

Дослідження споживних властивостей розроблених кексів з використанням нетрадиційної сировини

Х. І. Ковальчук, Г. В. Озимок, Р. Т. Марійчук, О. І. Гирка, М. П. Бодак,
Н. С. Палько, О. Я. Давидович, А. С. Ткаченко, Л. М. Губа

Досліджено вплив нетрадиційної сировини рослинного походження та натуральних добавок на формування споживних властивостей кексів полішеного складу. Визначено та науково обґрунтовано рецептурний склад і запропоновано модельні зразки кексів на основі проведеного аналізу органолептичних, фізико-хімічних показників, харчової і біологічної цінності. Для оцінювання органолептичних показників розроблено шкалу оцінювання, враховуючи показники: смак, запах, вид у розломі, колір, поверхня, форма, консистенція із введенням показника флейвор та побудовано профілограми зразків. На основі проведеної органолептичної оцінки встановлено, що розроблені кекси із внесенням у рецептуру нетрадиційної сировини володіють приємними смаком, ароматом та високо оцінені дегустаційною комісією. Завдяки зміні рецептури вдалося знизити енергетичну цінність виробів на 16–39 ккал/100 г. Нові зразки характеризуються підвищеним вмістом білка на 18,9–31,8 % (кекси без начинки) та в 1,6–1,7 разів (кекси з начинкою), зменшенням кількості жиру на 3,1–20,1 % та вуглеводів – на 4,7–14,9 %. Вміст незамінних амінокислот визначали за допомогою автоматичного аналізатора амінокислот Т 339. У нових виробках зріс вміст амінокислот в 1,1–1,9 разів порівняно із контрольним зразком. Жирнокислотний склад кексів визначали методом газової хроматографії на газовому хроматографі НР 6890. Співвідношення частки ненасичених жирних кислот до насичених в нових виробках зросло в 1,22–1,55 разів. Мінеральний склад визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115 ПК. Вміст мінеральних елементів зріс в 1,1–2,7 раза, а вітамінів у 1,2–2,9 раза. На основі отриманих даних обґрунтована доцільність розширення асортименту борошняних кондитерських виробів новими видами кексів

Ключові слова: кекси з органічним борошном, харчова цінність, споживні властивості, амінокислоти, жирнокислотний, мінеральний склад

1. Вступ

Провідна роль у здоровому харчуванні відводиться розробці і випуску збалансованих за складом продуктів, збагачених натуральними біологічно цінними добавками. Особлива увага приділяється пошуку ефективних засобів корекції харчових дефіцитів на основі створення нової продукції з використанням джерел незамінних нутрієнтів.

Борошняні кондитерські вироби належать до висококалорійних продуктів харчування масового споживання. Значним попитом традиційно користуються кекси, проте їх асортимент на ринку доволі обмежений. Суттєвий недолік кек-

сів – практично повна відсутність у них важливих біологічно активних речовин, зокрема незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, макро- і мікроелементів тощо. Хімічний склад такої продукції потребує значного коригування в напрямку поліпшення складу, підвищення харчової цінності та зниженням енергетичної цінності виробів.

Теоретичні та практичні аспекти в галузі створення борошняних кондитерських виробів поліпшеного складу і підвищеної харчової цінності знайшли відображення у роботах [1, 2]. Однак дослідження процесу збагачення кексів цінними макро- і мікронутрієнтами та зниження калорійності на сьогодні є актуальним. Застосування рослинних добавок дозволить підвищити харчову цінність та сповільнити процеси окислення і черствіння у кексах, поліпшуючи їх споживні властивості.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

З метою збагачення кексів харчовими волокнами Girija Vudugula, Kavita Waghraу запропонували у рецептуру модельних зразків вводити органічне пшеничне борошно (Atta) та борошно з цільної пшениці (Maida) [3]. За результатами сенсорного аналізу зразок кексів з використанням органічного пшеничного борошна та суміші масло:кокосове молоко (75:25) отримав 7,8 бала, за оцінки контрольної проби 7,9. Для зразка з органічної цільної пшениці оптимальним було співвідношення суміші масло:кокосове молоко (50:50) – 7,7 бала. Енергетична цінність у порівнянні з ринковою продукцією знизилася на 250 ккал у 100 г продукту. Проте зазначені інгредієнти суттєво здорожують готовий виріб.

Біодоступність є ключовим фактором успішного розвитку функціональних харчових продуктів, особливо коли харчова матриця сильно відрізняється від природного джерела цільового біоактивного інгредієнта. Хоча основні продукти містять ксантофіли, їх кількість є відносно низькою для досягнення бажаного сприятливого ефекту для здоров'я, а під час випікання деградаційні реакції знижують їх вміст. Додавання водорозчинної композиції лютеїну в рецептурі кексів дозволяє підвищити вміст ксантофілу та забезпечити його стійкість в процесі випікання. Біодоступність *in vitro* досягла адекватних рівнів ефективності, які становили 30–80 % початкового вмісту лютеїну. Активність панкреатичної ліпази по відношенню до ефірів лютеїну була низькою, але гідролізований лютеїн був повністю включений у водну фазу [4].

Підтверджено високу фізіологічну цінність екстрактів каркаде і меліси лікарської відповідно до альтернативних методик та методик, затверджених Державною фармакопеею України.

Каркаде (*Roselle calyces*) – одна із популярних рослинних культур багатих антоціанами. Досліджено можливість використання екстракту каласки *Roselleу* рецептурному складі кексів. Готові вироби характеризуються високим вмістом харчових волокон – 8 %, мінеральних речовин – 4,2 % та антоціанів – 465 мг/100 г сухої речовини, що у 2 рази більше мінімального середнього добового споживання антоціанів для американців [5].

Меліса лікарська (*Melissa officinalis L.*) та її екстракти володіють біоактивними властивостями і є перспективними інгредієнтами у розробці харчових

продуктів з додатковими функціональними можливостями. Досліджено антиоксидантну, антибактеріальну та протигрибкову активність екстракту меліси, а також його потенційну гепатотоксичність. Її антиоксидантні властивості підтверджено ефектом поглинання вільних радикалів ЕС $50=79\pm 2$ мкг/мл та зниженням потужності ЕС $50=49\pm 1$ мкг/мл; протимікробні – резистентні проти 8 бактерій і 8 грибів, а також відсутністю токсичності (в клітинних лініях). Варто зазначити, що лікарських трав існує значна кількість різновидів, тому дослідження у цьому напрямку не припиняють своєї актуальності [6].

Досліджено тривалість зберігання, хімічний склад, параметри кольору та антиоксидантну активність кексів після введення в них екстракту меліси, у порівнянні з виробами, які містять сорбат калію. Отримані результати свідчать про те, що серед фенольних сполук екстракту меліси, основним компонентом є розмаринова кислота – $2,8\pm 0,01$ %, що забезпечує антиоксидантну дію [7].

Овочі займають вагоме місце у здоровому харчуванні людини, і є основним джерелом вітамінів, амінокислот, мінеральних елементів, органічних кислот, споживання яких позитивно впливає на організм людини. Багато рослинних продуктів мають фітонциди, антисептичні, антиоксидантні, радіопротекторні властивості, а правильне їх використання сприяє нормалізації обміну та є ефективним методом оздоровчого та лікувально-профілактичного впливу на організм. Досліджено антиоксидантні властивості, фізичні та органолептичні характеристики кексів, збагачених фенольним водним мікрохвильовим екстрактом з трьох видів овочів – броколі, китайської капусти та шпинату. Найвищу здатність блокувати радикальну активність виявлено в кексів збагачених китайською капустою, шпинатом і броколі. Найвищий середній бал 7,0 загальної прийнятності було встановлено для кексів збагачених шпинатом, нижчі бали були у зразків з китайською капустою та броколі. Кекс з найвищими споживними властивостями – продукт, збагачений водним екстрактом шпинату [8]. Овочі можна застосовувати у борошняних виробках у різних комбінаціях, що розширює напрямки та перспективи досліджень.

Вивчена можливість виробництва знежирених кексів з борошна бару (*Dipteryx alata* Vog) – *BF*. Чотири різні рецептури кексів виготовлялися з пшеничного борошна (*WF*), що містить 30 % *BF*, зі зниженням 50, 75 і 100 % вмістом маргарину, порівняно з контрольним зразком зі 100 % *WF* і 100 % вмістом маргарину. Кекси, отримані із суміші 70 % *WF*+30 % *BF* та із зниженням вмісту маргарину на 75 і 100 % можна вважати “легкими”, а найвищу органолептичну оцінку прийнятності отримав зразок із зниженням 75 % маргарину [9].

Одним із показників, який свідчить про повноцінність харчування населення, є наявність білків. Борошняні кондитерські вироби не є основним джерелом їх надходження. Проте, використання борошна з насіння гарбуза в рецептурі кексів замінивши до 50 % пшеничне борошно, дозволяє отримати кекси із збільшеним майже в 2 рази вмістом рослинного білка і без істотних змін вихідних характеристик виробів [10].

