

**Тетяна Геннадіївна Філінська¹, Карина Володимирівна Приходько²,
Антоніна Олександрівна Філінська³, Олег Вікторович Черваков⁴**

¹кандидат технічних наук, доцент кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції
Український державний університет науки і технологій навчально-науковий інститут
«Український державний хіміко-технологічний університет» (Дніпро, Україна)

E-mail: f111nskaya@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-7921-1989>

²магістрант кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції
Український державний університет науки і технологій ННІ
«Український державний хіміко-технологічний університет» (Дніпро, Україна)

E-mail: karinaprihodko54@gmail.com

³старший викладач кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції
Український державний університет науки і технологій ННІ
«Український державний хіміко-технологічний університет» (Дніпро, Україна)

E-mail: antoniyafilin@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-6975-6186>

⁴доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій природних і синтетичних полімерів,
жирів та харчової продукції

Український державний університет науки і технологій ННІ

«Український державний хіміко-технологічний університет» (Дніпро, Україна)

E-mail: ochervakov@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1631-3592>

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ ЖОЛУДЕВОГО БОРОШНА НА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ КЕКСІВ

Борошняні кондитерські вироби, які мають сталий попит у споживачів, не завжди відповідають вимогам нутриціології. Розширення їх асортименту здійснюється за рахунок введення до рецептур інноваційних інгредієнтів, у тому числі отримуваних з нетрадиційної сировини. Одним з широко використовуваних технологічних прийомів при виготовленні борошняних кондитерських виробів підвищеної харчової цінності є повна або часткова заміна пшеничного борошна на безглютенове, що потребує дослідження впливу кількості останнього на властивості кінцевого продукту. При заміні пшеничного борошна на жолудеве має місце прогнозоване зменшення клейковини з 28% (для пшеничного борошна) до 14% (для суміші пшеничного й жолудевого борошна у співвідношенні 1:1). В статті наведені результати дослідження органолептичних характеристик (зовнішнього вигляду, кольору, запаху, смаку, вигляду на зрізі) кексів з різним вмістом жолудевого борошна у використуваній борошняній суміші. Найвищі органолептичні оцінки отримали зразки з вмістом жолудевого борошна на рівні 5-10%. Вони незначною мірою поступалися за показниками контрольному зразку, зберігали привабливий вигляд, приємний аромат, м'яку консистенцію та типовий солодкий смак. Заміна 50% пшеничного борошна на жолудеве призводила до суттєвого збільшення показників кислотності (з 0,59 до 1,25 °) та лужності (з 0,36 до 0,86 °). Зі зростанням частки жолудевого борошна в тісті збільшувався показник упікання, що проявлялося в інтенсивнішій втраті маси через випаровування вологи. Такі результати зумовлені більшою розвиненою пористістю, змінами у водозв'язуючій здатності тіста та підвищеною теплопровідністю, яку забезпечує жолудеве борошно. Встановлено, що вміст вологи в кексах з додаванням жолудевого борошна залишався відносно стабільним, його величина була в межах від 23,0 до 23,3% і не перевищувала норми (31%). За результатами виконаних досліджень визначено оптимальний вміст жолудевого борошна в суміші з пшеничним (до 20%). Така кількість забезпечує збагачення готового виробу корисними нутрієнтами, не дає суттєвого погіршення показників якості отримуваних виробів та незначною мірою впливає на колір (темніший) і смак (горіховий відтінок) кексів з жолудевим борошном.

Ключові слова: кекси; жолудеве борошно; клейковина; органолептичні показники; вологість; кислотність; лужність, упікання.

Бібл.: 19.

Актуальність теми дослідження. Борошняні кондитерські вироби представлені на харчовому ринку України в широкому асортименті, який охоплює великий спектр продукції: печиво, пряники, тістечка, кекси та ін. Борошняні кондитерські вироби користуються сталим попитом, їх добове споживання в середньому дорівнює близько 500 г на душу населення. Вони домінують в структурі кондитерської галузі, де їх частка складає більше половини (55,3%) [1; 2].

Як багатокomпонентні продукти, борошняні кондитерські вироби залишаються бажаним об'єктом досліджень науковців і спеціалістів харчової галузі. Вивченню властивостей нових рецептурних компонентів, їхнього впливу на показники якості кінцевого продукту приділяється значна увага. За хімічним складом та харчовою цінністю традиційні борошняні кондитерські вироби у більшості своїй не відповідають вимогам нутриціоло-

гії. Їм притаманний високий вміст жирів із підвищеною часткою в складі гідрогенізованих жирів (*трансізомерів*) і простих вуглеводів (переважно сахарози), тоді як білки, харчові волокна, вітаміни присутні в недостатній кількості. Тож актуальними є рецептурні інновації, зорієнтовані на створення продуктів фізіологічно-функціонального призначення, збагачені інгредієнтами, які сприятливо впливають на організм людини [3].

