

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ КРЕКЕРІВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ ПІДВИЩЕНОЇ ХАРЧОВОЇ ЦІННОСТІ

**Шелудько Вікторія Миколаївна**

кандидат технічних наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0002-5436-5035

viktoriiia.sheludko@pdaa.edu.ua

**Шостя Анатолій Михайлович**

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0002-1475-2364

anatoliy.shostya@pdaa.edu.ua

**Усенко Світлана Олексіївна**

доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0001-9263-5625

svetlana.usenko@pdaa.edu.ua

**Кузьменко Лариса Михайлівна**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0002-1776-0714

larysa.kuzmenko@pdaa.edu.ua

**Шафєрівський Богдан Сергійович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

ORCID: 0000-0001-5742-5016

shafrivskyy.bohdan@pdaa.edu.ua

Зі зростанням обізнаності людей щодо здоров'я і покращенням загального рівня життя питання можливості використання рослинної сировини підвищеної харчової цінності в технології крекерів є своєчасним і актуальним. У статті обґрунтовано використання рослинної сировини в технології борошняних кондитерських виробів. Метою роботи є дослідження можливості використання знежиреного борошна насіння чіа і куркуми меленої в технології крекерів на дріжджовому тісті, вивчення впливу зазначених добавок на показники якості напівфабрикатів і готових виробів. Для вивчення фізико-хімічних і органолептичних показників якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів використовуються стандартні методи. У статті наведений літературний огляд по темі дослідження. Показані напрями збагачення виробів із дріжджового тіста. Обґрунтовано використання насіння чіа і продуктів його переробки в технології хлібобулочних, кондитерських і кулінарних виробів. Висвітлені питання використання куркуми меленої з урахуванням її протизапальних, антибактеріальних, антиоксидантних властивостей. Запропоновано модельну систему, згідно з якою проведені дослідження. Описано технологію крекерів з застосуванням сумішей добавок в різних співвідношеннях. Досліджено показники якості вхідної сировини. Встановлено, що вологість зразків тіста з використанням максимальної кількості суміші борошна знежиреного з насіння чіа і куркуми зменшується 3,4%. Вологість готових виробів з мінімальною кількістю добавок зменшилась на 0,2% і при подальшому збільшенні кількості борошна з насіння чіа і куркуми спостерігалось зменшення вологості готових зразків на 0,6%. Встановлено, що зразок з найбільшим вмістом борошна з насіння чіа в суміші, а саме – 29% відрізнявся темнішим кольором, деформованою формою, на розломі мав нерівномірну пористість і сліди закалу, зі стороннім присмаком і ароматом. Внесення добавок, які містять підвищену кількість харчових волокон і білка призводить до зниження намочуваності крекерів на 29%. Отримані результати показали, що зразок, який містить по рецептурі 80% борошна пшеничного, 19% борошна знежиреного з насіння чіа, 1% куркуми має найкращі показники якості: поверхню без тріщин і надломів, з невідшарованими пухирцями в структурі, жовто-коричневий колір з приємним ароматом і смаком, притаманним для крекеру. Подальшим напрямком досліджень є обґрунтування можливості використання місцевої рослинної сировини підвищеної харчової цінності задля розширення асортименту борошняних кондитерських виробів покращеної якості.

**Ключові слова:** борошняні кондитерські вироби, крекери, борошно знежирене з насіння чіа, куркума мелена.

DOI <https://doi.org/10.32782/msnau.2024.2.16>

**Вступ.** Збалансоване харчування сприяє загальному благополуччю суспільства та індивідуальному здоров'ю кожного. Крекер є наймасовішим продуктом виробництва у хлібопекарній промисловості і його можуть вживати люди будь-якого віку. Рецептúra крекерів зазвичай включає в себе пшеничне борошно, сіль, цукор, жир та різноманітні додаткові компоненти. Вважається, що така композиція характеризується високим вмістом вуглеводів з підвищеним глікемічним індексом і має обмежену поживну цінність. Зі зростанням обізнаності людей щодо питань здоров'я і покращенням загального рівня життя питання поживної цінності крекерів є своєчасним і актуальним. Внаслідок цього збільшився інтерес виробників до розробки технології крекерів підвищеної харчової цінності. Існує декілька напрямів щодо удосконалення технології крекерів: використання сировини рослинного і тваринного походження. Відомо, що трави та спеції багаті біоактивними сполуками. Так, вченими (Sharma, S. et al., 2024) встановлено, що внесення м'яти, зеленого і червоного чилі, кмину до рецептури крекерів збільшує вміст білка на 5,30%, клітковини – 1,97%. З метою збільшення кількості білка в борошняних виробках вченими досліджена можливість використання знежиреного борошна з насіння бавовни. Відмічено покращення структурно-механічних властивостей тістових заготівок і готових виробів (Wang, N. et al., 2024). Встановлено, що печиво, яке містить 50% борошна пророщеного люпину на заміну пшеничного борошна, має найкращі органолептичні показники якості (Obeidat, B. et al., 2013). Вченими (Meriles, S.P. et al., 2021) досліджено вплив термічно оброблених зародків пшениці на властивості тіста та якість крекеру. Були оцінені різні рівні заміни пшеничного борошна (10%, 20% і 30%). Визначено, що найкращими показниками якості відрізнялись зразки, які містили 20% і 30% добавки відповідно. Знежирена кунжутна макуха є побічним продуктом харчової промисловості і найчастіше використовується на корм тваринам, разом з тим макуха є джерелом білка. Вченими обґрунтована можливість використання знежиреної кунжутної макухи в технології печива. Встановлено, що внесення 50% добавки покращує поживні та функціональні характеристики печива, а також є безпечним для споживання (Prakash, K. et al., 2018).

