

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ КЕКСУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СПРЯМУВАННЯ

**Іванова В.Д., канд. біол. наук, Івчук Н.П., канд. техн. наук, доцент, Хлебутіна М.С., студент
Національний університет харчових технологій, м. Київ**

Досліджено фізико-хімічні, структурно-механічні, органолептичні властивості експериментальних зразків кексів з додаванням горохового борошна та порошку чорноплідної горобини. Встановлено, що внесення добавок рослинного походження сприяє покращенню структурно-механічних властивостей та харчової цінності продукту.

Organoleptic, physicochemical, structural and mechanical properties of the cupcakes with the addition of chokeberry's powder and pea flour were studied. The cupcake's samples containing herbal supplements showed better structural, mechanical properties and higher nutritional value.

Ключові слова: функціональні продукти, кекс, рослинна сировина, горохове борошно, чорноплідна горобина, лікувально-профілактичне харчування.

Борошняні кондитерські вироби користуються значним попитом у населення. Разом з цим вони мають незбалансований склад, високий вміст жирів і вуглеводів та відносно низький – білків, харчових волокон, ненасичених жирних кислот, вітамінів. У зв'язку з цим актуальності набуває розроблення нових видів борошняних кондитерських виробів збалансованого складу чи збагачення існуючих функціональними інгредієнтами.

Для виробництва борошняних кондитерських виробів характерним є широке використання борошна пшеничного та житнього, а введення до їх складу інших видів борошна обмежується незадовільністю структурно-механічних та органолептичних властивостей готових виробів [1, 2]. З іншого боку, покращення харчової цінності продукту можливо досягти використанням сировини різного нутрієнтного складу, в даному випадку – використанням нетрадиційних видів борошна.

Метою даної роботи було розроблення функціонального продукту на основі кексу за рахунок додавання функціональних інгредієнтів рослинного походження.

Для досягнення мети досліджено окремі види рослинної сировини та визначено такі, що придатні для використання у технології виготовлення кексів; вивчено хімічний склад та технологічні властивості видів сировини, обраних для збагачення; досліджено вплив добавки горохового борошна на реологічні властивості тіста та готових виробів; розроблено склад начинки для кексів з використанням рослинної сировини з високим вмістом антиоксидантів, досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники нового виду кексу, визначено його здатність до зберігання.

Для покращення харчової цінності зазначеного продукту перш за все слід збільшити та збалансувати вміст незамінних амінокислот та вітамінів. Для реалізації цього завдання можливим є додавання до рецептури таких інгредієнтів як горохове борошно і порошок із чорноплідної горобини.

Експериментальні зразки кексів виробляли в лабораторних умовах, тісто готували безопарним способом за класичною рецептурою [3]. В якості сировини для виготовлення контрольного зразку кексу ви-

користували борошно пшеничне вищого гатунку, цукор-пісок, сухе знежирене молоко, олію рослинну, меланж, розпушувач – амоній вуглекислий. Як рослинну сировину в експериментах використовували ягоди чорноплідної горобини (аронії, *Aronia melanocarpa*) та насіння гороху. Зразки сировини збирали у Київській області, висушували та подрібнювали. Горохове борошно дозували згідно розрахованої рецептури і змішували безпосередньо з пшеничним борошном. Показники якості сировини, напівфабрикатів і готових виробів визначали за методиками, регламентованими стандартами. Ступінь свіжості готових виробів оцінювали за зміною деформаційних характеристик їх м'якушки, що визначали на пенетрометрі АП 4/1. Визначення реологічних властивостей тіста проводили на віскозиметрі Реотест-2 згідно рекомендацій [4].

Вміст фенольних сполук визначали спектрофотометрично з використанням реактиву Фоліна-Деніса [5], флавоноів, вітаміну С – згідно рекомендацій [5, 6]. Кожну серію дослідів виконували у три-, п'ятикратній повторності, проводили статистичне оброблення результатів.