Постановка проблеми. Кекси це борошняні кондитерські вироби, які виготовляються із здобного тіста, можуть бути з начинками або без них, а також мати у складі різні добавки. Корисність кексів обумовлена присутніми нутрієнтами й досягається шляхом додаткового введення: вітамінів; мікроелементів; харчових волокон; омега-3 та омега-6 жирних кислот; незамінних амінокислот; дієтичних добавок та безглютенового борошна (у тому числі й з нетрадиційної сировини, наприклад, жолудевого). Останнє при додаванні у великих кількостях з метою зменшення в рецептурі пшеничного борошна може змінювати як якісні показники кінцевого продукту, так і структурно-механічні властивості тіста та впливати на технологічні параметри процесу виготовлення. Тому важливими є дослідження впливу кількості жолудевого безглютенового борошна на властивості кексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розширення асортименту борошняних кондитерських виробів супроводжується пошуком нових рецептурних компонентів, дослідженням їх властивостей і вивченням впливу на характеристики одержуваного продукту. Інноваційні підходи реалізуються різними шляхами, серед яких: повне вилучення окремих рецептурних складових, або часткова їх заміна; введення функціональних добавок та збагачувальних нутрієнтів.

Виробництво кексів регламентується державним стандартом ДСТУ 4505:2005 «Кекси. Загальні технічні умови», який встановлює вимоги до якості, органолептичних показників (форма, поверхня, колір), а також технічних умов для випікання та зберігання кексів, що виробляються в Україні. З метою розширення асортименту, покращення нутрієнтного складу кексів до їх складу додають: насіння (гарбузове) [4], фруктово-овочеві порошки (айви звичайної та хеномелесу) [5] і пюре (гарбузове) [6]. Оскільки більша частина кексів виготовляється з використанням маргаринів, вершкового масла або кондитерських жирів з високим вмістом *трансізомеризованих* жирних кислот, їх частково замінюють на рослинні олії (конопляну) [7]. Розроблені рецептури безглютенових кексів з використанням борошна із насіння нішевих культур (конопляного, лляного, кунжутного, гарбузового) [8], сумішей борошна круп'яних культур (рисового і кукурудзяного) [9] та з концентратом сколотин [10]. Запропоновано виготовляти кекси з частковою заміною пшеничного борошна на люпинове, яке не містить холестерину і глютену, характеризується низьким вмістом крохмалю, значною часткою білка і харчових волокон та має низький глікемічний індекс (ГІ) [11].

Представлені технології виготовлення вегетаріанських борошняних кондитерських виробів з вівсяного борошна та ламінарії [12], а кекси з органічної сировини з підвищеним мінеральним складом містять в рецептурах: різні види борошна (гречане, житнє, амарантове); сиропи (агави, рисовий, гарбузовий); рослинні олії (кунжутну, сезамову, амарантову); сушені плоди (фезаліс, шовковицю, родзинки, журавлина); висівки (льняні, житні); волоські горіх та шматочки гарбуза [13]. Актуальним питанням сьогодення є розширення асортименту органічних кексів у контексті екоконсьюмеризму з урахуванням ступеня негативного впливу харчових продуктів на людину та екологію, а також з визначенням та порівнянням індексу сталого харчування для кексів традиційної і вдосконаленої рецептури [14].

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх публікацій показав, що з метою розширення асортименту борошняних кондитерських виробів, у тому числі й кексів, до рецептурного складу додають інгредієнти, які збагачують їх корисними нутрієнтами. Також замінюють жирові компоненти на рослинні олії і впроваджують технології, що передбачають повну або часткову заміну пшеничного борошна на безглютенові види, що потребує дослідження їх впливу на показники якості кексів.

Метою статті є дослідження впливу кількості жолудевого борошна в суміші з пшеничним на показники якості кексів.

Виклад основного матеріалу. Для досліджень використовували жолудеве борошно з плодів поширеного в Україні дуба *Quercus robur*. Базова (еталонна) рецептура кексів (табл. 1), включала основні інгредієнти: пшеничне борошно, цукор, яйця, вершкове масло, молоко, а також допоміжні – розпушувач, ванільний цукор та сіль. З метою розроблення функціонального борошняного кондитерського виробу виконувалася часткова заміна пшеничного борошна на жолудеве у різних відсоткових співвідношеннях – від 5 до 50 % із кроком 5 %.

Таблиця 1 — Рецептура кексів на пшеничному борошні

Рецептурний компонент	Кількість компоненту, г	Відсотковий вміст, %
Борошно пшеничне	200	28,130
Цукор	150	21,100
Яйця	150	21,100
Вершкове масло	100	14,065
Молоко	100	14,065
Розпушувач	5	0,700
Ванільний цукор	5	0,700
Сіль	1	0,140
РАЗОМ	711	100

Одним із ключових показників є вміст клейковини в борошні, оскільки від нього залежить здатність тіста утримувати газу під час випікання, що, своєю чергою, визначає об'єм, пористість, структуру та інші органолептичні властивості готового виробу. Визначення вмісту клейковини борошняних сумішей здійснювалося відповідно до методики, викладеної в ДСТУ ISO 6645:2004 «Борошно пшеничне. Визначення вмісту сухої клейковини». Одержані результати (табл. 2) дозволяють зробити висновок щодо придатності суміші пшеничного і жолудевого борошна до використання у рецептурі кексів, а також сприяють прийняттю технологічних рішень на подальших етапах виробництва.