Досліджено органолептичні показники п'яти зразків кексів, включаючи контрольний, виготовлених із використанням різної концентрації сиропу квітів махуа (*Madhuca Longifolia*) за різних температур. Результати сенсорної оцінки

чітко демонструють, що кекси виготовлені з використанням сировини сиропу квітів махуа в кількості 55 г за температури випікання 175 °С протягом 14 хв., мають найвищі прийнятні з точки зору сенсорних характеристик властивості. Збільшення концентрації цього сиропу (понад 55 г) викликає незадовільний післясмак [11]. Проте зазначений інгредієнт є малодоступним, що ускладнює виготовлення виробів за такою рецептурою.

Таким чином, дослідженню покращення споживних властивостей борошнених кондитерських виробів присвячено значну кількість наукових публікацій. Проте залишаються невирішеними питання стосовно зниження калорійності та збільшення частки незамінних амінокислот, ненасичених жирних кислот, макро- та мікроелементів і вітамінів.

3. Ціль та задачі дослідження

Метою дослідження є наукове обґрунтування розширення асортименту кексів із використанням нетрадиційної сировини і практичне підтвердження результатів досліджень амінокислотного, жирнокислотного, мінерального та вітамінного складу.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

- на основі експериментальних досліджень оцінити вплив використаних збагачувачів на формування споживних властивостей нового асортименту кексів та визначити їх харчову цінність;
- дослідити вплив нетрадиційної сировини на амінокислотний склад нових кексів;
- проаналізувати склад фракцій жирних кислот у розроблених кексах;
- вивчити вітамінний та мінеральний склад нових кексів;

4. Методи дослідження споживних властивостей нових кексів

Об'єктом досліджень були кекси поліпшеного складу «Кунжутний», «Морячок», «Міцний горішок», «Осінній аромат», «Чорничний», «Медок» і «Елітний». За контрольний зразок взято кекс «Столичний», який виготовлений за класичною рецептурою.

Обмеження на сумарний вміст інгредієнтів у рецептурі кексів визначали за формулою (1):

$$\sum_{i=1}^j x_i = 1000, \quad (1)$$

де x_i , $i=1, 2, \dots, j$ – невідома кількість сировини i -го виду (г).

Технологічні умови забезпечення необхідного вмісту вологи у виробі за формулою (2):

$$0,05 \sum_{i=1}^j x_i \leq \sum_{i=1}^j \lambda_i x_i \leq 0,1 \sum_{i=1}^j x_i, \quad (2)$$

де $x_i, i=1, 2, \dots, j$ – невідома кількість сировини i -го виду (г);

λ_i – вміст води у 1 г i -го інгредієнта (г).

Додаткові умови збагачення виробу нутрієнтами, що проектується визначали у відсотках відносно добової потреби. Цільову функцію доцільно вибрати за формулою (3):

$$Z = \sum_{i=1}^j a_i x_i \rightarrow \max, \quad (3)$$

де $x_i, i=1, 2, \dots, j$ – невідома кількість сировини i -го виду (г); a_n – вміст нутрієнта n -го виду в 1 г i -го інгредієнта (г).

Розв'язання задачі, щодо проектування оптимізації вмісту інгредієнтів у нових кексах нового асортименту отримано симплексним методом в системі MathCAD (Prime 3.0) [12].

Для дослідження споживних властивостей кексів запропонованих рецептур та зміни їх якості в процесі товаропросування в даній роботі було використано органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні методи аналізу. Дослідження проводилися у трьох- і п'ятиразовій повторюваності.

Товарознавчу оцінку якості розроблених кексів нових рецептур проводили відповідно європейських технічних регламентів для харчової продукції [13].

Амінокислотний склад кексів визначали методом іонообмінної рідинно-колонкової хроматографії на автоматичному аналізаторі амінокислот Т 339 виробництва «Мікротехна», Чехія (рис. 1) [13].



Рис. 1. Автоматичний аналізатор амінокислот Т 339 («Мікротехна», Чехія)

В основу роботи автоматичного аналізатора амінокислот закладено принцип проведення всіх операцій в безупинному потоці елюенту. Принцип роботи полягає в тому, що елюент із ємкості за допомогою насоса, що дозує, проганяється через хроматографічну колонку. На виході з колонки до елюату мікронасосом безупинно підкачується нінгідриновий реактив у визначеному співвідношенні з елюатом. Суміш елюата і нінгідринового реактиву по капілярній

трубці направляється в реактор, що нагрівається до температури 95–98 °С і потім направляється в проточну кювету. Інтенсивність фарбування, що з'явилося, вимірюється фотоколориметруванням за допомогою фотоелементу, на який світло від джерела проходить через стінки кювети. Сигнали фотоелемента підсилюються і реєструються самописним потенціометром у вигляді хроматограми. Площа піків на хроматограмі підраховується і порівнюється з площею піків амінокислот з відомою концентрацією. З порівняння цих площ робиться обчислення абсолютної кількості амінокислоти в аналізованому зразку.

Біологічна цінність білків харчових продуктів характеризується за амінокислотним скором. Амінокислотний скор розраховується у відсотках як відношення вмісту амінокислот у досліджуваному білку до їх вмісту в умовно ідеальному білку, який задовольняє потреби організму [14]. У розробці харчових продуктів підвищеної харчової цінності важливим аспектом є збільшення кількості лімітованих амінокислот, скор яких менше 100 %.

Амінокислотний скор визначали відношенням кількості відповідної незамінної амінокислоти в 1 г білка до регламентованого вмісту її в “ідеальному білку” за шкалою ФАО/ВООЗ [15].

Амінокислотний скор (АКС) кожної незамінної амінокислоти розрахований в залежності з рекомендаціями шкали ФАО/ВООЗ, що прийнята для класифікації білка за формулою (4):

$$C_j = \frac{AK_j}{AK_c} \cdot 100 \%, \quad (4)$$

де C_j – амінокислотний скор j -й амінокислоти білка, %; AK_j – вміст незамінної амінокислоти в 1 г досліджуваного білка, мг/г білка; AK_c – вміст незамінної амінокислоти в 1 г еталонного білка, мг/г еталонного білка.

Жирнокислотний склад кексів визначали методом газової хроматографії на газовому хроматографі HP 6890 (Agilent, США) (рис. 2).



Рис. 2. Газовий хроматограф HP 6890 (Agilent, США)

Газовий хроматограф призначений для аналізу газових і рідких багатоконпонентних сумішей органічного та неорганічного походження з температурою кипіння до 350 °С. Поділ компонентів може відбуватися в ізотермічному або запрограмованому режимах нагріву хроматографічних колонок. Для детектування компонентів використовують полум'яно-іонізаційні детектори, детектори по теплопровідності, мас-спектрометри або детектори інших типів. Сигнал детектора за допомогою відповідного інтерфейсу перетворюється в цифрову форму для подальшої комп'ютерної обробки.

Газовий хроматограф НР 6890 двоканальний. Випарник капілярний, капілярна колонка і полум'яно-іонізаційний детектор формують передній канал хроматографа, тоді як випарник для набивних колонок, кран для дозування газових проб, набивна колонка і катарометр формують задній канал. Прилад може керувати газовими потоками випарників, детекторів і трьома допоміжними потоками, за допомогою системи електронного управління потоками газів (ЕУПГ). ЕУПГ передбачає завдання потоків і тисків, а також їх програмування в процесі аналізу.

Системи ЕУПГ в випарнику підтримують таку поведінку газоносія в ході всього аналізу, навіть при зміні температури колонки [16].

Мінеральний склад кексів визначали методом атомно-абсорбційної спектрофотометрії на атомно-абсорбційному спектрофотометрі С-115М1-ПК (Семі, Україна) [17].

5. Результати дослідження споживних властивостей кексів нових рецептур

Інгредієнтний склад підібрано за раціональним співвідношенням. Завдяки коригуванню рецептур було знижено вміст борошна та маргарину. Слід зазначити, що для виробництва досліджуваних кексів було використано сировину, виготовлену на території України і сертифіковану відповідно до чинного законодавства.

Вміст окремих рецептурних компонентів представлено у табл. 1. Модельні рецептури кексів наведено у [18–22].

Родзинки у кексі «Осінній аромат» були повністю замінені на цукати (яблучно-вишневі) та частково замінені у кексі «Міцний горішок» на ядра волоського горіха (22,9 кг/т), у кексі «Чорничний» - плоди чорниці (22,9 кг/т). Кекси з начинками містять по 150,6 кг/т начинки меду натурального з пилком «Медок» та меду натурального з прополісом «Елітний».

