



DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-22

УДК 664.68

Т. П. Синенко, д.ф.

ORCID: 0000-0002-5300-5142

В. Ю. Юрченко, магістр

ORCID: 0009-0003-8902-4913

Сумський національний аграрний університет

e-mail: tetiana.synenko@snaeu.edu.ua, тел.: +380684870521

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ КЕКСІВ З ПІДВИЩЕНОЮ БІОЛОГІЧНОЮ ТА ХАРЧОВОЮ ЦІННІСТЮ

*Анотація.* Популярність борошняних кондитерських виробів, тенденція до здорового харчування та розвиток інноваційних технологій до комплексного використання сировини визначають актуальність удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційних інгредієнтів. Метою роботи є розробка технології кексів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю. Для досягнення поставленої мети було обґрунтовано технологічну доцільність використання пивної дробини у технології кексів. Визначено технологічні властивості сировини з метою прогнозування раціонального співвідношення у складі борошняної суміші, впливу на реологічні показники тіста та якість готових виробів. На підставі серії експериментів розроблено технологію кексів «Світанок» з порошком пивної дробини в кількості 40% від маси борошняних компонентів (співвідношення борошна пшеничного до порошку пивної дробини 60:40). Встановлено, що використання порошку пивної дробини в технології кексів сприяє зменшенню калорійності виробів і підвищенню харчової цінності за рахунок збільшенню вмісту харчових волокон.

*Ключові слова:* пивна дробина, борошняні кондитерські вироби, інноваційні технології, наукові основи.

*Постановка проблеми.* В останні роки погіршення екологічної та соціально-економічної ситуації, військові дії в Україні загострили проблему захисту здоров'я людей, створивши необхідність використання цінної сировини для розробки нових видів харчових продуктів з поліпшеними споживчими характеристиками.

Сьогодні люди все частіше стикаються з проблемою харчового дисбалансу через споживання рафінованих та очищених продуктів. Для здорового харчування необхідні незамінні амінокислоти, харчові волокна, вітаміни, мікроелементи та ненасичені жирні кислоти.

Дефіцит макро- та мікроелементів заважає захисній системі організму адекватно реагувати на несприятливі впливи навколишнього середовища. За даними американських вчених [1], 90% населення постійно перебувають у стані сильного стресу. Правильне харчування має значний позитивний вплив на стрес. Оскільки метаболізм різко підвищується, що вимагає підвищеного споживання вітамінів і



мінералів, а також продуктів з високим вмістом білків рослинного походження.

Проблема формування споживчих властивостей нового покоління інноваційних продуктів базується на використанні натуральних інгредієнтів, які покращують харчову та біологічну цінність продукту. Особливого значення набуває вплив комплексів інгредієнтів на споживчі характеристики продуктів. Вибір натуральної сировини для нових продуктів базується на її хімічному складі. Хімічний склад харчових продуктів, у тому числі борошняних кондитерських виробів, можна регулювати за рахунок вмісту в такій сировині біологічно цінних сполук.

Хлібобулочні та борошняні кондитерські вироби (печиво, кекси, торти, пряники тощо) відіграють важливу роль у раціоні українців. Однак важливим недоліком цієї групи продуктів є їхня низька фізіологічна цінність. Вона характеризується високим вмістом вуглеводів та жирів, що при надмірному споживанні є шкідливим для організму. Тому важливо коригувати хімічний склад борошняних кондитерських виробів, які є продуктом масового споживання, оскільки вони мають відносно низький вміст харчових волокон, вітамінів, мінеральних речовин та поліненасичених жирних кислот.

Кекси – традиційна борошняна випічка. Однак сировина, що використовується для виробництва кексів, містить мало мінералів і вітамінів, які руйнуються під час подальших технічних процесів, знижуючи біологічну цінність продукту. Проте рецептурні композиції кексів можна коригувати, збагачуючи їх рослинними та нетрадиційними натуральними інгредієнтами [2]. Це дозволяє створювати нові функціональні продукти з підвищеною харчовою цінністю.

Таким чином, популярність борошняних кондитерських виробів, тенденція до здорового харчування та розвиток інноваційних технологій і підходів до комплексного використання сировини та безвідходного виробництва визначають актуальність удосконалення технології кексів з використанням нетрадиційних інгредієнтів.

*Аналіз останніх досліджень.* У загальній структурі ринку борошняних кондитерських виробів на частку кексів припадає до 15% від загального обсягу виробництва. Кекси є висококалорійним борошняним кондитерським виробом і користуються стійким попитом серед населення, але низький вміст вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон і повноцінних білків робить їх дефіцит однією з основних проблем в країні.