Як видно з наведених у табл. 2 результатів маємо прогнозоване зменшення вмісту клейковини в сумішах зі збільшенням кількості жолудевого борошна. Для регулювання кількості клейковини в борошні можна використовувати суху пшеничну клейковину з масовою часткою білків 72-83 % [15; 16].

Дослідні зразки кексів виготовляли за наступною технологією. Вершкове масло температурою 40 °С подавали в тістомісильну машину і збивали протягом 7-10 хв, потім додавали частину цукру і сіль та продовжували збивати ще 5-7 хв. В утворену масу поступово вводили спочатку яйця і продовжували збивання 20-30 хв, а потім при низькій частоті обертання лопатей машини додавали ванільний цукор, сіль та розпушувач. Окремо в змішувачі до молока додавали іншу частину цукру й кип'ятили до повного розчинення кристалів. Отриманий розчин охолоджували й поступово вводили в тістомісильну машину.

Таблиця 2 – Вміст клейковини в пшенично-жолудевих борошняних сумішах

Склад суміші, %		Вміст клейковини, %
Пшеничне борошно	Жолудеве борошно	
100	0	28,0
95	5	26,6
90	10	25,2
85	15	23,8
80	20	22,4
75	25	21,0
70	30	19,6
65	35	18,2
60	40	16,8
55	45	15,4
50	50	14,0

Пшеничне і жолудеве борошно після змішування у визначених пропорціях останніми подавали в тістомісильну машину й перемішували до отримання тіста у вигляді однорідної маси. Тісто помішали у змащені жиром форми та випікали при 160-200 °С протягом 20-25 хв. Отримані зразки (рис. 1) з різним вмістом у борошняній суміші жолудевого борошна відрізнялися за зовнішнім виглядом.



Рис. 1. Зовнішній вигляд кексів з різним вмістом жолудевого борошна: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 – вміст жолудевого борошна, %

Як видно на рис. 1, при підвищенні частки жолудевого борошна мало місце потемніння виробів і зменшення їх об'єму, особливо для зразків з вмістом жолудевого борошна понад 35%. Кекси з вмістом жолудевого борошна до 20% мали задовільний зовнішній вигляд: рівномірну форму; добре підрум'янену поверхню без великих тріщин та осідань.

Вигляд м'якуша дослідних зразків кексів (рис. 2) також мав відмінності. Для зразків з вмістом жолудевого борошна до 20% м'якуш залишався однорідним і пористим, без грудочок чи ущільнень. За більшої концентрації функціонального компонента (жолудевого борошна) м'якуш ставав щільнішим, менш пропеченим та вологішим, що знижувало візуальну та текстурну привабливість виробу.

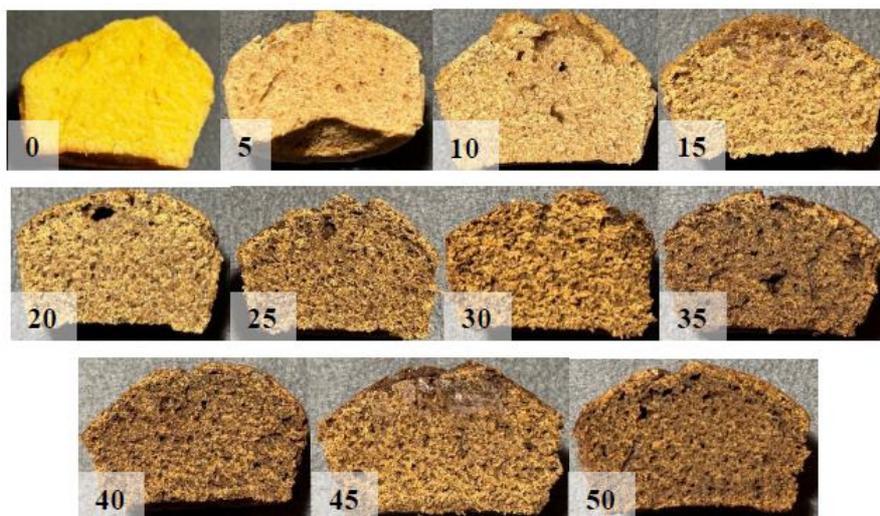


Рис. 2. Вигляд на зрізі кексів з різним вмістом жолудевого борошна: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 – вміст жолудевого борошна, %

Органолептичне оцінювання кексів (табл. 3) виконувалося дегустаційною комісією, до складу якої входили 5 експертів. Кожен зразок оцінювався анонімно, без зазначення рецептури.