Основними критеріями при виборі сировини були наявність значних кількостей біологічно активних речовин, широкий ареал розповсюдження рослини на території України, достатня сировинна база, легкість у переробці. Горох обрано як джерело легкозасвоюваного білка (26-27) %, багатого на незамінні амінокислоти (зокрема, цистин, триптофан, метіонін), плоди аронії – як полівітамінну сировину (С, Р, А, РР, В2, В12, Е, каротин), джерело дубильних і пектинових речовин, мікроелементів та сполук-антиоксидантів. Препарати чорноплідної горобини проявляють гіпотензивні, спазмолітичні, протизапальні, капіляррозміцнюючі, жовчогінні властивості.

Для визначення можливості використання горохового борошна у виробництві кексів було виготовлено три експериментальні зразки тіста, що містили 2, 5 та 9 % борошна гороху від маси пшеничного борошна та досліджено їх структурно-механічні властивості.

Відомо, що реологічні характеристики харчових мас залежать від багатьох параметрів, зокрема природи сировини, сорту борошна [7]. Небажаним є приготування занадто пластичного або занадто крихкого тіста, що визначається такими реологічними показниками як напруження зсуву та в'язкість. Результати досліджень впливу різного вмісту горохового борошна на структурно-механічні властивості тіста наведено на рис. 1.

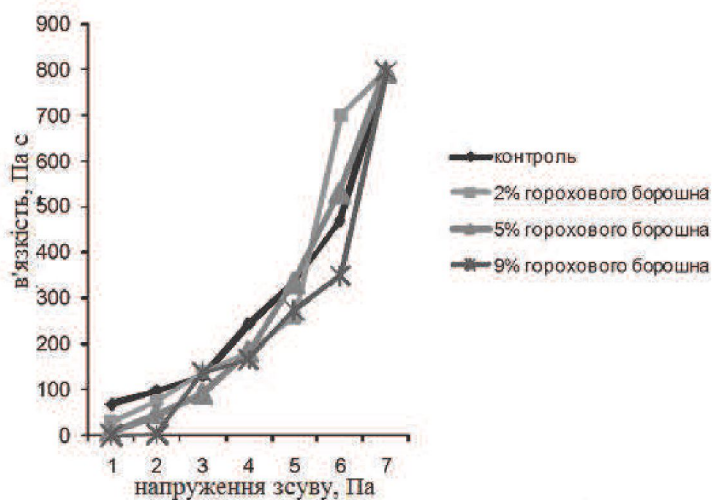


Рис. 1 – Реологічна крива течії зразків тіста з додаванням різної кількості горохового борошна

готового виробу за зміною його пружності. Результати наведено на рис. 2.

З даних, рис. 2 видно, що відносна пружність виробів збільшується із зростанням частки горохового борошна в рецептурі.

Органолептичні властивості контрольного та дослідних зразків виробу (табл. 1) не відрізнялись між собою, що говорить про можливість використання борошна гороху для виготовлення кексів у кількості до 9 % від маси пшеничного борошна.

Розраховано амінокислотний склад кексу, збагаченого гороховим борошном, та основні показники біологічної цінності продукту – амінокислотний СКОР, коефіцієнти надлишковості та утилітарності. За значенням амінокислотного СКОРу можна встановити, за вмістом яких незамінних амінокислот (НАК) білок дослідного продукту не відповідає ідеальному білку ФАО/ВООЗ. Така невідповідність свідчить про порушення збалансованості НАК в продукті із зниження рівня біологічної цінності білка. При цьому про

З рис. 1. видно, що заміна в рецептурі кексів пшеничного борошна на горохове в кількості від 2 до 9 % не впливає на в'язкість тіста. Стійкість до руйнування структури дослідних зразків така сама, як і в контрольному зразку. Це свідчить про відсутність впливу горохового борошна в кількості до 9 % на реологічні властивості тіста для кексів. Органолептичні властивості тіста із збільшенням в рецептурі частки горохового борошна не погіршуються. Лише у зразку з вмістом горохового борошна 9% від маси пшеничного з'являється ледь відчутний запах, характерний для бобових.