Одним з варіантів збагачення кексів є використання борошна нутового, гречаного, кукурудзяного, рисового, ячмінного, зерна та насіння соняшника, кунжуту. Також популярними інгредієнтами є



плодово-ягідна та овочева сировина, їх порошки, пасти, пюре, кріопасті та сиропи. Їх фізіологічно функціональними інгредієнтами є харчові волокна, вітаміни, мінеральні речовини, амінокислоти. Також набирають популярності розробки виробів, збагачених біологічно-активними речовинами, які виготовляються із вторинної сировини – похідних продуктів переробки рослинної сировини, зокрема це плодово-ягідні вичавки, шроти, лушпиння цибулі, пивна дробина та ін. [3].

У роботі [4] розроблено технологію кексів з додаванням подрібненого насіння калини (*Viburnum opulus* L.) та подрібненого насіння гарбуза (*Cucurbita pepo* L.). Встановлено, що додавання до рецептурної суміші 10% пюре калини та насіння гарбуза звичайного призводить до покращення гістологічних властивостей кексів, зниження загальної калорійності та покращення мінерального складу.

У роботі [5] наведено рецептури кексів з борошна нішевих культур – конопляного, лляного, гарбузового та кунжутного. Авторами рекомендовано впровадити у виробництво зразок кексів з низькожирного конопляного борошна. Цей зразок мав вміст білка 8,85 г/100 г, вміст жиру 17,83 г/100 г, вміст вуглеводів 51,8 г/100 г та енергетичну цінність 396,85 ккал/100 г. Функціональні властивості конопляного борошна та отриманого на його основі продукту свідчать про те, що отриманий готовий продукт можна віднести до категорії оздоровчих продуктів харчування.

У роботі [6] розроблено кекс, що містить баклажанову клітковину. Було показано, що використання баклажанової клітковини в рецептах кексів знижує калорійність і підвищує поживну цінність.

У дослідженні [7] оцінювався вплив порошку зі шкірки граната на хімічний склад, фізичні властивості, колір, якість крохмалю та сенсорну оцінку кексів з високим вмістом клітковини. Результати показали, що гранатову шкірку можна використовувати у виробництві кексів для збільшення вмісту клітковини та мінеральних речовин при збереженні прийнятних сенсорних характеристик.

У роботі [8] представлено технологію кексів, збагачених клітковиною фінікової пальми. Результати показали, що додавання порошку насіння фінікової пальми до рецептури значно збільшило кількість жиру та клітковини, загальний вміст фенольних сполук та вміст вологи порівняно з контролем.

У роботі [9] звичайний гарбуз, природне джерело антиоксидантів, використовується як нетрадиційний інгредієнт для збагачення кексів.

У дослідженні [10] було вивчено можливість додавання гарбузового насіння до рецептур кексів у співвідношенні 20-35%. Результати показали, що додавання до рецептури до 30% гарбузового насіння покращувало сенсорні властивості кексів. Випечені кекси мали



невеликі тріщини та розриви, м'якуш був пористим, а добавки рівномірно розподілені. При додаванні 35% гарбузового насіння стан м'якушки погіршився, добавка мала неприємний смак, а поверхня виробу характеризувалася екструзією олії. За результатами інших досліджень, найкращі результати були отримані при додаванні 50% гарбузового насіння [11].

При розробці збагачених борошняних кондитерських виробів науковці виявляють великий інтерес до економічно доступних харчових добавок. Практичний інтерес представляє використання пивної дробини, яка є перспективною сировиною для харчової промисловості, особливо хлібопекарської та кондитерської, з точки зору її необмеженої доступності, вмісту незамінних поживних речовин, біологічної цінності та технічних властивостей.

Пивна дробина є побічним продуктом пивоваріння і утворюється як залишок після відділення суслу в процесі фільтрації затору. Пивна дробина містить комплекс речовин з високою харчовою цінністю та біологічною активністю. Склад пивної дробини залежить від якості солоду, кількості несоложеної сировини і типу виробленого пива. Неперероблена пивна дробина – це зерновий продукт світло-коричневого кольору, грубого помелу, згущений, з солодким смаком і ароматом пивоварного солоду.

Наприкінці циклу пивоваріння вологість пивоварної дробини становить 70-80%, а середній вміст сухої речовини – 25-30%. Пивна дробина має високу засвоюваність: білкових речовин – на 71...76 %, жиру – на 80...82%, безазотистих екстрактних речовин – на 60...65% [12].

Однак швидке псування свіжої пивної дробини, труднощі з транспортуванням і потреба у великих кількостях дробини для задоволення потреб організму тварин обмежили її широке використання.

