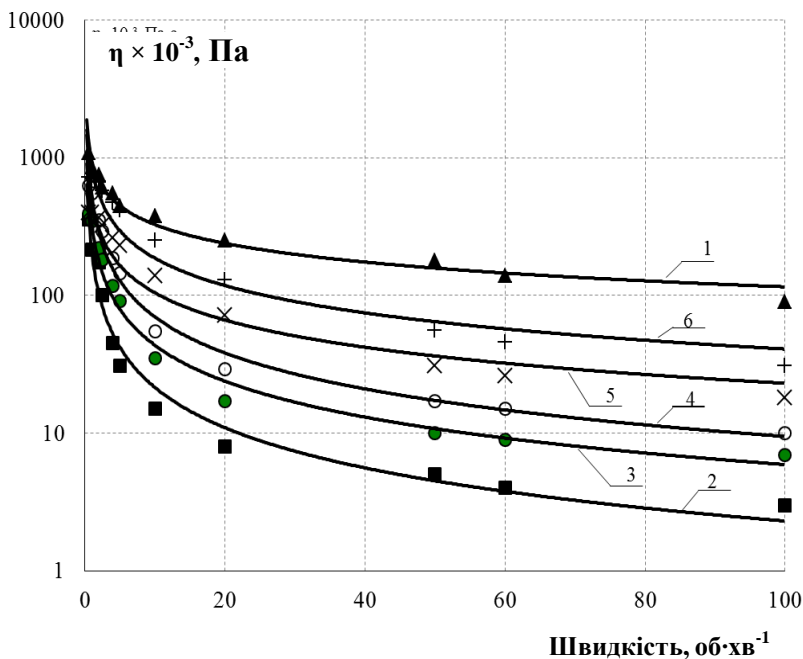


Рис. 3.5. Ефективна в'язкість досліджуваних зразків емульсій: 1 – на маргарині; 2, 3, 4, 5, 6 – на суміші маргарину і олії (2 – без добавок; 3 – з 10% ШКГ; 4 – з 10% ШВГ; 5 – з 15% ШКГ; 6 – з 15% ШВГ).

Ці рідини характеризуються зменшенням значення ефективної в'язкості при збільшенні швидкості зсуву. З рисунку видно, що зона лавинного руйнування структури у зразків зі шротами за однакової швидкості зсуву наступає

за більших значень швидкості зсуву, ніж у зразку з соняшниковою олією. Отриманий ефект можна пояснити наявністю у складі добавок харчових волокон та утворенням нової дисперсної системи – емульсійної суспензії. Встановлено, що коефіцієнт консистенції емульсії з заміною 30% маргарину соняшниковою олією порівняно з контролем на маргариновій основі зменшується у 4,6 разів при збільшенні темпу руйнування структури у 2,1 рази (табл. 3.5).

У разі додавання 10% ШКГ або ШВГ цей показник збільшується в 1,6 та 2,4 рази відповідно. Збільшення кількості шротів до 15% призводить до зростання коефіцієнту консистенції відповідно в 2,6 та 4,2 рази.

**Таблиця 3.5 – Коефіцієнт консистенції та темп руйнування структури досліджуваних зразків емульсії**

Зразок емульсії	Коефіцієнт консистенції (В), Па·с	Темп руйнування структури (т)
на маргарині	0,92	0,45
на суміші маргарину і олії		
без добавок	0,20	0,97
з 10% ШКГ	0,32	0,87
з 10% ШВГ	0,51	0,86
з 15% ШКГ	0,49	0,67
з 15% ШВГ	0,85	0,66

Для емульсії із частковою заміною маргарину соняшниковою олією темп руйнування структури становить 0,97. При введенні ШКГ не залежно від його кількості значення цього показника зменшується на 10%. Введення ШВГ призводить до зниження темпу руйнування структури на 30%.

Відзначено, що ШВГ більшим чином порівняно з ШКГ уповільнює темп руйнування структури емульсії на суміші маргарину і олії. Це підтверджує отримані раніше результати дослідження стійкості емульсій і пояснюється особливостями складу біополімерів добавок. Таким чином, використання горіхових шротів (ШКГ, ШВГ) підвищує в'язкість емульсії для здобного печива з додаванням рідких олій і робить її більш стійкою до руйнування.

Тобто, можна рекомендувати для покращення властивостей емульсії для здобного печива з рідкими оліями вносити до 15% шроту кедрового або волоського горіху.

Загальновідомо, що якість здобного печива залежить не тільки від якості емульсії, але і від якості тіста. Тобто, необхідним є вивчення впливу горіхових шротів на характеристики тіста для пісочного здобного печива з додаванням рідких олій.

### **3.3. Визначення структурно-механічних властивостей тіста для здобного печива з горіховими шротами**

Значну роль під час формування здобного пісочного печива мають його реологічні характеристики, зокрема, адгезійна міцність та стійкість до руйнування.

Показник адгезійної міцності характеризує взаємодію тіста з матеріалом технологічного обладнання – робочими органами машин та апаратів, поверхнями витратних ємностей, дозаторів, шнеків тощо. Особливого значення набуває контролювання цього показника під час механізованого способу формування. Виготовлення печива виїмковим способом здійснюється зазвичай на машинах ротаційного типу, в цьому випадку прилипання тіста до поверхні ротора має бути мінімальним, а до стрічки

приймального конвеєра – максимальним. Зростання адгезійної міцності пісочного тіста може спричинити його прилипання до робочих органів обладнання та залипання в формах під час формування. Зниження адгезії призводить до послаблення контакту заготовок з поверхнею транспортеру, як наслідок, заготовки печива також можуть залишитися у формах. В цьому випадку виникає необхідність застосування додаткової ручної праці, підвищуються витрати харчової сировини, погіршуються санітарні умови виробництва [256, 257]. У зв'язку з цим доцільними є аналіз змін адгезійних властивостей пісочного тіста з використанням дослідних добавок.

Дослідженню підлягали зразки тіста, виготовлені на основі таких емульсій: на маргарині (рец. № 160, «Рецептуры на печенье галеты и вафли»), на суміші маргарину і олії (із заміною 30 % маргарину олією соняшниковою рафінованою дезодорованою) без добавок та на суміші маргарину і олії з додаванням ШКГ або ШВГ у кількості 10 та 15% від загальної маси рецептурних компонентів для печива. Під час внесення добавок відповідно зменшували дозування борошна.

Відзначається, що заміна 30% маргарину соняшниковою олією спричиняє підвищення показника адгезії тіста на 16,8% (табл. 3.6).

Адгезійні властивості тіста зумовлюються, насамперед, здатністю клейковинних білків борошна під час замішування тіста поглинати вологу, внаслідок чого вони виходять за межі міжкромхальної щілини у вигляді джгутиків та плівок, злипаються між собою та набувають здатності утворювати адгезійний зв'язок з твердими поверхнями.

**Таблиця 3.6 – Міцність адгезії тіста для здобного печива з різним вмістом ШКГ та ШВГ**

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Зразок тіста	Міцність адгезії, Па
на маргарині	420,2
на суміші маргарину і олії	
без добавок	490,7
з 10% ШКГ	473,6
з 10% ШВГ	468,3
з 15% ШКГ	447,2
з 15% ШВГ	434,8

Відомо, що жири здатні адсорбуватися на поверхні біополімерів борошна, запобігаючи їх набряканню. Однак, ступінь взаємодії жирів з компонентами тіста залежить від ступеню їх емульгування. Зважаючи на те, що дисперсність емульсії на маргарині вища, ніж у емульсії на суміші маргарину і олії (табл. 3.4), жир краще блокує взаємодію біополімерів борошна з водою, що дозволяє отримати тісто з меншим значенням адгезійної напруги.

Відзначено, що внесення горіхових шротів до пісочного тіста з додаванням рідкої олії спричиняє зниження показника адгезії. Це пояснюється декількома чинниками. По-перше, в присутності горіхових шротів дисперсність та однорідність емульсії покращуються, що сприяє кращому контакту жирових крапель з біополімерами борошна і більшому обмеженню набрякання останніх. По-друге, шроти характеризуються високою водоутримувальною здатністю, як наслідок вони конкурують з частинками борошна за поглинання вологи і призводять до зниження кількості вільної вологи в тісті. Зважаючи на те, що ШВГ характеризується більш



високими порівняно з ШКГ водоутримувальними та жироемульгувальними властивостями, його вплив на показник адгезійної міцності тіста на суміші маргарину і олії є більш вираженим. По-третє, в системах з додаванням горіхових шротів знижується рецептурний вміст борошна, тобто зменшується частка компонентів, які відповідають за створення адгезійного зв'язку. Необхідно зазначити, що зразки тіста з додаванням 15% ШКГ та ШВГ за значенням показника адгезійної міцності максимально наближені до контрольного зразка (відповідно 447,2 та 434,8 Па проти 420,5 Па у контролі). Тобто використання горіхових шротів не буде потребувати додаткового налаштування технологічної лінії з виготовлення пісочно-виїмкового здобного печива.

Структурно-механічні властивості тіста оцінювали за показником ступеню його penetрації (табл. 3.7), що відображає глибину занурення конічного індентора пенетрометра у досліджуваний зразок.

**Таблиця 3.7 – Показники penetрації тіста для здобного печива з додаванням горіхових шротів**  
( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Зразок тіста	Показник penetрації, од. приладу
на маргарині	99
на суміші маргарину і олії	
без добавок	92
з 10% ШКГ	88
з 10% ШВГ	84
з 15% ШКГ	77
з 15% ШВГ	69

З таблиці видно, що за умови заміни частини маргарину соняшниковою олією має місце зниження

показника penetрації тіста, що свідчить про підвищення його міцності. Зокрема, тісто, виготовлене на суміші маргарину і олії має значення показника ступеню penetрації на 7,1% менше порівняно з контролем на маргарині.

За внесення горіхових шротів має місце тенденція до подальшого зниження значення цього показника. При чому більш виражені зміни ступені penetрації характерні для зразків тіста з додаванням ШВГ, що може бути зумовлене його кращим водоутримувальними і жирутримувальними властивостями. Візуально це супроводжується збільшенням кришкуватості тіста, що може вплинути на якість проведення операції формування. Формування печива виїмковим способом здійснюється переважно на машинах роторного типу, які здатні формувати тісто в широкому діапазоні структурно-механічних властивостей, тому зміни показнику penetрації тіста з горіховими шротами тіста не є визначальними з точки зору збереженості форми.

### **3.4 Вплив горіхових шротів на фізико-хімічні та органолептичні показники здобного печива з рідкими оліями**

Оцінку якості готового печива проводили за фізико-хімічними (лужність, вологість, намоочуваність, міцність) та органолептичними показниками (форма, поверхня, колір, смак та запах, вигляд на розломі) згідно ДСТУ. Об'єктами досліджень були зразки печива, отримані на основі зразків тіста, що розглянуто у розділі 3.3. Формування печива здійснювали виїмковим способом. Температура і тривалість випікання зразків з різним

вмістом добавок були фіксованими величинами ( $t = 200...205^{\circ}\text{C}$ ,  $(\tau = 10...12) \cdot 60 \text{ c}$ ).

Згідно з нормативною документацією вологість печива, виготовленого за обраною за контроль рецептурою має становити  $5,5 \pm 1,5\%$ . За результатами експерименту всі досліджувані зразки за значенням вологості відповідають встановленим вимогам (табл. 3.8).

Таблиця 3.8 – **Фізико-хімічні показники здобного печива з додаванням горіхових шротів**

( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3...5\%$ )

Показник	Зразки печива					
	на маргарині	на суміші маргарину і олії	на суміші маргарину і олії з додаванням шроту, % від загальної маси рецептурних компонентів			
			10% ШКГ	10% ШВГ	15% ШКГ	15% ШВГ
Вологість, %	4,2	5,9	5,3	5,5	4,6	4,9
Намочуваність, %	160,0	175,3	178,2	187,4	196,6	204,8
Лужність, град	1,61	1,60	1,41	1,27	0,99	0,82
Міцність, $\times 10^3$ , Па	320	333	345	340	362	355

Відзначається, що печиво, виготовлене з додаванням соняшникової олії, порівняно з печивом на маргарині, характеризується вищою вологістю. Це пояснюється тим, що у зв'язку з високою рухливістю і поганою заемульгованістю соняшникової олії в процесі випікання має місце міграція жиру, як наслідок, на поверхні печива

утворюється жирова плівка, яка запобігає випаровуванню вологи під час випікання.

З табл. 3.8 видно, що за внесення горіхових шротів до печива на суміші маргарину і олії і має місце незначне зниження вологості і наближення до значення контрольного зразка. Ймовірно, це пов'язано з декількома чинниками. По-перше, добавки зв'язують соняшникову олію, уповільнюючи її міграцію, як наслідок випаровування вологи збільшується. По-друге, за температури 90°C і вище (рис. 2.15, розділ 2) основна роль в утримуванні вологи належить крохмалю борошна, а не шротам. Під час внесення шротів було зменшено рецептурний вміст борошна, що і зумовлює деяке зниження вологості печива з добавками.

Важливими якісними характеристиками здобного печива є його структурно-механічні властивості, які визначаються показниками намочуваності та міцності. Намочуваність відображає здатність печива поглинати вологу, що залежить від його пористості та фізико-хімічних властивостей. Значення показника намочуваності (табл. 3.8) в усіх досліджуваних зразках печива більше 110%, що відповідає вимогам ДСТУ 3781. Відзначено, що за значенням цього показника зразок, виготовлений на суміші маргарину і олії, перевершує контрольний на 9,4%. Це зумовлене тим, що соняшникова олія утворює в емульсії краплі більшого розміру, ніж маргарин. Як наслідок, під час випікання у виробі з додаванням рідкої олії утворюються пори більшого розміру, ніж у печиві на маргарині. Ці порожнини легше заповнюються водою, що зумовлює підвищення здатності такого печива до намокання. У разі внесення до емульсії з додаванням соняшnikової олії горіхових шротів відбувається перерозподіл жирових кульок – їх розміри стають меншими, але кількість збільшується. Як наслідок,

печиво з добавками характеризується більш однорідною пористістю та кращою намочуваністю.

Оцінити споживчі властивості печива (здатність до розкушування) та його стійкість до впливу зовнішніх силових чинників під час транспортування дозволяє визначення показника міцності печива, який певною мірою характеризує ступінь розсипчастості виробу. Як видно з табл. 3.8. міцність печива на суміші маргарину і олії порівняно з контролем на маргарині дещо підвищується. Внесення до такого печива до 15% ШКГ та ШВГ спричиняє підвищення значення цього показника відповідно на 13,1 та 10,9% порівняно з контролем на маргарині та на 8,7 та 6,7% порівняно зі зразком з олією без добавок. Ймовірно, підвищення міцності печива можна пояснити зміцнюючим ефектом горіхових шротів на клейковину пшеничного борошна та утворенням ліпідних комплексів рідкої олії з компонентами тіста за рахунок своєї високої порівняно з твердим жиром рухливості.

Дослідження лужності готових виробів показали, що за умов збільшення дозування ШКГ та ШВГ значення цього показника дещо зменшується. Це можна пояснити присутністю у соняшниковій олії певної кількості вільних жирних кислот, а у шротах – органічних кислот, які нейтралізують лужне середовище тіста. Відмічено, що за значенням лужності всі досліджувані зразки відповідають вимогам ДСТУ 3781–2014 – не перевищують 2,0 град.

Крім фізико-хімічних показників якості важливими споживчими властивостями продукту є органолептичні (табл. 3.9).

Печиво з додаванням соняшnikової олії майже не відрізняється за смаковими характеристиками від печива на маргарині.

**Таблиця 3.9 – Органолептичні показники досліджуваних зразків печива**

Показник	Зразки печива					
	на маргарині	на суміші маргарину і олії	на суміші маргарину і олії з додаванням шроту, % від загальної маси сировини			
			10% ШКГ	10% ШВГ	15% ШКГ	15% ШВГ
Форма	Правильна, краї рівні	Розпливчаста, трохи деформована	Розпливчаста, трохи деформована		Правильна, краї рівні	
Поверхня	Гладка, невідгоріла, без тріщин	Гладка, невідгоріла, з незначною кількістю тріщин, масляниста	Гладка, невідгоріла, без тріщин, трохи масляниста		Гладка, невідгоріла, з незначною кількістю тріщин	
Колір	Блідожовтий	Блідожовтий	Блідожовтий	Кремовий	Кремовий	Блідокоричневий
Смак та запах	Відповідний даному виду виробів, без сторонніх		Відповідний даному виду виробів, без сторонніх		Відповідний даному виду виробів, без сторонніх, з приємним горіховим присмаком та ароматом і більш вираженою солодкістю	
Вид на зламі	Пропечене печиво, пористість рівномірна, без відбитків непромішування	Пропечене печиво, пористість нерівномірна, без відбитків непромішування	Пропечене печиво, пористість дещо нерівномірна, без відбитків непромішування		Пропечене печиво, пористість рівномірна, без відбитків непромішування	

Однак, для нього характерне погіршення форми (вона набуває розпливчастості), поверхня дещо розтріскується і стає маслянистою, погіршується пористість – з'являються крупні порожнини. Внесення горіхових шротів дозволяє виправити ці дефекти. Зразки з вмістом добавок 15% за основними органолептичними характеристиками майже не відрізняються від контролю. Для них властива тільки незначна зміна кольору – блідо-коричневий у зразку з ШВГ і насичений кремовий – у печиві з ШКГ. Також вироби набувають приємного горіхового присмаку і аромату та характеризуються більш вираженою солодкістю, що зумовлене наявністю у шротах моно- та олігоцукридів. На наш погляд, цей факт є причиною для регулювання вмісту цукру під час розробки рецептур печива з зазначеними добавками.

### **Висновки за розділом 3.**

1. Горіхові шроти зменшують вихід та гідратаційну здатність клейковини борошна, і разом з тим мають зміцнювальний ефект, який проявляється у певних змінах фізичних та структурно-механічних властивостей тіста – знижується його стійкість та підвищується ступень розрідження під дією механічної обробки. Більший вплив на клейковину борошна чинить ШВГ.

2. За внесення горіхових шротів у кількості 20% від загальної маси компонентів для печива емульсія з заміною 30% маргарину соняшниковою олією набуває високої густини, що не дозволило отримати характерну для здобного печива структуру, що є підставою обмеження дозування добавок 15%.

4. Стійкість емульсії для печива на суміші маргарину і олії на 37,5% менше порівняно з контролем. Внесення 15% ШКГ та ШВГ сприяє покращенню стабільності такої емульсії на 48 та 56% відповідно. ШВГ більшим чином

порівняно з ШКГ уповільнює темп руйнування структури емульсії з додаванням рідкої олії.

3. Заміна 30% маргарину соняшниковою олією спричиняє підвищення адгезії тіста для печива на 16,8%, а внесення до такої системи до 15% горіхових шротів дозволяє знизити значення цього показника наближуючи його до контрольного. Тобто використання горіхових шротів не буде потребувати додаткового налаштування технологічної лінії з виготовлення печива.

4. У разі заміни частини маргарину соняшниковою олією ступень penetрації тіста знижується на 7,1%. Внесення горіхових шротів сприяє подальшому зменшенню значення цього показника, що обґрунтовує доцільність його формування виїмковим способом.

5. За використання горіхових шротів пісочно-виїмкове здобне печиво з соняшниковою олією за фізико-хімічними (вологість, намочуваність, лужність та міцність) та органолептичними показниками задовольняє вимогам нормативної документації. Відмічається підсилення солодкого смаку у печиві з горіховими шротами, що дозволить знизити рецептурний вміст цукру.