Оскільки за результатами реологічних досліджень не вдалося обґрунтувати максимально допустиму кількість горохового борошна в рецептурі, визначали структурно-механічні властивості

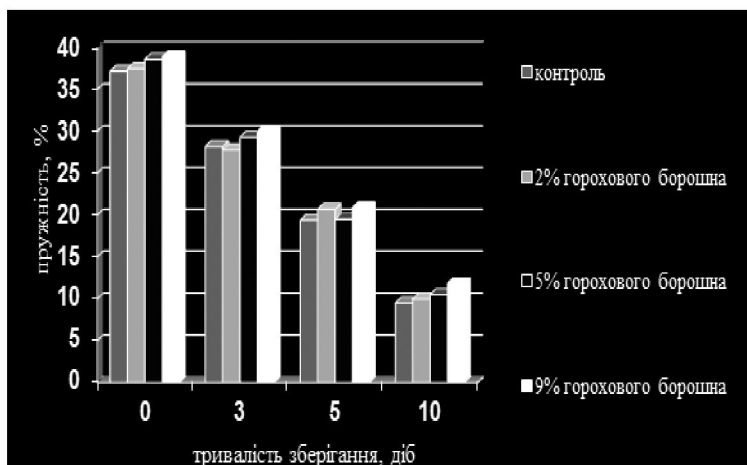


Рис. 2 – Пружність кексів в процесі зберігання

порушення збалансованості свідчить як надлишок НАК в білку (СКОР >1), так і її дефіцит або лімітування (СКОР <1).

За сучасними медико-біологічними уявленнями при наявності лімітування за будь-якою НАК всі інші амінокислоти білка продукту повноцінно використовуються організмом на рівні лімітованої НАК (СКОР якої є найменшим). Коефіцієнт утилітарності (u) амінокислотного складу продукту чисельно характеризує збалансованість усіх НАК білка по відношенню до еталона, або встановленої фізіологічної норми, його значення є розрахунковим коефіцієн-

том засвоюваності білкової частини харчового продукту.

Таблиця 1 – Органолептичні показники кексів з різним вмістом горохового борошна в тісті

Показник	Вміст горохового борошна в тісті, % від маси пшеничного борошна			
	0	2	5	9
Форма	Правильна, без вм'ятин та ушкоджень			
Стан поверхні	Гладка, рівномірна, без тріщин, підривів і притисків, не підгоріла			
Забарвлення скоринки	Коричневе, рівномірне			
Стан м'якушки	Еластична, добре пропечена			
Структура пористості	Пори маленькі, рівномірно розподілені			
Аромат	Присмний, бісквітний, без сторонніх запахів			
Смак	Приємний, бісквітний, без присмаків			
Розжовуваність м'якушки	Добре розжовувана			

Результати розрахунку показників біологічної цінності кексів наведено в табл. 2.

З даних табл. 2 видно, що при додаванні у тісто горохового борошна збільшується вміст білка та трьох перших лімітованих амінокислот – лізину, треоніну і валіну. При цьому коефіцієнт утилітарності (u) амінокислот продукту збільшується від 0,56 до 0,71, а коефіцієнт надлишковості (δнад) зменшується з 27,74 до 14,36. Найкращим для забезпечення фізіологічних потреб організму людини в білку є продукт, що містить 9 % горохового борошна від маси пшеничного борошна. Утилізація білка такого продукту буде ефективнішою.

Для збагачення продукту вітамінами та сполуками антиоксидантної дії до його складу вирішено вносити фруктово-ягідну начинку. Для збагачення начинки сполуками антиоксидантного ряду було обрано порошок із аронії, який у своєму складі містить вітамін С та біофлавоноїди. Розроблено рецептуру начинки, до складу якої увійшли яблучний джем та порошок з чорноплідної горобини. Порошок одержували з висушених ягід чорноплідної горобини. Досліджували вміст фенольних сполук, флавононів та вітаміну С – сполук, що є потужними антиоксидантами – у порошок з аронії та заморожених ягодах. Результати досліджень наведено в табл. 3.