Таблиця 3 – Органолептична оцінка дослідних зразків кексів

Вміст жолудевого борошна, %	Дегустаційна оцінка				
	Зовнішній вигляд	Колір	Вигляд на зрізі	Запах	Смак
0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
5	4,9	4,8	4,9	4,9	4,8
10	4,8	4,7	4,8	4,8	4,7
15	4,6	4,5	4,6	4,6	4,4
20	4,4	4,2	4,4	4,3	4,1
25	4,1	3,9	4,0	4,0	3,8
30	3,8	3,5	3,9	3,9	3,6
35	3,5	3,2	3,7	3,7	3,3
40	3,2	3,0	3,7	3,5	3,0
45	2,9	2,8	3,2	3,1	2,6
50	2,5	2,5	3,0	2,8	2,3

Після підсумовування результатів було виведено середній бал для кожного зразка. На рис. 2 зображено зміну середніх балів органолептичного оцінювання залежно від кількості жолудевого борошна в рецептурі. Найвищі органолептичні оцінки отримали зразки з вмістом жолудевого борошна на рівні 5-10 %. Вони незначною мірою поступалися за показниками контрольному зразку, зберігали привабливий вигляд, приємний аромат, м'яку консистенцію та типовий солодкий смак. Для дослідних зразків із вмістом жолудевого борошна 20 % і більше оцінки за всіма параметрами були нижчими ніж для еталонного зразка, виготовленого виключно на пшеничному борошні. Вироби були темнішими, менш пухкими, зі слабо вираженим ароматом і гіркуватим присмаком, зумовленим присутніми в жолудевому борошні дубильними речовинами.

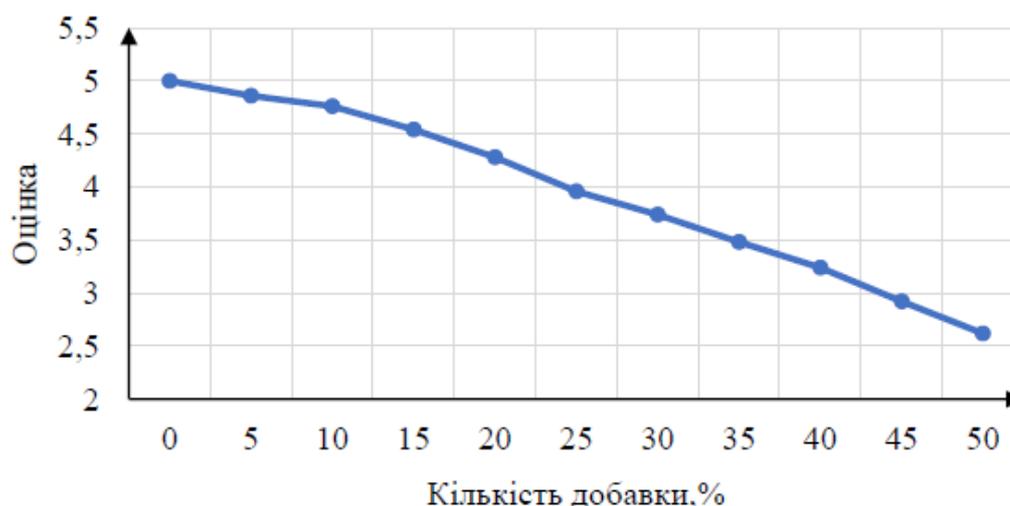


Рис. 3. Залежність середнього балу (оцінки) органолептичного оцінювання кексів від кількості дошки (жолудевого борошна)

Вміст вологи є одним із ключових фізико-хімічних показників якості кексів, що безпосередньо впливає на їхню консистенцію, термін зберігання та стійкість до мікробіологічного псування. Оптимальний рівень вологи забезпечує м'якість і свіжість виробу, тоді як надмірна вологість може знизити стійкість до зберігання, а надто низька – призвести до сухості та крихкості продукту. Визначення вологості виконували

висушуванням зразків до сталої маси згідно з ДСТУ 4910:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин». На основі отриманих результатів досліджень (табл. 4) встановлено, що вміст вологи в кексах з додаванням жолудевого борошна залишався відносно стабільним, його величина була в межах від 23,0 до 23,3 % і знаходилася в межах норми (10-31 %) [17]. Найнижче значення вологості (23,0 %) спостерігалось у контрольному зразку без жолудевого борошна і зберігалось при додаванні останнього в кількості 5 %. Загальна тенденція вказує на незначне зростання вологості для кексів з вмістом жолудевого борошна 10 % і більше. Ця властивість може позитивно впливати на соковитість і м'якість готового виробу, особливо при тривалому зберіганні. Тож можемо констатувати, що додавання жолудевого борошна не знижує показник вологості готового продукту, а навпаки – сприяє збереженню оптимального рівня вологи, що є перевагою з погляду органолептичних властивостей та строку придатності кексів з жолудевим борошном.

Кислотність не є нормованим показником для кексів, виготовлених на розпушувачі, однак його величина свідчить про свіжість виробу, правильність перебігу технологічного процесу та мікробіологічну стабільність під час зберігання. Підвищення кислотності може вказувати на початок псування продукту або про надлишок кислих інгредієнтів у рецептурі. Визначення кислотності проводили згідно з ДСТУ 5024:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності та лужності» титруванням водної витяжки зразків розчином гідроксиду натрію у присутності фенолфталеїну як індикатора. Кислотність виражали у градусах кислотності ($^{\circ}$), що відповідає кількості мілілітрів 0,1 н розчину NaOH, необхідного для нейтралізації кислот, які містяться у 100 г м'якушки. Виконані дослідження вказують на збільшення показника кислотності зі збільшенням частки жолудевого борошна (табл. 4). Останнє має вищу кислотність, ніж пшеничне, воно містить в своєму складі дубильні речовини та більше органічних кислот, що й підвищує його кислотність. Зменшити вміст дубильних речовин в жолудевому борошні, можна коригуючи температурний режим процесу вилучення з нього танінів [18].