Для сушіння та подрібнення пивної дробини не потрібне спеціалізоване та дороге обладнання, яке серійно випускається для переробної промисловості. Запропоновано технологію переробки пивної дробини [13]. Згідно з цією технологією, пивоварне зерно пресують до вологості 65%, сушать до 8...10%, а потім подрібнюють у молотковому млині. Сушена пивна дробина (мелена) - це сипучий порошок світло-коричневого кольору зі слабким запахом або без нього. Ця технологія також може бути використана для виробництва немеленої сушеної пивної дробини та гранульованої сушеної пивної дробини.

Завдяки високому вмісту незамінних поживних речовин і високій засвоюваності, пивна дробина широко використовується як харчова добавка у виробництві кулінарних виробів. Відомо багато способів



використання пивної дробини у хлібобулочних, кондитерських, макаронних виробках, м'ясо-молочних продуктах і харчових добавках. Доведено можливість і зручність додавання пивної дробини у вигляді борошна, екстракту, дріжджового концентрату і ксиліту до рецептури цих продуктів [14, 15]. Найбільш поширеним є використання борошна із пивної дробини.

За даними одного з досліджень [16], борошно пивної дробини, на відміну від борошна вищого гатунку, містить більше білка, жиру, клітковини та мінеральних речовин. На основі аналізу якісного складу білка були ідентифіковані та кількісно визначені всі незамінні амінокислоти в пивному борошні. Вміст лізину і треоніну в білку пивного борошна вищий, ніж у пшеничному. Вміст треоніну, фенілаланіну і тирозину також перевищує референтні значення ФАО/ВООЗ.

У роботі [17] досліджено покращення поживності хліба шляхом додавання пивної дробини до пшеничного борошна. Визначено, що хімічний склад пивної дробини складається з 6,19% вологи, 4,01% золи, 8,80% сирого жиру, 16,80% сирого клітковини, 21,86% сирого протеїну, 42,30% вуглеводів, 2,57 мг/г кальцію, 3,16 мг/г магнію та 7,34 мг/г калію. Показники, виміряні у дослідних зразках тіста, показали, що водопоглинання, стабільність, ступінь розм'якшення істотно збільшувалися. Зі збільшенням пивної дробини маса буханця збільшувалася і зменшувався об'єм батона. Враховуючи сенсорні, функціональні та поживні показники, вчені дійшли висновку, що заміна пшеничного борошна на пивну дробину до 10% є прийнятною для споживачів.

Вирішення проблеми підвищення харчової та біологічної цінності борошняних кондитерських виробів лежить у площині пошуку нових добавок, що містять більше фізіологічно функціональних інгредієнтів. Використання цих добавок для доповнення поживних речовин, яких часто не вистачає, відкриває можливість суттєво вирішити проблему дефіциту поживних речовин у раціоні харчування людини. Колективний досвід вчених свідчить, що промислові відходи, вторинні рослинні ресурси, можуть бути перспективним джерелом фізіологічно функціональних інгредієнтів.

*Формулювання мети статті (постановка завдання).* Метою роботи є розробка технології кексів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

Для досягнення поставленої мети було сформовано наступні завдання:

– обґрунтувати технологічну доцільність використання пивної дробини у технології кексів;



- визначити технологічні властивості сировини з метою прогнозування їх раціонального співвідношення у складі борошняної суміші, впливу на реологічні показники тіста та якість готових виробів;
- розробити технологію кексів, комплексно дослідити якість розробленої продукції.

*Основна частина.* На основі теоретичних досліджень сформульовано робочу гіпотезу наукової роботи – використання порошку пивної дробини в технології кексів підвищує їх харчову та біологічну цінність і розширює асортимент поживних борошняних кондитерських виробів.

Основним предметом дослідження в роботі є пивна дробина, яку отримували у свіжому вигляді із пивоварні ТОВ «Sumy Craft Brewery» (м. Суми, Україна) і миттєво висували в лабораторній інфрачервоній сушарці та подрібнювали до стану порошку.

На рис.1 представлено зовнішній вигляд пивної дробини свіжої та сухої.



Рис. 1. Зовнішній вигляд пивної дробини: *а* – сирої; *б* – сухої

Результати вивчення показників якості дослідних зразків свіжої та висушено пивної дробини представлено в табл.1.

Таблиця 1

Результати досліджень сировини

Найменування показника	Значення для	
	свіжої пивної дробини	висушеної подрібненої пивної дробини
Вологість, %	70,6±1,2	8,1±0,4
Вміст білка, %	6,8±0,5	21,2±0,5
Вміст ліпідів, %	1,5±0,3	8,3±0,2
Вміст вуглеводів, % в тому числі	16,3±1,5	50,2±1,3
- клітковини, %	4,0±0,2	17,5±0,8
Вміст золи, %	0,7±0,2	2,7±0,3

За встановленими показниками переважаючою речовиною хімічного складу зразків свіжої пивної дробини є вуглеводи, в тому числі клітковина. Відповідно, що дозволяє розглядати пивну дробину як джерело клітковини (харчових волокон). Позитивним в хімічному складі пивної дробини можна вважати наявність білків та ліпідів, що робить сировину також джерелом рослинного білка.