## РОЗДІЛ 4

### РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА З РІДКИМИ ОЛІЯМИ З ДОДАВАННЯМ ГОРІХОВИХ ШРОТІВ

#### **4.1. Оптимізація рецептури пісочно-виїмкового здобного печива з рідкими оліями з додаванням горіхових шротів.**

Оптимізація рецептури передбачає визначення такого співвідношення рецептурних компонентів, яке забезпечуватиме найкращу якість продукту з точки зору відповідності визначних показників якості нормативній документації. Одним з показників, який значною мірою відображає споживчі властивості печива і регламентується ДСТУ є показник намочуваності, який і обрано за параметр оптимізації ( $y$ ). За результатами попередніх досліджень визнано за доцільне варіювати в рецептурі кількість відповідного горіхового шроту ( $x_1$ ), олії соняшnikової рафінованої дезодорованої ( $x_2$ ) та цукрової пудри ( $x_3$ ). Дозування інших сировинних інгредієнтів, а також параметри проведення технологічних процесів (тривалість збивання, замісу, випікання, температура випікання) залишали як у традиційній технології. Планування та проведення досліджень здійснювали за схемою неповного факторного експерименту ПФЕ 3<sup>3</sup>.

Для складання матриці експерименту на першому етапі проведено вибір значень нульового рівня досліджуваних факторів варіювання:

$x_1$  – 15,0% від загальної маси рецептурних компонентів;

$x_2$  – 30,0% від маси маргарину;

$x_3$  – 17,9% від загальної маси рецептурних компонентів.

Вибір значень нульового рівня для горіхового шроту та соняшникової олії обґрунтовано результатами експериментів у попередніх розділах, за нульовий рівень для цукрової пудри обрано її рецептурне дозування в контрольній рецептурі.

Внаслідок реалізації матриці експерименту отримано наступні результати (табл. 4.1–4.2).

Розраховане через дисперсію значення критерію Кохрена не перевищує табличне значення

– для печива з ШВГ –  $0,27 (G_p) < 0,3264 (G_T)$ ,

– для печива з ШКГ –  $0,246 (G_p) < 0,3264 (G_T)$ ,

тобто дисперсії однорідні, що свідчить про врахування всіх факторів, що впливають на процес отримання здобного печива.

Для опису цього експерименту використовується наступна модель:

$$Y(x_1, x_2, x_3) = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_1^2 + a_5x_2^2 + a_6x_3^2 + a_7x_1x_2 + a_8x_2x_3 + a_9x_1x_3 + a_{10}x_1x_2x_3, \quad (4.1)$$

де  $Y(x_1, x_2, x_3)$  – функція намочуваності;

$a_0, a_1, \dots, a_{10}$  – невідомі коефіцієнти.

Для надходження коефіцієнтів  $a_0, a_1, \dots, a_{10}$  застосовується метод найменших квадратів. Сформовано функціонал, мінімізація якого дозволить знайти значення цих коефіцієнтів

$$J = \sum_{i=1}^{12} (Y(x_{1i}, x_{2i}, x_{3i}) - y_{cp\ i})^2, \quad (4.2)$$

де  $x_{1i}$  – значення частки шроту для  $i$ -того експерименту

$x_{2i}$  – значення частки жиру для  $i$ -того експерименту

$x_{3i}$  – значення частки цукрової пудри для  $i$ -того експерименту

$U_{cp i}$  – середнє значення величини намочування

**Таблиця 4.1 – Результати реалізації матриці експерименту для печива з додаванням ШВГ**

№	Рівень фактора варіювання			Намочуваність, %				$S^2$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$U_{cp}$	
1	13	25	12,9	147,4	148,7	147,9	148	0,5
2	17	25	12,9	143,4	147,0	145,1	145,1	3,3
3	13	35	12,9	169,9	172,8	171,3	171,3	2,0
4	17	35	12,9	188,7	188,4	186,2	187,8	1,8
5	13	25	22,9	132,1	134,9	133,5	133,5	1,9
6	9	25	22,9	132,8	130,5	132,9	132,1	1,8
7	13	35	22,9	174,3	170,0	175,4	173,3	8,1
8	9	35	22,9	149,1	149,1	152,6	150,3	4,0
9	15	30	17,9	194,5	192,7	193,6	193,6	0,9
10	11	40	17,9	152,6	151,2	152,4	152,1	0,5
11	11	30	17,9	182,0	185,3	182,3	183,2	3,2
12	9	40	17,9	125,9	125,4	123,2	124,9	2,1

Мінімізація функціоналу 4.2 реалізовувалась таким чином. Знаходження часткових похідних від функціонала 5.2 за невідомими коефіцієнтами  $a_0, a_1 \dots a_{10}$  і дорівнювання них до нуля дає систему лінійних алгебраїчних рівнянь, яка складається з одинадцяти рівнянь з одинадцятьма невідомими.

Таблиця 4.2 – Результати реалізації матриці експерименту для печива з додаванням ШКГ

№	Рівень фактора варіювання			Намочуваність, %				S <sup>2</sup>
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	x <sub>3</sub>	y <sub>1</sub>	y <sub>2</sub>	y <sub>3</sub>	y <sub>ср</sub>	
1	13	25	12,9	180,3	182,0	186,0	182,8	8,6
2	17	25	12,9	183,0	176,1	178,6	179,2	12
3	13	35	12,9	181,3	179,9	177,9	179,7	2,9
4	17	35	12,9	201,6	198,3	197,0	198,9	5,5
5	13	25	22,9	157,0	160,0	156,4	157,8	3,7
6	9	25	22,9	156,6	153,1	155,3	155,0	3,2
7	13	35	22,9	170,9	172,7	168,3	170,7	4,8
8	9	35	22,9	150,4	148,8	148,6	149,3	0,9
9	15	30	17,9	206,3	200,0	207,7	204,7	16,9
10	11	40	17,9	143,1	141,1	144,4	142,8	2,7
11	11	30	17,9	191,9	191,6	195,3	192,9	4,2
12	9	40	17,9	117,6	121,2	119,1	119,3	3,3

Розв'язання цієї системи реалізовувалась в програмі MatCad та дозволило отримати рівняння залежності намочуваності виробів від дозування шроту, рідкої олії та цукрової пудри:

– для печива з ШКГ

$$y = -558 + 19,9x_1 + 24,4x_2 + 30,5x_3 - 0,742x_1^2 - 0,511x_2^2 - 0,743x_3^2 + 0,387x_1x_2 + 0,0587x_2x_3 - 0,735x_1x_3 + 0,00539x_1x_2x_3;$$

– для печива з ШВГ

$$y = -767 + 28,3x_1 + 26,7x_2 + 37,9x_3 - 1,01x_1^2 - 0,528x_2^2 - 0,909x_3^2 + 0,408x_1x_2 + 0,0904x_2x_3 - 0,0848x_1x_3 + 0,00576x_1x_2x_3.$$

Наступним кроком було знаходження оптимальних значень показнику намочуваності, за яких досягається

максимум функції 4.1. Оскільки функція є поліномом, зазвичай максимум такої функції знаходиться шляхом прирівнювання до нуля похідних за факторами  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  і розв'язання отриманої системи трьох рівнянь з трьома невідомими. В наших дослідженнях використано програму Mathcad і застосовано стандартну процедуру для визначення максимуму. Реалізація зазначеної процедури дозволила отримати наступні оптимальні значення досліджуваних факторів варіювання (табл. 4.3, рис. 4.1, 4.2).

**Таблиця 4.3 – Результати оптимізації співвідношення рецептурних компонентів для печива з горіховими шротами**

Для здобного печива	Дозування відповідного компоненту			значення параметру оптимізації (намочуваність, %)
	горіховий шрот, % від загальної маси рецептурних компонентів	соняшникова олія, % від маси маргарину	цукрова пудра, % від загальної маси рецептурних компонентів	
з ШКГ	15,8	32,2	15,8	210
з ШВГ	15,3	34,1	17,0	203

Проведена оптимізація була підставою для розроблення двох нових рецептур пісочно-виїмкового здобного печива з додаванням ШКГ та ШВГ.

## 4.2. Розробка рецептур пісочно-виїмкового здобного печива з рідкою олією та горіховими шротами й удосконалення технологічної схеми його виробництва

На основі проведених розрахунків з визначення оптимальних дозувань рецептурних компонентів запропоновано дві рецептури пісочно-виїмкового здобного печива на суміші маргарину і соняшникової олії з додаванням горіхових шротів (табл. 4.4). Для забезпечення вмісту сухих речовин як у контрольному зразку під час розрахунку знижували вміст борошна.

Таблиця 4.4 – Рецептури пісочно-виїмкового здобного печива на суміші маргарину і олії з додаванням горіхових шротів

Сировина	Масова частка сухих речовин, %	Витрати сировини на 1000 кг готової продукції, кг			
		печиво з ШКГ		печиво з ШВГ*	
		в натурі, кг	в сухих речовинах, %	в натурі, кг	в сухих речовинах, %
Борошно пшеничне вищого сорту	85,50	349,59	298,90	338,92	289,78
Цукрова пудра	99,85	193,58	193,29	208,29	207,97
Маргарин	84,00	222,63	187,01	216,39	181,77
Олія соняшникова рафінована	99,90	105,73	105,63	111,97	111,86
Меланж	27,00	98,51	26,60	98,51	26,60
Ванільна пудра	99,85	3,69	3,68	3,69	3,68
Амоній вуглекислий	0,00	1,09	0,00	1,09	0,00
Меланж (на смазку)	27,00	27,36	7,39	27,36	7,39
ШКГ	91,70	193,58	177,52	-	-
ШВГ	91,20	-	-	187,46	170,96
<b>РАЗОМ</b>		<b>1195,76</b>	<b>1000,01</b>	<b>1193,68</b>	<b>1000,01</b>
<b>ВИХІД</b>	<b>95,30/ 95,05*</b>	<b>1000,00</b>	<b>953,00</b>	<b>1000,00</b>	<b>950,50</b>

Запропоновано технологічну схему виготовлення нових видів печива, яка відрізняється від існуючих тим, що на стадії отримання емульсії додатково вноситься олія соняшникова рафінована та горіховий шрот. Внесення горіхових шротів на зазначеній стадії обґрунтовано їх високими жиротримувальними та жироемульгувальними властивостями. Для обґрунтування тривалості цієї стадії проводили вивчення залежності кратності маси від часу механічного впливу (табл. 4.5). Кратність маси оцінювали за ступенем збільшення суміші в об'ємі.

**Таблиця 4.5 – Кратність емульсії залежно від тривалості збивання**

Тривалість збивання $\tau \times 60^{-1}$ , с	Кратність маси, од	
	з ШКГ	з ШВГ
5	1,12	1,13
7	1,44	1,43
9	1,47	1,49
11	1,49	1,51
13	1,49	1,51

Відзначено, що вид шроту майже не впливає на значення вивчаемого показника. Встановлено, що за умов подовження збивання від 11 до 13 хв збільшення маси в об'ємі не відбувається. Зважаючи на це, визнано доцільним обмежити тривалість стадії емульгування (отримання емульсії) в інтервалі  $(11,0 \pm 1,0) \cdot 60$  с (рис. 4.1).

Апаратурно-технологічну схему виготовлення пісочно-виймкового здобного печива з частковою заміною маргарину соняшниковою олією та додаванням горіхових шротів представлено на рис. 4.2.

Для реалізації розробленої технології до місильної машини завантажують маргарин у пластифікованому

стані, соняшникову олію, цукрову пудру, меланж, розпушувачі, ароматизатори, горіховий шрот та інтенсивно перемішують (емульгують) 10...12 хв до утворення однорідної рецептурної суміші, додають борошно і замішують тісто впродовж 5...8 хв за температури 20...24°C. Отримане тісто формують на ротаційній формуючій машині виїмковим способом, покривають меланжем та випікають отримані заготівлі у конвеєрних печах безперервної дії або у ротаційних печах. Готове печиво охолоджують, подають на пакування та зберігання.

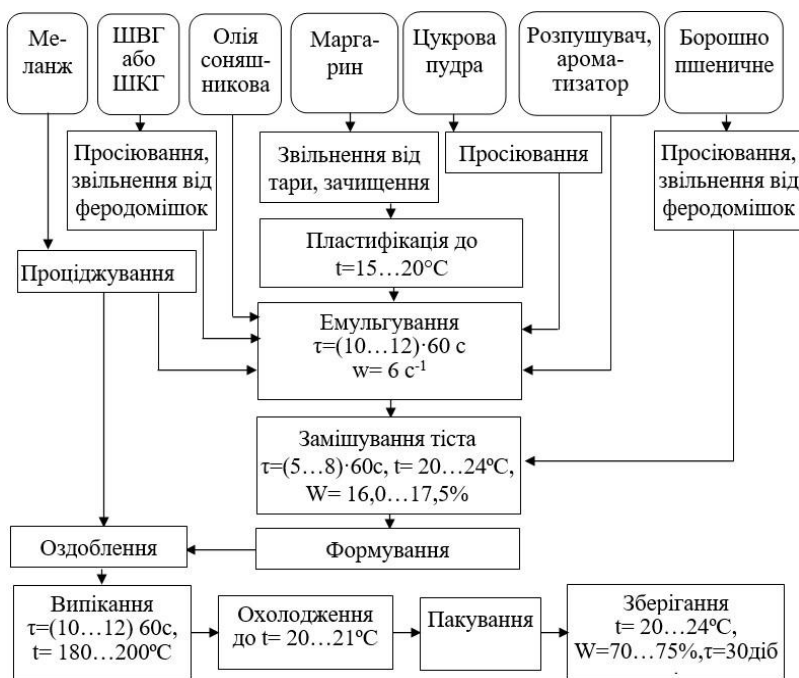


Рис. 4.1. Технологічна схема виробництва пісочно-виїмкового здобного печива на суміші маргарину і олії з горіховими шротами



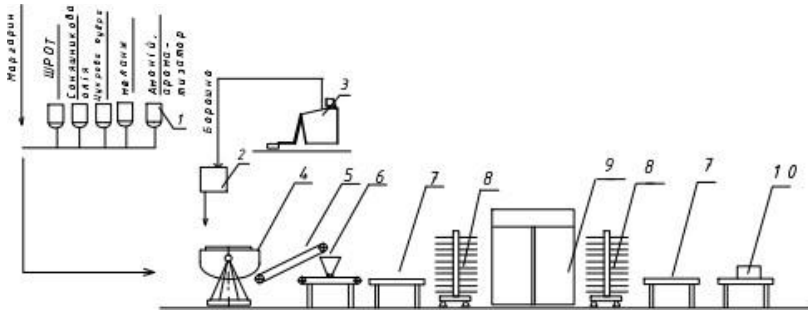


Рис. 4.2. Апаратурно-технологічна схема виробництва пісочно-виїмкового здобного печива на суміші маргарину і олії з додаванням горіхових шротів: 1 – ємності для дозування сировини; 2 – бункер для борошна; 3 – просіювач; 4 – тістомісильна машина; 5 – транспортер; 6 – ротаційна машина; 7 – стіл для оздоблення; 8 – вагонетка; 9 – піч ротаційна; 10 – стіл для пакування.

### 4.3 Аналіз харчової та біологічної цінності нових видів печива

Запропоновано технології пісочно-виїмкового здобного печива з внесенням ШКГ у кількості 15,8 % та ШВГ у кількості 15,3% від загальної маси рецептурних компонентів та з заміною 30% маргарину соняшниковою олією. Для ідентифікації вмісту основних компонентів хімічного складу здійснювали аналіз ІЧ-спектрів розроблених зразків печива (рис. 4.3). Віднесення смуг поглинання зразків наведено в розділі 2 (табл. 2.2).

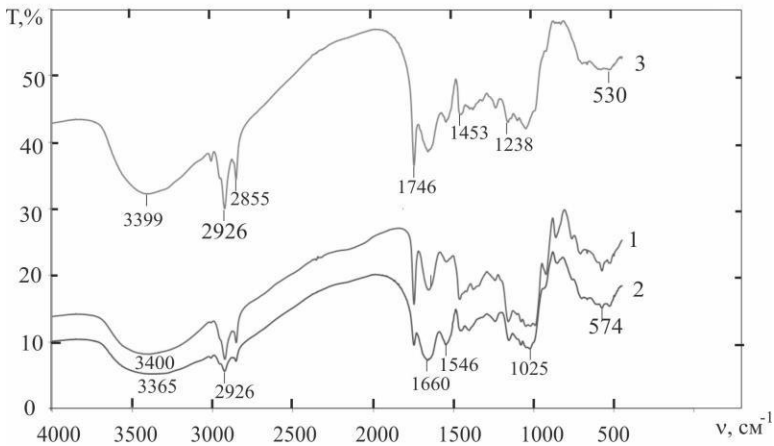


Рис. 4.3. ІЧ-спектри досліджуваних зразків здобного печива: 1 – без добавки (контроль); 2 – з додаванням ШКГ; 3 – з додаванням ШВГ

Аналізуючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШКГ та ШВГ відмічено, що смуги поглинання з максимумом при 2925, 1746  $\text{cm}^{-1}$  для зразка печива з ШВГ інтенсивніші ніж у спектрі зразків печива з ШКГ та контролю. Зазначене підтверджує наявність більшого вмісту органічних та поліненасичених жирних кислот.

Для контрольного зразка спостерігаються більш інтенсивні смуги поглинання в області 1000...900  $\text{cm}^{-1}$  в порівнянні зі зразками з ШКГ та ШВГ. Це може бути пов'язане з наявністю транс-ізомерів жирних кислот (за рахунок більшого рецептурного вмісту маргарину) [238]. Широка асиметрична смуга в діапазоні 3400...3300  $\text{cm}^{-1}$  може бути віднесена до гідроксильних груп вуглеводів та органічних кислот, яка порівняно з гідроксильними групами води зміщена в низькочастотну область.

Для зразків печива зі шротами відмічається більша інтенсивність зазначеної смуги поглинання, що може

свідчити про збільшення порівняно з контрольним зразком вмісту вуглеводів та органічних кислот. Крім того, можна припустити, що печиво зі шротами в процесі випікання втрачає менше води, що ймовірно зумовлене особливістю його полісахаридного складу.

Необхідно відмітити, що для контрольного та досліджуваних зразків печива відмічається інтенсивна смуга в області  $530\text{...}570\text{ см}^{-1}$ , яка малоінтенсивна для ШКГ та ШВГ, як сировини (рис. 4.4, 4.5), що пов'язана зі значним вмістом сахарози в печиві.

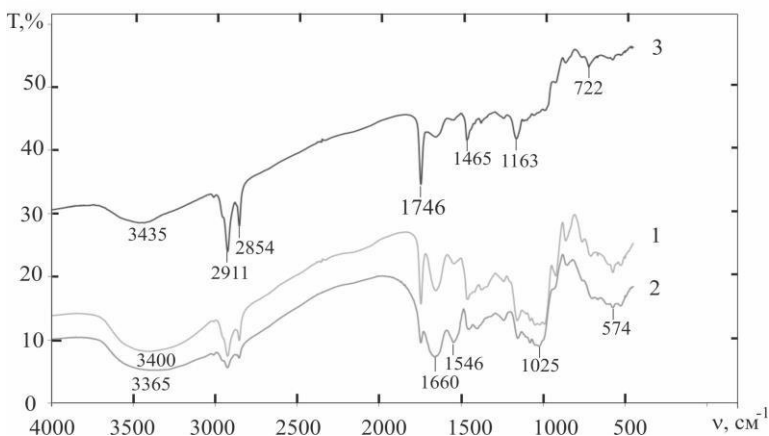


Рис. 4.4. ІЧ-спектри зразка печива з додаванням ШКГ та зразку ШКГ: 1– печиво без добавки (контроль); 2 – печиво з ШКГ; 3 – ШКГ.

Порівнюючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШКГ та окремо зразку відповідного шроту (ШКГ) (рис. 4.4), слід відмітити, що широка смуга в області  $3600\text{...}3300\text{ см}^{-1}$ , яка пов'язана з валентними коливаннями гідроксильної групи  $\nu$  (O–H), для печива з ШКГ більш інтенсивніша і ширша ніж у зразку шроту і зміщена у високочастотну

область, що свідчить про більший вміст вуглеводів груп та води у зразку печива з добавкою [233].

Порівнюючи ІЧ-спектри зразків печива з додаванням ШВГ та окремо шроту волоського горіху (рис. 4.5), слід відмітити, що широка смуга  $\nu(\text{OH})$  в області  $3600 \dots 3300 \text{ cm}^{-1}$  для зразка печива з ШВГ більш інтенсивніша і ширша ніж у шроті, що свідчить про більший вміст вуглеводів груп та води у зразку печива з добавкою [233]. Тобто, внесення добавки сприяє підвищенню вологості виробу.

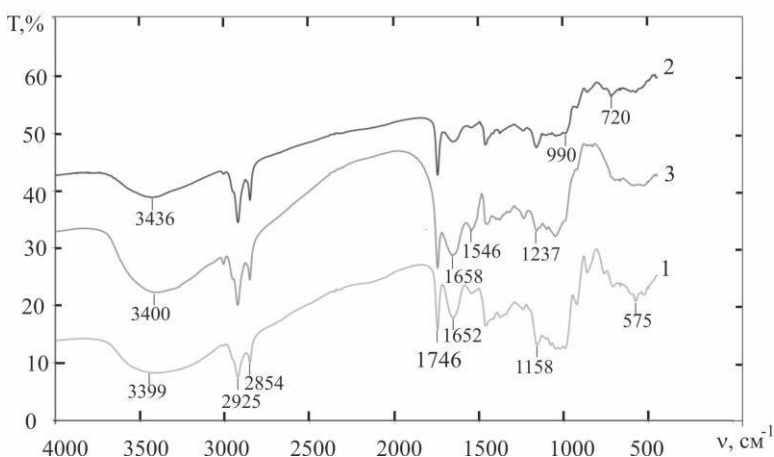


Рис 4.5. ІЧ-спектри зразка печива з додаванням ШВГ та зразку ШВГ: 1– печиво без добавки (контроль); 2 – ШВГ; 3 – печиво з ШВГ.

Слід відмітити також, що смуга коливань з максимумом поглинання  $1655 \text{ cm}^{-1}$  та  $1546 \text{ cm}^{-1}$  у контрольному зразку печива та печива з ШВГ більш інтенсивніша ніж у зразку ШВГ. Це може бути пов'язано з більшим вмістом білків та поліпептидів. В області  $1100 \dots 1000 \text{ cm}^{-1}$  та  $700 \dots 500 \text{ cm}^{-1}$  в спектрах зразку печива зі шротом відмічаються смуги поглинання більш інтенсивні

ніж для зразка шроту, але менш інтенсивні ніж в контрольному зразку, що як і в попередньому дослідженні зумовлено значно більшим вмістом сахарози у печиві.

Тобто, в результаті аналізу ІЧ-спектрів підтверджено, що використання шротів волоського та кедрового горіхів у технологіях здобного печива дозволить суттєво покращити його нутрієнтний склад за рахунок підвищення вмісту білкових речовин, органічних кислот, поліненасичених жирних кислот, фенольних і пектинових речовин.

Для оцінки корисних властивостей нового печива здійснено кількісне визначення харчової та енергетичної цінності та вмісту фізіологічно цінних нутрієнтів (вітамінів, мінеральних речовин, харчових волокон, ПНЖК) (табл. 4.6). Під час здійснення розрахунків використано «Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» затверджених МОЗ України для жінок вікової категорії 18-29 років I групи інтенсивності праці [258].

Встановлено, що порівняно з контролем здобне печиво на суміші маргарину і соняшникової олії з додаванням ШКГ та ШВГ містить відповідно у 1,8 та 1,6 рази більше білка, характеризується на 14,7 та 12,8% меншим вмістом вуглеводів (що зумовлене зменшенням рецептурної кількості цукру та борошна), та суттєво збагачується некрохмальними полісахаридами (в 4,7 та 2,9 рази). Розроблене печиво характеризується дещо вищим вмістом жирів, але разом з тим суттєво покращується їх жирнокислотний склад. Дані розрахунку свідчать, що інтегральний скор за ПНЖК у печиві з ШКГ та ШВГ перевищує контрольний зразок в 2,5 та 2,8 рази. Також покращується співвідношення жирних кислот  $\omega$ -3 :  $\omega$ -6. Зокрема, у печиві без добавок зазначене співвідношення становить 1 : 93, у печиві з ШКГ – 1 : 12, у печиві з ШВГ – 1 : 18.

**Таблиця 4.6 – Хімічний склад здобного печива з горіховими шротами**

Найменування поживних речовин	Добова потреба	Печиво без добавок (контроль)		Печиво на суміші маргарину і олії з додаванням			
				ШКГ		ШВГ	
		Вміст в 100 г продукту	Інтегральний скор, %	Вміст в 100 г продукту	Інтегральний скор, %	Вміст в 100 г продукту	Інтегральний скор, %
Білки, г	55	7,21	13,11	13,04	23,70	11,14	20,25
Жири, г	56	28,24	50,42	30,51	54,47	32,00	57,15
в т.ч. ПНЖК, г:	11	3,67	33,39	9,20	83,60	10,16	92,37
- лінолева (ω-6), г	10	3,62	36,25	8,51	85,10	9,60	95,99
- ліноленова(ω-3), г	1	0,04	3,90	0,69	68,62	0,54	54,24
Вуглеводи, г:	320	59,50	18,60	50,75	15,86	51,91	16,22
- некрохмальні полісахариди, г	20	0,86	4,29	4,00	20,01	2,52	12,59
Поліфеноли, мг	200	0,00	0,00	254,61	127,31	775,50	387,75
Енергетична цінність, ккал	2450	521,0	21,26	529,75	21,62	540,20	22,05
Вітаміни, мг							
Е	15	3,43	22,86	10,04	66,90	11,14	20,25
В <sub>1</sub>	1,4	0,15	10,44	0,24	17,02	32,00	57,15
В <sub>2</sub>	1,6	0,08	4,87	0,10	6,55	10,16	92,37
В <sub>5</sub>	6	0,32	5,36	0,47	7,78	9,60	95,99
Мінеральні речовини, мг							
Залізо	15	0,64	4,29	1,25	8,32	2,93	19,57
Калій	2000	85,43	4,27	295,73	14,79	226,31	11,32
Кальцій	1000	19,87	1,99	18,94	1,89	64,87	6,49
Кремній	25	2,13	8,54	1,35	5,41	17,66	70,63
Магній	400	10,33	2,58	78,01	19,50	56,87	14,22
Марганець	3	1,49	49,69	4,44	148,03	3,01	100,41
Мідь	1	0,26	26,31	1,00	100,07	0,58	58,12

Підвищення вмісту білків та жирів у печиві зі шротами зумовлює збільшення його енергетичної цінності, яке є несуттєвим і становить 1,7 та 3,7% відповідно.

Важливим є збагачення печива поліфенолами. Інтегральний скор за цим показником в розроблених зразках становить 127,31 та 387,75%.

Особлива роль серед харчових чинників відводиться таким компонентам їжі, як вітаміни та мінеральні речовини. Здобне печиво виготовляється з рафінованих продуктів (цукор, маргарин, борошно пшеничне). Введення ШКГ і ШВГ до його рецептури суттєво підвищить вміст в ньому вітаміну Е (майже в 3 рази), заліза (в 2,0 та 4,6 рази), калію (в 3,5 та 2,6 рази), магнію (в 7,6 та 5,5 рази), марганцю (в 3,0 та 2,0 рази) та міді (в 3,8 та 2,2 рази), наближуючи значення показника інтегрального скору за цими речовинами до фізіологічно значущих. Печиво з ШВГ за вмістом калію, магнію, марганцю та міді дещо поступається печиву з ШКГ, однак суттєво перевершує його за вмістом заліза, кальцію та кремнія.

Таким чином, використання у технології здобного печива ШКГ та ШВГ дозволяє збагатити вироби білком, некрохмальними полісахаридами, ПНЖК, поліфенолами, мінеральними речовинами та вітаміном Е.

#### **4.4. Оцінка якості нових виробів під час зберігання**

Під час зберігання печива має місце зміна його показників якості. Метою даної серії досліджень було встановлення відповідності печива на суміші маргарину і олії з додаванням ШКГ та ШВГ вимогам нормативної документації по закінченню терміну зберігання. За ДСТУ

3781 здобне печиво із вмістом жиру понад 20% має зберігати якісні характеристики на певному рівні протягом 30 діб.

Об'єктами досліджень були зразки здобного печива на маргарині; на суміші маргарину і олії; на суміші маргарину і олії з додаванням ШКГ; на суміші маргарину і олії з додаванням ШВГ. Виготовлення дослідних зразків здійснювали згідно табл. 4.4 та рис. 4.3.

Зразки зберігали в пластиковій упаковці за температури  $18 \pm 3^\circ\text{C}$  і відносної вологості 75% протягом 35 діб. Дослідження здійснювалися у трьох основних напрямках: оцінка стану ліпідного комплексу виробів; органолептичних показників та мікробіологічної стабільності.

Під час зберігання печива найбільших змін зазнає стан його ліпідного комплексу, що зумовлено високою часткою жирового компонента в рецептурі [259]. Зважаючи на це, якість печива під час зберігання оцінювали показниками, що характеризують саме властивості ліпідного комплексу (ступінь міграції жиру, кислотне число, пероксидне число) та органолептичним характеристикам. Контроль ступеня міграції жиру та органолептичних показників здійснювали відразу після випікання та по закінченню зберігання (через 35 діб). Відбір проб для оцінювання кислотного та пероксидного чисел проводили через кожні 7 діб. Вилучення жиру зі зразків проводили екстракційно-ваговим методом.

Відомо, що внесення до рецептури печива рідких олій обмежене тим, що вони погано утримуються тістом і готовими виробами та здатні вивільнятися з них під час зберігання. Тому на першому етапі оцінювали ступінь міграції жиру з досліджуваних зразків печива (рис. 4.6).

За даними діаграми через 35 діб зберігання з печива, виготовленого на суміші маргарину і олії, вивільняється в 10,6 раз більше жиру, ніж із контрольного зразка.



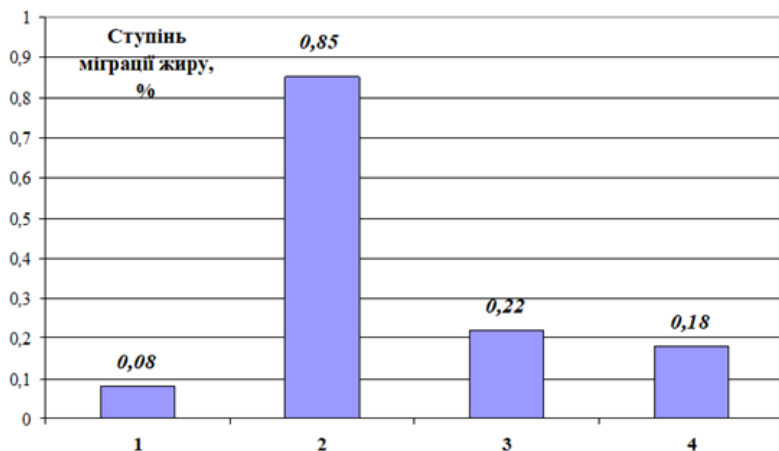


Рис. 4.6. Ступінь міграції жиру (СМЖ) із досліджуваних зразків печива через 35 діб зберігання: 1 – на маргарині; 2, 3, 4 – на суміші маргарину і олії (2 – без добавок; 3 – з ШКГ; 4 – з ШВГ).

Внесення ШКГ та ШВГ уповільнює ступінь міграції жиру на 74,1 та 78,8 відсотних відсотки відповідно. Такий вплив горіхових шротів зумовлений особливостями складу їх білкових речовин та полісахаридних комплексів, що виявляють жируотримувальні властивості.

Ступінь окиснення ліпідного комплексу печива оцінювали за показниками кислотного та пероксидного чисел.

Показник кислотного числа характеризує наявність у жирах вільних жирних кислот, що утворюються в результаті гідролізу ацилгліцеринів, який прискорюється з підвищенням температури та під впливом ферментів. Внесення соняшникової олії та горіхових шротів до здобного печива сприяє створенню умов для перебігу гідролітичних процесів. Зокрема, до складу олії та горіхових шротів входять гідролітичні ферменти (ліпази),

які активізуються в разі підвищення вологості середовища вище 12% [251] (вологість тіста для здобного печива – близько 20%) та в інтервалі температур 30...50 °С. Тобто на початку випікання здобного печива ліпаза починає активно діяти, що сприяє збільшенню значення показника кислотного числа ліпідної складової свіжовипечених зразків із добавками (табл. 4.9).

**Таблиця 4.9 – Зміни кислотного числа (мг КОН/г) жирів досліджуваних зразків печива під час зберігання**  
( $p \leq 0,05$ ,  $n=5$ ,  $\sigma=3,0 \dots 5,0\%$ )

Зразок печива	Тривалість зберігання, діб					
	0	7	14	21	28	35
на маргарині	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,16
на суміші маргарину і олії						
без добавок	0,19	0,19	0,21	0,21	0,22	0,23
з ШКГ	0,37	0,37	0,39	0,39	0,41	0,42
з ШВГ	0,31	0,31	0,33	0,34	0,36	0,36

Накопичення вільних жирних кислот інтенсивніше відбувається для жирової фракції печива з додаванням ШКГ, що зумовлено більшим вмістом у ньому ліпаз порівняно з ШВГ (в 1,3 рази). Під час зберігання показники кислотного числа всіх досліджуваних зразків майже не змінюються (відносно їх значення відразу після випікання). Це пов'язано, по-перше, з тим, що під дією температур випікання відбувається інактивація гідролітичних ферментів; по-друге, готове печиво характеризується невисокою вологістю –  $(5,0 \pm 1,5)\%$ . Відзначається, що впродовж усього досліджуваного періоду зразки печива за значенням кислотного числа відповідають вимогам нормативної документації – не перевищують значення 2 мг КОН/г.

Для систем із високим вмістом жиру та низькою вологістю під час зберігання більш характерним є перебіг окиснювальних процесів, у результаті яких утворюються пероксидні речовини. Для доброякісних жирових систем показник пероксидного числа не повинен перевищувати 10 ммоль  $\frac{1}{2}O/kg$ . Установлено, що жирові фракції всіх досліджуваних зразків відповідають цим вимогам (рис. 4.7).

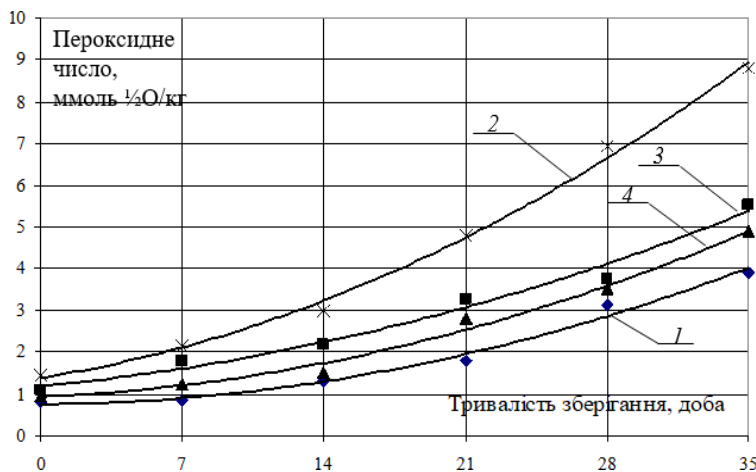


Рис. 4.7. Зміни пероксидних чисел жиру печива під час зберігання: 1 – на маргарині; 2, 3, 4 – на суміші маргарину і олії (2 – без добавок; 3 – з ШКГ; 4 – з ШВГ).

Відомо, що швидкість окиснення жирових речовин залежить від їх жирнокислотного складу: жири, які містять значну кількість ацилів ненасичених кислот окиснюються швидше. Процес окиснення для ненасичених ліпідів починається з утворення вільного радикала під дією ініціаторів. Під час подальшої взаємодії з молекулами кисню відбувається утворення пероксидних радикалів. Вони вступають у взаємодію з іншими молекулами жирних кислот з утворенням гідрпероксидів та нових радикалів, які ініціюють подальше окиснення ненасичених жирів.

Відзначається, що найменша кількість пероксидів під час усього оцінюваного терміну зберігання характерна для ліпідної складової контрольного зразка на маргариновій основі. Незважаючи на те, що до складу маргарину входить значна кількість ненасичених жирів, технологія отримання маргаринової продукції передбачає внесення антиоксидантних речовин, що запобігає окиснювальним процесам у печиві з його використанням.

Заміна частини маргарину соняшниковою олією спричиняє прискорення окиснення жирової фракції печива, що зумовлено високим вмістом в олії поліненасичених жирних кислот. Зокрема, відразу після випікання значення пероксидного числа для ліпідної складової зразка на комбінованій жировій основі перевищує це значення в контролі в 1,8 рази. Через 35 діб зберігання для жирів печива на суміші маргарину і олії значення пероксидного числа зростає в 6,4 рази і становить 8,9 ммоль  $\frac{1}{2}$ O/кг. В контрольному зразку за такий період підвищення значення цього показника становить 4,5 рази.

Відмічено, що печиво з ШКГ та ШВГ по закінченню зберігання характеризуються меншим значенням пероксидного числа, порівняно з печивом на суміші маргарину і олії без добавок – на 37,1 та 45,1% відповідно. Гальмувальний ефект горіхових шротів на процеси окиснення жирів печива з соняшниковою олією може бути зумовлений декількома чинниками. По-перше, до їх складу входять харчові волокна, які зв'язують жир та дифузійно гальмують доступ кисню до його молекул. По-друге, до складу добавок входять фенольні сполуки та вітамін Е, які є потужними природними антиоксидантами.

Відомо, що пероксидні сполуки руйнуються з утворенням вторинних продуктів окиснення (альдегіди, кетони тощо), які спричиняють смакове відчуття згіркнення в жирових продуктах. Аналіз органолептичних

показників якості досліджуваних зразків показав, що через 35 діб зберігання жоден із виробів не набував ознак прогірклості (табл. 4.10).