Багато дослідників вивчали використання порошоків шкірки фруктів у рецептурах крекерів для підвищення харчової цінності, забезпечення економічної ефективності. Так, науковцями (Mala, T. et al., 2024) визначена раціональна кількість порошку зі шкірки ананасу з метою створення крекеру з функціональними властивостями. Встановлено, що внесення 10% добавки є найбільш прийнятним. У дослідженні (Urganci, U. et al., 2021) були визначені деякі хімічні, фізичні та органолептичні властивості печива, приготованого з різними співвідношеннями заміни борошна пшеничного на порошок із гранатової шкірки у кількості 6%, 12% і 18%. Рекомендовано вносити добавку у кількості не більше 12% задля збереження найкращих показників якості готових виробів. Вченими (Mahmoud, K.F. et al., 2023) досліджена можливість використання кукурудзяного борошна,

ліофілізованої бананової шкірки, ліофілізованої бананової м'якоті в технології крекерів. Доведено, що зразки крекерів, які містять 50% кукурудзяного борошна, 25% ліофілізованої бананової м'якоті та 25% ліофілізованої бананової шкірки, відрізнялись підвищеною кількістю харчових волокон. Найкращими органолептичними показниками відрізнявся зразок, який містив 80% кукурудзяного борошна і 20% ліофілізованої бананової м'якоті.

Вченими із Португалії досліджено вплив внесення біомаси мікродоростей на поживні властивості безглютенових злакових крекерів, які були виготовлені із застосуванням 3D-технології. Встановлено, що внесення 5% водоростей є найбільш прийнятним (Letras, P. et al., 2022). Кактусовий слиз і борошно із модифікованого листа кактуса є перспективною сировиною для створення рецептур безглютенових крекерів. Так, вченими встановлено, що зразки крекерів з використанням 2% кактусового слизу і 5% борошна із модифікованого листа кактуса на заміну рецептурної кількості камеді, мають найкращі показники якості (Dick, M. et al., 2020). Науковцями обґрунтовано рецептуру безглютенових крекерів на основі борошна з коричневого рису та яблучних вичавок. Суміші борошна з вичавками готували шляхом додавання 3%, 6% і 9% яблучних вичавок у борошно з коричневого рису. Встановлено, що дослідні зразки крекерів на основі борошна з коричневого рису з додаванням 9% яблучних вичавок мають оптимальні показники якості (Mir, S.A. et al., 2017). Обґрунтовано додавання лимонного базиліку в натуральному і сушеному вигляді, а також борошна з кедрового насіння з метою покращення харчової цінності крекерів. Встановлено, що внесення 2,5% листа базиліку свіжого та 1,0% порошку з листа базиліку, 20% кедрового борошна на заміну пшеничному борошну дає змогу отримати вироби з найкращими показниками якості (UJong, A.E. et al., 2023). Вітчизняними вченими досліджено вплив кількості амарантового борошна від 10% до 50% та гуміарабіку на структурно-механічні властивості тіста при створенні технології крекерів підвищеної біологічної цінності. Доведено, що для розширення асортименту крекерів з додаванням амарантового борошна прийнятним буде додатково вносити структуроутворювач гуміарабік у кількості від 0,5 до 4,0% до маси борошна (Dzyhar, O.O. et al., 2019).