У зв'язку з тим, що в модельних рецептурних композиціях кексів суху пивну дробину вибрано для заміни частини пшеничного борошна, тому важливим було дослідити фракційний склад порошоків дробини.

Важливою технологічною характеристикою порошоків є їх фракційний склад. Це є важливим аспектом сенсорного сприйняття внесення нового інгредієнта до складу печива. Відомо, що дисперсність основної сировини борошняних виробів та рослинних збагачувальних добавок суттєво впливають на процес тістоутворення та структурно-механічні властивості тіста, розмір часточок більше 50 мкм може відчуватися споживачем. Тому доцільним є дослідити гранулометричний склад сухої подрібненої пивної дробини. З метою встановлення фракційного складу використовували лабораторні сита з діаметром отворів 450, 300, 250, 50, 30 мкм.

На рис. 2 представлено зовнішній вигляд сухої подрібненої пивної дробини за фракційним розміром.



Рис. 2. Зовнішній вигляд подрібненої сухої пивної дробини фракцій розміром: *a* – 50 мкм; *б* – 200 мкм; *в* – 300 мкм; *г* – 450 мкм

Фракційний склад подрібненої пивної дробини складає від 50 до 450 мкм. Бачимо, що частки фракцій зразків пивної дробини мають різну форму, об'єм поверхні. Слід відмітити, що розміри часток пивної дробини значно більші від пшеничного борошна, і є грубодисперсним порошкоподібним продуктом. Це зумовлює той факт, що органолептично, за умови недостатньої гідратації, буде відчуватися характерна волокниста структура і впливатиме на якість виробів.

Для визначення раціонального фракційного розміру пивної дробини з метою внесення як добавки для збагачення кексів харчовими волокнами, визначено хімічний склад пивної дробини різних фракцій (табл. 2).



Таблиця 2

## Порівняльна характеристика фракцій пивної дробини

Найменування показника	Значення для фракції			
	50 мкм,	200 мкм	300 мкм	450 мкм
Вміст білка, %	30,21±0,47	15,63±0,27	17,93±0,30	17,68±0,30
Вміст сирової клітковини, %	1,64±0,40	3,17±0,40	8,06±0,40	9,73±0,40

Відповідно даним (табл. 2) із збільшенням розміру фракції пивної дробини збільшується кількість клітковини (від 1,64 до 9,73 %), а вміст білку відповідно зменшується (від 30,21 до 17,68 %).

Таким чином, визначено хімічний та гранулометричний склад пивної дробини. Так, вони мають високий вміст харчових волокон. Крім того, у порошках пивної дробини також містяться білкові сполуки. Це дозволяє спрогнозувати підвищення харчової та біологічної цінності готових виробів вразі використання досліджуваної пивної дробини як збагачувача.

З метою виробництва кексів збагачених харчовими волокнами і привабливими сенсорними показниками, для наступного етапу досліджень нами обрано розмір фракцій пивної дробини 300 мкм. Отриманий таким чином порошок з пивної дробини, має світло коричневий колір без сторонніх присмаків і легкий злаково-солодовий аромат з горіховими та карамельними нотками.

У ході розробки рецептурних композицій кексів із заміною борошна найбільш пильної уваги заслуговує проблема імітації структуроутворюючих властивостей сировини. Відсутність клейковини в рослинній сировині, зокрема пивній дробині, та необхідність створення пористої, пружно-еластичної структури тіста та готових борошняних кондитерських виробів потребує вирішення задачі з формування реологічних властивостей, що забезпечують текстуру адекватну традиційним виробам.

Таким чином, для моделювання способів поліпшення структури кексів вважаємо за необхідне обґрунтувати: склад суміші борошняної сировини та ефективність застосування молочної сироватки. Результати даного підрозділу стануть підґрунтям для обґрунтування фізико-хімічних взаємодій, рецептурного складу і окремих етапів технології кексів з підвищеною харчовою та біологічною цінністю.

З урахуванням відомостей, що містяться у науково-технічній літературі, розроблено модельні системи тіста для кексу з використанням порошку пивної дробини. Передбачено введення до складу тіста порошку пивної дробини у кількості 10,0...50,0 % від маси борошняних компонентів, із заміною пшеничного борошна. Як контроль обрано кекс «Столичний» за традиційною технологією [18].