**Таблиця 4.10 – Зміни органолептичних показників зразків печива під час зберігання**

Зразок печива	Тривалість зберігання, доби	
	0	35
на маргарині (контроль)	Колір жовтий. Структура крихка, розсипчаста	
	Смак і запах відповідні цьому виду виробів, без сторонніх присмаків та запахів	Смак і запах послабилися, однак залишаються добре відчутними, приємними
на суміші маргарину і олії	Смак і запах відповідні цьому виду виробів, без сторонніх присмаків та запахів. Колір жовтий. Структура крихка, розсипчаста	Колір потьмянів, послабилися та збідніли смакові відчуття. Структура дещо відволожена, розсипчастість погіршена. Поверхня масляниста з жирними плямами
на суміші маргарину і олії з ШКГ	Смак і запах відповідні цьому виду виробів, без сторонніх присмаків та запахів. Колір жовтувато-коричневий. Структура крихка, розсипчаста. Присмний горіховий присмак	Колір жовтувато-коричневий. Структура крихка, розсипчаста. Смак та запах послабилися, однак залишаються добре відчутними, приємними, із присмаком відповідного виду горіху
на суміші маргарину і олії з ШВГ		

Відзначається, що після закінчення зберігання за органолептичними характеристиками зразки з додаванням ШКГ та ШВГ близькі до контрольного. У зразка, виготовленого на суміші маргарину і олії, на 35-ту добу зберігання погіршуються органолептичні характеристики: на поверхні помітні жирні плями, розсипчастість знижується, колір тьмянішає, на смак відчувається маслянистість.

За мікробіологічними показниками всі досліджувані зразки здобного печива відповідають нормативам, які передбачені для даного виду продукції (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 – Зміни мікробіологічних показників дослідних зразків протягом зберігання

Показник	ГДК	Тривалість зберігання зразків печива, доби							
		на маргарині		на суміші маргарину і олії					
				без добавок		з ШКГ		з ШВГ	
		0	35	0	35	0	35	0	35
МАФАМ, КУО в 1 г, не більше	$1 \times 10^4$	< 10							
Бактерії групи кишкових паличок в 0,1 г	не допускається	Не виділено							
Патогенні мікроорганізми, в т.ч. бактерії роду Сальмонела, в 25 г	не допускається	Не виділено							
Плісняві гриби, КУО в 1,0 г	не допускається	Не виділено							

Таким чином, використання горіхових шротів (ШКГ та ШВГ) у технології здобного печива, виготовленого на суміші маргарину і соняшникової олії, дозволяє отримати вироби зі стабільними в процесі зберігання показниками.

#### 4.5. Комплексна оцінка якості нових виробів

Для отримання загальної характеристики рівня якості розроблених видів пісочно-виймкового здобного печива нами проведено їх комплексну оцінку з використанням методик кваліметрії [256, 257].

Якість печива ( $P_0$ ) формується за рахунок органолептичних (РА), фізико-хімічних характеристик (РВ), харчової, енергетичної цінності та хімічного складу (РС) (рис. 4.8).

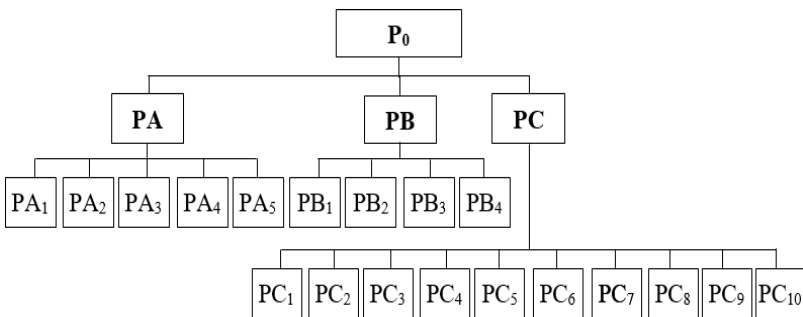


Рис. 4.8. «Дерево властивостей» здобного печива:

**0 рівень:** комплексний показник якості; **1 рівень:** РА – органолептичні показники, РВ – фізико-хімічні показники, РС – хімічний склад та енергетична цінність; **2 рівень:** РА<sub>1</sub> – форма; РА<sub>2</sub> – стан поверхні, РА<sub>3</sub> – колір, РА<sub>4</sub> – смак та запах, РА<sub>5</sub> – вид на зламі, РВ<sub>1</sub> – вологість, РВ<sub>2</sub> – намочуваність, РВ<sub>3</sub> – лужність, РВ<sub>4</sub> – міцність, РС<sub>1</sub> – вміст білків, РС<sub>2</sub> – вміст ПНЖК, РС<sub>3</sub> – вміст харчових волокон, РС<sub>4</sub> – вміст поліфенолів, РС<sub>5</sub> – вміст вітаміну Е, РС<sub>6</sub> – вміст заліза, РС<sub>7</sub> – вміст калію, РС<sub>8</sub> – вміст кальцію, РС<sub>9</sub> – вміст магнію, РС<sub>10</sub> – енергетична цінність

Зазначені групи властивостей в свою чергу диференціюються на відповідні одиничні показники якості.

Абсолютні значення органолептичних показників досліджуваних зразків (група РА) встановлювали експертним методом за 50-бальною системою, визначення фізико-хімічних показників (група РВ) проводили інструментальним методом, оцінку хімічного складу та енергетичної цінності (група РС) – розрахунковим. Абсолютні значення одиничних показників переводили у відносні безрозмірні величини ( $k_i$ ) за відношенням до їх базових значень за ф. 4.1 (якщо підвищення значення показника сприяє підвищенню якості продукції) та ф. 4.2 (якщо підвищення значення показника приводило до зниження якості виробу).

$$k_i = P_i / P_i^{\text{баз}} \quad (4.1)$$

$$k_i = P_i^{\text{баз}} / P_i \quad (4.2)$$

де  $P_i$  – абсолютне значення  $i$ -го показника якості продукції;

$P_i^{\text{баз}}$  – значення базового показника.

За базові ( $P_i^{\text{баз}}$ ) обрано кращі показники серед досліджуваних зразків (за виключенням РС<sub>4</sub>), для властивості РС<sub>4</sub> за базовий обрано добову потребу організму людини у поліфенолах. Результати визначення групових комплексних показників наведено у табл. 4.12.

Шкала оцінювання комплексних показників якості складається з п'яти діапазонів: «дуже добре» – 1,00. 0,80; «добре» – 0,80....0,63; «задовільно» – 0,63. 0,37; «погано» – 0,37....0,20; «дуже погано» – 0,20. 0,00. Встановлено, що зразки печива з додаванням горіхових шротів за всіма групами властивостей характеризуються оцінкою «дуже добре».



Таблиця 4.12 – Групові комплексні показники якості досліджуваних зразків печива

Показник якості	Коефіцієнт вагомості, $m_i$	$P_i^{баз}$	Печиво								
			без добавок			з ШКГ			з ШВГ		
			$P_i$	$k_i$	$k_i \cdot m_i$	$P_i$	$k_i$	$k_i \cdot m_i$	$P_i$	$k_i$	$k_i \cdot m_i$
<b>група властивостей А</b>											
форма, бали	0,15	50	49	0,98	0,15	47	0,94	0,14	46	0,92	0,14
стан поверхні, бали	0,10	50	49	0,98	0,10	46	0,92	0,09	46	0,92	0,09
колір, бали	0,20	50	50	1,00	0,20	47	0,94	0,19	46	0,92	0,18
смак та запах, бали	0,34	50	47	0,94	0,32	49	0,98	0,33	49	0,98	0,33
вид на зламі, бали	0,21	50	48	0,96	0,20	46	0,92	0,19	46	0,92	0,19
<b>К<sub>ра</sub><sup>*</sup>, од</b>					<b>0,97</b>			<b>0,95</b>			<b>0,94</b>
<b>група властивостей В</b>											
вологість, %	0,29	4,95	4,2	0,85	0,25	4,7	0,95	0,28	4,95	1,00	0,29
намочувальність, %	0,31	208,2	160	0,77	0,24	208,2	1,00	0,31	202,2	0,97	0,30
лужність, град	0,23	0,86	1,61	0,53	0,12	0,99	0,87	0,20	0,86	1,00	0,23
міцність, $\times 10^3$ , Па	0,17	320	320	1,00	0,17	360	0,89	0,15	350	0,91	0,16
<b>К<sub>рв</sub><sup>*</sup>, од</b>					<b>0,78</b>			<b>0,94</b>			<b>0,98</b>
<b>група властивостей С</b>											
білки, %	0,2	12,68	7,4	0,58	0,12	12,68	1,00	0,20	11,5	0,91	0,18
ПНЖК, %	0,2	10,49	3,77	0,36	0,07	9,65	0,92	0,18	10,49	1,00	0,20
харчові волокна, %	0,16	4,2	0,88	0,21	0,03	4,2	1,00	0,16	2,6	0,62	0,10
поліфеноли, мг/100г	0,1	200	0,00	0,00	0,00	267,17	1,00	0,10	800,6	1,00	0,10
вітамін Е, мг/100г	0,16	10,53	3,52	0,33	0,05	10,53	1,00	0,16	10,23	0,97	0,16
залізо, мг/100г	0,04	3,03	0,66	0,22	0,01	1,31	0,43	0,02	3,03	1,00	0,04
калій, мг/100г	0,04	310,31	87,68	0,28	0,01	310,31	1,00	0,04	233,64	0,75	0,03
кальцій, мг/100г	0,04	66,97	20,39	0,30	0,01	19,87	0,30	0,01	66,97	1,00	0,04
магній, мг/100г	0,03	81,86	10,6	0,13	0,00	81,86	1,00	0,03	58,71	0,72	0,02
енергетична цінність, ккал/100г	0,03	534,7	534,7	1,00	0,03	551,8	0,97	0,03	557,7	0,96	0,03
<b>К<sub>рс</sub><sup>*</sup>, од</b>					<b>0,34</b>			<b>0,93</b>			<b>0,90</b>

\* груповий комплексний показник якості

Нові вироби дещо поступаються контролю за органолептичними показниками, однак перевершують його за фізико-хімічними характеристиками та хімічним складом. Зокрема, контрольний зразок за групою властивостей, що характеризують хімічний склад та харчову цінність має оцінку 0,34 («погано»), що зумовлене низьким вмістом в ньому вітаміну Е, мінеральних речовин, ПНЖК, харчових волокон та відсутністю поліфенольних сполук.

Комплексну оцінку якості визначали враховуючи групову комплексну оцінку ( $K_i$ ) для органолептичних властивостей ( $K_{PA}$ ), фізико-хімічних показників ( $K_{PB}$ ), хімічного складу і енергетичної цінності ( $K_{PC}$ ) та відповідних коефіцієнтів вагомості (табл. 4.13) за формулою (4.3).

$$K_i = \sum_{i=1}^n k_i \cdot m_i, \quad (4.3)$$

де  $m_i$  – коефіцієнт вагомості і-того показнику;  
 $n$  – число показників якості продукції;  
 $k_i$  – відносний показник якості.

**Таблиця 4.13 – Оцінка якості досліджуваних зразків печива**

Група властивостей	$m_i$	Печиво					
		без добавок		з ШКГ		з ШВГ	
		$K_i$	$K_i \cdot m_i$	$K_i$	$K_i \cdot m_i$	$K_i$	$K_i \cdot m_i$
РА	0,38	0,97	0,37	0,95	0,36	0,94	0,36
РВ	0,27	0,78	0,21	0,95	0,26	0,98	0,26
РС	0,35	0,34	0,12	0,93	0,33	0,9	0,32
Комплексний показник якості, од.			0,70		0,94		0,94

Відзначено, що печиво з додаванням горіхових шротів має однаковий комплексний показник якості, який відповідає оцінці «дуже добре» і перевищує контрольний зразок на 25,5%. Контрольний зразок печива характеризується оцінкою «добре».

Таким чином, внаслідок обчислення комплексного показнику якості доведена ефективність використання в технології пісочно-виїмкового здобного печива на суміші маргарину і соняшникової олії шротів кедрового та волоського горіхів.

#### **4.6. Оцінювання привабливості нової технології для виробника**

Для обґрунтування доцільності впровадження технологій виробництва пісочно-виїмкового здобного печива з додаванням горіхових шротів у практичну діяльність використано метод експертного опитування щодо привабливості розробленої продукції (печиво з ШКГ, печиво с ШВГ) для виробників. До групи експертів включено 16 фахівців у галузі організації харчових виробництв. Перелік основних характеристик для оцінки привабливості нової харчової продукції сформовано за результатами контент-аналізу наукової літератури щодо дослідження ефективності інноваційних розробок [262 – 265]. Ураховуючи результати проведеного дослідження оцінювання привабливості нової харчової продукції здійснено з використанням сукупності показників, що відображають ринкові, товарні, збутові, виробничі переваги виробництва нової продукції для виробника. Для кількісного вимірювання переваг розробленої продукції використано метод бальної оцінки із застосуванням певної шкали оцінювання: за наявності високого значення

показника – 3 бали, середнього – 2 бали, низького – 1 бал. Для узагальненого висновку щодо доцільності впровадження розроблених технологій у практику господарської діяльності розраховано коефіцієнт привабливості нової продукції для виробника за формулою:

$$K_p = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m P_{ij} / \sum_{i=1}^m P_{imax} , \quad (4.4)$$

де  $K_p$  – привабливість нової продукції, коефіцієнт;

$P_{ij}$  – кількість балів, призначена  $j$ -м експертом  $i$ -му показникові;

$P_{imax}$  – максимальне значення  $i$ -го показника привабливості нової продукції, бал;

$n$  – чисельність експертів, осіб;

$m$  – число показників.

Критерії, показники та шкала оцінювання привабливості нової продукції наведено у табл. 4.14, 4.15.

**Таблиця 4.14 – Шкала для оцінювання рівня привабливості харчової продукції для виробника**

Значення коефіцієнта	Висновок
$0 < K_p \leq 0,33$	низька привабливість нової продукції для виробника
$0,34 < K_p \leq 0,66$	незначна привабливість нової продукції для виробника
$0,67 < K_p \leq 1,0$	висока привабливість нової продукції для виробника

**Таблиця 4.15 – Характеристика та шкала оцінювання технологій харчової продукції за критеріями привабливості нової продукції**

Показник	Оцінка		
	високий рівень (3 бали)	середній рівень (2 бали)	низький рівень (1 бал)
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<b>Ринкові критерії</b>			
Попит на нову продукцію	Продукція задовольняє нову потребу, значно вдосконалена проти аналога	Продукція удосконалена лише за вторинними характеристиками, які, однак, мають значення для широкого кола споживачів	Продукція не відрізняється від аналогів і задовольняє ті самі потреби
Конкуренто-спроможність продукції	Сильних конкурентів немає. Низька собівартість продукції.	Конкуренти мають міцні позиції, Собівартість нововведення відносно невелика	На ринку домінують кілька однаково сильних конкурентів. Вартість розроблення продукції, аналогічної конкурентам, є надто великою.
Перспективи розвитку ринку	Однорідний загальнонаціональний, має значні перспективи розвитку із залученням різних прошарків покупців. Великі потенційні можливості для експорту	Ринок стабільний, з потенційною можливістю збільшення в окремих регіонах за рахунок розширення кола покупців. Можливості для експорту незначні	На ринку домінують кілька сильних конкурентів
Стабільність динаміки ринку	З великою ймовірністю можна передбачити, що попит на продукцію буде постійний.	Продукція матиме попит достатньо довго, що уможливить окупність інвестицій і отримання прибутку	Невизначеність щодо стабільності попиту на продукцію

Продовження табл. 4.15

1	2	3	4
Товарні критерії			
Властивості продукції	Продукція має унікальні властивості, значно переважає товари-конкуренти, запатентована	Продукція має унікальні властивості, які значно переважають товари конкурентів, однак у патентів низький рівень надійності. Властивості продукції важкі для копіювання	Технологія продукції не запатентована, може бути легко скопійована конкурентами
Ціна	Продукція кращої або такої самої якості, як і товари-конкуренти, але реалізується за нижчими цінами.	Продукція пропонується за такими самими цінами, що в конкурентів, але має вищу якість	Продукція має однакову якість з товарами-конкурентами, але пропонується за більш високою ціною
Виробничі критерії			
Сировинні ресурси	Використовуються традиційні матеріальні ресурси. Є можливість продовжувати їх закупівлю в основних постачальників	Здебільшого використовується наявна сировина. Може постати необхідність у придбанні додаткової сировини як у традиційних, так і в нових постачальників	Наявна сировина використовуватиметься недостатньо чи є зовсім непридатною. Потрібні великі закупки матеріальних ресурсів
Обладнання	Потреби у додатковому обладнанні немає	Існує потреба у додатковому обладнанні	Для виробництва продукції необхідно придбання нового обладнання
Персонал	Продукція забезпечує сприятливі умови для вдосконалення знань і підвищення кваліфікації персоналу	Існує необхідність підвищення кваліфікації та збільшення кількості персоналу	Для виробництва нової продукції досвід персоналу може бути використаний частково
Збутові критерії			
Циклічність збуту	Збут продукції має низьку залежність від економічних коливань і циклів в економіці	Збут продукції має незначну залежність від економічних коливань і циклів в економіці	Збут продукції значно залежить від економічних коливань і циклів в економіці
Сезонність збуту	Збут продукції не є сезонним	Збут продукції здійснюється переважно у певний сезон	Збут продукції є сезонним

Складено за матеріалами [262, 264]

Результати проведеного дослідження доводять доцільність впровадження у виробництво розробленої технології пісочно-виїмкового здобного печива з додаванням горіхових шротів. Встановлено, що розроблені види печива характеризуються високим вмістом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, поліфенолів, вітаміну Е та мінеральних речовин (К, Сu, Mg, Mn, Fe), що відповідає споживчим очікуванням щодо властивостей харчової продукції.

За опублікованими даними [266] на ринку кондитерської продукції функціонують близько 30 спеціалізованих кондитерських компаній, що випускають диференційований асортимент солодоців. Крім крупних компаній в Україні працюють близько 600 дрібних виробників кондитерської продукції (включаючи хлібозаводи, що випускають в основному борошняні кондитерські вироби).

Незважаючи на це, український ринок кондитерської продукції визначається як помірно сконцентрований. Слід відзначити, що печиво входить до переліку кондитерської продукції, що у найбільшій мірі користується попитом у населення. За оцінками компанії Nielsen печиво входить до складу трьох найбільш затребуваних кондитерських виробів на споживчому ринку. У загальному обсягу реалізації кондитерської продукції у 2018 р. на печиво припадало 19,5% загального обсягу продажів [267].

Щодо товарних характеристик нової продукції слід відзначити, що зміна рецептурного складу печива зумовлює більш високі показники собівартості та ціни нової продукції. Разом із тим, використання горіхових шротів у технології здобного печива на комбінованій жировій основі дає можливість отримати вироби зі стабільними в процесі зберігання органолептичними, мікробіологічними та фізико-хімічними показниками

якості, що компенсує більш високі показники собівартості виробництва продукції та забезпечує її конкурентоспроможність. Слід відзначити також, що розроблена продукція має високий рівень патентного захисту (патент № 100817).

Розроблена продукція має певні переваги щодо організації її виробництва та збуту. Для виробництва печива з горіховими шротами використовується традиційна сировина, що забезпечує стабільність та знижує ризики порушення технології її виробництва. Також розроблені технології можуть бути впроваджені на діючому виробництві без зміни технічного і апаратного забезпечення та додаткових витрат для навчання персоналу. Продукція не сприйнятлива до економічних та сезонних циклів, що забезпечує її виробництво та збут упродовж року та забезпечує переваги порівняно із сезонними видами продукції. Горіхові шроти гальмують міграцію жирів з такого печива та уповільнюють швидкість протікання окиснювальних процесів, що надає додаткових переваг такій продукції щодо подовження термінів зберігання.