З результатів табл. 3 видно, що вміст фенольних сполук та флавононів, що володіють антиоксидантною активністю, є більшим у висушених плодах чорноплідної горобини. Виключення складає вітамін С, якого у висушених плодах майже вдвічі менше. Це може бути зумовлено тим, що ягоди висушувалися і зберігалися за несприятливих для збереження цього вітаміну умов.

З метою встановлення впливу порошку аронії на органолептичні властивості готової начинки для кексів визначали ступінь його набухання, який склав 7,7 %. Для порівняння визначено ступінь набухання порошоків із моркви та гарбуза, які складали відповідно 22 % та 33,9 %. Таким чином, порошок із аронії має меншу водопоглинальну здатність і не буде суттєво впливати на органолептичні показники начинки.

В лабораторних умовах виготовлено 4 зразки начинки, що містили 3, 7, 10 та 15 % порошку з ягід аронії. Як контроль використано яблучний джем. Встановлено, що найкращі органолептичні властивості має композиція, що складається з 90 % яблучного джему і 10 % порошку чорноплідної горобини. В результаті збагачення начинки порошком із чорноплідної горобини в її складі збільшився вміст речовин,

Таблиця 2 – Показники біологічної цінності кексів із додаванням горохового борошна

Показники біологічної цінності		Вміст борошна гороха, % від маси пшеничного борошна			
		0	2	5	9
Вміст білка, %		10,6	10,8	11,0	11,7
Амінокислотний СКОР	лейцин	0,87	0,88	0,88	0,90
	ізолейцин	0,82	0,83	0,84	0,88
	метіонін	0,99	0,98	0,96	0,90
	лізин	0,44	0,46	0,49	0,59
	тирозин + фенілаланін	0,99	0,99	1,00	1,01
	треонін	0,63	0,64	0,65	0,68
	валін	0,69	0,70	0,70	0,72
	триптофан	0,77	0,78	0,80	0,84
СКОР _{мін}		0,46	0,46	0,49	0,59
u		0,56	0,59	0,62	0,71
δ _{над}		27,74	25,3	22,11	14,36

Вироби зберігали при кімнатній температурі та відносній вологості повітря не більше 75 % запакованими в поліпропіленову плівку протягом 10 діб. Встановлено, що впродовж усього терміну зберігання погіршення органолептичних властивостей кексів не відбувається. Перші ознаки черствіння контрольних

Таблиця 3 – Вміст сполук, що мають антиоксидантну активність у заморожених ягодах чорноплідної горобини та сухому порошку з ягід

Назва продукту	Вміст, мг%		
	Флавонові	Фенольних сполук	Вітаміну С
Заморожені ягоди	2,66	11,7	53,68
Порошок з висушених ягід	17,99	64,5	30,0

зразків відмічено на 7 добу, а зразків із додаванням горохового борошна – 10 добу від початку зберігання, при цьому ознак мікробіологічного псування не зафіксовано. Патогенних мікроорганізмів у досліджуваних зразках не виявлено.

З використанням принципів харчової комбінаторики, розраховано харчову цінність готового продукту. Розраховували вміст основних нутрієнтів (білків і незамінних амінокислот, жирів, вуглеводів, мінеральних речовин та вітамінів) у 100 г кексу порівнювали їх із відповідними показниками формули збалансованого харчування. Визначали, наскільки продукт задовольняє потреби організму людини в кожному нутрієнті, розраховуючи інтегральний скор. Результати свідчать про те, що ступінь забезпечення потреби в білках за умови споживання 100 г кексу становить 13,9 %, у жирах – 6,1 %, вуглеводах – 15,7 %, мінеральних речовинах – 4,8... 18,5 % (зокрема у залізі – 17,1%, йоді – 3,5 %), вітамінах – 3,97... 14,8 %. У порівнянні з продуктом, виготовленим за класичною рецептурою, в новому кексі «Задоволення» збільшився вміст білку, мікро- та мікроелементів, вітамінів, сполук, які володіють антиоксидантною активністю. Енергетична цінність готового виробу складає 309,7 ккал.