Проведена сенсорна оцінка розроблених зразків кексів поліпшеного складу методом профілювання у порівнянні із контролем «Кунжутний» і «Морячок» (рис. 3), «Осінній аромат», «Міцний горішок», «Чорничний» (рис. 4) та «Медок» і «Елітний» (рис. 5).

Візуальне порівняння органолептичних показників кексів свідчать про значні переваги зразків над контрольним, особливо смак (4,87–4,98 балів у порівнянні із 4,03 балів), запах (4,86–4,97 балів проти 4,34) та колір (4,86–4,96 проти 4,53 бали). Розроблені рецептури кексів «Медок» та «Елітний» характеризувалися високим значенням комплексного показника якості – 0,99, у решти зразків він становив 0,97–0,98, що підтверджує доцільність використання даного рецептурного складу у порівнянні з контрольним зразком і на 11,6 % вище за контрольний зразок.

Таблиця 1

Особливості рецептурного складу нових кексів

| Нетрадиційна сировина та натуральні добавки | Кількість сировини у рецептурі кексів, кг/т | | | | | | |
|---|--|--|---|--|---|---|--|
| | «Кунжутний» | «Морячок» | «Міцний горішок» | «Осінній аромат» | «Чорничний» | «Медок» | «Елітний» |
| Борошно | житнє (57,2) | вівсяне (38,1) | гречане (19,06) | кукурудзяне (57,2) | гречане (15,25) | кукурудзяне (53,06) | вівсяне (35,52) |
| Порошки та їх суміші | листя ожини сизої (1,9), смородини чорної (3,8), квітів ромашки лікарської (1,9) | листя бадану товстолистого (0,95), малини (1,9), підбілу звичайного (19,1), слані ламинарії (0,95) | листя м'яти перцевої (1,91), волоського горіха (1,91) | трави звіробою звичайного (1,91), квітів липи серцелистої (1,91), ехінацеї пурпурової (0,95) | коренів цикорію (0,95), квітів фіалки триколірної (5,7) | квітів липи серцелистої (1,77), квіткового пилку (4,42) | листя м'яти перцевої (1,77), квасолі (13,69), прополісу (3,69) |
| Молочна сироватка | 38,1 | – | 38,12 | – | – | 53,05 | 53,29 |
| Сухе знежирене молоко | – | – | – | 38,12 | 57,2 | – | – |
| Рослинні олії | кунжутна (21,0) | гарбузового насіння (16,3) | волоського горіха (21,0) | – | – | гарбузового насіння (15,12) | – |

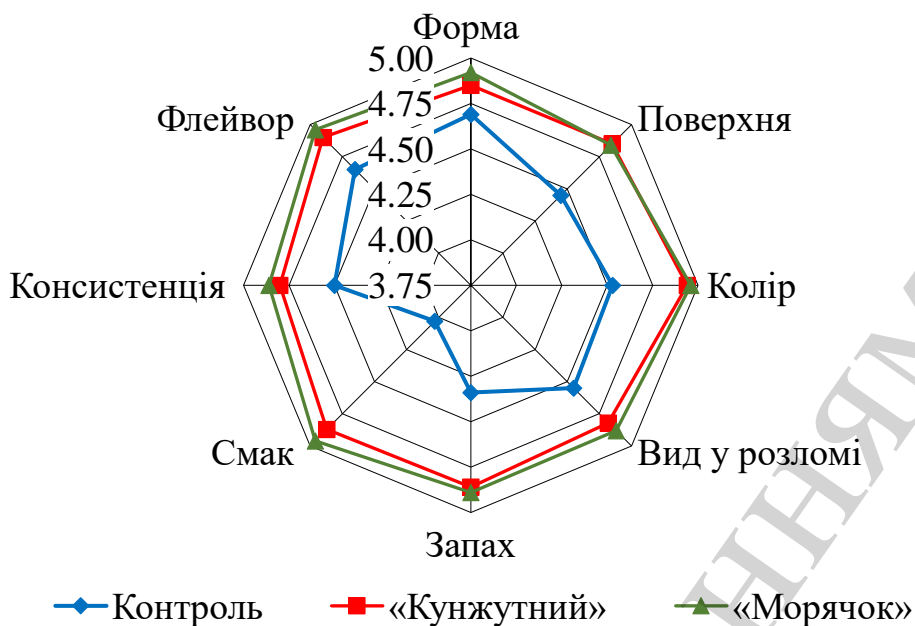


Рис. 3. Профілограми органолептичних показників кексів «Кунжутний» і «Морячок»

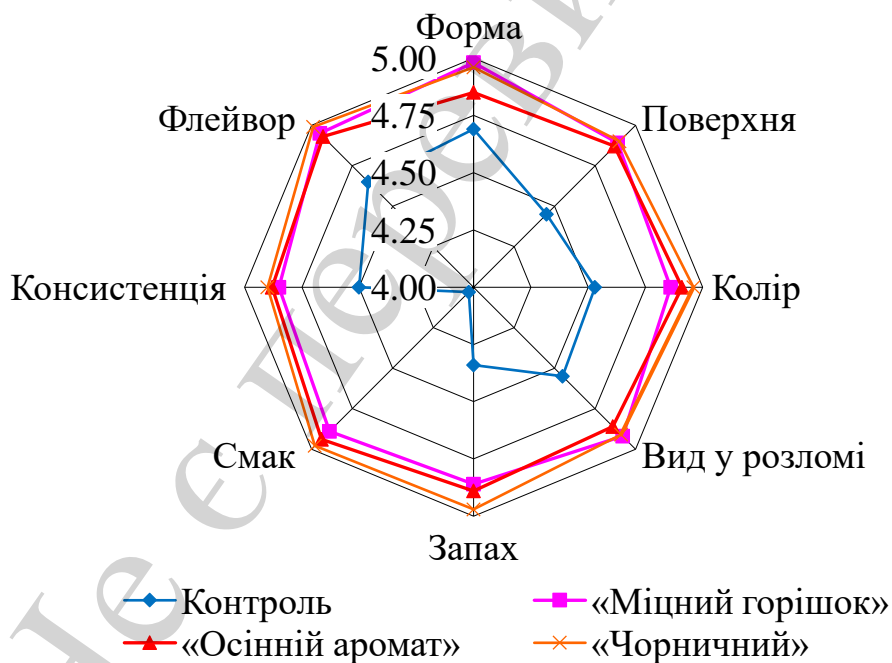


Рис. 4. Профілограми органолептичних показників кексів «Осінній аромат»; «Міцний горішок» та «Чорничний»

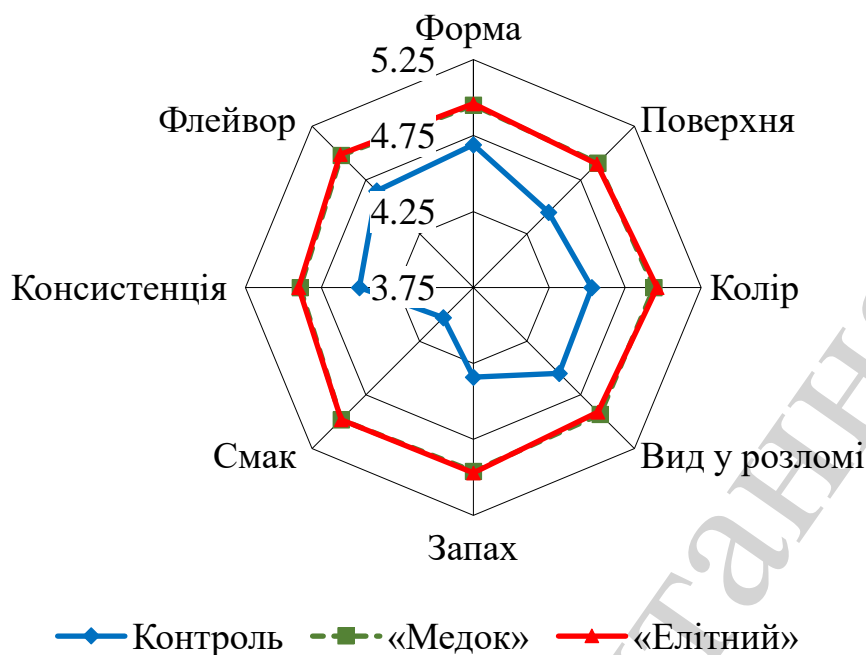


Рис. 5. Профілограми органолептичних показників кексів «Медок» і «Елітний»

Використання нетрадиційної сировини обумовило корегування хімічного складу, що зумовило підвищення харчової та зниження калорійності нових кексів (табл. 2).