Для підвищення харчової цінності крекерів використовують також сировину тваринного походження. Досліджена можливість внесення суміші сухого концентрату білка молочної сироватки і порошку зі смородини у кількості 5–15% від маси борошна. Визначено органолептичні і фізико-хімічні показники якості дослідних зразків печива (Wu, G. et al., 2024). Були досліджені хімічні, фізичні, реологічні та органолептичні властивості печива, збагаченого порошком гідролізату протеїну креветок у кількості 0%-7,5% від маси борошна. Встановлено, що печиво, яке містить 5% добавки має найвищу харчову цінність і покращені органолептичні властивості (Sinthusamran, S., 2019). Цільнозерновий крекер, збагачений порошком біокальцію з кісток тунця, був розроблений як корисна для здоров'я їжа, багата кальцієм.

Вченими досліджено зміну основних показників якості крекери у разі збільшення кількості порошку до 50%. Встановлено оптимальну кількість добавки – 30% (Benjakul, S. et al., 2018). Науковцями доведена можливість використання порошку із цвіркунів у кількості 10% – 30% в рецептурі рисових крекерів. Органолептичний аналіз показав доцільним використання добавки у кількості 20% (Suga, N. et al., 2023).

На сьогоднішній день одним із найбільш популярних дієтичних продуктів вважаються насіння чіа, оскільки воно відзначається значним вмістом кальцію, калію та заліза. Крім того, добавка багата Омега-3 ненасиченими жирними кислотами, антиоксидантами, білками та клітковиною. Для розроблення рецептури готових виробів підвищеної біологічної цінності вченими запропоновано додавати насіння «Чіа» у кількості 30% (Barkholenko, I.O. et al., 2019). Згідно з результатами проведених експериментальних досліджень, для зменшення вмісту жиру у кексах рекомендується замінити 25% жирового складника в їх рецептурі гелем з насіння чіа (Shydakova-Kamenuka, O. et al., 2021). Вченими (Borges, V.C. et al., 2021) розраховано рецептури безглютенового хліба з додаванням насіння чіа, або борошна чіа у кількості 2, 4, 6, 8 і 10% від маси рисового борошна. Внесення добавки позитивно вплинуло на питомий об'єм хліба. Зменшилась пористість м'якушки хліба. За органолептичними показниками найближчими до контрольного зразка виявились зразки хліба що містять 4% борошна чіа і 6% насіння чіа. Вчені (Jagelaviciute, J. et al., 2021) встановили, що застосування нетрадиційної закваски, виготовленої з насіння борошна, такого як коноплі, чіа та кіноа, для приготування безглютенового хліба покращує органолептичні та структурні характеристики безглютенового кукурудзяного/рисового хліба. Досліджено вплив борошна з насіння чіа на показники якості хліба з додаванням пшеничних висівок. Доведено, що додавання 13% висівок пшеничних і 5% борошна з насіння чіа покращило технологічний процес виготовлення хліба, збільшилась газотримуюча здатність тіста, що в свою чергу привело до збільшення об'єму тістових заготівок (Verdú, S. et al., 2017). У дослідженні (Fernandes, S.S. et al., 2017) хліб і шоколадні тістечка готували з різним вмістом слизу з чіа, висушеного при 50 °C або ліофілізованого, що дало змогу отримати більш здорові продукти. Результати показали, що хліб і шоколадні тістечка, виготовлені з використанням слизу чіа, можуть замінити до 50% жиру без шкоди для технологічних і фізичних характеристик. З метою покращення антиоксидантної якості печива вченими (Mas, A.L. et al., 2020) використано знежирене борошна чіа у кількості 5%, 10%, 20% від маси пшеничного борошна. В результаті рекомендовано додавати до 10% знежиреного борошна чіа до рецептури печива для покращення його антиоксидантної властивості і збереження кольору зразків, наближених до контролю. Вченими (Moreira, M.R. et al., 2023) розроблено веганський брауні з клітковиною та біологічно активними сполуками, сенсорно сприйнятими споживачами з використанням фенольних сполук, отриманих із знежиреного борошна чіа і слизу чіа. Встановлено, що брауні, який

містить 4% ліофілізованого екстракту, отриманого із знежиреного борошна чіа відрізнявся найкращими органолептичними показниками якості.