Лужність, один з показників якості кексів, який дозволяє оцінити наявність залишкових кількостей лужних реагентів, зокрема харчової соди або інших розпушувачів, що застосовуються в рецептурі. Цей показник впливає на смак, запах і хімічну стабільність готового виробу. Надмірна лужність може призвести до появи неприємного лужного присмаку та зміни кольору м'якуша. Визначення лужності проводили згідно з ДСТУ 5024:2008 «Вироби кондитерські. Методи визначення кислотності та лужності» шляхом титрування водної витяжки зразків розчином хлоридної кислоти у присутності фенолфталеїну як індикатора. Лужність виражали у градусах лужності ($^{\circ}$), що відповідає об'єму 0,1 н розчину HCl, необхідного для нейтралізації лужних компонентів, на 100 г продукту. Зі зростанням вмісту жолудевого борошна у зразках спостерігається поступове підвищення лужності (табл. 4). Починаючи з контрольного зразка (0 %), де лужність становила 0,36, і до зразка з 50 % жолудевого борошна, де вона досягла 0,86, спостерігається чітка тенденція до зростання, але без перевищення норми (2,0) [17].

Таблиця 4 – Упікання і фізико-хімічні показники кексів з різним вмістом жолудевого борошна

Вміст жолудевого борошна, %	Упікання, %	Фізико-хімічні показники		
		Вміст вологи, %	Кислотність, $^{\circ}$	Лужність, $^{\circ}$
1	2	3	4	5
0	6,3	23,0	0,59	0,36
5	7,5	23,0	0,67	0,40
10	7,5	23,1	0,75	0,46

Закінчення таблиці 4

1	2	3	4	5
15	7,5	23,1	0,75	0,50
20	7,5	23,2	0,79	0,56
25	8,2	23,2	0,84	0,60
30	8,2	23,3	0,92	0,66
35	8,2	23,2	1,00	0,70
40	9,1	23,2	1,13	0,76
45	9,1	23,1	1,17	0,82
50	9,1	23,2	1,25	0,86

Упикання вказує на втрату маси виробу під час термічного оброблення, здебільшого через випаровування вологи та летких речовин. При цьому відбувається остаточне формування структури виробу, закріплення пористості, а також утворення смакових і ароматичних властивостей. На цьому етапі важливе значення відіграють температура та тривалість випікання, які залежать від виду тіста та додаткових інгредієнтів, зокрема жолудевого борошна. Для визначення упікання (%) зважували зразки до випікання (M1) і після випікання (M2). Різниця M1 – M2 вказує на втрату маси виробу в процесі термічного оброблення. Відношення (M1 – M2) до початкової маси M1, виражене у відсотках ($\times 100\%$) і є величиною упікання [19]. Результати визначення упікання для зразків з різним вмістом жолудевого борошна наведені в таблиці 4.

Наведені результати свідчать про те, що зі зростанням частки жолудевого борошна в тісті збільшується ступінь упікання, що проявляється в інтенсивнішій втраті маси через випаровування вологи. Це може бути зумовлено більш розвиненою пористістю, змінами у водозв'язуючій здатності тіста та підвищеною теплопровідністю, яку забезпечує жолудеве борошно. Отже, додавання жолудевого борошна до 50 % сприяє інтенсивному упіканню виробів.

Висновки. На підставі проведених досліджень визначено оптимальну кількість жолудевого борошна (до 20 %) для заміни пшеничного в рецептурі кексів, яка дозволяє отримувати корисний продукт без суттєвого негативного впливу на його показники якості. Встановлено, що при збільшенні кількості жолудевого борошна має місце прогнозоване зменшення клейковини з 28 % (для пшеничного борошна) до 14 % (для суміші пшеничного й жолудевого борошна у співвідношенні 1:1). Заміна 50 % пшеничного борошна на жолудеве призвела до суттєвого збільшення показника лужності (з $0,36^\circ$ до $0,86^\circ$), хоча за абсолютною величиною він не перевищував норму. Збільшення показника кислотності зі збільшенням частки жолудевого борошна, пояснюється вищою кислотністю останнього за рахунок присутніх у складі дубильних речовин та більшої кількості органічних кислот. Встановлено, що вміст вологи в кексах з додаванням жолудевого борошна залишався відносно стабільним, його величина була в межах від 23,0 до 23,3 % і не перевищувала норми (31 %). Зі зростанням частки жолудевого борошна в тісті збільшувався показник упікання, що проявлялося в інтенсивнішій втраті маси через випаровування вологи. Такі результати зумовлені більш розвиненою пористістю, змінами у водозв'язуючій здатності тіста та підвищеною теплопровідністю, яку забезпечує жолудеве борошно.