Таблиця 2

Харчова цінність та калорійність нових кексів, $p \leq 0,05$; $n=3$

| Найменування кексів | Вміст, г/100 г продукту | | | | Калорійність, ккал/100 г |
|---------------------|-------------------------|-------|------------|------|--------------------------|
| | білків | жирів | вуглеводів | золи | |
| Контрольний зразок | 4,91 | 20,27 | 55,77 | 1,02 | 425,15 |
| «Кунжутний» | 6,15 | 19,61 | 52,11 | 1,90 | 409,53 |
| «Морячок» | 6,02 | 17,14 | 53,15 | 1,70 | 390,94 |
| «Міцний горішок» | 6,47 | 20,66 | 49,05 | 1,77 | 408,02 |
| «Осінній аромат» | 5,93 | 19,31 | 51,76 | 1,94 | 404,55 |
| «Чорничний» | 5,84 | 19,65 | 47,45 | 1,96 | 390,01 |
| «Медок» | 8,10 | 16,20 | 52,12 | 1,68 | 386,68 |
| «Елітний» | 7,80 | 18,70 | 50,16 | 1,53 | 400,14 |

Експериментально доведено, що вироби з підібраним набором інгредієнтів характеризуються підвищеним вмістом білка на 18,9–31,8 % (кекси без начинки) та в 1,6–1,7 раза (кекси з начинкою), зменшенням кількості жиру на 3,1–

20,1 % та вуглеводів – на 4,7–14,9 % порівняно із контрольним зразком. У результаті використання запропонованих рецептурних добавок було знижено енергетичну цінність нових кексів на 16–39 ккал/100 г.

Харчова цінність нових кексів підвищилась, зокрема завдяки поліпшенню амінокислотного складу. Внесення у рецептуру кексів білкових збагачувачів (молочної сироватки, сухого знежиреного молока, нетрадиційних видів борошна) зумовило збільшення вмісту незамінних амінокислот.

Співвідношення незамінних амінокислот до замінних у розроблених кексах складало 0,47 («Медок») – 0,44 («Елітний»), тоді як у контрольному зразку лише 0,42. Завдяки вдало підібраній сировині у нових виробках підвищено вміст феніланіну на 24,6–90,1 %, ізолейцину – 8,7–75,1, лейцину – 7,7–70,6 та валіну – на 5,0–66,1 %, а також суттєво збільшено вміст лізину, треоніну та метіоніну (рис. 6).

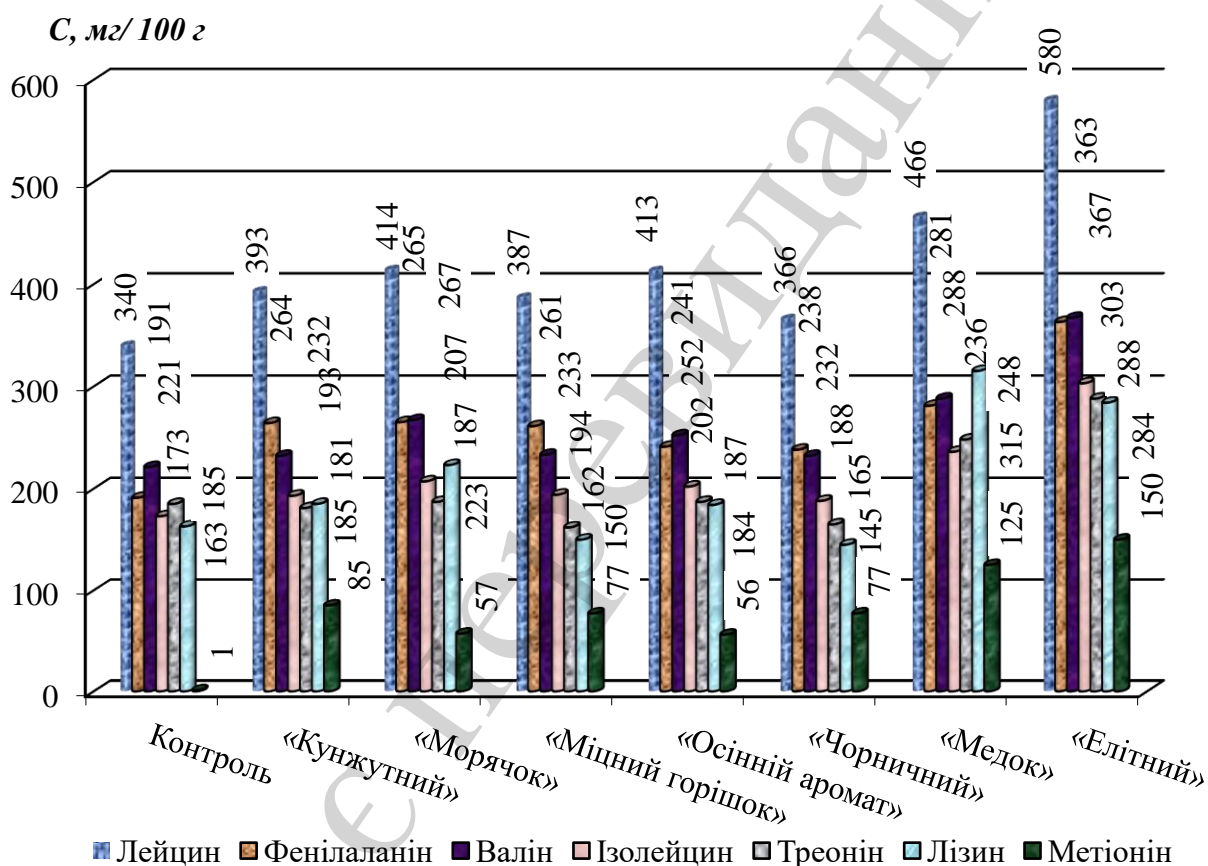


Рис. 6. Вміст незамінних амінокислот у нових кексах

Амінограми контрольного зразка кексу, а також кексів «Морячок», «Міцний горішок» та «Медок» наведені на рис. 7.

Амінокислотний скор у кексі «Кунжутний» для всіх амінокислот, крім ізолейцину та валіну перевищив контроль. Хоча незамінні амінокислоти, крім лейцину (скор дорівнює 110 %) та феніланіну+тирозин (138 %), у даному зразку є лімітованими, значення цього показника для треоніну підвищено на 10 %, для лізину – на 13 %, метіоніну з цистином – на 22 % (табл. 3).

У кексі «Морячок» амінокислотний скор валіну досяг 103 %, ізолейцину – 100 %. Лімітованими є лізин, треонін та метіонін+цистин. Проте забезпечено зростання скору лейцину, лізину та треоніну порівняно з контролем.

У кексі «Міцний горішок» лімітованими амінокислотами є лише лізин та метіонін+цистин. Підвищено скор амінокислоти валін (на 12 %), ізолейцину (на 6 %), лізину (на 16 %) і треоніну (на 29 %).

Кекс «Осінній аромат» характеризується помітним зростанням амінокислотного скору валіну, ізолейцину, лейцину, лізину та треоніну.

Підвищення амінокислотного скору валіну (100 %), ізолейцину (100 %), лейцину (112 %) відзначено у кексі «Чорничний».

У кексах «Медок» і «Елітний» найбільш помітно підвищився скор лізину (відповідно на 41 та 14 %), а особливо метіонін+цистин (до 105 %) та треоніну (до 101 і 94 % відповідно).

Заміна 8–10 % маргарину нетрадиційними видами рослинних олій у нових виробках зумовила підвищення частки ненасичених жирних кислот, особливо поліненасичених. Склад фракцій жирних кислот у досліджуваних зразках кексів помітно поліпшено (рис. 8).