Ураховуючи інформацію, наведену вище, експертами здійснено оцінювання технологій харчової продукції за критеріями привабливості нової продукції (табл. 4.16).

За розрахунками визначено, що загальний коефіцієнт привабливості продукції становить 0,86 (при максимальному значенні коефіцієнта 1,0), що свідчить про високу цінність пісочно-виїмкового здобного печива на комбінованій жировій основі з додаванням горіхових шротів для виробника. Високі значення ринкових (0,88), товарних (0,79), виробничих (0,89) і збутових (0,86) переваг свідчать про значні перспективи щодо впровадження розробленої технології у практичну діяльність підприємств харчової промисловості.



**Таблиця 4.16 – Оцінювання привабливості печива з горіховими шротами для виробника**

Показник	Оцінка, бал		Коефіцієнт привабливості	Висновок	Характеристика
	максимальна	фактична			
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Ринкові критерії</i>					
Попит на нову продукцію	3	2,50	0,83	ВП	Продукція вирізняється високими показниками якості, що зумовлює попит на неї
Конкурентоспроможність продукції	3	2,50	0,83	ВП	Продукція є конкурентоспроможною за якістю та ціною
Перспективи розвитку ринку	3	2,63	0,88	ВП	Обсяг виробництва та емність ринку кондитерської продукції зростають
Стабільність ринку	3	2,88	0,96	ВП	Печиво входить до складу трьох найбільш затребуваних кондитерських виробів на споживчому ринку.
Разом	12	10,50	0,88	ВП	–
Середнє значення	3	2,63	0,88	ВП	–
<i>Товарні критерії</i>					
Властивості продукції	3	2,88	0,96	ВП	Органолептичні, мікробіологічні, фізико-хімічні показники відповідають нормативним значенням
Ціна	3	1,88	0,63	НЗП	Ціна нової продукції відповідає цінам на продукти-аналоги
Разом	6	4,75	0,79	ВП	–
Середнє значення	3	2,38	0,79	ВП	–

Продовження табл. 4.16

1	2	3	4	5	6
<i>Виробничі критерії</i>					
Сировинні ресурси	3	2,56	0,85	ВП	Для виробництва продукції використовується традиційна сировина
Обладнання	3	2,56	0,85	ВП	Потреби у змінні обладнання немає
Персонал	3	2,88	0,96	ВП	Потреби у навчанні персоналу немає
Разом	9	8,00	0,89	ВП	–
Середнє значення	3	2,67	0,89	ВП	–
<i>Збутові критерії</i>					
Циклічність збуту	3	2,63	0,88	ВП	Продукція не сприйнятлива до економічних циклів
Сезонність збуту	3	2,56	0,85	ВП	Продукція не належить до групи сезонних, користується попитом упродовж року
Разом	6	5,19	0,86	ВП	–
Середнє значення	3	2,59	0,86	ВП	–
Усього	33	28,44	0,86	ВП	–

Позначки: НП – низька привабливість нової продукції для виробника; НЗП – незначна привабливість; ВП – висока привабливість.

#### Висновки за розділом 4.

1. Проведено оптимізацію співвідношення рецептурних компонентів пісочно-виімкового здобного печива на суміші маргарину і соняшникової олії з додаванням горіхових шротів, за результатами якого визначено, що дозування ШКГ має становити 15,8% від загальної маси рецептурних компонентів, соняшникової олії – 32,2% від маси маргарину, цукрової пудри – 15,8% від загальної маси рецептурних

компонентів. Для печива з ШВГ дозування зазначених компонентів має становити відповідно 15,3%, 34,1% та 17,0%.

2. Запропоновано дві рецептури печива з таким вмістом добавок та технологію їх виготовлення, яка відрізняється від існуючих тим, що на стадії отримання емульсії додатково вноситься олія соняшникова рафінована та горіховий шрот. Внесення горіхових шротів на зазначеній стадії обґрунтовано їх високими жирутримувальними та жиروهмульгувальними властивостями.

3. Печиво на суміші маргарину і соняшникової олії з додаванням горіхових шротів характеризується вищим вмістом білків, поліненасичених жирних кислот, харчових волокон, поліфенолів, вітаміну Е та мінеральних речовин (К, Сu, Mg, Mn, Fe).

4. Використання ШКГ та ШВГ чинить гальмувальний ефект на ступінь міграції жирів під час зберігання печива на суміші маргарину і олії на (74,1 та 78,8% відповідно) та на перебіг окиснювальних процесів (на 37,1 та 45,1%).

5. За значенням комплексного показнику якості печиво з додаванням соняшникової олії та горіхових шротів перевищує контрольний зразок на 25,5%, що доводить соціальну ефективність нової розробки.

6. Оцінка нової продукції за характеристиками привабливості для впровадження у виробництво довела її високий рівень ефективності. Загальний коефіцієнт привабливості печива з горіховими шротами для виробника становив 0,86, що свідчить про значні перспективи щодо впровадження такої технології на підприємствах харчової промисловості.

## ЗАКЛЮЧЕННЯ

Аналітичний огляд літератури та узагальнення науково-технічної інформації з досліджуваної тематики дозволили визначити перспективність застосування шроту кедрового та шроту волоського горіхів в технологіях пісочного здобного печива з рідкою олією.

Шроти кедрового та волоського горіхів характеризуються близьким якісним хімічним складом. Білки ШКГ та ШВГ порівняно з білками борошна мають кращий амінокислотний скор за треоніном, валіном, метіоніном і цистіном, триптофаном та лізином. ШКГ містить у 3 рази більше білкових речовин альбумінової і глобулінової фракцій і майже в 2 рази – проламінової фракції, а білки ШВГ представлені в основному глютенінами. ШКГ та ШВГ містять відповідно 7,05 та 12,18 % жирів з високим ступенем ненасиченості – у складі ШКГ переважає ліноленова кислота, а у складі ШВГ – лінолева. До складу горіхових шротів входять харчові волокна, мінеральні речовини, вітаміни, органічні кислоти та фенольні сполуки.

За розміром часток горіхові шроти характеризуються більшим ступенем дисперсності ніж борошно пшеничне. Розмір до 40 мкм мають 50% ШКГ, 46% ШВГ і лише 29% борошна. Горіховим шротам притаманна висока спроможність до емульгування олії соняшникової рафінованої та до її утримування за умов підвищення температури, що дало підставу замінювати в рецептурі здобного печива частину маргарину соняшnikовою олією. Порівняно з борошном пшеничним вищого сорту ШКГ та ШВГ характеризуються нижчими показниками протеолітичної активності та більш високою активністю  $\alpha$ -амілаз. За активністю ліпази та ліпоксигенази горіхові шроти перевершують борошно несуттєво.

Горіхові шроти сприяють зменшенню виходу клейковини пшеничного борошна, зниженню її гідратаційної здатності, і разом з тим мають зміцнювальний ефект, який проявляється у певних змінах фізичних та структурно-механічних властивостей тіста – знижується його стійкість та підвищується ступінь розрідження під дією механічної обробки. Більший вплив на клейковину борошна чинить ШВГ.

5. Внесення ШКГ та ШВГ у кількості 15,0% від загальної маси рецептурних компонентів для печива сприяє покращенню стійкості емульсії та структурно-механічних властивостей пісочного тіста з додаванням рідких олій.

6. За використання горіхових шротів пісочно-виїмкове здобне печиво з заміною 30% маргарину соняшниковою олією за фізико-хімічними (вологість, намоцувальність, лужність та міцність) та органолептичними показниками задовольняє вимогам нормативної документації. Проведено оптимізацію співвідношення рецептурних компонентів для такого печива. Визначено, що дозування ШКГ має становити 15,8% від загальної маси рецептурних компонентів, соняшникової олії – 32,2% від маси маргарину, цукрової пудри – 15,8% від загальної маси рецептурних компонентів. Для печива з ШВГ дозування зазначених складових має становити відповідно 15,3%, 34,1% та 17,0%.

За результатами оптимізації розроблено дві рецептури печива з ШКГ та ШВГ та технологію його виготовлення, яка відрізняється від існуючих тим, що на стадії отримання емульсії додатково вноситься олія соняшникова рафінована та горіховий шрот. Розроблені види печива порівняно з традиційним зразком на маргарині характеризуються вищим вмістом білків (у 1,8 та 1,6 рази відповідно), суттєво збагачується

некрохмальними полісахаридами (в 4,7 та 2,9 рази), поліненасиченими жирними кислотами (в 2,5 та 2,8 рази), вітаміном Е (майже в 3 рази) і мінеральними речовинами (К, Сu, Mg, Mn, Fe). Важливим є збагачення печива поліфенольними сполуками, які відсутні у контрольному зразку.

Використання горіхових шротів у технології здобного печива з рідкими олями дозволяє отримати вироби зі стабільними в процесі зберігання органолептичними, мікробіологічними та фізико-хімічними показниками якості. Шроти гальмують міграцію жирів з такого печива та уповільнюють швидкість протікання окиснювальних процесів.

За значенням комплексного показнику якості печиво з рідкою олією та одаванням горіхових шротів перевищує контрольний зразок на 25,5%, що доводить соціальну ефективність нової розробки. Загальний коефіцієнт привабливості печива з горіховими шротами для виробника становив 0,86, що свідчить про значні перспективи щодо впровадження технології такого печива у практику діяльності підприємств харчової промисловості.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сімахіна Г., Науменко Н. Інновації у харчових технологіях // Товари і ринки. 2015. № 1. С. 189–201.
2. Ловкіс З., Моргунова Е. Функциональные продукты питания // наука и инновации. № 12 (202). 2019. С. 13–17
3. Чим ми ласуємо: Аналіз ринку кондитерських виробів. URL:<https://nashkraj.ua/uk/blog/chym-my-lasuyemo-analiz-rynku-kondyterskyh-vyrobiv/>
4. Інформаційний дайджест. Не хлібом єдиним: аналіз ринку хлібобулочних і кондитерських виробів України. URL:<https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/ne-hlebom-edinum-analiz-rynka-hlebobulochnyh-i-konditerskih-izdelij-ukrainy>
5. Гучетль Р. Г., Тётушкин В. А. Инновационные и маркетинговые тенденции регионального развития рынка кондитерских изделий // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2015. № 2 (56). – С. 41–57.
6. Шатнюк Л. Н., Савенкова Т. В. Мучные кондитерские изделия, обогащенные витаминами и минеральными веществами // Пищевые ингредиенты в производстве хлебобулочных и мучных кондитерских изделий: сб. ст. / Москва, 2013. С. 190–220.
7. Шаззо Ф. Р., Бутина Е. А., Корнена Е. П. Обеспечение заданной физиологической ценности продуктов питания путем инкапсуляции обогащающих микронутриентов // Новые технологии. 2009. Вып. 4. С. 67–72.
8. Коденцова В.М., Рисник Д.В., Никитюк Д.Б. Обогащение продуктов витаминами: медико-социальный и экономический аспекты // пищевая промышленность. №9. 2017. С. 18–21.
9. Шкуро В. В., Гончарук С. В. Гігієнічні підходи до вирішення проблеми підвищення вітамінної забезпеченості організму дітей в організованих колективах. 2008. № 1. С. 40–44. URL: [http://medved.kiev.ua/web\\_journals/arhiv/nutrition/2008/1-2\\_08/str40.pdf](http://medved.kiev.ua/web_journals/arhiv/nutrition/2008/1-2_08/str40.pdf)
10. Юлдашева Ш. Ж., Алиева Н. И., Камалова М. Б. Свойства продуктов функционального питания // Вопросы науки и образования. 2018. № 2. С. 30–31.

11. Лисюк Г. М., Чуйко А. М., Шидакова-Каменюка О. Г. Шляхи підвищення харчової цінності пісочного печива // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. ХДУХТ. Харків, 2005. Вип. 1. С. 207–211.
12. Матвеева Т. В., Корячкина С. Я. Мучные кондитерские изделия функционального назначения // Научные основы, технологии, рецептуры / ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК». Орел. 2011. С. 9–36
13. Patel S., Shukla S. Fermentation of Food Wastes for Generation of Nutraceuticals and Supplements // Fermented Foods in Health and Disease Prevention. 2017. P. 707–734. DOI: 10.1016/b978-0-12-802309-9.00030-3.
14. Abdel-Moemin A. R. Healthy cookies from cooked fish bones // Food Bioscience. 2015. Vol. 12. P. 114–121. DOI: 10.1016/j.fbio.2015.09.003.
15. Шидакова-Каменюка О. Г., Головкин М. П., Роговий І. С. Вплив напівфабрикату кісткового харчового на фізико-хімічні та органолептичні властивості пісочного печива // Прогресивні техніка та технологія харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. Харків, 2009. Вип. 2 (10). С. 459–466.
16. Гавриш А. В., Євлаш В. В., Неміріч О. В. Створення кондитерської продукції антианемічного спрямування з використанням різних форм заліза. 2011. С. № 2. 19–26. URL: <http://elib.hduht.edu.ua/bitstream/123456789/3551/1/5.pdf>
17. Романов А. С., Лоцманов А. С., Назимова Г. И. Технологические предпосылки использования цветочной пыльцы в производстве мучных кондитерских изделий // Кондитерское производство. 2011. № 5. С. 16–18.
18. Куличенко А. И. Применение продуктов из молочной сыворотки при производстве кондитерских изделий // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 675–677.
19. Джахангирова Г. З. Функционально-технологические свойства растительных порошков // European research. 2016. № 12. С. 22–24.
20. Рензьева Т. В. и др. Функционально-технологические свойства порошкообразного сырья и пищевых добавок в



производстве кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2014. № 4. С. 43–49.

21. Савенкова Т. В. Кондитерские изделия как продукты специального назначения // Хранение и переработка сельхозсырья. 2003. №8. С. 23–25.

22. Дорохович А. М., Петренко М. М. Розробка технології зтяжного печива спеціального призначення з врахуванням вимог нутриціології для людей похилого віку: зб. наук. праць // Вісник Подільського державного аграрно-технічного університету. 2016. Вип. 24. Ч. 2. С. 90–97.

23. Кирпиченкова О. М. Оболкіна В. І. Технології здобного печива з застосуванням морквяного пектиновмісного пюре // Нові ідеї в харчовій науці – нові продукти харчовій промисловості: матеріали Міжнар. наук. конф., 13–17 жовт. 2014 р. / НУХТ. Київ, 2014. С. 72.

24. Задорожня О. С., Гавриш А. В., Доценко В. Ф., Корецька І. Л. Удосконалення технології пісочного печива, збагаченого каротиновмісною сировиною // Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2014. Т. 20. № 2. С. 214–220.

25. Ребезов М. Б., Амирханов К. Ж., Асенова Б. К., Смольникова Ф. Х. Технология и рецептура печенья овсяного «Солнечное» // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №7. С. 94–97.

26. Погорелова Н. А., Жигульская И. А., Белкина С. Е. Разработка технологии овсяного печенья с функциональными ингредиентами // Вестник Омского ГАУ. 2017. № 3. С. 164–171.

27. Композиція інгредієнтів для приготування пісочного печива: пат. на винахід 117439 Україна: МПК А21D 13/08, А21D 2/36 / Хомич Г. П., Горобець О.М., Чиканчи О. Ю.; власник ПУЕТ № u201700493 заявл. 19.01.2017; опубл. 26.06.2017, Бюл. №12.

28. Хрулева Л. К. Использование белковых добавок в производстве диетических мучных кондитерских изделий : автореф. ... дис. канд. техн. наук : 05.18.16. Санкт-Петербург, 1993. 21 с.

29. Владимиров Н. П., Воронова О. Н. Разработка технологии новых видов мучных кондитерских изделий с

использованием кукурузной муки: сб. науч. тр./ СПбТЭИ. Санкт-Петербург, 2014. С. 33–34.

30. Владимиров Н. П., Вострикова Р. М., Воронова О. Н. Разработка технологии новых видов мучных кондитерских изделий с использованием муки из нута URL: [http://www.rusnauka.com/16\\_NPRT\\_2014/Agricole/4\\_170715.doc](http://www.rusnauka.com/16_NPRT_2014/Agricole/4_170715.doc)

31. Способ производства сдобно-сбивного печенья повышенной пищевой ценности: пат. на изобретение 2447665 Россия: МПК А21D 13/08. / Магомедов Г. О., Лукина С. И., Исраилова Х. А.; патентообладатель ГОУ ВПО ВГТА № 2010146339/13 заявл. 13.11.2010; опубл. 20.04.2012, Бюл. № 11.

32. Мучное кондитерское изделие функционального назначения: пат. на изобретение № 2602289 Россия: МПК6 А23L 1/20, А23J 1/14 / Черных И. А., Калманович С. А., Тарасенко Н. А.; патентообладатель ФГБОУ ВО «КубГТУ №5044832/13; заявл. 13.07.2015; опубл. 20.11.2016, Бюл. № 32.

33. Abbas K.A. et al. Modified Starches and Their Usages in Selected Food Products: A Review Study // Journal of Agricultural Science. 2010. Is. 2. P. 90–100.

34. Козубаева Л. А., Кузьмина С. С., Вишняк М. Н. Безглютеновое печенье из смеси рисовой и гречневой муки // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2010. № 7 (69). С. 62–65.

35. Щеколдина Т. В., Вершинина О. Л., Кудинов П. И., Черниховец Е. А. Расширение ассортимента безглютеновых мучных кондитерских изделий на основе гречневой муки и киноа // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2016. №07(121). С. 1054–1064. URL: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/65.pdf>

36. Тертычная Т.Н., Мажулина И.В., Горбунова Е.А., Синельникова О.В. Натуральные биологически активные добавки в производстве сдобного печенья // Известия ТСХА, выпуск 1, 2019. С. 127–137

37. Юргачова К. Г., Макарова О. В., Липовецька С. П. Вплив гречаного борошна на якість цукрового печива // Проблеми техніки і технології харчових виробництв : матеріали міжвуз. наук. -практ. конф., 8–9 квіт. 2004 р. / ПУСКУ. Полтава, 2004. С. 250–252.

38. Шубина Я. И., Чалова И. А., Шмалько Н. А. Использование амарантовой муки при производстве сахарного печенья // Современные наукоемкие технологии. 2010. № 3. С. 57–57.
39. Фахретдинова Д. Р., Нигматьянов А. А., Миронова И. В. Использование амарантовой муки и молочной сыворотки для обогащения мучных кондитерских изделий // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 4(66) С. 206–262.
40. Лаптева Н. К., Митькиных Л. В. Оптимальное соотношение пшеничной, ржаной и тритикалевой муки в производстве сдобного печенья // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2013. № 3 (34). С. 35–39.
41. Скрипко А. П., Оболкіна В. І., Ємільянова Н. О., Кияниця С. Г. Дослідження впливу солодового борошна з голозерного вівса на споживчі властивості сдобного печива // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. праць / ДонНУЕТ. ім. М. Туган-Барановського. Донецьк, 2013. №30. С. 162–167.
42. Абуова А. Б., Сумкина С. В. Кондитерские изделия из мучных композитных смесей // Вопросы науки и образования. 2017. № 26(75) С. 18–20.
43. Прокопец А. С., Красина И. Б. Перспективы использования муки из проса в производстве мучных кондитерских изделий // Техника и технология пищевых производств. 2009. № 4. С. 34–36. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/perspetivy-ispolzovaniya-muki-iz-prosa-v-proizvodstve-muchnyh-konditerskih-izdeliy>
44. Богатырева Т. Г., Иунихина Е. В., Степанова А. В. Использование полбяной муки в технологии хлебобулочных изделий // Хлебопродукты. 2013. №2. С. 40–42.
45. Бессмертная И. А., Казимирченко О. В., Васильченко Н. В. Оценка качества сдобного печенья, обогащенного натуральными компонентами растительного сырья, по физико-химическим и микробиологическим показателям // Научный журнал «Известия КГТУ», № 54, 2019. С. 102–115.