Куркума (*Curcuma longa*), відома також як індійський імбир, є спецією з характерним гірким смаком і жовтувато-помаранчевим забарвленням. Сушений та подрібнений в порошок корінь куркуми широко застосовується в азійській кухні, особливо в Індії. В аюрведичній медицині куркума використовується для підтримки здоров'я як протизапальний і антибактеріальний засіб, антиоксидант, потужний засіб очищення крові і організму від шлаків і токсинів (Iweala, E.J. et al., 2023). Досліджено фізико-хімічні, окислювальні та сенсорні характеристики смаженої рисової закуски юква з різною кількістю порошку куркуми. Встановлено, що найкращими органолептичними показниками відрізнявся зразок, який містив 5% порошку куркуми (Lim, S. et al., 2016). Порошок куркуми (*Curcuma longa* L.) використовувався для заміни 2%, 4%, 6% і 8% пшеничного борошна для приготування пшеничного хліба з куркумою. Активність води, питомий об'єм зменшилися з додаванням порошку куркуми. Встановлено, що 4% куркуми в рецептурі хліба є найбільш прийнятною (Lim, H.S. et al., 2011). Було визначено вплив додавання порошку куркуми до оливкової олії першого віджиму сорту *Ottobratica* за допомогою процесу малаксації або інфузії для отримання ароматизованої оливкової олії першого віджиму. Дані продемонстрували, що збагачення олії куркумою не завжди призводить до покращення її внутрішніх функціональних характеристик, незважаючи на те, що покращуються органолептичні характеристики продукту (Custureri, I.M. et al., 2024). Комбуча – це ферментований чайний напій. У дослідженні використовувалася яванська куркума в концентрації 0,4% як середовище для бродіння чайного гриба та оцінювалась її імуномодельюча активність у порівнянні з неферментованим напоєм з яванської куркуми. Встановлено, що комбуча з яванською куркумою має кращу імуномодельючу дію порівняно з неферментованою яванською куркумою (Zubaidah, E. et al., 2023).

Регулярне вживання високовуглеводних продуктів та малорухливий спосіб життя можуть сприяти набору зайвої ваги, виникненню серцевих захворювань та прискореному процесу старіння. Отже, в контексті зазначених тенденцій виникає необхідність розробки нових продуктів харчування, які б мали знижену калорійність, але при цьому забезпечували б достатню кількість корисних складових для оптимального функціонування організму. Тому обґрунтування технології крекерів з використанням рослинної сировини є актуальною задачею.

**Матеріали і методи дослідження.** Наукові дослідження, спрямовані на створення нових технологій та вдосконалення існуючих для виробництва крекерів, є актуальними для багатьох вітчизняних і зарубіжних учених: Дорохович А.М., Дорохович В.В., Оболкіна В.І., Шідакова-Каменюка О.Г., Sharma Simran, Wang Naifu, Silvina Patricia Meriles, Mala Thatchajaree. Аналіз останніх досліджень та публікацій щодо удосконалення технології борошняних кондитерських виробів показав перспективність розширення асортименту крекерів за

рахунок використання сировини підвищеної харчової цінності. В літературі відсутні дані щодо використання суміші борошна з насіння чіа і куркуми меленої в технології крекерів. Тому дослідження є актуальними.

Метою даної статті є обґрунтування технології крекеру з використанням знежиреного борошна насіння чіа і куркуми меленої, визначення оптимальної кількості добавок і їх співвідношення, аналіз органолептичних, фізико-хімічних показників якості готових виробів. Об'єктом дослідження є технологія крекерів із знежиреним борошном насіння чіа і куркумою меленою. Предметом дослідження є крекери на дріжджовому тісті, борошно знежирене з насіння чіа (БЗНЧ), борошно пшеничне (БП), куркума мелена (КМ). Дослідження проводили на базі лабораторії кафедри харчових технологій. Відбір проб та приготування проб здійснювалось згідно з ДСТУ 4619. Оцінка органолептичних показників (форма, поверхня, колір, вигляд у розломі, смак, запах) проводилась згідно з ДСТУ 4683. Фізико-хімічні показники якості сировини і готових виробів визначали за стандартними методиками: зольність – ДСТУ ГОСТ 27494:2019; металічні домішки – ГОСТ 20239-74; масова частка вологи – ДСТУ 4910; кислотність – ДСТУ 5024; намочуваність – ДСТУ 5023.

**Результати досліджень.** Приготування крекерів на дріжджовому тісті вимагає послідовного дотримання основних технологічних операцій: приймання, зберігання

і підготовка сировини, дозування, заміс тіста, вилежування тіста, прокачування тіста, формування тістових заготовок, випікання, охолодження, зберігання. Замішування тіста проводилось за допомогою вертикального занурювального міксера. Формування тістових заготовок відбувалось вручну нарізанням на квадрати розміром: 4x4 см. Вироби випікались при температурі 250 °С, 3–5 хв. Визначення фізико-хімічних показників основної вхідної сировини є першим етапом дослідження. Результати представлені в табл. 1.

Добавки, а саме борошно знежирене з насіння чіа і куркуму мелену, вносили згідно запропонованої корисної моделі (табл. 2). Контрольний зразок крекеру готували виключно на борошні пшеничному.