Список використаних джерел

1. Резвих, Н. І., & Федоренко, Л. Є. (2022). Аналіз споживання борошняних кондитерських виробів у харчуванні людини. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (5), 77-82. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.10>.
2. Латишев К. О., Мороз О. В., Герасимчук В. В. (2020). Споживчі переваги як основа формування асортиментної лінійки борошняних кондитерських виробів. *Вісник Хмельницького національного університету*, (5), 102–106. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2020-286-5-19>.
3. Рудавська, Г., Вежлівцева, С., & Бузіян, М. (2018). Інноваційні інгредієнти для кондитерських виробів фізіологічно-функціонального призначення. *Молодий вчений*, 5 (57), 396-399. <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4540>.

4. Kaplina, T., Stolyarchuk, V., & Dudnyk, S. (2018). Changes in qualitative indices of cakes depending on part of added pumpkin seeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(85), 114-118. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8521>.
5. Лебединець В.Т., Гаврилишин В.В., Лебединець А.І. (2018). Обґрунтування рецептурного складу кексів з використанням продуктів переробки айви звичайної та хеномелесу. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*, (21), 73-77. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2018-21-11>.
6. Ряполова, І., & Микулінська, Д. (2021). Досвід застосування нетрадиційної сировини функціонального призначення у борошняних кондитерських виробках. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (1), 36-41. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.6>.
7. Єсауленко А.А., Мамченко Л.Є., Неміріч О.В., Кузьмін О.В., & Матіяшук О.В. (2023). Удосконалення технології кексів з продуктами переробки насіння конопель. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки*, (4), 118-126. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.15>.
8. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., & Михненко І. (2021). Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення у сучасних технологіях, (4 (10)), 94-100. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.04.13>.
9. Yudina, T. I., Bezruchenko, O. M., & Ahapova, O. V. (2020). Gluten-free cakes with cereal flour. *Обладнання та технології харчових виробництв*, (1), 19-25. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otkhy_2020_1_5.
10. Bezruchenko, O. M. (2022). Технологія безглютоєвих кексів з концентратом сколотин. In *Innovative technologies and equipment: Development prospects of the food and restaurant industries* (pp. 38-61). Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-3>.
11. Кошель О., Савченко М., Перцевой Ф., & Маренкова Т. (2024). Удосконалення технології кексів з використанням люпинового борошна. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 341(5), 145-150. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-22>.
12. Antoniuk, I. Yu., & Medvedieva, A. O. (2022). Технологія вегетаріанського капкейку «Деліс» із використанням вівсяного борошна та ламінарії. In *Innovative technologies and equipment: Development prospects of the food and restaurant industries* (pp. 1-17). Baltija Publishing. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-1>.
13. Ткаченко А. С. (2020) Наукове обґрунтування розроблення кексів з органічної сировини з підвищеним мінеральним складом. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Технічні науки*, (23), 110-115. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-14>.
14. Ткаченко А. (2025). Розширення асортименту органічних кексів у контексті еко-консьюмеризму. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 344(4), 646-652. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-344-4-92>.
15. Дробот, В. І., Сильчук Т. А., & Білик О. А. (2005). Вплив сухої пшеничної клейковини на технологічний процес і якість хліба. *Хранение и переработка зерна*, 4(70), 53-55. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/4321>.
16. Дробот, В. І., Сильчук Т. А., & Удворгелі Л. І. (2005). Вплив сухої пшеничної клейковини на технологічні показники та якість житньо-пшеничного хліба. *Зернові продукти і комбікорми*, (2), 53-55. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/5923>.
17. Палько Н. С., Давидович О. Я., Заяць С. В., & Горобець О. М. (2024). Удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційної сировини. *Науковий вісник Полтавського університету економіки і торгівлі. Серія «Технічні науки»*, (2), 12-17. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-2-2>.
18. Філінська Т.Г., Приходько К.В., & Філінська А.О. Дослідження впливу термічного оброблення жолудів на властивості отримуваних продуктів. *Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції «Стан і перспективи розвитку хімічної, харчової та парфумерно-косметичної галузей промисловості»* (м. Хмельницький, 30 травня 2025 р.), 173-175. ХНТУ.
19. Дробот В. І. (2002). *Технологія хлібопекарського виробництва. Логос*.

References

1. Rezvykh, N. I., & Fedorenko, L. Ye. (2022). Analiz spozhyvannia boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv u kharchuvanni liudyny [Analysis of flour confectionery consumption in human nutrition]. *Tavriyskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky, Tavriya Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, (5), 77-82. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2022.5.10>.