З метою визначення раціональної кількості пивної дробини в модельних харчових композиціях кексів, проведено вивчення структурно-механічних та органолептичних показників напівфабрикатів та готових виробів.

Таблиця 3

## Модельні харчові композиції кексів

Найменування інгредієнтів	Співвідношення сировини, мас. %					
	К1	К2	К3	К4	К5	К6
Борошно пшеничне	100,0	90,0	80,0	70,0	60,0	50,0
Порошок пивної дробини	-	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0
Цукор білий кристалічний	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Масло вершкове	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0	75,0
Меланж	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
Сіль кухонна	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Цукрова пудра рафінована	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Амоній бікарбонат	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Всього	314,1	314,1	314,1	314,1	314,1	314,1

Відомо, що структура кексів та їх властивості в процесі зберігання залежать, зокрема від здатності борошняної суміші зв'язувати та утримувати вологу. Відповідно, було досліджено вплив порошку пивної дробини на вологопоглинаючу здатність модельних композицій. Результати представлено на рис. 3.

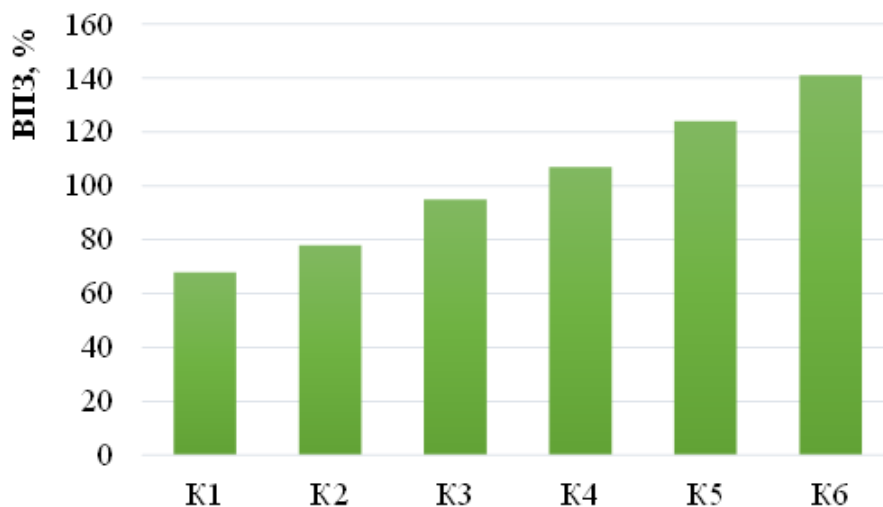


Рис. 3. Вологопоглинальна здатність тістових композицій кексів

Дані, наведені на рис. 3, показують, що вологопоглинальна здатність зростає зі збільшенням відсоткового вмісту пивної дробини у суміші. Таку тенденцію можна пояснити тим, що вологопоглинальна здатність порошку пивної дробини на 45% вища, ніж у пшеничного борошна.

У процесі виробництва кексів рідкі та сухі інгредієнти змішуються окремо, після чого відбувається короткий процес замішування та формування. В'язкість отриманого тіста визначає його якість і поведінку під час цих операцій.

Відповідно, доцільним є визначення впливу порошку пивної дробини на в'язкість тіста для кексів. Вимірювання в'язкості тіста для кексів проводили відразу після замісу при температурі  $(20 \pm 2)$  °C на ротаційному віскозиметрі Rheotest-2. Результати досліджень наведено в рис. 4.

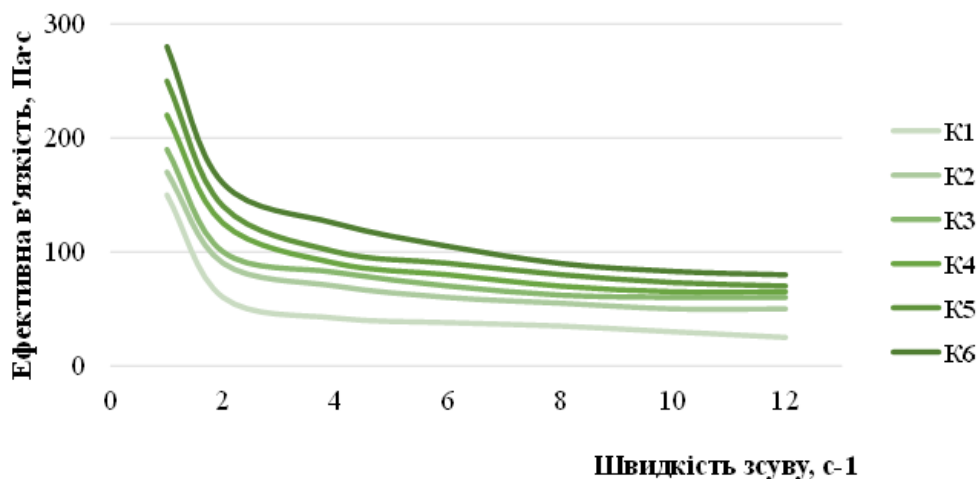


Рис. 4. Реологічні криві залежності ефективної в'язкості (Па·с) від швидкості зсуву ( $\text{с}^{-1}$ ) у модельних композиціях тіста для кексів