Для приготування крекерів тісто із добавками готували безопарним способом, який передбачає змішування усіх інгредієнтів рецептури одночасно. Борошно знежирене з насіння чіа і куркуму вносили на етапі додавання борошна пшеничного. Формували тістові заготовки вручну нарізанням на квадрати розміром: 4x4 см. Вироби випікались при температурі 250 °С, 3-5 хв. Температура і тривалість випікання залишились незмінними. Результати дослідження фізико-хімічних показників якості тіста і готових виробів наведено у табл. 3.

В результаті проведених досліджень встановлено, що вологість зразків тіста з використанням суміші борошна

Таблиця 1

**Фізико-хімічні показники (n = 3, p ≤ 0,05)**

Показники	БП	БЗНЧ	КМ
Вміст сухих речовин, %	85,0	92,0	95,0
Титрована кислотність, град (г/дм <sup>3</sup> )	1,80	2,1	-
Зольність, %	0,50	1,60	2,25
Масова частка металодомішок, %	Відсутні	Відсутні	Відсутні
Сторонні домішки, %	Відсутні	Відсутні	Відсутні

Таблиця 2

**Характеристика модельної системи**

Найменування сировини	Зразки					
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6
Борошно пшеничне (БП), %	100,0	90,0	85,0	80,0	75,0	70,0
Борошно знежирене з насіння чіа (БЗНЧ), %	-	9,0	14,0	19,0	24,0	29,0
Куркума мелена (КМ), %	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблиця 3

**Фізико-хімічні показники якості (n = 3, p ≤ 0,05)**

Показники	Зразок № 1	Зразки з добавками				
		№2	№3	№4	№5	№6
Тісто						
Масова частка вологи, %	22,00	21,70	21,40	20,00	19,10	18,60
Готові вироби						
Масова частка вологи, %	5,00	4,80	4,80	4,60	4,50	4,40
Кислотність, град	1,10	1,70	1,75	2,10	2,40	2,45
Намочуваність, %	170,0	165,0	165,0	150,0	146,0	141,0



знежиреного з насіння чіа і куркуми зменшується. Так, вологість зразка тіста з добавками № 2 зменшилась на 0,3%, а вологість тіста № 6 з максимальною кількістю добавок зменшилась на 3,4% порівняно зі значенням контрольного зразка. Заміна пшеничного борошна на суміш вищезазначених добавок також впливає на вологість готових виробів. Так, вологість зразка з мінімальною кількістю добавок зменшилась на 0,2% і при подальшому збільшенні кількості борошна з насіння чіа і куркуми спостерігалось зменшення вологості готових зразків. Так, вологість зразка з максимальною кількістю добавок складає 4,4% що на 0,6% менше порівняно із значенням контрольного зразка. Встановлено, що кислотність дослідних зразків виробів збільшується зі збільшенням кількості добавок по рецептурі. Так, кислотність зразка № 6 складає 2,45 град, що майже вдвічі більше порівняно із контрольним зразком. Намочуваність крекеру без добавок складає 170,0%. Внесення добавок, які містять підвищену кількість харчових волокон і білка призводить до зниження намочуваності крекерів на 29%. Органолептична порівняльна характеристика дослідних зразків крекерів представлена на рис. 1.

В результаті проведеного органолептичного аналізу встановлено, що борошно знежирене з насіння чіа і куркума змінюють смакоароматичний профіль виробів. Так, зразок з найбільшим вмістом БЗНЧ в суміші, а саме – 29% відрізнявся темнішим кольором, деформованою формою, на розломі мав нерівномірну пористість і сліди закалу, зі стороннім присмаком і ароматом.

Зразку з добавками у співвідношенні 80%:19%:1% БП:БЗНЧ:КМ притаманні найкращі органолептичні показники якості: поверхня без тріщин і надломів, з невідшарованими пухирцями в структурі, жовто-коричневий колір з приємним ароматом і смаком, притаманний крекеру.

**Обговорення.** В роботі розглянуто вплив знежиреного борошна з насіння кіноа і куркуми меленої на показники якості крекерів, приготовлених на дріжджовому тісті. Результати визначення намочуваності зразків показали, що кількість борошна чіа і куркуми меленої впливає на даний показник і збільшення зазначених добавок по рецептурі призводить до зменшення намочуваності готових виробів, що корелює з даними науковців (Lim, H.S. et al., 2011; Lim, S. et al., 2016; Borges, V.C. et al., 2021),