2. Latyshev K. O., Moroz O. V., Herasymchuk V. V. (2020). Spozhyvchi perevahy yak osnova formuvannya asortymentnoi liniiky boroshnianykh kondyterskykh vyrobiv [Consumer preferences as the basis for forming a range of flour confectionery products]. *Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu – Bulletin of Khmelnytskyi National University*, (5), 102-106. DOI: 10.31891/2307-5740-2020-286-5-19.
3. Rudavska, H., Vezhlyvtseva, S., & Buzian, M. (2018). Innovatsiini inhrediienty dlia kondyterskykh vyrobiv fiziologichno-funktsionalnoho pryznachennia [Innovative ingredients for confectionery products with physiological and functional properties]. *Molodyi vchenyi – Young scientist*, 5(57), 396-399. <https://molodyivchenyi.ua/index.php/journal/article/view/4540>.
4. Kaplina, T., Stolyarchuk, V., & Dudnyk, S. (2018). Changes in qualitative indices of cakes depending on part of added pumpkin seeds. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Food Technologies*, 20(85), 114-118. <https://doi.org/10.15421/nvlvet8521>.
5. Lebedynets, V. T., Havrylyshyn, V. V., & Lebedynets, A. I. (2018). Obgruntuvannya retsepturnoho skladu keksiv z vykorystanniam produktiv pererobky aivy zvychainoi ta khenomelesu [Justification of the recipe composition of cakes using products processed from common quince and henomeles]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of Lviv University of Trade and Economics. Technical Sciences*, (21), 73-77. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2018-21-11>.
6. Riapolova, I., & Mykulinska, D. (2021). Dosvid zastosuvannya netradytsiinoi syrovyny funktsionalnoho pryznachennia u boroshnianykh kondyterskykh vyrobakh [Experience in using non-traditional functional ingredients in flour confectionery products]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky – Tavriya Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, (1), 36-41. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2021.1.6>.
7. Yesaulenko A.A., Mamchenko L.Ie., Niemirich O.V., Kuzmin O.V., & Matyiashchuk O.V. (2023). Udoskonalennia tekhnolohii keksiv z produktamy pererobky nasinnia konopel [Improvement of cupcake technology using processed hemp seeds]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky Tavriya Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences*, (4), 118-126. <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2023.4.15>.
8. Sova, N., Khudaiberdieva, K., Kovalenko, N., & Mykhnenko, I. (2021). Vykorystannia boroshna iz nasinnia nishevykh kultur u tekhnolohii vyrobnytstva keksiv [The use of flour from niche crops in cake production technology]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KhPI». Seriya: Novi rishennia u suchasnykh tekhnolohiiakh – Bulletin of the National Technical University 'KhPI'. Series: New Solutions in Modern Technologies*, (4(10)), 94–100. <https://doi.org/10.20998/2413-4295.2021.04.13>.
9. Yudina, T. I., Vezruchenko, O. M. Ahapova, O. V. (2020). Gluten-free cakes with cereal flour. *Obladnannia ta tekhnolohii kharchovykh vyrobnytstv – Food production equipment and technologies*, (1), 19-25. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Otkhv_2020_1_5.
10. Bezruchenko, O. M. (2022). Tekhnolohiia bezghliutenovykh keksiv z kontsentratom skolotyln [Gluten-free cupcake technology with whey concentrate]. *Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries: Scientific monograph* (pp. 38-61). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-3>.
11. Koshel, O., Savchenko, M., Pertsevoi, F., & Marenkova, T. (2024). Udoskonalennia tekhnolohii keksiv z vykorystanniam liupynovoho boroshna [Improvement of cupcake technology using lupin flour]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences*, 341(5), 145-150. <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-341-5-22>.
12. Antoniuk, I. Yu., Medvedieva, A. O. (2022). Tekhnolohiia vehetarianskoho kapkeiku «Delis» iz vykorystanniam vivsianoho boroshna ta laminarii [The technology of the Delis vegetarian cupcake using oat flour and kelp]. *Innovative technologies and equipment: development prospects of the food and restaurant industries: Scientific monograph* (pp. 1-17). Riga, Latvia: “Baltija Publishing”, <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-205-0-1>.
13. Tkachenko, A. S. (2020) Naukove obgruntuvannya rozroblennia keksiv z orhanichnoi syrovyny z pidvyshchenym mineralnym skladom [Scientific justification for the development of cakes made from organic raw materials with increased mineral content]. *Visnyk Lvivskoho torhovelno-ekonomichnoho universytetu. Tekhnichni nauky – Bulletin of Lviv University of Trade and Economics. Technical Sciences*, (23), 110-115. <https://doi.org/10.36477/2522-1221-2020-23-14>.

14. Tkachenko, A. (2025). Rozshyrennia asortymentu orhanichnykh keksiv u konteksti eko-konsiumeryzmu [Expanding the range of organic cakes in the context of eco-consumerism]. *Herald of Khmelnytskyi National University. Economic Sciences*, 344(4), 646-652. <https://doi.org/10.31891/2307-5740-2025-344-4-92>.

15. Drobot, V. I., Sylchuk, T. A., Bilyk, O. A. (2005). Vplyv sukhoi pshenychnoi kleikovyny na tekhnolohichni protses i yakist khliba [The effect of dry wheat gluten on the technological process and quality of bread]. *Khranenyє y pererabotka zerna – Grain storage and processing*, 4(70), 53-55. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/4321>.

16. Drobot, V. I., Sylchuk, T. A., Udvorheli, L. I. (2005). Vplyv sukhoi pshenychnoi kleikovyny na tekhnolohichni pokaznyky ta yakist zhytno-pshenychnoho khliba / V. I. Drobot // [The effect of dry wheat gluten on the technological characteristics and quality of rye-wheat bread.] *Zernovi produkty i kombikormy. - Grain products and compound feed*, (2), 53-55. <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/5923>.

17. Palko, N. S., Davydovych, O. Ya., Zaiats, S. V., & Horobets, O. M. (2024). Udoskonalennia tekhnolohii keksiv z vykorystanniam netradytsiinoi syrovyny [Improvement of cupcake technology using unconventional raw materials]. *Naukovyi visnyk Poltavskoho universytetu ekonomiky i torhivli. Seriiia «Tekhnichni nauky» Improvement of cupcake technology using unconventional raw materials*, (2), 12-17. <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2024-2-2>.