Принципова технологічна схема отримання функціонального продукту в порівнянні з традиційною майже не змінюється, лише додається окрема операція приготування начинки змішуванням порошку із чорноплідної горобини та яблучного джему. Горохове борошно дозується і додається до інших компонентів разом з пшеничним борошном на стадії замішування.

Висновки

Результати проведених досліджень свідчать про можливість заміни 9 % традиційно використовуваного у технології борошняних кондитерських виробів пшеничного борошна на горохове борошно із забезпеченням якості виробів за всіма нормативними показниками відповідно до «ДСТУ 4505:2005 Кекси. Загальні технічні умови».

Використання горохового борошна у виробництві кексів є доцільним з огляду збагачення продукту біологічно цінним білковим компонентом горохового борошна. Внесення до складу начинки для кексів порошку з аронії дозволяє збагатити продукт вітамінно-мінеральним комплексом та сполуками-антиоксидантами. Створення нового виду кексу сприятиме розширенню асортименту борошняних кондитерських виробів функціональної дії.

які володіють антиоксидантною активністю: вітаміну С (до 4,44 мг%), фенольних сполук (6,45 мг%) та флавонові (1,8 мг%), покращились смакоароматичні властивості.

Досліджено зміну органолептичних показників начинки в процесі зберігання протягом одного місяця при $t=+4^{\circ}\text{C}$. Впродовж цього періоду погіршення властивостей та появи ознак мікробіологічного псування не виявлено (ймовірно через задовільні умови приготування начинки та окремих компонентів і через наявність у напівпродукті 68,7 % цукру).

Експериментальні зразки кексів з гороховим борошном та яблучно-аронієвою начинкою було виготовлено на кафедрі технології функціональних харчових продуктів НУХТ та досліджено їх фізико-хімічні та органолептичні властивості. Слід зазначити, що за фізико-хімічними та органолептичними показниками готовий продукт відповідав вимогам чинної нормативно-технічної документації. Вологість готових виробів складала 15,7 %, лужність – 1,6 град.

зразків відмічено на 7 добу, а зразків із додаванням горохового борошна – 10 добу від початку зберігання, при цьому ознак мікробіологічного псування не зафіксовано. Патогенних мікроорганізмів у досліджуваних зразках не виявлено.

З використанням принципів харчової комбінаторики, розраховано харчову цінність готового продукту. Розраховували вміст основних нутрієнтів (білків і незамінних амінокислот, жирів, вуглеводів, міне-

Література

1. Острик А.С. Использование нетрадиционного сырья в кондитерской промышленности [Текст]: Справочник // Острик А.С., Дорохович А.Н., Мироненко Н.В. – К.: Урожай. – 1989.
2. Лурье И. С. Технология кондитерского производства [Текст] / И. Лурье. – М.:Агропромиздат, 1992. – 399 с.
3. Рецептуры на торты, пирожные, кексы и рулеты: в 3 ч. Ч. III. Пирожные, кексы, рулеты, полуфабрикаты [Текст] / Под ред. Л.М. Богатой. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 297 с.
4. Лабораторний практикум з технології хлібопекарського та макаронного виробництв [Текст]/ В.І. Дробот, Л.Ю. Арсеньєва, Д.А.Білик, В.Ф. Доценко [та інш.]; під ред. В.І. Дробот. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 341 с.
5. Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст]/ А.И. Ермаков, В.В.Арасимович - Л.: Агропромиздат. - 1987. - 430 с.
6. Романова С. В., Ковальов С. В. Кількісне визначення фенольних сполук [Текст]// Вісник фармації. – 2009. – № 2. – С. 24 – 26.
7. Кузнецов О.А., Волошин Е.В., Сагитов Р.Ф. Реология пищевых масс [Текст]: Учебное пособие. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. - 106 с.