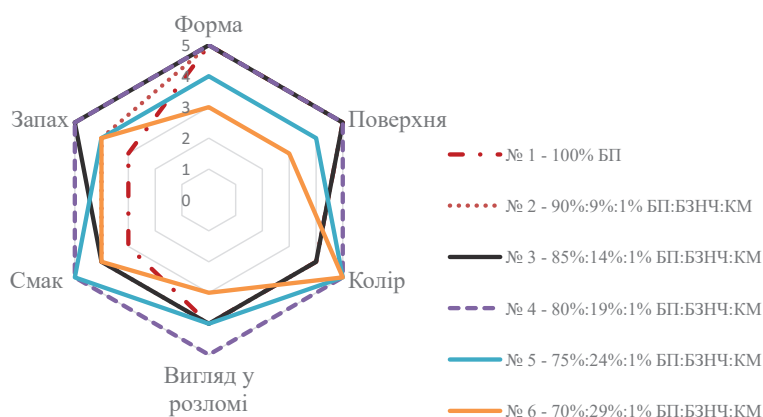


Рис 1. Профілограма органолептичних характеристик контрольного зразка і зразків з добавками

які довели, що відсоток внесених добавок призводить до зменшення пористості виробів, ущільнення м'якушки і збільшення твердості зразків. Результати органолептичного аналізу показали, що зразок з найбільшим вмістом борошна знежиреного з насіння чіа в суміші, а саме – 29% відрізнявся темнішим кольором, деформованою формою, на розломі мав нерівномірну пористість і сліди закалу, що узгоджується з даними науковців (Mas, A.L. et al., 2020; Moreira, M.R. et al., 2023), які зауважили, що внесення борошна чіа призводить до зміни кольору готових виробів.

**Висновки.** Обґрунтовано технологію крекерів з використанням рослинної сировини підвищеної

харчової цінності. Проведено аналіз літературних джерел по темі дослідження. Експериментально доведена можливість використання борошна знежиреного з насіння чіа і куркуми меленої в рецептурі крекерів на дріжджовому тісті. Встановлено оптимальне співвідношення добавок. Зразок № 4, який містить добавки у кількості 80%:19%:1% БП:БЗНЧ:КМ має найкращі органолептичні і фізико-хімічні показники якості. Перспективним напрямком подальших досліджень є обґрунтування можливості використання місцевої рослинної сировини підвищеної харчової цінності задля розширення асортименту борошняних кондитерських виробів покращеної якості.

#### Бібліографічні посилання:

1. Barkholenko, I.O., Bondar, D.O., Sharan, L.O. (2019). Dotsilnist vykorystannia boroshnianskykh kondyterskykh vyrobiv pidvyshchenoi biolohichnoi tsinnosti u zakladakh kharchuvannia pry hoteliakh [The expediency of using flour confectionery products of increased biological value in catering establishments at hotels] *Molodyi vchenyi – Young scientist*, 1 (65), 176-178. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2019-1-65-39>. [in Ukrainian].