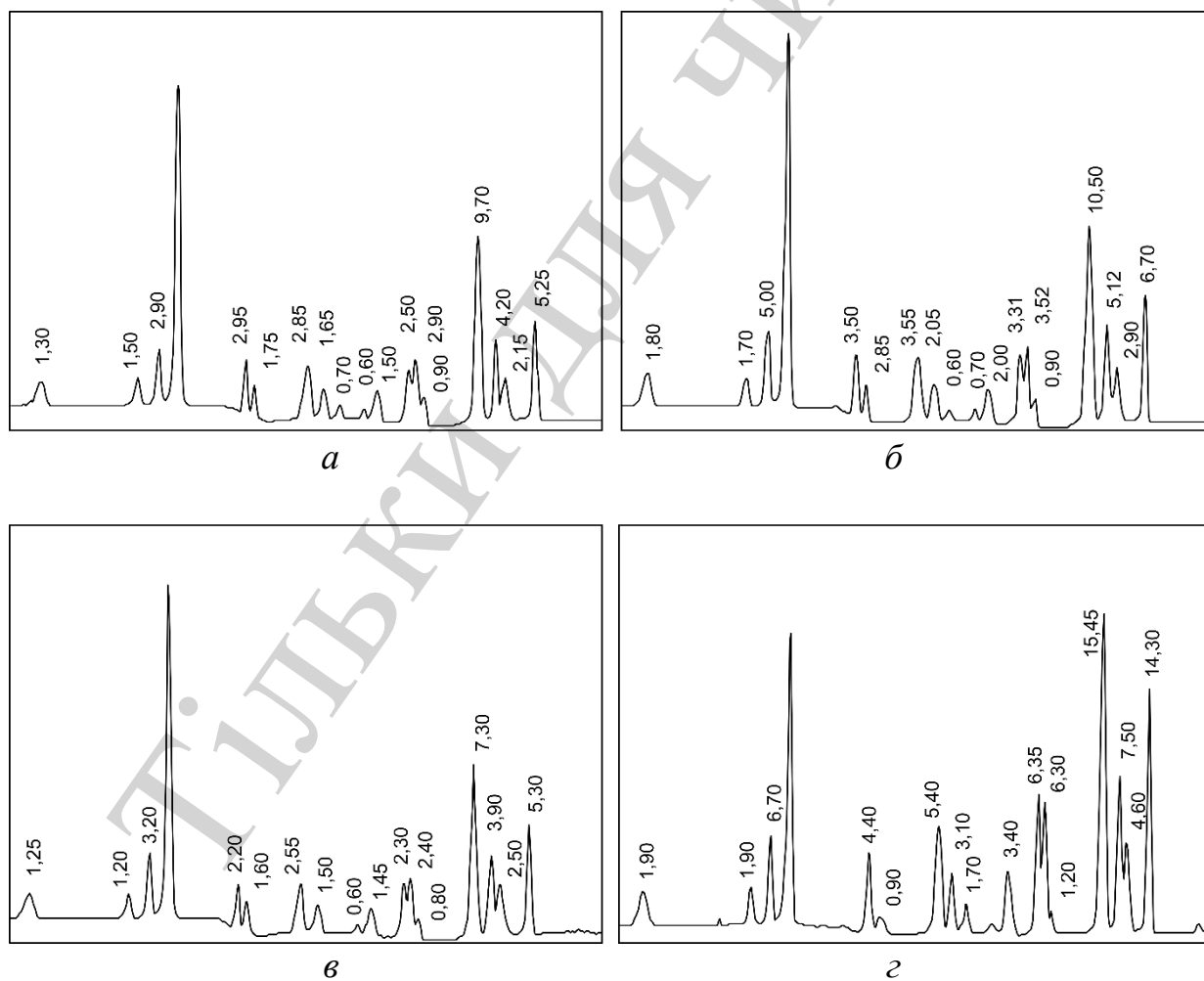


Рис. 7. Амінограми кексів: а – «Столичний» (контрольний зразок); б – «Морячок»; в – «Міцний горішок»; г – «Медок»

Таблиця 3
Амінокислотний скор нових кексів, %

| Назва амінокислоти | Шкала ФАО/ВООЗ, г/100 г білка | Найменування кексів | | | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------|-----------|------------------|-----------------|-------------|---------|-----------|
| | | Контроль | «Кунжутний» | «Морячок» | «Міцний горішок» | «Осіній аромат» | «Чорничний» | «Медок» | «Елітний» |
| Валін | 5,0 | 91 | 91 | 103 | 103 | 102 | 100 | 94 | 96 |
| Ізолейцин | 4,0 | 95 | 95 | 100 | 101 | 103 | 100 | 96 | 99 |
| Лейцин | 7,0 | 108 | 110 | 114 | 114 | 120 | 112 | 109 | 108 |
| Лізин | 5,5 | 53 | 66 | 78 | 69 | 68 | 56 | 94 | 67 |
| Метіонін+цистин | 3,5 | 71 | 93 | 59 | 34 | 65 | 75 | 105 | 105 |
| Треонін | 4,0 | 79 | 89 | 90 | 108 | 95 | 88 | 101 | 94 |
| Фенілаланін+тирозин | 6,0 | 134 | 138 | 136 | 127 | 138 | 140 | 118 | 125 |

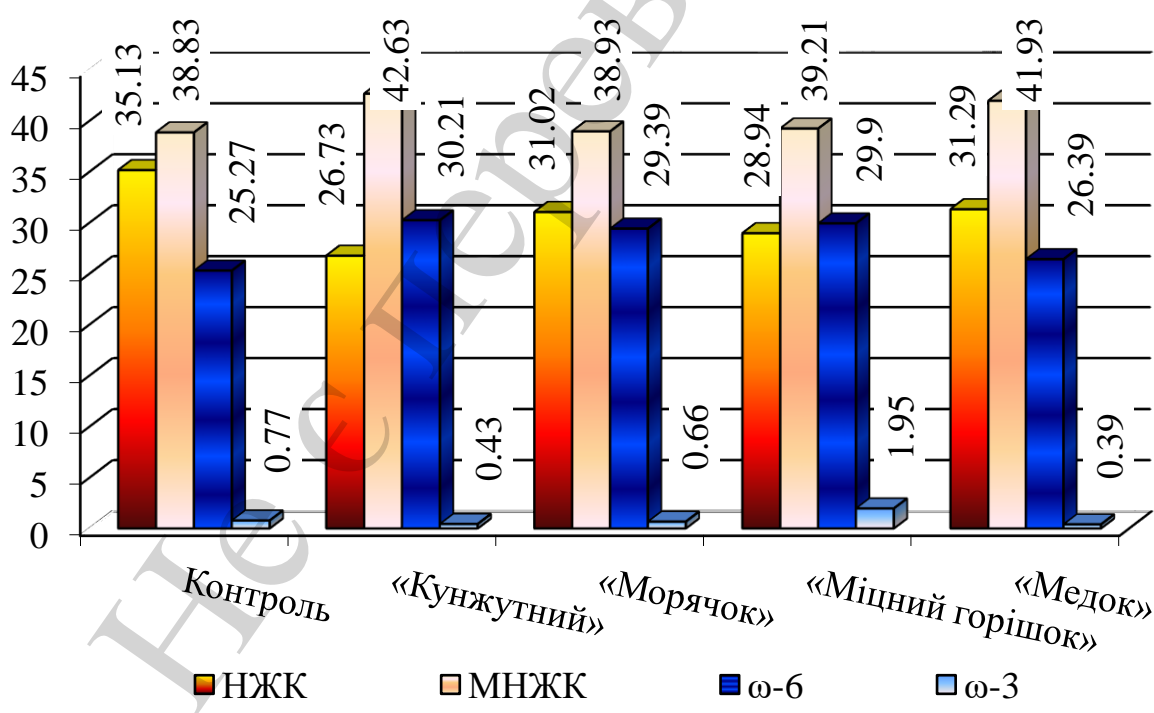


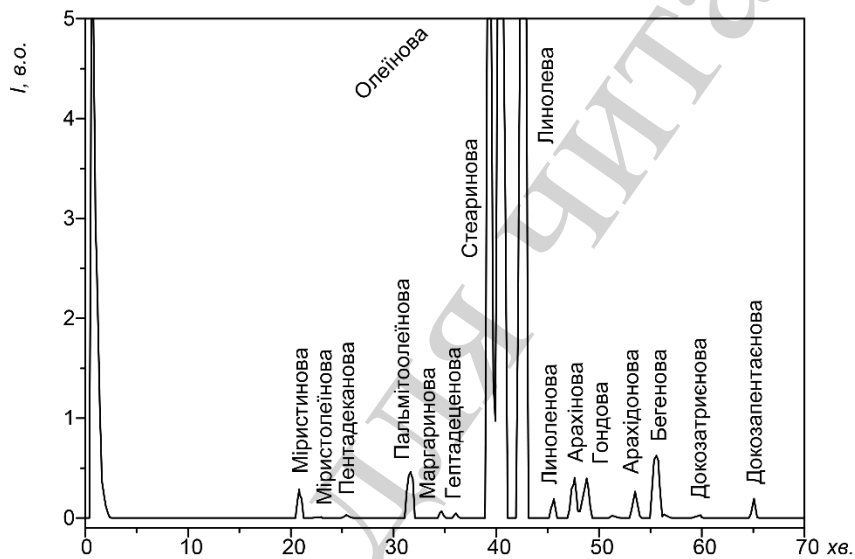
Рис. 8. Склад фракцій жирних кислот у кексах, %

Відповідно з рекомендацій Європейського бюро ВООЗ, співвідношення насичених, моно ненасичених та поліненасичених жирних кислот повинно дорівнювати 1:1:1. Цей показник жирнокислотного спектру виявився найкращим