18. Filinska, T. H., Prykhodko, K. V., & Filinska, A. O. (30 May 2025). Doslidzhennia vplyvu termichnogo obroblennia zholudiv na vlastyvoli otrymuvanykh produktiv [Study of the effect of thermal treatment of acorns on the properties of the products obtained]. *VII Vseukrainska naukovo praktychna konferentsiia «Stan i perspektyvy rozvytku khimichnoi, kharchovoi ta parfumerno-kosmetychnoi haluzei promyslovosti» 30 travnia 2025 roku, m. Khmelnytskyi, KhNTU – Materials of the VII All-Ukrainian Scientific and Practical Conference “The State and Prospects of Development of the Chemical, Food, and Perfume and Cosmetics Industries”* (pp. 173-175).

19. Drobot, V. I. (2002). *Tekhnolohiia khlibopekarskoho vyrobnytstva [Bread baking technology]*. Lohos.

Дата першого надходження статті до видання: 03.11.2025
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 19.11.2025

UDC 664.68:641.5

Tetiana Filinska¹, Karyna Prykhodko², Antonina Filinska³, Oleh Chervakov⁴

¹PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products Ukrainian State University of Science and Technology, Educational and Scientific Institute "Ukrainian State University of Chemical Technology". (Dnipro, Ukraine)

E-mail: filinskaya@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-7921-1989>

²master student of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products Ukrainian State University of Science and Technology, Educational and Scientific Institute "Ukrainian State University of Chemical Technology" (Dnipro, Ukraine)

E-mail: karinaprihodko54@gmail.com

³senior lecturer of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products Ukrainian State University of Science and Technology, Educational and Scientific Institute "Ukrainian State University of Chemical Technology" (Dnipro, Ukraine)

E-mail: antoniyafilin@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-6975-6186>

⁴Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of department of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products Ukrainian State University of Science and Technology, Educational and Scientific Institute "Ukrainian State University of Chemical Technology" (Dnipro, Ukraine)

E-mail: ochervakov@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-1631-3592>

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF ACORN FLOUR AMOUNT ON CAKE QUALITY INDICATORS

Flour confectionery products, which are in constant demand among consumers, do not always meet nutritional science requirements. Their range is expanded by introducing innovative ingredients into the recipes, including those obtained from non-traditional raw materials. Among the technological methods used in the manufacture of flour confectionery products of

increased nutritional value are as follows: complete removal of individual recipe components, or their partial replacement; introduction of functional additives and enriching nutrients rich in vitamins, trace elements, dietary fiber, omega-3 and omega-6 fatty acids, essential amino acids, etc.

Acorn flour is naturally gluten-free and represents an attractive nutritional and functional raw material. It is rich in unsaturated fatty acids and fiber, minerals, vitamins, chlorophylls, carotenoids and polyphenols, and demonstrates high antioxidant capacity. Therefore, the inclusion of acorn flour into the formulation of flour confectionery products, including muffins, is well justified.

An analysis of research and publications has shown that, in order to expand the range of flour confectionery products, including cupcakes, ingredients are added to the recipe that enrich them with useful nutrients. Fat components are replaced with vegetable oils and technologies are introduced that involve the full or partial substitution of wheat flour with gluten-free alternatives, which requires research into their impact on the quality indicators of cupcakes.

The aim of the article is to investigate the effect of varying amounts of acorn flour mixed with wheat flour on the quality characteristics of muffins.

When replacing wheat flour with acorn flour, a predicted decrease in gluten was found from 28% (for wheat flour) to 14% (for a mixture of wheat and acorn flour in a ratio of 1:1). The results of the study of organoleptic characteristics (appearance, color, smell, taste, internal structure) of muffins with different contents of acorn flour in the flour mixture used are presented. The highest organoleptic ratings were obtained by samples with acorn flour content of 5-10%. They were slightly inferior in indicators to the control sample, retaining an attractive appearance, pleasant aroma, soft consistency and typical sweet taste. Replacing 50% of wheat flour with acorn flour led to a significant increase in acidity (from 0.59 to 1.25) and alkalinity (from 0.36 to 0.86 °). With an increase in the proportion of acorn flour in the dough, the baking index increased, which was manifested in a more intense loss of mass due to moisture evaporation. These results can be attributed to a more developed porosity, altered water-binding capacity of the dough, and higher thermal conductivity provided by acorn flour. It was found that the moisture content in muffins with the addition of acorn flour remained relatively stable; its value was in the range from 23.0% to 23.3% and did not exceed the norm (31%). Based on the results, the optimal proportion of acorn flour in combination with wheat flour was determined to be up to 20%. This amount ensures the enrichment of the finished product with useful nutrients, does not significantly deteriorate the quality of the resulting products, and has a minor effect on the color (darker) and taste (nutty shade) of muffins with acorn flour.

Keywords: muffins; acorn flour; gluten; organoleptic characteristics; moisture; acidity; alkalinity; baking.

References: 19.