2. Benjakul, S., Karnjanapratum, S. (2018). Characteristics and nutritional value of whole wheat cracker fortified with tuna bone bio-calcium powder. *Food Chemistry*, 259, 181-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.124>.
3. Borges, V.C., Fernandes, S.S., Zavareze, E.R., Haros, C.M., Hernandez, C.P., Guerra Dias, A.R., Salas-Mellado, M. (2021) Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispànica* L). *Food Bioscience*, 43, 101294. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101294>.
4. Custureri, I.M., Sicari, V., Giuffrè, A.M., Tundis, R., Soria, A. C., Loizzo, M.R. (2024) Turmeric-flavoured olive oil: A promising path to natural antioxidant benefits. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101111, <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101111>.
5. Dick, M., Limberger, C., Thys, R., Rios, A., Flôres, S. (2020). Mucilage and cladode flour from cactus (*Opuntia monacantha*) as alternative ingredients in gluten-free crackers. *Food Chemistry*, 314, 126178. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126178>
6. Dzyhar, O.O., Obolkina, V.I. (2019). Doslidzhennia vplyvu amarantovoho boroshna ta humiarabiku na strukturno-mekhanichni vlastyvoli tista pry stvorenni tekhnolohii krekeriv pidvyshchenoi biolohichnoi tsinnosti [Study of the influence of amaranth flour and gum arabic on the structural and mechanical properties of the dough when creating the technology of crackers of increased biological value]. *Resurso- ta enerhooshchadni tekhnolohii vyrobnytstva i pakuvannia kharchovoi produktsii – osnovni zasady yii konkurentozdatnosti – Resource- and energy-saving technologies of production and packaging of food products are the main principles of its competitiveness* (Kyiv, September, 12th, 2019) (pp. 20-21). Kyiv Retrieved from <http://surl.li/svgej> [in Ukrainian].
7. Fernandes, S.S., Salas-Mellado, M.M., (2017) Addition of chia seed mucilage for reduction of fat content in bread and cakes. *Food Chemistry*, 227, 237-244. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.075>.
8. Iweala, E.J., Uche, M.E., Dike Dike, E., Etumnu, L. R., Dokunmu, T.M., Oluwapelumi, A.E. ... Eziuche Amadike Ugbogu (2023). *Curcuma longa* (Turmeric): Ethnomedicinal uses, phytochemistry, pharmacological activities and toxicity profiles – a review. *Pharmacological Research – Modern Chinese Medicine*, 6, 100222. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100222>.
9. Jagelaviciute, J., Cizeikiene, D. (2021) The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. *LWT*, 137, 110457, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110457>.
10. Letras, P., Oliveira, S., Varela, J., Nunes, M., Raymundo, A. (2022). 3D printed gluten-free cereal snack with incorporation of *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) and/or *Chlorella vulgaris*. *Algal Research*, 68, 102863. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102863>.
11. Lim, H.S., Park, S.H., Ghafoor, K., Hwang, S.Y., Park, J. (2011) Quality and antioxidant properties of bread containing turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated in South Korea. *Food Chemistry*, 124, 4, 1577-1582, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.016>.
12. Lim, S., Han, J. (2016) Improvement in antioxidant functionality and shelf life of yukwa (fried rice snack) by turmeric (*Curcuma longa* L.) powder addition. *Food Chemistry*, 199, 590-596. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.12.046>.
13. Mahmoud, K.F., Shedeed, N.A., Hussein, A. (2023). Production and quality evaluation of corn crackers fortified with freeze-dried banana peel and pulp. *Food and Humanity*, 1, 1680-1690. <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2023.11.019>.
14. Mala, T., Piayura, S., Itthivadhanapong, P. (2024). Characterization of dried pineapple (*Ananas comosus* L.) peel powder and its application as a novel functional food ingredient in cracker product. *Future Foods*, 9, 100322. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100322>.
15. Mas, A.L., Brigante, F.I., Salvucci, E., Pigni, N.B., Martinez, M. L., Pablo Ribotta, P., Wunderlin, D.A., Baroni, M.V. (2020) Defatted chia flour as functional ingredient in sweet cookies. How do Processing, simulated gastrointestinal digestion and colonic fermentation affect its antioxidant properties? *Food Chemistry*, 316, 126279. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126279>.
16. Meriles, S.P., Penci, M.C., Steffolani, M.E. and Ribotta, P.D. (2021). Effect of heat-treated wheat germ on dough properties and crackers quality. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 56: 1837-1843. <https://doi.org/10.1111/ijfs.14810>
17. Mir, S.A., Bosco, S. J., Shah, M. A., Santhalakshmy, S., Mir, M.M. (2017). Effect of apple pomace on quality characteristics of brown rice based cracker. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16, 1, 25-32. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.01.001>
18. Moreira, M.R., Sanches, V.L., Strieder, M.M., Rostagno, M.A., Capitani, C.D. (2023) Vegan brownie enriched with phenolic compounds obtained from a chia (*Salvia hispànica* L.) coproduct: Nutritional, technological, and functional characteristics and sensory acceptance. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 34, 100835. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100835>.
19. Obeidat, B., Abdul-Hussain, S. and AL Omari, D. (2013). Effect of addition of germinated lupin flour on the physicochemical and organoleptic properties of cookies. *Journal of Food Processing and Preservation*, 37, 637-643. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2012.00688.x>.
20. Prakash, K, Naik, S., Vadivel, D., Hariprasad, P., Gandhi, D., Saravanadevi, S. (2018). Utilization of defatted sesame cake in enhancing the nutritional and functional characteristics of biscuits. *J Food Process Preserv*, 42:e13751. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13751>.
21. Sharma, S., Sharma, R., Chakkaravarthi, S., Mani, S., Kumar, A., Mishra, S., Sasikumar, R., Jaiswal, A. (2024). Effect of frying on physicochemical and nutritional qualities of herbs and spices incorporated rice cracker. *Food Chemistry Advances*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100690>.
22. Shydakova-Kamenuka, O., Bolkhovitina, O., Nikolaienko, D. (2021). Vykorystannia heliu nasinnia chia v tekhnolohii keksiv zi znyzhenym vmistom zhyru. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [The use of chia seed gel in low-fat muffin technology. Progressive equipment and technologies of food production,

restaurant industry and trade] *Zb. nauk. pr. KhDUKhT*, 1(33), (pp. 223—234). Kharkiv Retrieved from <https://repo.btu.kharkov.ua/handle/123456789/3329> .

23. Sinthusamran, S., Benjakul, S., Kijroongrojana, K. et al. (2019). Chemical, physical, rheological and sensory properties of biscuit fortified with protein hydrolysate from cephalothorax of Pacific white shrimp. *J Food Sci Technol*, 56, 1145–1154. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03575-2>.