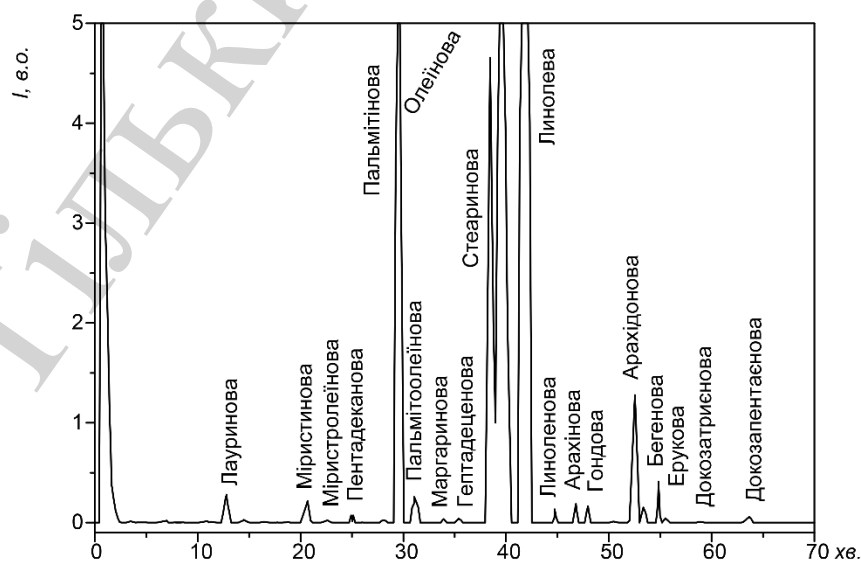
у кексі “Міцний горішок” – 0,9:1,2:1,0 і є наближеним до оптимального співвідношення. Відношення загальної суми ненасичених жирних кислот до насичених у контрольному зразку склало 1,8, а в кексах нових рецептур: “Кунжутний” – 2,8, “Міцний горішок” – 2,5, “Морячок” та “Медок” – 2,2.

На рис. 9 наведено хроматограми контрольного зразка кексу, а також кексів “Морячок”, “Міцний горішок” та “Медок”.

Внесення у рецептуру виробів нового асортименту нетрадиційної сировини та натуральних добавок також сприяло поліпшенню їх мінерального складу. За рахунок додавання сухого знежиреного молока найвище збільшення кількості кальцію досягнуто у кексах «Осінній аромат» та «Чорничний» (рис. 8), що перевищує контрольний зразок у 4,0 та 3,9 раза. Збільшення вмісту магнію у нових кексах коливається від 1,3 до 2,1 раза порівняно з контрольним. Спостерігалось також суттєве зростання вмісту фосфору (рис. 10).



а



б

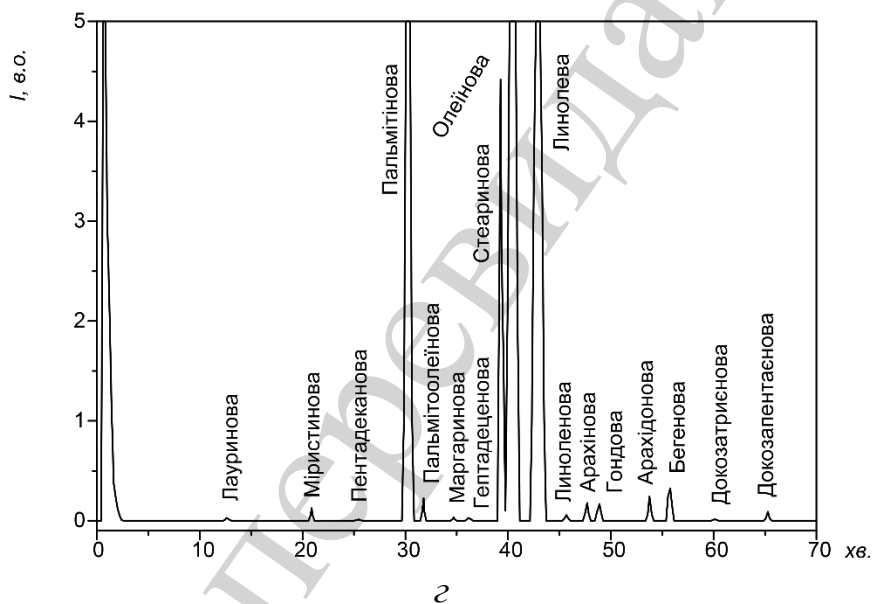
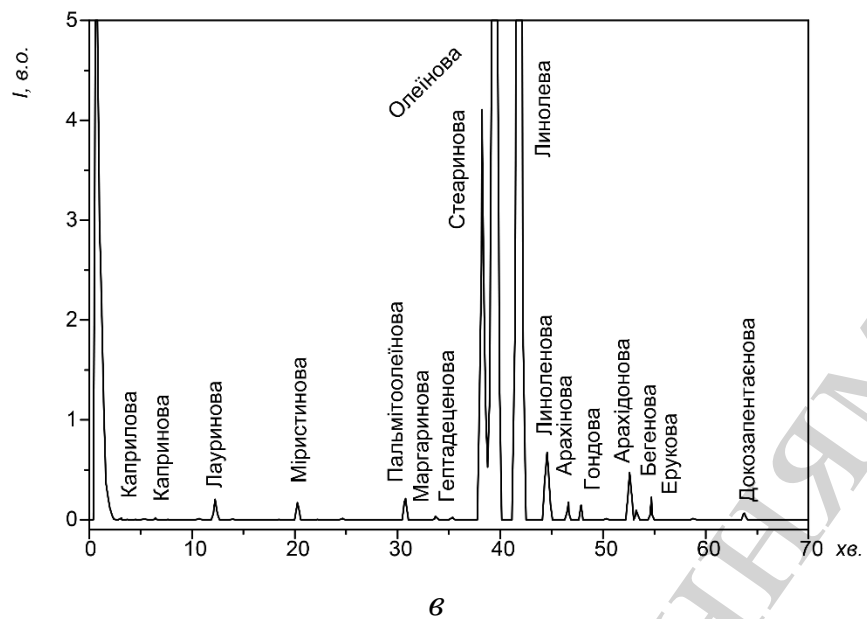


Рис. 9. Хроматограми кексів: а – «Столичный» (контрольний зразок); б – «Моррячок»; в – «Міцний горішок»; г – «Медок»

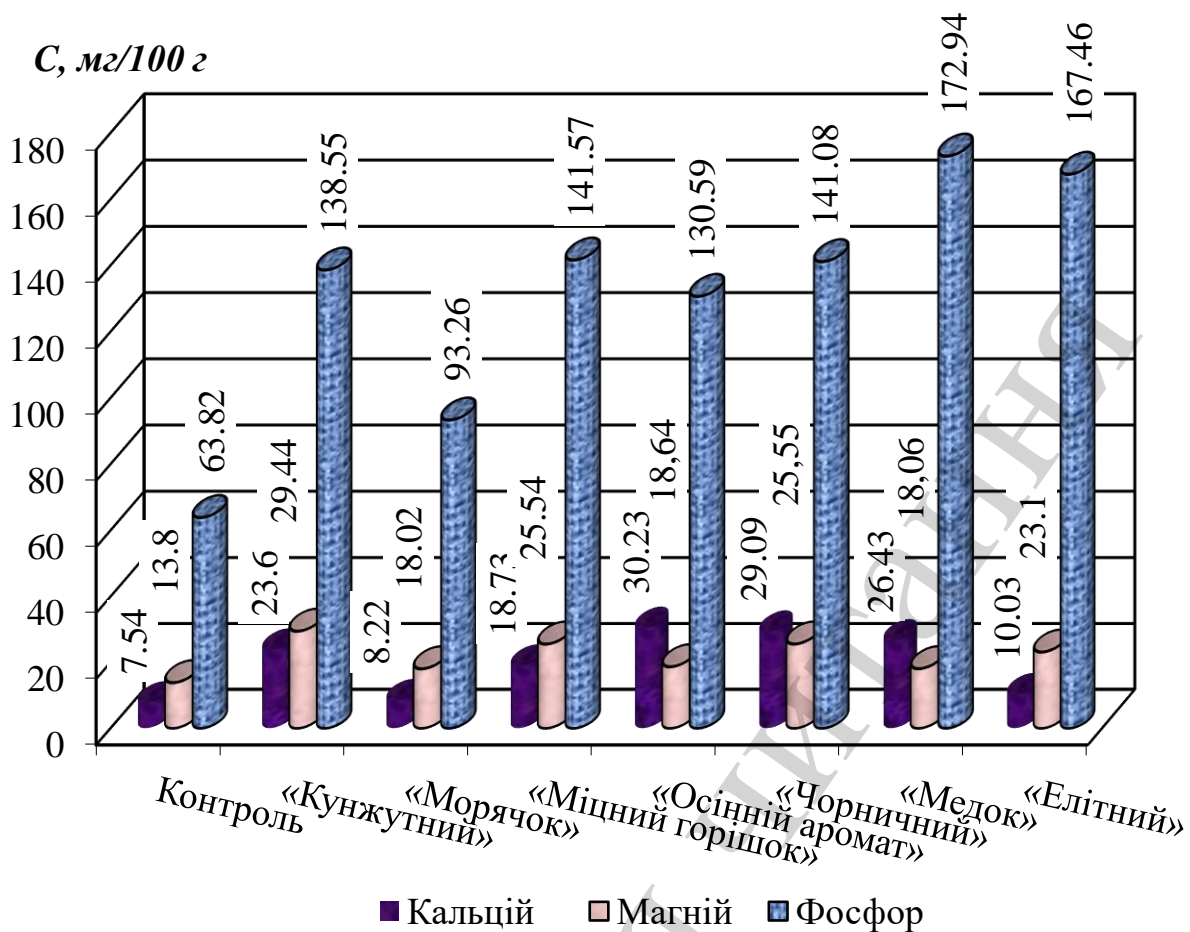


Рис. 10. Вміст макроелементів у нових кексах

Найвищий вміст заліза виявлено у кексах «Чорничний» і «Морячок», що перевищило значення вмісту даного показника у контролів 1,6–1,9 раза (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст мікроелементів у нових кексах, мг/100 г, $p \leq 0,05$; $n=3$