Аналіз результатів (рис. 4) показує наступну закономірність. Криві течії для всіх зразків показують, що в'язкість зменшується зі збільшенням швидкості зсуву, як і для всіх неньютонівських рідин. Для всіх зразків ефективна в'язкість зменшується експоненціально при швидкості зсуву до  $8 \text{ с}^{-1}$ . Це свідчить про однакову динаміку реологічних властивостей тіста при інтенсивному перемішуванні і не потребує суттєвого коригування параметрів замішування тіста.

Збільшення у суміші вмісту пивної дробини від 10,0 до 30,0% не спричиняє суттєвого зростання ефективної в'язкості зразків, тоді як збільшення від 30,0 до 50,0% призводить до зростання ефективної в'язкості на 11...30% за малих швидкостей зсуву. Ефективна в'язкість тіста зі збільшенням швидкості зсуву зменшується як у контролі, так і у дослідних зразках, при цьому динаміка падіння цього показника має аналогічний характер.

Лабораторні дослідження показують, що збільшення кількості порошку пивної дробини у рецептурі суміші до 15% зменшує питомий об'єм кексів на 23% і формує щільний м'якуш з низькою пористістю завдяки високій вологоутримуючій здатності пивних дріжджів. Збільшення його кількості понад 15% не призводить до отримання продукту із задовільною консистенцією м'якушки.

За результатами серії технологічних відпрацювань і дегустацій здійснено узагальнення органолептичних та фізико-хімічних показників якості зразків кексів та оцінено їх відповідність вимогам стандарту ДСТУ 4505:2005 (рис. 5, рис. 6).



Рис. 5. Зовнішній вигляд зразків кексів

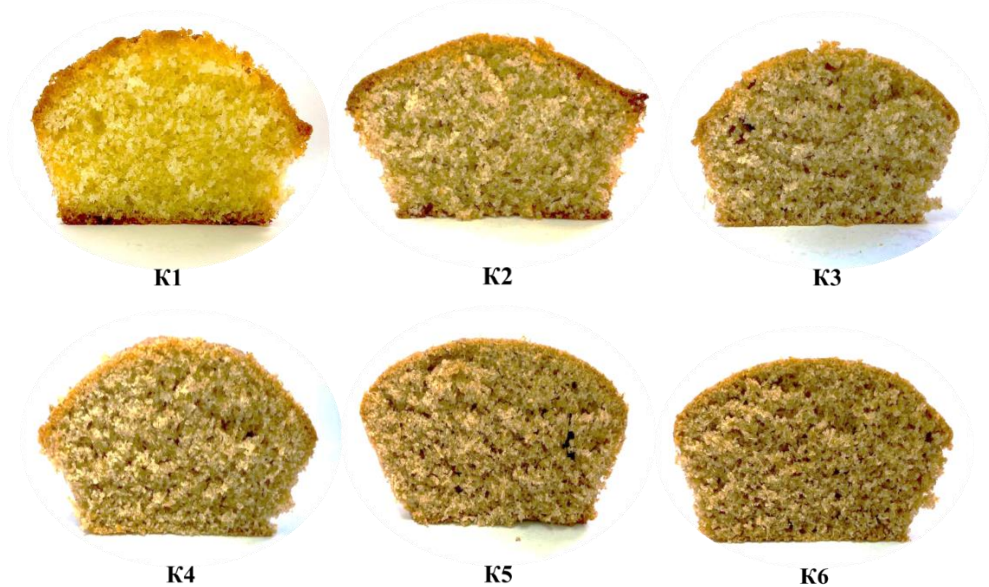


Рис. 6. Вигляд на зломі зразків кексів



Зовнішній вигляд виробів, до яких додають порошок пивної дробини у кількості 10,0-50,0% від маси борошняної суміші, характеризується правильною формою з тріщинами на поверхні, більш насиченим забарвленням скоринки та м'якушки.

Смак і аромат кексів із заміною 10,0-30,0% борошна порошком пивної дробини описується як приємний, насичений, солодкий, з вираженим горіхово-карамельним присмаком і ароматом, при збільшенні до 50,0% – солодовий присмак.

Фізико-хімічні показники якості зразків кексів із порошком пивної дробини наведені в табл. 4.