46. Новожилова Е. С., Рукшан Л. В., Логовская В. П. Исследование возможности использования гороховой муки в производстве сдобного печенья // Научни трудове на УХТ «Хранителна наука, техника и технологии»: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., 19–20 жовт. 2012 р./ Пловдив. Болгарія, 2012. С. 313–317.
47. Склад суміші для виготовлення печива: пат. на винахід 44864 Україна: МПК6 А21D 13/08 / Шаповалов Ю.Д.; власник ПП "ПРОДЕКС" № 99031643; заявл. 24.03.1999; опубл. 15.03.2002, Бюл. № 3.
48. Буряк В. М. Технологія виготовлення пісочного тіста з борошном гарбузового насіння // Науковий вісник Полтавського університету споживчої кооперації України. 2003. № 2 (9). С. 71–75.
49. Калинин Н. О., Егорова Е. Ю. Обогащение сдобного печенья белком и пищевыми волокнами // Ползуновский вестник № 1 2019. С. 17–22. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.01.003.
50. Bachynska Y. Formation of Nutritional Properties of Sugar Cookies due to the Use of Pumpkin Seed Pomace //Traektoriâ Nauki Path of Science. 2018. Vol. 4. Is. 6. P.1001–1008.
51. Мацейчик И. В., Красильникова А. А., Волончук С. К. Влияние добавок из ИК-сушеного растительного сырья на качество печенья: сб. материалов II Междунар. науч.-пр. конф. / РАНХиГС. Новосибирск. 2002, С. 281–285.
52. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Горбань В. Г., Жогло В. І. Технологія пісочного печива для осіб з порушеним вуглеводним обміном // Наука і соціальні проблеми суспільства: харчування, екологія, демографія : матер. IV міжнар. наук.-практ. конф., 2006 р. 23–24 трав./ ХДУХТ. Харків, 2006. С. 142–144.
53. Решетнева А. С., Магомедова А. З., Лобосова Л. А. Песочное печенье повышенной пищевой ценности // Студенческий научный журнал «Грани науки». 2016. Т. 4. № 1. С.66–70.
54. Казакова О. Н., Мезенова О. Я. Оптимизация рецептуры песочного печенья для диабетиков с растительными добавками // Известия вузов. Пищевая технология. 2012. № 1. С.53–56.

55. Дорохович А. Н., Петренко Н. Н. Использование порошка топинамбура в производстве зыбного печенья специального назначения // Техника и технология пищевых производств : тез. докл. X Междунар. науч. конф. студентов и аспирантов, 23–24 апр 2015 г. / МГУП. Могилев, 2015. С. 101.

56. Зыбное печиво дієтично-функціонального призначення: пат. на винахід 101673 Україна: МПК А21D 13/08 (2006.01) / Дорохович А. М., Петренко М. М., Кириченко П. О.; власник НУХТ№ 101673 та 201502962 ; заявл. 31.03.2015 ; опубл. 25.09.2015, Бюл. № 18.

57. Коркач А. В., Крусир Г. В., Єгорова А.В., Кушнір Ю. Г. Зміна якості пісочного печива з внесенням пребіотичної добавки // Харчова наука і технологія. Технологія і безпека продуктів харчування. 2015. Вип. 9. № 3. С. 49–56.

58. Gedrovica P., Karklina D. Influence of Jerusalem Artichoke Powder on the Nutritional Value of Pastry Products // International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering. 2013. Vol. 6. P. 7.

59. Буяльська Н. П., Ткаченко Ю. Д., Денисова Н. М. Використання продуктів переробки цикорію коренеплідного в технології виробництва борошняних кондитерських виробів // Технічні науки та технології. 2018. № 2 (12). С. 196–203.

60. Рогова А. Л., Іванова О. В., Ковальчук О. Підвищення харчової цінності виробів із пісочного тіста // Проблеми техніки і технології харчових виробництв: матеріали міжвуз. наук.-практ. конф., 8–9 квіт. 2004 р. / РВВ ПУСКУ. Полтава, 2004. С. 202–204.

61. П'ятницька Г. Т., Медведєва А. О. Нові технології приготування борошняних виробів і соціально-економічний ефект їх впровадження у виробництво // Громадське харчування і туристична індустрія у ринкових умовах: зб. наук. праць / КНТЕУ. Київ, 2001. С. 176–185.

62. Икач И., Маликова В. И. Соевая мука нового поколения компании «Сояпротеин» // Пищевая промышленность. 2003. № 5. С. 58–60.

63. Цыганова Т. Б., Конотоп Н. С. Использование соевого белково-липидного комплекса – пищевого продукта с повышенной биологической ценностью в производстве хлеба и

сахарного печенья // Техника и технология пищевых производств: матер. 2 Междунар. науч.-техн. конф. / Могилевский технологический институт. Могилев, 2000. С. 7–8.

64. Антоненко А. В., Михайлик В. С. Оптимізація нутрієнтного складу борошняних кондитерських виробів з пісочного тіста з шротом олійних культур // Сучасні проблеми токсикології, харчової та хімічної безпеки. 2013. Вип. 4. С. 59–63.

65. Лисюк Г. М., Фоміна І. М., Шидакова-Каменюка О. Г. Изменение физико-химических свойств песочного печенья при использовании ядра семян подсолнечника // Питание и здоровье населения. 2006. Вип. 4. С. 351–354.

66. Коносова О. Н., Камоза Т. Л. Новый вид песочного теста с использованием продуктов переработки семян подсолнечника // Вестник КрасГАУ. Технические науки. 2017. № 6. С. 104–110.

67. Лисюк Г. М., Шидакова-Каменюка О. Г. Визначення раціонального дозування насіння льону до пісочного печива // Прогресивні техніка та технологія харчових виробництв, ресторанного господарства та торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. Харків, 2009. Вип. 1 (9). С. 347–353.

68. Беркетова Л. В., Григорьева М. П. Повышение пищевой ценности кондитерских изделий // Кондитерская и хлебопекарная промышленность. 2005. №5. С. 25.

69. Лесникова Н. А., Лаврова Л. Ю., Борцова Е. Л. Эффективность использования нетрадиционного сырья в производстве печенья // Кондитерское производство. 2014. № 3. С. 12–13.

70. Ільдїрова С. К., Стїробовський С. Є., Старостеле О. В. Технологія виробів з пісочного тіста з використанням дикорослої розторопші плямистої // Харчова наука і технологія. 2010. №1. С. 91–92.

71. Костюк В. С. Удосконалення технологій борошняних кондитерських виробів на основі використання нових рецептурних компонентів. 2013. URL:<http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/dec-2013>

72. Дзюндзя О. В. Пісочне печиво з використанням порошків хурми. 2013.  
URL:<http://www.sworld.com.ua/konfer30/738.pdf>
73. Артеменко В. С., Чеканова Л. В. Использование биологически активных добавок растительного происхождения в кондитерских изделиях: зб. наук. праць «Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі» / ХДАТОХ. Харків, 2001. Ч. 1. С. 166–168.
74. Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Чеканова Л. В. Використання БАД рослинного походження в технології кондитерських виробів // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. Харків, 2004. Ч. 1. С. 489–494.
75. Антоненко А. В., Криворучко М. Ю., Михайлик В. С. Технологія й якість пісочного печива з додаванням харчових волокон виноградних вичавок. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини : матеріали VII Міжн. наук.-практ. інтернет-конф. / Видавець ФОП Чернявський Д.О. Кривий Ріг, 2016. С. 42–43.
76. 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. Is. 1. P 109–113. DOI: <https://DOI.org/10.1007/s40011-015-0570-5>.
77. Лисюк Г. М., Верешко Н. В., Чуйко А. М. Нові напрями використання вторинних продуктів переробки винограду у виробництві борошняних виробів : монографія. Харків : ХДУХТ, 2011. 175 с.
78. Клочко А. В., Короткова Т. Г., Ксандопуло С. Ю. Использование порошка из виноградных выжимок при производстве мучных кондитерских изделий // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017. № 05(129). С. 381–390. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/05/pdf/33.pdf>

79. Gorodyska O., Grevtseva N., Samokhvalova O., Gubsky S., Gavrish T. Denisenko S., Grigorenko A. Influence of grape seeds powder on preservation of fats in confectionary glaze. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2018. Vol. 6. Is. 11 (96). DOI: <https://DOI.org/10.15587/1729-4061.2018.147760>.

80. Касабова К. Р., Гревцева Н. В., Шидакова-Каменюка О. Г., Омельченко О. В. Використання вторинних продуктів виноробного та пивоварного виробництва у технології здобного печива // *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2017. Вип. 35. С. 5–11.

81. Козак В. Н. Сахарное печенье с использованием вторичных продуктов пивоваренного производства // *Зернові продукти і комбікорми*. 2005. № 4. С. 29–31.

82. Козак В. Н. Влияние добавок муки пивной дробины и жмыха подсолнечника на качество сахарного печенья // *Хлібопекарська і кондитерська промисловість України*. 2007. № 4. С. 20–21.

83. Шидловська О. Б., Медвідь І. М., Шадура А. М. Дослідження можливості використання продуктів переробки глоду колючого в технології пісочного печива. URL:<http://www.sworld.com.ua/konfer42/18.pdf>.

84. Korenets Yu., Goriainova Iu., Nykyforov R. Substantiation of feasibility of using black chokeberry in the technology of products from shortcake dough // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2017. №2 (10). С. 25–31.

85. Шидловська О. Б., Іщенко Т. І., Медвідь І. М., Андросюк А. М. Використання продуктів переробки ожини в технології пісочного напівфабрикату // *Молодий вчений*. 2016. № 12 (39). С. 70–73.

86. Типсина Н. Н., Цугленок Н. В., Матюшев В. В. Разработка новых видов кондитерских изделий повышенной пищевой ценности с использованием полуфабрикатов из сибирских сортов облепихи / *Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск*, 2014. 113 с.

87. Величко Н. А., Берикашвили З.Н. Выжимки голубики обыкновенной как ингредиент мучных кондитерских изделий // *Вестник КрасГАУ*. 2015. №4.С. 59–62.



88. Бакин И. А., Мустафина А. С., Вечтомова Е. А., Колбина А. Ю. Использование вторичных ресурсов ягодного сырья в технологии кондитерских и хлебобулочных изделий // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 45. № 2. С. 5–12.
89. Vagiri, M. Black currant (*Ribes nigrum* L.) – An insight into the cropa / Michael Vagrili. SLU, 2012. 58 p.
90. Типсина Н. Н., Гречишникова Н. А., Присухина Н. В. Разработка мучных кондитерских изделий с использованием плодов крыжовника // Технические науки. Вестник КрасГАУ. 2017. № 10. С. 62–67.
91. Типсина Н. Н., Матюшев В. В., Селиванов Н. И., Чепелев Н. И. Разработка рецептур мучных изделий с использованием плодов шиповника // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2016. № 1 (135). С. 161–165.
92. Захарова А. С., Кузьмина С. С., Егорова Е. Ю. Использование дикорастущего сырья алтайского края при производстве печенья // Ползуновский вестник. № 2. 2020. С. 12–17. DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2020.02.003.
93. Типсина Н. Н., Присухина Н. В. Новые изделия функционального назначения // Вестник КрасГАУ. 2015. № 4. С. 62–66.
94. Босенко О. А., Кузьмина С. С., Захарова А. С. Влияние порошка черёмухи на качество сахарного печенья // Ползуновский вестник. № 2. 2017. С. 33–36.
95. Захарова А. С., Козубаева Л. А., Егорова Е. Ю. Мучные кондитерские изделия с брусникой // Ползуновский вестник № 4 2019. С. 17–20 DOI: 10.25712/ASTU.2072-8921.2019.04.004.
96. Типсина Н. Н., Мельникова Е. В. Использование порошка папоротника в производстве песочного печенья и бисквитного полуфабриката // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12. С. 219–224.
97. Алферов Д. М. Обоснование использования мучных композитных смесей при разработке технологии сдобного печенья повышенной пищевой ценности // Ученые записки Тамбовского отделения РoCMY. 2016. № 6. С. 179–184.

98. Типсина Н. Н., Шломина В. А. Использование порошка ламинарии в производстве сахарного печенья // Вестник КрасГАУ. 2014. № 6. С. 268–271.

99. Рушиц А. А. Использование морских водорослей в производстве мучных кондитерских изделий // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2014. Т. 2. № 3. С. 86–93.

100. Сокол Н. В., Шепеленко Е. А. Производство мучных кондитерских изделий с морской водорослью в качестве БАД // Новые технологии. 2017. № 1. URL:<https://cyberleninka.ru/article/n/proizvodstvo-muchnyh-konditerskih-izdeliy-s-morskoy-vodoroslyu-v-kachestve-bad>

101. Крехнова А. П., Ефимов А. А. Влияние добавок из бурых и красных водорослей на пищевую ценность сдобного печенья // Сборник статей Национальной научно-практической конференции «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». 2019. С. 194–198.

102. Цибизова М. Е., Мячина А. Г. Расширение ассортимента жировых компонентов в рецептурах мучных кондитерских изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2005. № 2–3. С. 67–69.

103. Зубченко А. В. Влияние физико-химических процессов на качество кондитерских изделий. Москва: Агропроимиздат, 1986. 296 с.

104. Yam K. L.(ed.). The Wiley encyclopedia of packaging technology. 3rd ed. NY: John Wiley & Sons, 2009. 1353 p.

105. Carr N. O., Hogg W. F. A manufacturer's perspective on selected palm-based products // Asia Pac J Clin Nutr. 2005. Vol. 14. Is. 4. P. 381–386.

106. Hotrum N. E., Cohen Stuart M. A., Van Vliet T., Van Aken G. A. Spreading of partially crystallized oil droplets on an air/water interface. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2004. Vol. 240. Is. 1–3. P. 83–92. DOI: 10.1016/j.colsurfa. 2004.03.015.

107. Brun M., Delample M., Harte E, Lecomte S., Leal-calderon F. Stabilization of air bubbles in oil by surfactant crystals: A route to produce air-in-oil foams and air-in-oil-in-water emulsions.

Food Research international. 2015. Vol. 67. Is. 1. P. 366–375. DOI: <https://DOI.org/10.1016/j.foodres.2014.11.044>.

108. Ковэн С., Янг Л. Дополнительные рекомендации хлебопекам и кондитерам. Еще 151 вопрос и ответ / пер. с англ. О. Четвериковой. СПб.: Профессия, 2011. 248 с.

109. Менли Д. Мучные кондитерские изделия с рецептурами: пер. с англ. СПб.: Профессия, 2013. 768 с.

110. Султанович Ю. А., Духу Т. А. Влияние особенностей жировых продуктов на качество и сроки годности кондитерских и хлебобулочных изделий // Пищевая промышленность. 2017. № 3. С. 32–34.

111. Зубченко А. В. Физико-химические основы технологии кондитерских изделий. Воронеж: Гос. технол. акад., 1997. 416 с.

112. Талейсник М. А., Аксенова Л. М., Бернштейн Т. С. Технология мучных кондитерских изделий: учеб. пособие Москва: Агропромиздат, 1986. 224 с.

113. Старовойтова К. В., Тарлюн М. А., Терещук Л. В., Мамонтов А. С. Особенности использования твердых природных масел в производстве спредов // Техника и технология пищевых производств. 2017. Т. 44. № 1. С. 44–51.

114. Жиры и масла. URL:<https://baker-group.net/raw-materials-and-semi-finished-products/raw-materials-and-ingredients/fats-and-oils.html>

115. Тропічні масла. URL:<https://www.deltawilmar.com/ru/margarinovaya-i-zhirovaaya-produktsiya/tropicheskie-masla>

116. ДСТУ 4306:2004. Олія пальмова. Загальні технічні умови. Київ: Держспоживстандарт України, 2005. 14 с.

117. Маргарин для пісочного, цукрового тіста та хлібобулочної промисловості. URL:<https://www.deltawilmar.com/margarinova-i-zhirova-produktsiya/margarin-dlya-pisochnogo-tsukrovogo-tista-ta-hlibobulochnoyi-promislovosti/>

118. Маргарини для кондитерської випічки. URL:<http://afth.com.ua/catalog/category/margariny-dlya-vypechki>

119. Жир рослинний «Універсальний»  
URL:<http://schedro.ua/uk/products/industry/product/1080/zhir-roslinniy-universalniy>

120. Жири для борошняних кондитерських виробів  
URL:<http://afth.com.ua/catalog/category/zhiry-dlya-muchnykh-konditerskikh-izdeliy>

121. Спеціалізовані жири. URL:  
<https://www.deltawilmar.com/margarinova-i-zhirova-produktsiya/cpetsializovani-zhiri>

122. Жир кондитерский шортенинг. URL:<https://agronet.ua/obyavlenie/id13895-zhir-konditerskiy-shortening>.

123. Go RE, Hwang KA, Kim YS, Kim SH, Nam KH, Choi KC. Effects of palm and sunflower oils on serum cholesterol and fatty liver in rats // *J. Med. Food*. 2015. Vol. 18 (3). P. 363–369. DOI: 10.1089/jmf.2014.3163.

124. Коткина Т. И., Титов В. Н. Позиционные изомеры триглицеридов в маслах, жирах и апоВ-100-липопротеинах. Пальмитиновый и олеиновый варианты метаболизма жирных кислот – субстратов для наработки энергии // *Клин. лаб. диагностика*. 2014. № 1. С. 22–43.

125. Leong X. F. et al. Heated palm oil causes rise in blood pressure and cardiac changes in heart muscle in experimental rats. *Arch. Med. Res.* 2008. Vol. 39 (6). P. 567–572. DOI: 10.1016/j.arcmed.2008.04.009.

126. Ng CY. et al. Involvement of inflammation and adverse vascular remodelling in the blood pressure raising effect of repeatedly heated palm oil in rats // *Int. J. Vasc. Med.* 2012. DOI: 10.1155/2012/404025/

127. Jaarin K., Mustafa M. R., Leong X.-F. The effects of heated vegetable oils on blood pressure in rats. *Clinics (Sao Paulo)*, 2011. Vol. 66 (12). P. 2125–2132. DOI:10.1590/S1807-59322011001200020.

128. Kabagambe EK., Baylin A., Ascherio A., Campos H. The type of oil used for cooking is associated with the risk of nonfatal acute myocardial infarction in Costa Rica. *J. Nutr.* 2005. Vol. 135 (11). P. 2674–2269

129. Янковская Л. В. и др. Влияние пальмового масла на риск развития сердечно-сосудистых заболеваний // *Журнал*

Гродненского государственного медицинского университета. 2016. № 4. С. 6–11.

130. Varela L. M. et al. The effects of dietary fatty acids on the postprandial triglyceride-rich lipoprotein/apoB48 receptor axis in human monocyte/macrophage cells. *J. Nur. Biochem.* 2013. 24 (12). P 2031–2039. DOI: 10.1016/j.jnutbio. 2013.07.004.