| Найменування зразків кексів | Мінеральні елементи | | | | | |
|-----------------------------|---------------------|------|------|-----------|------------|---------------|
| | Залізо | Мідь | Цинк | Марганець | Йод, мг/кг | Селен, мкг/кг |
| Контрольний | 1,38 | 0,13 | 0,38 | 0,28 | 0,001 | 0,01 |
| «Кунжутний» | 1,60 | 0,24 | 0,46 | 0,38 | * | * |
| «Морячок» | 2,27 | 0,34 | 0,49 | 0,59 | 0,150 | 3,68 |
| «Міцний горішок» | 2,58 | 0,42 | 0,40 | 0,42 | 0,175 | 5,29 |
| «Осіній аромат» | 1,50 | 0,15 | 0,40 | 0,26 | * | * |
| «Чорничний» | 2,68 | 0,24 | 0,50 | 0,57 | 0,004 | * |
| «Медок» | 2,00 | 0,39 | 0,41 | 0,40 | 0,030 | 6,57 |
| «Елітний» | 1,82 | 0,39 | 0,46 | 0,14 | 0,016 | 2,61 |

* – показник не визначався

Кекси «Морячок» та «Міцний горішок» збагачені йодом за рахунок використання в рецептурному складі зразків порошку слані ламінарії та ядер, листя і олії волоського горіха. У розроблених кексах досягнуте помітне збільшення вмісту селену завдяки введенню в рецептуру кексів «Морячок» порошку слані ламінарії, підбілу звичайного, олії гарбузового насіння, «Міцний горішок» – олії та ядер волоського горіха, «Елітний» – порошку квасолі та «Медок» – порошку квіткового пилку.

За рахунок використання в нових рецептурах кексів нетрадиційної сировини досягнуто збагачення виробів вітамінами (табл. 5).

Таблиця 5

Вміст вітамінів у нових кексах, мг/100 г, $p \leq 0,05$; $n=3$

| Найменування кексів | Вміст, мг/100 г | | | | | |
|---------------------|-----------------|--------|------------|--------------------|---------------------|-----------|
| | Ретинол | Тіамін | Рибофлавін | Нікотинова кислота | Аскорбінова кислота | Токоферол |
| Контрольний зразок | 0,025 | 0,044 | 0,047 | 0,206 | 0,25 | 0,10 |
| «Кунжутний» | 0,033 | 0,061 | 0,097 | 0,397 | 1,9 | 0,25 |
| «Морячок» | 0,035 | 0,075 | 0,069 | 0,408 | 3,3 | 1,2 |
| «Міцний горішок» | 0,036 | 0,078 | 0,093 | 0,421 | 4,1 | 1,6 |
| «Осінній аромат» | 0,031 | 0,080 | 0,096 | 0,477 | 2,4 | 0,8 |
| «Чорничний» | 0,031 | 0,078 | 0,081 | 0,4-6 | 2,6 | 0,5 |
| «Медок» | 0,059 | 0,129 | 0,119 | 0,514 | 3,0 | 1,2 |
| «Елітний» | 0,048 | 0,114 | 0,107 | 0,492 | 2,7 | 0,8 |

Значне підвищення вмісту ретинолу забезпечено у кексі «Медок», що вище контрольного зразка у 2,4 раза, а вітаміну В₁ – у 2,9 раза. Вміст рибофлавіну було підвищено в 1,5–2,5 раза, а вітаміну РР – у 2,3–2,5 раза. За вмістом вітаміну С можна виділити кекси «Міцний горішок» та «Морячок». Крім того, завдяки використанню рослинної сировини та натуральних добавок вміст β-каротину становив у кексі «Медок» – 0,968, «Морячок» – 0,950 та «Елітний» – 0,737 мг/100 г.

6. Обговорення результатів дослідження споживних властивостей нових кексів

Доведено позитивний вплив використаної сировини і добавок (борошна житнього, вівсяного, гречаного, кукурудзяного, порошоків листя ожини сизої, смородини чорної, бадану товстолистого, малини, підбілу звичайного, м'яти перцевої, волоського горіха, квітів липи серцелистої, ромашки лікарської, фіалки триколірної, слані ламінарії, трави звіробою звичайного, коріння цикорію, ехінацеї пурпурової, квасолі, меду натурального, квіткового пилку, прополісу,

сухої молочної сироватки, сухого знежиреного молока, олії кунжутної, гарбузового насіння, волоського горіха, ядер волоського горіха, цукатів яблучно-вишневих та плодів чорниці) на формування споживних властивостей (органолептичні показники, харчову та біологічну цінність) нових кексів.

Новизну технічних рішень підтверджено п'ятьма патентами на корисну модель України: Кекс “Кунжутний” № 68297, Кекс “Морячок” № 66891, Кекс “Міцний горішок” № 65758, Кекс “Осінній аромат” № 66890, Кекс “Чорничний” № 69064.

Заміна борошна пшеничного на борошно житнє, вівсяне, гречане, кукурудзяне, порошок квасолі, суху молочну сироватку, сухе знежирене молоко вплинула на підвищення вмісту білка на 18,9–31,8 % (кекси без начинки) та в 1,6–1,7 разів (кекси з начинкою) порівняно із контрольним зразком (табл. 2).

Завдяки заміні борошна на порошки лікарсько технічної сировини (порошки листя ожини сизої, смородини чорної, бадану товстолистого, малини, підбілу звичайного, м'яти перцевої, волоського горіха, квітів липи серцелистої, ромашки лікарської, фіалки триколірної, слані ламінарії, трави звіробою звичайного, коріння цикорію, ехінацеї пурпурової, квасолі) кількість вуглеводів зменшилась на 4,7–14,9 % та спостерігалось зменшення кількості жиру на 3,1–20,1 % у порівнянні із контрольним зразком (табл. 2).

В результаті зміни рецептури кексів та внесення нетрадиційної сировини вдалось знизити калорійність виробів на 16–39 ккал/100 г.

Використання в рецептурі кексів молочної сироватки, сухого знежиреного молока, борошна житнього обдирного, вівсяного, гречаного та кукурудзяного, порошку квасолі вплинуло на збільшення вмісту незамінних амінокислот у нових виробках в 1,1–1,9 разів порівняно із контрольним зразком (рис. 6).

Заміна жирової основи (маргарину) у рецептурах кексів на нетрадиційні види рослинних олій (олії кунжутної, гарбузового насіння, волоського горіха, ядер волоського горіха) вплинула на збільшення кількості ненасичених жирних кислот. В результаті цієї заміни співвідношення частки ненасичених жирних кислот до насичених в нових виробках становило 2,2–2,8, а в контрольному зразку – 1,8 (рис. 8).

Завдяки використанню нетрадиційної сировини вдалось поліпшили мінеральний склад розроблених виробів. Використана сировина та добавки вплинули на зростання кальцію в 1,1–3,5 рази, магнію зріс в 1,3–2,1, фосфору – в 1,5–2,7, калію – в 1,1–1,5, заліза – в 1,1–1,9 рази. завдяки внесенню у рецептуру борошна житнього, вівсяного, гречаного, кукурудзяного, сухого знежиреного молока, молочної сироватки, ламінарії, листя волоського горіха, ехінацеї пурпурової, прополісу, меду натурального, квіткового пилку. У кексі «Столичний» виявлено лише його сліди (0,001 мг/100 г), а «Морячок» та «Міцний горішок» збагачені йодом за рахунок використання в рецептурах відповідно порошку слані ламінарії та олії, листя і ядер волоського горіха. У контролі містяться сліди селену, а в нових кексах спостерігається суттєве збільшення даного елемента завдяки введенню до рецептури кексів «Морячок» порошку слані ламінарії, підбілу звичайного, олії гарбузового насіння, «Міцний горішок» – олії та ядер

волоського горіха, «Елітний» – порошку квасолі та «Медок» – порошку квіткового пилку (табл. 4).