Таблиця 4

## Фізико-хімічні показники якості зразків кексів

Показник	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Вологість, %	28,05 ±0,05	28,15 ±0,05	29,06 ±0,05	29,65 ±0,05	30,01 ±0,05	31,09 ±0,05
Лужність, град	1,85 ±0,01	1,80 ±0,01	1,74 ±0,01	1,71 ±0,01	1,62 ±0,01	1,60 ±0,01
Питомий об'єм, см <sup>3</sup> /г	2,55 ±0,05	2,57 ±0,05	2,64 ±0,05	2,84 ±0,05	2,93 ±0,05	3,10 ±0,05
Пористість, %	16,67 ±0,01	17,25 ±0,01	18,09 ±0,01	19,01 ±0,01	19,85 ±0,01	19,57 ±0,01

Результати лабораторних пробних випікань показують, що збільшення кількості порошку пивної дробини у рецептурі понад 30% збільшує питомий об'єм готового виробу (до 3,1 см<sup>3</sup>/г) і надмірної крихкуватості м'якуша. Це може бути пов'язано з більшими частинками порошку пивної дробини, які роблять структуру продукту більш пухкою.

Важливо виділити, що у складі вуглеводів пивної дробини наявні харчові волокна, які є одним із найважливіших фізіологічно функціональних нутрієнтів. Відповідно, було досліджено вміст харчових волокон у зразках кексів.

Вміст харчових волокон коливається від 0,8 до 4,1 г на 100 г продукту, при добовій потребі людського організму від 25,0 до 30,0 г. Виходячи з цього, внесення 10,0-50,0% порошку пивної дробини може задовольнити добову потребу організму людини в харчових волокнах на 3,4-16,2% порівняно з контрольним зразком.

На підставі серії попередніх експериментів та з урахуванням відомостей, що містяться в науково-технічній літературі, розроблено технологію кексів «Світанок» з порошком пивної дробини в кількості 40% від маси борошняних компонентів (співвідношення борошна пшеничного до порошку пивної дробини 60:40).

Розраховані значення харчової та енергетичної цінності розроблених кексів «Світанок» представлено табл. 5.



Таблиця 5

## Харчова та енергетична цінність кексів

Показника	Добова норма*	Значення, г в 100 г кексу «Світанок»
<i>Харчова цінність:</i>		
- білки	80/61	10,8
- жири	81/62	15,5
- вуглеводи, <i>в тому числі</i>	350/300	54,6
- харчові волокна	25...30	3,3
<i>Енергетична цінність, ккал</i>	2450/2000	412,5

\*Примітка. Дані взяті для I групи населення, значення для чоловіків/жінок віком 18-29 років

Згідно з отриманими даними визначено, що використання порошку пивної дробини в технології кексів сприяє зменшенню калорійності виробів і підвищенню харчової цінності за рахунок збільшенню кількості харчових волокон.

*Висновки.* В роботі визначено технологічні властивості та якісні показники порошку пивної дробини і обґрунтовано доцільність їх використання у технології кексів. Обґрунтовано доцільність використання у технології кексів порошку пивної дробини (розміром фракцій 300 мкм) у кількості 40% від загальної кількості борошняної суміші за рецептурою.

Визначено, що розроблені кекси «Світанок» характеризується високим вмістом харчових волокон. Відповідно, на основі проведеного дослідження встановлено, що порошок пивної дробини доданих до рецептурних компонентів кексів, підвищує харчову та біологічну цінність продукту.

Отримані результати демонструють перспективу для подальших досліджень функціональних та оздоровчих властивостей збагачених кексів.

*Список використаних джерел*

1. Глобальні проблеми людства: веб-сайт. URL: <http://ukrmap.su/uk-g11/1371.html> (дата звернення: 10.06.2024).

2. Лозова Т. М. Поліпшення білкового та амінокислотного складу кондитерських виробів. *Вісник ЛТЕУ. Технічні науки*. 2020. № 23. С. 102–109.

3. Самохвалова О.В. Технологія маффінів оздоровчого призначення: монографія. Харків: Видавництво «Технологічний Центр», 2015. 120 с.