131. Lamarche B., Couture P. Dietary fatty acids, dietary patterns, and lipoprotein metabolism. *Curr. Opin. Lipidol.* 2015; 26 (1): 42–47. DOI: 10.1097/MOL.000000000000139.

132. Бурлова И.А. Роль маргарина в производстве изделий из песочного теста // *Хлебопечение России.* 2010. №6. С. 34–35

133. Кондитерські жири. URL: <https://www.bertua.com/продукция/масло-жировая-продукция/кондитерские-жиры>

134. Гладкий Ф. Ф. та ін. Технологія модифікованих жирів : навч. посіб. 2-ге вид., перероб. Харків : Підручник НТУ «ХПІ», 2014. 214 с.

135. О’Брайен Р. Жиры и масла. Производство, состав и свойства, применение / пер. с англ. 2-го изд. В.Д. Широкова, Д.А. Бабейкиной, Н.С. Селивановой, Н.В. Маглы. Спб.: Профессия, 2007. 752 с.

136. Trans Fatty Acids (TFA). Information Statement. The Institute of Food Science & Technology, London. March 2007. URL: [http://www.ifst.org/science\\_technology\\_resources/for\\_food\\_professionals/information\\_statement\\_s/19516/Trans\\_Fatty\\_Acis](http://www.ifst.org/science_technology_resources/for_food_professionals/information_statement_s/19516/Trans_Fatty_Acis)

137. Коваль А. В., Подрушняк А. Е. Влияние трансизомеров жирных кислот на преждевременное старение // *Проблемы старения и долголетия*, 2016. № 1. С. 31–39.

138. Chavarro J. E., Rich-Edwards J. W., Rosner B. A., Willett W. C. Dietary fatty acid intake and the risk of ovulatory infertility // *Am. J. Clin. Nutr.* 2007. Vol. 85. Is. 1. P. 231–237.

139. Zollner N., Tato F. Fatty acid composition of the diet: impact on serum lipids and atherosclerosis // *The Clinical Investigator.* 1992. Vol. 70. Is. 11. P. 968. DOI: <https://DOI.org/10.1007/bf00180309>.

140. Advances in food biochemistry / F. Yildiz (Ed.). CRC Press Taylor & Francis Group, 2010. URL: [http://gtu.ge/Agro-Lib/\[Fatih\\_Yildiz\]\\_Advances\\_in\\_Food\\_Biochemistry\(BookFi.org\).pdf](http://gtu.ge/Agro-Lib/[Fatih_Yildiz]_Advances_in_Food_Biochemistry(BookFi.org).pdf)

141. Shauna M. D., Thow A. M., Stephen R. L. The effectiveness of policies for reducing dietary trans fat: a systematic review of the evidence. WHO. 2010. URL: <http://www.who.int/bulletin/volumes/91/4/12-111468>. DOI: [10.2471/BLT.12.111468](https://doi.org/10.2471/BLT.12.111468).

142. Кулакова С. Н., Викторова Е. В., Левачев М. М. Трансизомеры жирных кислот в пищевых продуктах // Масла и жиры. 2008. № 3. С. 11–15.

143. Мазалова Л. М. Что такое функциональные жиры? // Кондитерское производство. 2006. №4. С. 18–19.

144. Исаев В. А. Полиненасыщенные жирные кислоты и их роль в мозговом кровообращении. URL: <http://www.kmaslo.ru/index039c.php?cnt=articles&item=11>.

145. Ткаченко Т. Транс-жири: небезопасность доведена! // Фармацевт Практик. № 10. 2018. URL: <http://fp.com.ua/articles/trans-zhyry-nebezpeka-dovedena/>

146. ВОЗ, европейское отделение. План действий в области пищевых продуктов и питания на 2015 –2020 гг. Европейский региональный комитет 64-я сессия. Дания. Копенгаген. 15–18 сент. 2014 г.

147. Баранова З. А., Тарасенко Н. А., Баранова Е. И. Инновационные технологии производства жиров на страже здоровья человека // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ. 2017. № 10 (134). С. 478–490. DOI: <http://ej.kubagro.ru/2017/10/pdf/39.pdf>.

148. Каримова Б. Н. Современные технологии производства масел и жиров // Проблемы и перспективы развития экономики, управления и кооперации: сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. / Москва, 2016. С. 53–58.

149. Long K. et al. Effect of enzymatic transesterification with flaxseed oil on the highmelting glycerides of palm stearin and palm olein // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2003. Vol. 80. Is. 2. P. 133–137.

150. Зайцева Л. В. Энзимная переэтерификация – передовая технология модификации растительных масел и жиров // Масложировая промышленность. 2011. № 4. С. 25–28.

151. Мазалова Л. М. Инновационные технологии производства специализированных жиров с пониженным содержанием трансизомеров жирных кислот // Кондитерское производство. 2010. № 5. С. 18–19.

152. Raquel C. R., Véronique G., Roland V., Wim De Greyt. Chemical and Enzymatic Interesterification of a Blend of Palm Stearin: Soybean Oil for Low trans-Margarine Formulation // Journal of the American Oil Chemists' Society. 2009. Vol. 86. Is. 7. P. 681–697.

153. Паронян В. Х. Технология и организация производства жиров и жирозаменителей. М.: ДеЛи принт. 2007. 512 с.

154. Азбука харчування. Раціональне харчування: Довідник / за ред. Г.І. Столмакової, І.О. Мартинюка. Львів: Світ, 1991. 200 с.

155. Вовченко М. Н., Исаева А. С. Роль омега-3-полиненасыщенных жирных кислот в профилактике и терапии хронических неинфекционных заболеваний // Раціональна фармакотерапія. №4 (45). 2017. С. 25–33.

156. Гладышев М. И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты и их пищевые источники для человека // Journal of Siberian Federal University. Biology. №4. 2012. 352–386.

157. Ливинский А. А. Масла разные важны, масла разные нужны // Масложировая промышленность. 2011. № 2. С. 4–7.

158. Горальчук А. Б., Пивоваров П. П. Технологія термостабільних емульсійних соусів на основі овочевої сировини : монографія. Харків: ХДУХТ, 2010. 123 с.

159. Нуштаева А. В. Материалы, получаемые из емульсий и пен, стабилизированных твердыми коллоидами // Universum : Химия и биология : электрон. науч. журн. 2017. № 4(34). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4476>.

160. 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. Is. 11 (81). P. 54–61. DOI: <https://DOI.org/10.15587/1729-4061.2016.70950>.

161. Биля Е. Ю., Кирпиченкова О. Н. Технология песочного печенья повышенной пищевой ценности // Теория и практика современной науки. 2017. № 6 (24). URL: <https://docplayer.ru/60913571-Tehnologiya-pesochnogo-pechenya-povyshennoy-pishchevoy-cennosti.html>

162. Рензьяева Т. В., Тубольцева А. С., Артюшина С. И. Разработка рецептуры и технологии безглютенового печенья на основе природного растительного сырья // Техника и технология пищевых производств. 2015. Т. 39. № 4. С. 87–92.

163. Рензьяева Т. В., Бакирова М. Е. Печенье из рисовой муки для специализированного питания // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. 2017. № 1. С. 49–55.

164. Мерман А. Д. Разработка и оценка качества мучных кондитерских изделий с растительными маслами: дис. канд. техн. наук: 05.18.01. Кемерово, 2013. 169 с.

165. Цитрусовые волокна Herbacel AQ Plus – тип N. Спецификации для пищевых добавок и рецептуры. URL: <http://specin.ru/kletchatka/109.htm>

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

167. Романенко Р. П. Технологія пісочного тіста і печива функціонального призначення з використанням селеновмісних олій : автореф ... дис. канд. техн. наук: 05.18.16. Київ, 2008. 23 с.

168. 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.

169. Фролова Ю. В., Соболев Р. В., Кочеткова А. А. Исследование печенья с модифицированным жировым компонентом // Пищевая промышленность. 2021. № 4. С. 8–11. DOI 10.24412/0235-2486-2021-4-0039.



170. Rogers M.A. Hansen solubility parameters as a tool in the quest for new edible oleogels // *J. Am. Oil Chem. Soc.* 2018. Vol. 95, N 4. P. 393-405. DOI: <https://doi.org/10.1002/aocs.12050>

171. Горіхи: види, класифікація та властивості. URL: <http://moyaosvita.com.ua/juzha-i-napoi/gorixi-vidi-klasifikaciya-ta-vlastivosti>

172. Берзегова А.А. Химический состав плодов грецкого ореха / Новые технологии. 2007. № 4. С. 42–43. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskiy-sostav-plodov-greetskogo-oreha>

173. Елисеєва Л. Г., Юрина О. В., Луценко Л. М. Эффективность использования природных антиоксидантов для увеличения срока хранения ореховых снеков // *Пищевая промышленность*. 2015. № 12. С. 30–34.

174. Константинова О. В., Рафальсон А. Б., Криштофович С. Н. Химический состав ядра кедрового ореха и продуктов его переработки // *Вестник Всероссийского научно-исследовательского института жиров*. 2011. № 1. С. 16–17.

175. Муратов В. А. Липиды современных сортов фундука // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2007. № 4. С. 50–52.

176. Mestrallet M. G. et al. Honey roasted peanuts and roasted peanuts from Argentina. Sensorial and chemical analyses. *Grasas y aceites*. 2004. Vol. 55. Is. 4. P. 401–408.

177. Tomaino A. Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio (*Pistacia vera* L., variety Bronte) seeds and skins // *Biochimie*. 2010. Vol. 92. Is. 9. P. 1115–1122.

178. Vázquez-Araújo L. Changes in volatile compounds and sensory quality during toasting of Spanish almonds // *International Journal of Food Science & Technology*. 2009. Vol. 44. Is. 11. P. 2225–2233.

179. Martínez M. L. Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010. Vol. 90. Is. 12. P. 1959–1967.

180. Пасальський Б. К. Хімія харчових продуктів : навч. посіб. Київ: Держ. торг.-екон. ун-т, 2000. 196 с.

181. Павлоцька Л. Ф., Дуденко Н. В., Дмитрієвич Л. Р. Основи фізіології, гігієни харчування та проблеми безпеки

харчових продуктів : навч. посіб.. Суми : Університет. кн., 2015. 441 с.

182. Егорова Е. Ю., Позняковский В. М. Пищевая ценность кедровых орехов Дальнего Востока // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010. № 4. С. 21–24.

183. Alasalvar C. Turkish Tombul Hazelnut (*Corylus avellana* L.). Lipid Characteristics and Oxidative Stability // J. Agric. Food Chem. 2003. Vol. 51. Is. 13. P. 3797–3805.

184. Ciemniewska-Żytkiewicz H. Changes of the lipid fraction during fruit development in hazelnuts (*Corylus avellana* L.) grown in Poland // European Journal of Lipid Science and Technology. 2015. Vol. 117. Is. 5. P. 710–717.

185. Crews C. Study of the Main Constituents of Some Authentic Hazelnut Oils // J. Agric. Food Chem. 2005. Vol. 53. Is. 12. P. 4843–4852.

186. Dreher M. L. Pistachio nuts: composition and potential health benefits // Nutrition Reviews. 2012. Vol. 70, Is. 4. P. 234–240.

187. Jensen, P. N. Evaluation of Quality Changes in Walnut Kernels (*Juglans regia* L.) by Vis/NIR Spectroscopy // J. Agric. Food Chem. 2001. Vol. 49. Is. 12. P. 5790–5796.

188. Kazantzis I., Nanos G. D., Stavroulakis G. G.. Effect of harvest time and storage conditions on almond kernel oil and sugar composition // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2003. Vol. 83. Is. 4. P. 354–359.

189. Savage G. P., Dutta P. C., McNeil D. L. Fatty acid and tocopherol contents and oxidative stability of walnut oils // Journal of the American Oil Chemists' Society. 1999. Vol. 76. Is. 9. P. 1059–1063.

190. Venkatachalam M., Sathe S. K. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds // J. Agric. Food Chem. 2006. Vol. 54. Is. 13. P. 4705–4714.

191. Chukwumah, Y. Changes in the Phytochemical Composition and Profile of Raw, Biled, and Roasted Peanuts // J. Agric. Food Chem. 2007. Vol. 55. Is. 22. P. 9266–9273.

192. Nanos G. D. Irrigation and harvest time affect almond kernel quality and composition // Scientia Horticulturae. 2002. Vol. 96. Is. 6. P. 249–256.

193. Юрина О. В. Повышение качества грецких орехов, реализуемых в розничной торговой сети, и разработка алгоритма прогнозирования их лежкоспособности: дис. канд. техн. наук: 05.18.15 Москва. 2018. 215 с.

194. Harmankaya M., Ozcan M.M., Al Juhaimi F. Mineral contents and proximate composition of Pistacia vera kernels – Environ. Monit. Assess. Jul., 2014. № 186(7). P. 4217–4221.

195. Калорийность Фисташки, сырые. Химический состав и пищевая ценность. URL:[https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/17470.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/17470.php)

196. Кароматов И. Д., Саломова М. Ф. Медицинское значение фисташек // электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». 2017. №7 (Июль). С. 107–117.

197. Муратов В. А. и др. Особенности Химического состава современных сортов фундука // Известия Вузов. Пищевая Технология. 2007. № 2. С. 17–19.

198. Калорийность Кешью. Химический состав и пищевая ценность. URL:[https://health-diet.ru/base\\_of\\_food/sostav/136.php](https://health-diet.ru/base_of_food/sostav/136.php)

199. Дуденко Н. В. Нутриціологія : навч. посіб. Харків: Світ Книг, 2013. 560 с.

200. Дубініна А. А., Ленерт С. О., Хоменко О. О. Використання арахісу у виробництві продуктів функціонального призначення / ХДУХТ. Харків, 2013. С. 109–116.

201. Афлатоксины. Департамент по безопасности продуктов питания и зоонозам // ВООЗ. Сборник статей по безопасности продуктов питания. Февраль 2018 г. URL: [https://www.who.int/foodsafety/FSDigest\\_Aflatoxins\\_RU.pdf](https://www.who.int/foodsafety/FSDigest_Aflatoxins_RU.pdf)

202. Інформаційна агенція «ВГОЛОС». Україна стала одним із світових лідерів з урожаю горіхів (06.01.2019). URL:[https://vgolos.com.ua/news/ukrayina-stala-odnym-iz-svitovyh-lideriv-z-urozhayu-gorihiv\\_907164](https://vgolos.com.ua/news/ukrayina-stala-odnym-iz-svitovyh-lideriv-z-urozhayu-gorihiv_907164)

203. Агробізнес сьогодні. Україна почала експортувати волоський горіх в Японію (19.01.2019). URL:<http://agro-business.com.ua/agrobusiness/item/12708-ukraina-pochala-eksportuvaty-voloskyi-horikh-v-yaponii>

204. Лишаева Л., Доморощенко М., Кириллова О. Развитие мирового рынка шротов и жмыхов // Комбикорма. Москва, 2010. № 6. С. 15–17.

205. Акаева Т. К., Петрова С. Н. Основы химии и технологии получения и переработки жиров // Технология получения растительных масел : учеб. пособие / ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. Иваново, 2007. 124 с.

206. Егорова Е. Ю., Баташова Н. В. Разработка рецептуры и товароведная оценка кондитерской пасты со жмыхом кедрового ореха // Известия вузов. Пищевая технология. 2010. № 4. С. 36–39.

207. Варнавская О. Д., Березовикова И. П. Оценка качества изделий из замороженного песочного теста повышенной пищевой ценности // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 3. С. 9–13.

208. Лю Янься. Разработка рецептур и технологии хлеба с порошком из жмыха кедровых орехов // Вестник КрасГАУ. 2016. № 2. С. 112–118.

209. Наумова Н. Л., Бучель А. В., Лукин А. А., Мигуля И. Ю. Результаты исследований применения жмыха ядер кедрового ореха в рецептуре печеночного паштета // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 45. С. 50–57. DOI: 10.17217/2079-0333-2018-45-50-57.

210. Гуринович Г. В., Субботина М. А., Гаргаева А. Г. Применение жмыха кедрового ореха в технологии паштетов // Мясная индустрия. 2013. № 7. С. 36–40.

211. Ефремов А. А. и др. Витаминизация и минерализация мясных блюд с использованием кедрового жмыха // Экономика. Психология. Бизнес. 2005. № 6–7. С. 30–34.

212. Мотовилов О. К., Морозов А. И., Гергардт О. С. Использование кедрового жмыха в технологии колбасных изделий из мяса кур механической обвалки: оценка качества // Новые технологии. 2010. № 4. С. 38–41.

213. Гончаров Д. А. Использование кедрового жмыха в производстве мясных, кондитерских изделий и исследование их потребительских свойств: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. Красноярск, 2008. 137 с.

214. Кривов Д. А. Производство кедрового джема из семян сосны сибирской кедровой // Вестник КрасГАУ. 2014. №2. С. 214–216.

215. Егорова Е. Ю. Научное обоснование и практическая реализация разработки пищевой продукции с использованием продуктов переработки кедровых орехов : автореф. ... дис д-ра техн. наук: 05.18.15. Кемерово, 2012. 157 с.

216. Ярошенко Н. Ю. Доцільність використання кедрового шроту в пряничних виробках : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф., 17-26 груд. 2013 р. / Херсон, 2013.  
URL:<http://www.sworld.com.ua/index.php/en/technical-sciences-413/technology-of-food-products-413/20523-413-0743>

217. Гончар В. В., Шульвинская И. В., Зайченко Е. Ю. Использование кедровых орехов при производстве заварных пряничных изделий // Известия вузов. Пищевая технология. 2008. № 2–3. С. 52–54.

218. Субботина М. А., Закамская Л. Л. Пищевая ценность обезжиренной муки из кедровых орешков // Пища. Экология. Качество : труды III Междунар. науч.-практ. конф. / Новосибирск, 2003. С. 353–356.

219. Новое в технологии сдобных сухарей: пат. на изобретение 2381654 Россия: МПК А21D13/00 / Остробородова С. Н., Пашенко Л. П., Касьянов Г. И., Файвишевский М. Л.; патентообладатель Воронеж, ВГТА № 2008144699/13; заявл. 12.11.2008; опубл. 20.02.2010, Бюл. № 5.

220. Способ производства халвы: пат. на изобретение 2335135 Россия: МПК А 23 G3/48 Кочетова Л. И. и др. патентообладатель ГНУ НИИКП Россельхозакадемии № 2007112442/13; заявл. 04.04.2007; опубл. 10.10.2008, Бюл. № 28.

221. Способ производства начинки для конфет, карамели: пат. на изобретение 2450529 Россия: МПК А 23 G3/34 / Аксенова Л. М. и др. патентообладатель ГНУ НИИКП Россельхозакадемии № 2011110566/10; заявл. 22.03.2011; опубл. 20.05.2012, Бюл. № 14.

222. Хантургаев А. Г., Хамагаева И. С., Столярова А. С. Разработка технологии получения кисломолочного напитка «Бифит кедровый» // Пищевая промышленность. 2015. № 2. С.12–14

223. Пашова Н. В., Волощук Г. І., Грегірчак Н. М., Карпик Г. В. Вплив борошна знежиреного насіння олійних

культур та порошку топінамбура на якість та безпечність житнього хліба // Продовольчі ресурси. 2018. № 11. С. 139–147.

224. Зайцева Т. Н., Ходакова Е. Е., Мироманова Ю. В. Особенности технологии приготовления дрожжевого теста с использованием нетрадиционного сырья // Молодой ученый. 2016. № 12. С. 271–275. URL <https://moluch.ru/archive/116/31739>.