24. Suga, N., Tsumura, E., Naito, Y., Hamaguchi, I., Matsuda, S., Kawabata, K., Sakamoto, K. (2023). Thermal stability of cricket powder and its effects on antioxidant activity, physical, and sensory properties of rice crackers, *LWT*, 186, 115267. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115267> .

25. Ujong, A.E., Emelike, N.J., Woka, F.I., JNR, F.O., (2023). Formulation of fiber enriched crackers biscuit: Effect on nutritional composition, physical and sensory properties. *Heliyon*, 9 (5), e15941. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15941>.

26. Urgancı, U., & Isık, F. (2021). Quality Characteristics of Biscuits Fortified with Pomegranate Peel. *Akademik Gıda*, 19(1), 10-20. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.927462>.

27. Verdú, S., Barat, J.M., Grau, R., (2017) Improving bread-making processing phases of fibre-rich formulas using chia (*Salvia hispanica*) seed flour. *LWT*, 84, 419-425. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.06.007>.

28. Wang, N., Hou, G., Zhou, Y. (2024). Effects of cottonseed flour and enzyme addition on the wheat flour dough characteristics and snack cracker quality. *LWT*, 191. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115671>

29. Wu, G., Hui, X., Stipkovits, L., Rachman, A., Tu, J., Brennan, M.A., Brennan, C.S. (2021). Whey protein-blackcurrant concentrate particles obtained by spray-drying and freeze-drying for delivering structural and health benefits of cookies. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 68, 102606. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102606>.

30. Zubaidah, E., Dea, E.C., Rahayu, A.P., Fibrianto, K., Saparianti, E., Sujuti, H., Godelive, L. ... Tewfik, I. (2023) Enhancing immunomodulatory properties of Javanese turmeric (*Curcuma xanthorrhiza*) kombucha against diethylnitrosamine in male Balb/c mice. *Process Biochemistry*, 133, 303-308, <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2023.09.012>.

**Sheludko V. M.**, PhD, Associate Professor, *Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

**Shostia A. M.**, Doctor of Agricultural Sciences, senior researcher, *Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

**Usenko S. O.**, Doctor of Agricultural Sciences, senior researcher, *Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

**Kuzmenko L. M.**, PhD, Associate Professor, *Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

**Shaferivskiy B. S.**, PhD, Associate Professor, *Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine*

#### **Substantiation of cracker technology using vegetable raw materials of high nutritional value**

*With the growth of people's health awareness and the improvement of the general standard of living, the question of the possibility of using plant raw materials of increased nutritional value in the technology of crackers is timely and relevant. The article substantiates the use of plant raw materials in the technology of flour confectionery products. The purpose of the work is to study the possibility of using defatted flour of chia seeds and ground turmeric in the technology of crackers on yeast dough, to study the influence of these additives on the quality indicators of semi-finished products and finished products. Standard methods are used to study the physico-chemical and organoleptic quality indicators of raw materials, semi-finished products, and finished products. The article provides a literature review on the research topic. Directions for enrichment of yeast dough products are shown. The use of chia seeds and its processing products in the technology of bakery, confectionery and culinary products is justified. Issues of using ground turmeric are highlighted, considering its anti-inflammatory, antibacterial, antioxidant properties. The study was carried out according to the proposed model system. The technology of crackers using mixtures of additives in different ratios is described. The indicators of the quality of the input raw materials were studied. It was established that the moisture content of dough samples using the maximum amount of a mixture of flour defatted from chia seeds and turmeric decreases by 3,4%. The moisture content of the finished products with the minimum additives decreased by 0,2%, and with a further increase in the amount of flour from chia seeds and turmeric, a decrease in the moisture content of the finished samples by 0,6% was observed. It was established that the sample with the highest content of chia seed flour in the mixture, namely – 29%, was distinguished by a darker color, a deformed shape, uneven porosity, and traces of tempering on the fracture, with an extraneous taste and aroma. The introduction of additives that contain an increased amount of dietary fiber and protein leads to a decrease in the wetness of crackers by 29%. The obtained results showed that the sample containing according to the recipe 80% wheat flour, 19% defatted flour from chia seeds, 1% turmeric has the best quality indicators: a surface without cracks and fractures, with non-exfoliated bubbles in the structure, yellow-brown color with a pleasant aroma and taste characteristic of a cracker. A further direction of research is the substantiation of the possibility of using local plant raw materials of increased nutritional value to expand the assortment of flour confectionery products of improved quality.*

**Key words:** *wheat flour, flour confectionery, crackers, flour defatted chia seeds, ground turmeric.*