4. Ющенко Н., Буяльська Н., Челябієва В., Березкина, Н. Технологія кексів з додаванням калини звичайної (*Viburnum opulus L.*) та гарбуза звичайного (*Cucurbita pepo L.*). *Технічні науки та технології*. 2023. №3 (33). С. 162–169.
5. Сова Н., Худайбердієва К., Коваленко Н., Михненко І. Використання борошна із насіння нішевих культур у технології виробництва кексів. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях*. 2021. № 4 (10). С. 94–100.
6. Mirani A., Goli M. Optimization of cupcake formulation by replacement of wheat flour with different levels of eggplant fibre using response surface methodology. *Food Science and Technology*. 2021. № 42. e52120.
7. Gadallah M., Shabib Z., El-Hazmi T. Research Article Development of High Dietary Fibre-Enriched Cupcake Using Pomegranate Peel Powder. *International Journal of Food Science*. 2022. Vol. 2022, 6461949.
8. Ayoubi A., et al. Pre-Proof File Response Surface Optimization of Cupcake Formula Fortified with Date Seed Powder. *Iran. J. Chem. Chem. Eng.* 2023. Vol, 42(2). P. 638–651.
9. Sello A., Mostafa M. Enhancing antioxidant activities of cupcakes by using pumpkin powder during storage. *Journal of Food and Dairy Sciences*. 2017. Iss. 8. P. 103–110.
10. Капліна Т. В., Столярчук В. М., Дудник С. О. Зміни якісних показників кексів залежно від частки внесеного до рецептури гарбузового насіння. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького*. 2018. Т 20. № 85. С. 114–118.
11. Batista J. E. R. Partial replacement of wheat flour with pumpkin seed flour in the production of cupcakes filled with carob. *Food Science and Technology*. 2018. Vol. 38. Iss. 2. P. 250–254.
12. Coronado M. A., et al. Physicochemical characterisation and SEM-EDX analysis of brewer's spent grain from the craft brewery industry. *Sustainability*. 2020. №12(18). P. 7744.
13. Castro L. E. N., Matheus L. R., Colpini L. M. S. Optimization of brewers' spent grain drying process/Otimização do processo de secagem do bagaço de malte. *Brazilian Journal of Development*. 2022. №8(2). P. 14481–14488.
14. Назаренко І. А., Сімакова О. О., Світлична О. О. Технологія хлібобулочних виробів із використанням борошна з пивної дробини. *Обладнання та технології харчових виробництв*. 2019. Вип. 1(38). С. 46–52.
15. Jackowski M., et al. Brewer's spent grains-valuable beer industry by-product. *Biomolecules*. 2020. № 10(12). 1669.



16. Назаренко І. А., та ін. Дослідження якості бубликів ванільних із використанням борошна з пивної дробини. *Наукове фахове видання. Технічні науки*. 2020. № 2. С. 175–185.

17. Yitayew T., Moges D., Satheesh N. Effect of brewery spent grain level and fermentation time on bread quality. *International Journal of Food Science*. 2022. №1. 8704684.

18. Павлов О. В. Збірник рецептур борошняних кондитерських і здобних булочних виробів: Навчально-практичний посібник. Видання перероблене і доповнене. Київ: ПрофКнига, 2018. 336 с.

*Стаття надійшла до редакції 30.09.2024 р.*

**T. Synenko, V. Yurchenko**  
**Sumy National Agrarian University**

## **DEVELOPMENT OF CUPCAKE TECHNOLOGY WITH INCREASED BIOLOGICAL AND NUTRITIONAL VALUE**

### *Summary*

The popularity of flour confectionery products, the trend towards healthy eating and the development of innovative technologies for the integrated use of raw materials determine the relevance of improving the technology of cupcakes using non-traditional ingredients. The solution to the problem of increasing the nutritional and biological value of flour confectionery lies in the search for new additives containing more physiologically functional ingredients. Using these additives to supplement nutrients that are often lacking opens up the possibility of significantly addressing the problem of nutrient deficiencies in the human diet. The work aims to develop a technology for cupcakes with increased nutritional and biological value. To achieve this goal, the technological feasibility of using brewer's grains in the technology of cupcakes was substantiated. The raw materials' technological properties were determined to predict the rational ratio in the flour mixture, the impact on the rheological parameters of the dough and the quality of the finished products. The expediency of using brewer's grains powder (300 µm fraction size) in 40% of the total flour mixture according to the recipe has been substantiated. It was noted that the carbohydrates of brewer's grains contain dietary fibre, one of the most critical physiological and functional nutrients. Accordingly, the dietary fibre content in cupcake samples at different dosages of brewer's grains ranges from 0.8 to 4.1 g per 100 g of product, and the daily requirement of the human body is 25.0...30.0 g. On this basis, introducing brewer's grain powder in the amount of 10.0...50.0% allows the body to satisfy the daily requirement for dietary fibre by 3.4...16.2%, compared to the control sample. Based on a series of experiments, the technology of 'Svitanok' cupcakes with brewer's grains powder in 40% by weight of flour components (the ratio of wheat flour to brewer's grains powder is 60:40) was developed. It has been established that using brewer's grains powder in cupcakes technology helps reduce the calorie content of products and increase the nutritional value by improving dietary fibre content.

**Key words:** brewer's grains, flour confectionery, innovative technologies, scientific foundations.