225. Телегина А. К. Разработка рецептуры печенья из смеси конопляной муки и муки из грецкого ореха // Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LIV междунар. студ. науч.-практ. конф. № 6(53). URL: [https://sibac.info/archive/technic/6\(53\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/6(53).pdf)

226. Зотова Л. В., Касьянов Г. И., Ольховатов Е. А. Инновационные технологические приемы в производстве воздушных крипсов // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ 2017. №04(128). С. 1258 – 1268. URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/04/pdf/88.pdf>

227. Шидакова-Каменюка О. Г., Рогова А. Л., Місюля І. Вплив дієтичної добавки «Клітковина ядер волоського горіха» на якість цукрового печива // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв : зб. наук. праць. / Харків, 2013. Вип. 1 (17). С. 128–134.

228. Иванов С. В., Радзіховська А. І., Усатюк С. І. Дослідження хімічного складу шротів олійного виробництва як добавки у виробництві харчових продуктів. URL: [http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/13389/1/oil\\_cakes.pdf](http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/13389/1/oil_cakes.pdf)

229. Лисюк Г. М., Шидакова-Каменюка О. Г. Дослідження якості заварних пряників з використанням дієтичної добавки «Клітковина ядер волоського горіха» // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв : зб. наук. праць. // Харків, 2011. Вип. 2 (14). С. 233–238.

230. Кравченко М., Ткаченко Л., Михайлик В. Технологія пісочного печива зі шротами олійних культур // Товари і ринки. 2016. № 2. С. 138–147.

231. Бурыкина И. М. Разработка технологии комбинированных продуктов на основе орехов кедра и нежирного молочного сырья: автореф. ...дис. канд. техн. наук: 05.18.04. СПб, 1993. 16с

232. Хантургаев А. Г. Получение бифидосодержащего кисломолочного продукта с кедровым шротом // Известия вузов. Пищевая технология. 2013. № 5–6. С. 42–45.

233. Mulchand A., Shende, Dr. Rajendra P. Marathe. Shende Extraction of mucilages and its comparative mucoadhesive studies from hibiscus plant species // World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences. 2015. Vol. 4. Is. 3. P. 900–924.

234. Gupta S., Parvez N., Pramod K. S., Extraction and Characterization of Hibiscus rosasinensis Mucilage as Pharmaceutical Adjuvant // World Applied Sciences Journal. 2015. Is. 33 (1). P. 136–141.

235. Скорик Н. А., Бухольцева Е. И., Филиппова М. М. Соединения кобальта(II), меди(II) и цинка с яблочной кислотой и имидазолом // Вестник Томского государственного ун-та. Химия. 2015. № 2. С. 87–100.

236. Nigam S., Barick K. C., Bahadur D. Development of citrate-stabilized Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> nanoparticles: Conjugation and release of doxorubicin for therapeutic applications // Journal of Magnetism and Magnetic Materials. 2011. Is. 323. P. 237–243.

237. Хатко З. Н. Инфракрасные спектры свекловичного пектина // Новые технологии. 2008. Вып. 5. С. 45–51.

238. Кнерельман Е. И. Сравнительные особенности инфракрасных спектров C18-карбоновых кислот, их метиловых эфиров (биодизеля) и триглицеридов (растительных масел) // Вестник Казанского технологического университета. 2008. № 6. С. 68–78.

239. Левданский В. А. Экстрактивная переработка коры ели сибирской в ценные химические продукты // Химия растительного сырья. 2011. № 1. С. 93–99.

240. Пілюгіна І. та ін. Дослідження особливостей складу кріодобавок із суданської троянди та шипшини // Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky. 2016. Is. 5(4). P. 97–102

241. Шидакова-Каменюка О.Г., Новік Г.В., Чернушенко О.О., Мацук Ю.А. Дослідження особливостей складу шротів кедрового і волоського горіхів та здобного печива з їх використанням методом ІЧ-спектроскопії // Науковий вісник

ЛНУВМБ ім. С.З. Гжицького. ЛНУВМБ Львів, 2018. Т. 20. №85. С. 56–61.

242. Скурихин И. М., Тутельян В. А. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник. // Москва: ДеЛиПринт, 2002. 236 с.

243. Шидакова-Каменюка О. Г., Новік Г. В., Касабова К. Р., Кравченко О. І. Перспективи використання шротів кедрового та грецького горіхів для збагачення борошняних кондитерських виробів // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі: зб. наук. праць / ХДУХТ. Харків, 2015. Вип. 2 (13). С. 77–84.

244. Шидакова-Каменюка Е., Новик А., Болховитина Е. Анализ содержания основных пищевых веществ в продуктах переработки грецкого и кедрового ореха // *Scientifik Letters of Academic of Michal Baludansky*. 2017. №5(4). P. 121–124.

245. Євлаш В. В. та ін. Харчова хімія: навч. посіб. Харків : Світ книги, 2012. 504 с.

246. Нилова Л. П., Калинина И. В., Науменко Н. В. Состояние воды в хлебе как фактор сохранения его качества // Вестник ЮУрГУ. Серия «Рынок: теория и практика». 2006. Вып. 3. № 1(56). С. 111–116.

247. Cherevko A et al. Development of energy-efficient IR dryer for plant raw materials // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2015. Vol. 4. Is. 8 (76). P. 36–41. DOI: <https://DOI.org/10.15587/1729-4061.2015.47777>.

248. Погожих М. І., Воронцова Ж. В. Визначення дисперсних характеристик харчових порошків мікроскопічним методом: зб. ст. III Всеукр. наук.-практ. конф. / Львів, 2011. С. 88–92.

249. Дудкин М. С., Черно Н. К., Казанцева И. С. Пищевые волокна / Киев: Урожай, 1988. 152 с.

250. Архипов А. Н. Теоретические основы структурообразования дисперсных систем для придания им агрегатной устойчивости // *Техника и технология пищевых производств*. 2009. № 3. С. 17–19.

251. Мирзоев А. М. Ферментативные процессы при хранении и переработке масличных семян в производстве



растительных масел // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2015. № 2 (32). С. 31–36.

252. Запромeтов М. Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях // Москва: Наука, 1993. 272 с.

253. Коптелова Е. К., Лукин Н. Д. Перспективные разработки по технологи модифицированных крахмалов // Пищевая промышленность, 2013. № 12. С. 52–53.

254. Рецептуры на печенье, галеты и вафли. Москва: Пищевая пром-сть, 1969. 552 с.

255. Плетнев М. Ю. Технология эмульсий. Гидрофильно-липофильный баланс и обращение фаз: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2018. 100 с.

256. Горбатов А. В., Маслов, А. М., Мачихин Ю. А. Структурно-механические характеристики пищевых продуктов // Лёгкая и пищевая промышленность, 1982. 296 с.

257. Зимон А. Д. Адгезия пищевых масс. Москва: Наука, 1983. 175 с.

258. Про затвердження норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії: Закон України від 18 листоп. 1999 р. № 272 / Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 1999. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua>

259. Дорохович А. М., Олексієнко Н. В. Класифікація борошняних кондитерських виробів за домінуючими чинниками, що визначають терміни їх зберігання // Наукові праці Українського державного університету харчових технологій. 2000. № 6. С. 65–67.

260. Азгальдов Г. Г., Костин А. В, Садовов В. В. Квалиметрия: первоначальные сведения: справ. пособие с примером для АНО «Агентство стратегических инициатив по продвижению новых проектов». Москва: Высш. шк., 2010. 143 с.

261. Спицнадель В. Н. Основы системного анализа: учеб. пособие // СПб. ИД Бизнес-пресса, 2000. 326 с.

262. Леманн Дональд Р. Управление товаром. М. : Вильямс, 2004. 624 с.

263. Баль-Прилипка Л., Сокирко О. Оцінка споживчих властивостей харчових продуктів // Продовольча індустрія АПК. 2014. № 2. С. 4–6.

264. Кардаш В. Я., Павленко І. А., Шафалюк О. К. Товарна інноваційна політика : підручник. Київ : КНЕУ, 2002. 266 с.

265. Методичні рекомендації з комерціалізації розробок, створених у результаті науково-технічної діяльності. Затверджені Наказом Державного комітету України з питань науки, інновацій та інформатизації від 13.09.2010 № 18. URL: [document.ua/pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacii-doc35178.html](http://document.ua/pro-zatverdzhennja-metodichnih-rekomendacii-doc35178.html)

266. Кільницька О.С. Ринок кондитерської продукції в Україні: тенденції та перспективи розвитку URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/analiz-rynka-konditerskih-izdelij-v-ukraine-2019-god> URL:[http://eapk.org.ua/sites/default/files/eapk/018/11/eapk\\_2018\\_11\\_p\\_29\\_43.pdf](http://eapk.org.ua/sites/default/files/eapk/018/11/eapk_2018_11_p_29_43.pdf)

267. Аналіз ринку кондитерських виробів в Україні. 2019 рік. URL: <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/obzor-rynka-konditerskih-izdelij-ukrainy-2018-god>

## **ДОДАТКИ**

**Додаток А.**  
**Результати дериватографічних досліджень горіхових шротів**

Таблиця А1

Результати термоперетворень зразків ШКГ і ШВГ

Шрот	$\Delta m_e$ , %	відпо- відає відриву	$\Delta m_e$ , %	відпо- відає відриву	$\Delta m_e$ , %	відпо- відає відриву	$\Delta m_e$ , %	відпо- відає відриву
ШВГ	20...155°C		155...225°C		225...340 °С		340 ...412 °С	
	6,36	H <sub>2</sub> O вільна	9,94	H <sub>2</sub> O зв'язана	31,28	розкла- дання	10	розкла- дання
	$\Delta m_e$ (заг.) = 57,58%							
ШКГ	20 до 170 °С		170 до 240 °С		240 до 300 °С		300 до 348 °С	
	7,73	H <sub>2</sub> O вільна	6,88	H <sub>2</sub> O зв'язана	26,94	розкла- дання	12,6	розкла- дання
	$\Delta m_e$ (заг.) = 54,1%							

Таблиця А2

Піки дериваторам ШКГ та ШВГ

Ефект	Максимум температури	Ефект	Максимум температури
ШВГ		ШКГ	
1 ендотерм пік	130	1 ендотерм пік	125
2 ендотерм пік	185	2 ендотерм пік	202
1 екзотерм пік	300	3 ендотерм пік	241
2 екзотермічний пік	343	1 екзотермічний пік	310
3 екзотермічний пік	356	2 екзотермічний пік	343

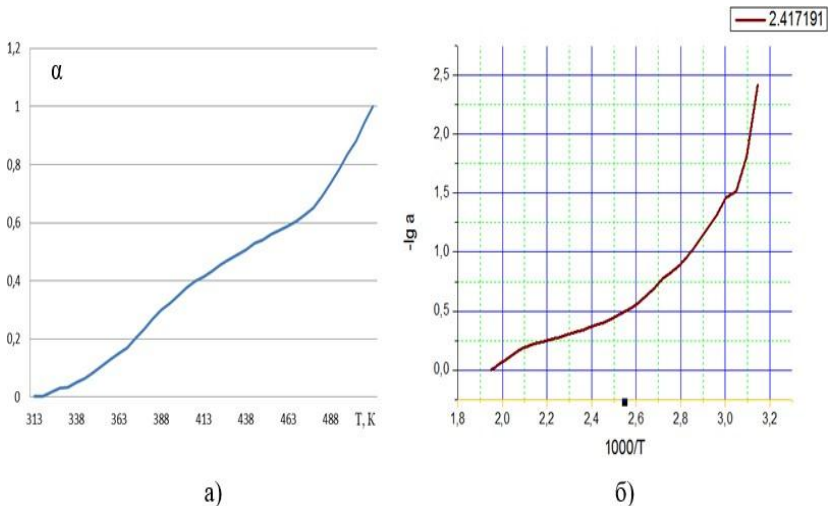


Рис. А1. Результати обробки дериватограм для ШКГ:  
 а) залежність ступеня зміни маси ( $\alpha$ ) від температури ( $T$ );  
 б) залежність  $-\lg \alpha - 1000/T$

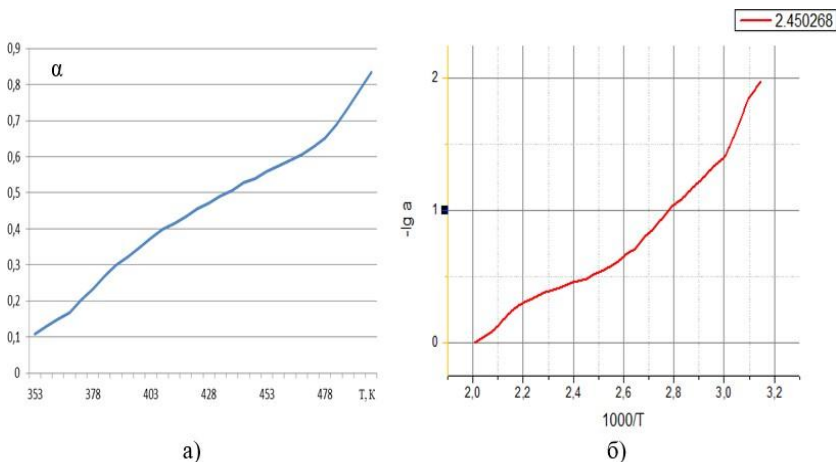
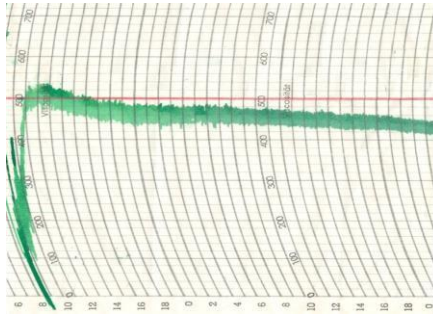


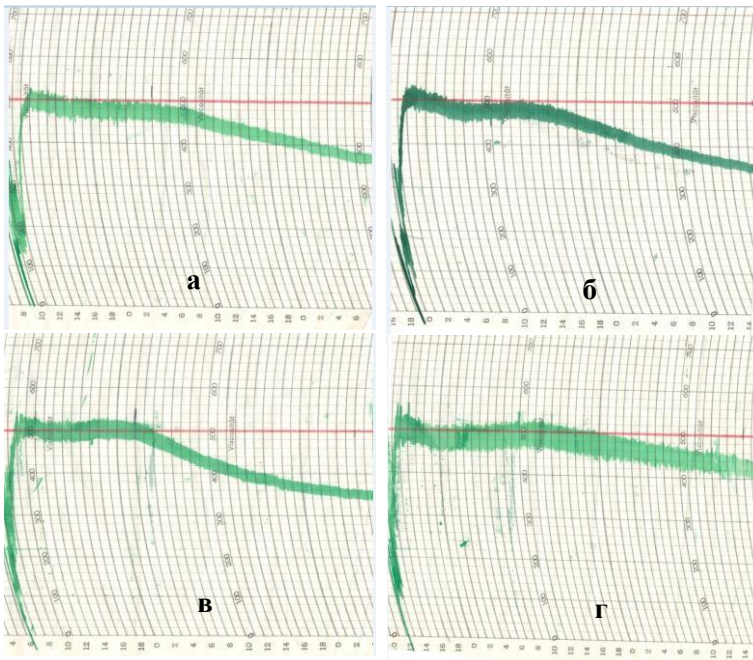
Рис. А2. Результати обробки дериватограм для ШВГ:  
 а) залежність ступеня зміни маси ( $\alpha$ ) від температури ( $T$ );  
 б) залежність  $-\lg \alpha - 1000/T$



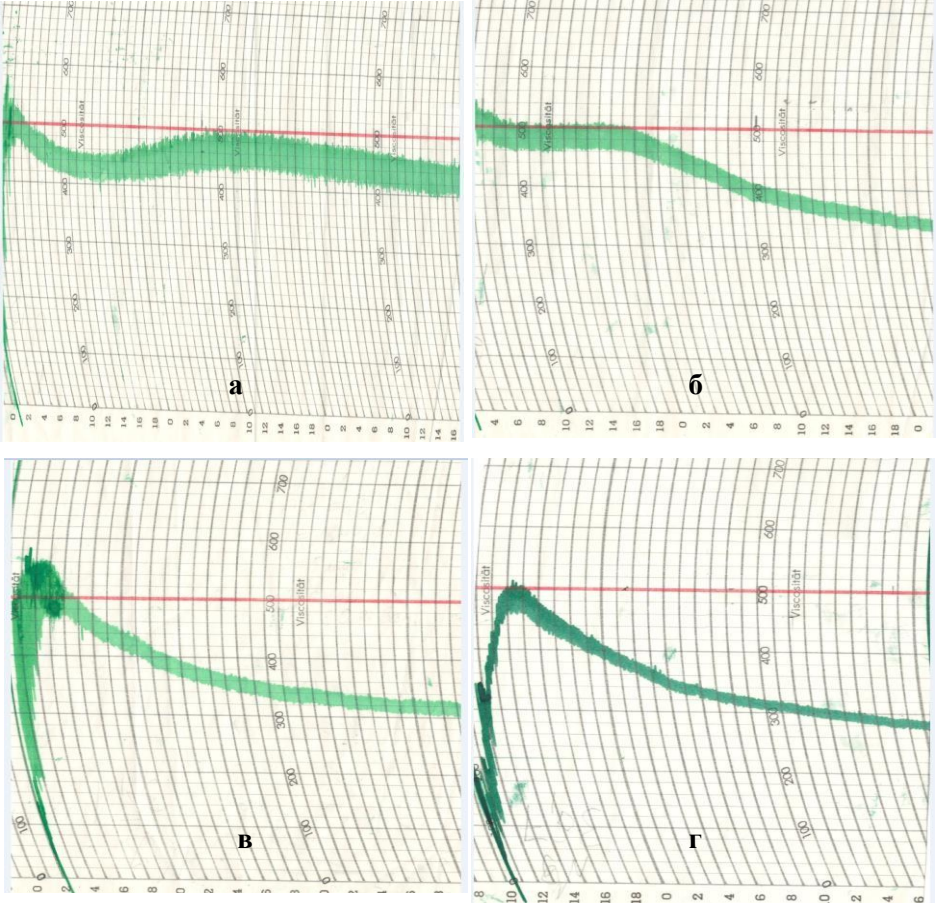
**Додаток В**  
**Фаринограми зразків тіста з додаванням горіхових шротів**



**Рис. В1** Фаринограма зразку тіста без добавок (контроль)



**Рис. В2.** Фаринограми зразків тіста з додаванням ШКГ:  
а) 5%; б) 10%; в) 15 %; г) 20%



**Рис. В3.** Фаринограми зразків тіста з додаванням ШВГ:  
 а) 5%; б) 10%; в) 15 %; г) 20%



Наукове видання

ШИДАКОВА-КАМЕНЮКА Олена Гайдарівна  
НОВІК Ганна Вікторівна  
БОЛХОВІТІНА Олена Іванівна

**ТЕХНОЛОГІЯ ЗДОБНОГО ПЕЧИВА  
З ВИКОРИСТАННЯМ РІДКИХ ОЛІЙ  
ТА ГОРІХОВИХ ШРОТІВ**

Монографія

План 2023 р., поз. /

Підп. до друку . 2023 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.

Ум. друк. арк. 6,5. Тираж 300 прим.

Видавець і виготівник

Державний біотехнологічний університет,  
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002.