За рахунок внесення у нову рецептуру кексів нетрадиційної сировини збільшено вміст вітамінів. Кількість тіаміну зросла в 1,4–2,9, рибофлавіну – в 1,5–2,5, вітаміну РР – в 1,9–2,5 рази завдяки внесенню борошна житнього, вівсяного, гречаного, кукурудзяного, порошоків листя волоського горіха, коріння цикорію, квасолі, плодів чорниці, пилку та прополісу. Зростання вмісту ретинолу в 1,2–2,4 рази відбулось за рахунок внесення у рецептуру нових виробів сухої молочної сироватки, сухого знежиреного молока, порошку ламінарії (табл. 5).

Перевагою даного дослідження є те, що отримані результати дають можливість розробляти та проектувати не тільки кекси нових рецептур, але й інші борошняні кондитерські, хлібобулочні вироби та харчоконцентратну продукцію. Також дані отримані в результаті дослідження можуть бути використанні для розширення асортименту продукції поліпшеного складу із заданими споживними властивостями.

Суттєвим недоліком дослідження є те, що виробництво такої продукції пов'язане із труднощами щодо високої собівартості нетрадиційної рослинної сировини та наявності обов'язкової її сертифікації.

Подальші дослідження будуть спрямовані на визначення впливу різних чинників на якість і безпечність готової продукції під час зберігання, а також на сповільнення процесів черствіння.

7. Висновки

1. Нові вироби з підібраними інгредієнтами характеризуються підвищеним вмістом білка на 18,9–31,8 % (кекси без начинки) та в 1,6–1,7 разів (кекси з начинкою), зменшенням кількості жиру на 3,1–20,1 % та вуглеводів – на 4,7–14,9 % у порівнянні із контрольним зразком. У результаті використання запропонованих рецептурних добавок було знижено енергетичну цінність кексів на 16–39 ккал/100 г.

2. Використання нетрадиційної сировини у нових виробках вплинуло на збільшення вмісту незамінних амінокислот в 1,1–1,9 разів порівняно із контрольним зразком.

3. Заміна маргарину у рецептурах кексів на нетрадиційні види рослинних олій підвищило співвідношення частки ненасичених жирних кислот до насичених до 2,2–2,8, тоді як в контрольному зразку було лише 1,8.

4. Використана сировина та добавки поліпшили мінеральний склад розроблених виробів. Вміст кальцію зріс в 1,1–3,5 раза, магнію – в 1,3–2,1, фосфору – в 1,5–2,7, калію – в 1,1–1,5, заліза – в 1,1–1,9 раза. У контрольному зразку відсутній йод (0,001 мг/100 г), а кекси «Морячок» та «Міцний горішок» значно збагачені йодом, така ж тенденція відмічена у зростанні вмісту селену. За рахунок внесення у нову рецептуру кексів нетрадиційної сировини збільшено вміст вітамінів. Кількість ретинолу зросла в 1,2–2,4 раза, тіаміну – в 1,4–2,9, рибофлавіну – в 1,5–2,5, вітаміну РР – в 1,9–2,5 раза. Водночас у новому асортименті кексів досягнуто зростання вмісту токоферолу.

Література

1. Оболкіна, В. І., Крапивницька, І. О., Перцевой, Ф. В., Омельчук, Є. О. (2015). Наукові та практичні аспекти пектину і пектинопродуктів. Суми: Сумський національний аграрний університет, 314.
2. Лозова, Т. М., Сирохман, І. В. (2009). Наукові основи формування споживних властивостей і зберігання якості борошняних кондитерських виробів. Львів: Видавництво Львівської комерційної академії, 456.
3. Vudugula, G., Waghray, K. (2018). Development of low calorie cupcakes using coconut milk. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 3 (2), 12–15.
4. Xavier, A. A. O., Carvajal-Lérida, I., Garrido-Fernández, J., Pérez-Gálvez, A. (2018). In vitro bioaccessibility of lutein from cupcakes fortified with a water-soluble lutein esters formulation. *Journal of Food Composition and Analysis*, 68, 60–64. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.01.015>
5. Abdel-Moemin, A. R. (2016). Effect of Roselle calyces extract on the chemical and sensory properties of functional cupcakes. *Food Science and Human Wellness*, 5 (4), 230–237. doi: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2016.07.003>
6. Caleja, C., Barros, L., Barreira, J. C. M., Ćirić, A., Sokovic, M., Calhella, R. C. et. al. (2018). Suitability of lemon balm (*Melissa officinalis* L.) extract rich in rosmarinic acid as a potential enhancer of functional properties in cupcakes. *Food Chemistry*, 250, 67–74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.034>
7. Caleja, C., Barros, L., Barreira João, C. M., Ćirić, A., Soković, M., Calhella Ricardo, C., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira Isabel, C. F. R. (2018). Chromatographic profile of fatty acids and sugars in cupcakes functionalized with an extract rich in rosmarinic acid. In UNIFood Conference. Belgrado. URL: <https://bibliotecadigital.ipb.pt/bitstream/10198/18126/3/Poster%20Int.%2020261.pdf>
8. Chua, K. X. (2018). Antioxidant, Physical and Sensory Properties of Cupcakes Enriched with Phenolic Aqueous Extract. Final Year Project (Bachelor), Tunku Abdul Rahman University College. URL: <http://eprints.tarc.edu.my/id/eprint/1633>
9. De Souza Paglarini, C., de Souza Queirós, M., Tuyama, S. S., Moreira, A. C. V., Chang, Y. K., Steel, C. J. (2017). Characterization of baru nut (*Dipteryx alata* Vog) flour and its application in reduced-fat cupcakes. *Journal of Food Science and Technology*, 55 (1), 164–172. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2876-1>
10. Batista, J. E. R., Braga, L. P., Oliveira, R. C. De, Silva, E. P., Damiani, C. (2018). Partial replacement of wheat flour by pumpkin seed flour in the production of cupcakes filled with carob. *Food Science and Technology*, 38 (2), 250–254. doi: <https://doi.org/10.1590/1678-457x.36116>
11. Singh, V., Kumar, S., Singh, J., Rai, A. K. (2018). Fuzzy logic sensory evaluation of cupcakes developed from the mahua flower (*Madhuca longifolia*). *Journal of Emerging Technologies and Innovative Research (JETIR)*, 5 (1), 411–421.
12. Крутовий, Ж. А., Запаренко, Г. В., Касілова, Л. О., Неміріч, О. В., Гавриш, А. В. (2013). Математичне моделювання рецептурної композиції кексу підвищеної харчової цінності. *Наука та інновації*, 9 (5), 5–9.
13. Regulation (EC) No 854/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 laying down specific rules for the organisation of official

controls on products of animal origin intended for human consumption (2004). Official Journal of the European Union, 45.

14. Овчинников, Ю. А. (19974). Новые методы анализа аминокислот, пептидов и белков. Москва: Мир, 120.

15. Chen, P. E. (2005). Structural Features of the Glutamate Binding Site in Recombinant NR1/NR2A N-Methyl-D-aspartate Receptors Determined by Site-Directed Mutagenesis and Molecular Modeling. *Molecular Pharmacology*, 67 (5), 1470–1484. doi: <https://doi.org/10.1124/mol.104.008185>

16. Ковальчук, Т. В., Зайцев, В. Н., Есауленко, А. Н., Танасов, И. И., Левчик, В. М. (2009). Капиллярная газовая хроматография. Практикум. Киев: Київський національний університет ім. Т. Шевченка, 143.

17. Kovalchuk, K., Ozimok, H., Mariychuk, R., Gyrka, O., Bodak, M., Palko, N., Davydovych, O., Tkachenko, A., Huba, L. (2019). Determination of safety indicators in the developed muffins with non-traditional raw materials. *EUREKA: Life Sciences*, 28–35. doi: <http://dx.doi.org/10.21303/2504-5695.2019.00972>

18. Ковбаса В. М., Лозова Т. М., Ковальчук Х. І., Кияниця С. Г., Сирохман І. В. (2011). Пат. № 68297 UA. Кекс “кунжутний”. № u201109422; заявл. 27.07.2011; опубл. 26.03.2012, Бюл. № 6.

19. Ковальчук, Х. І., Лозова, Т. М. (2011). Пат. № 66891 UA. Склад кексу “морячок”. № u201107438; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.

20. Сирохман, І. В., Ковальчук, Х. І., Лозова, Т. М. (2011). Пат. № 65758 UA. Склад кексу “міцний горішок”. № u201107466; заявл. 14.06.2011; опубл. 12.12.2011, Бюл. № 23.

21. Лозова, Т. М., Ковальчук, Х. І., Сирохман, І. В. (2011). Пат. № 66890 UA. Склад кексу “осінній аромат”. № u201107437; заявл. 14.06.2011; опубл. 25.01.2012, Бюл. № 2.

22. Лозова, Т. М., Сирохман, І. В., Ковальчук, Х. І., Кияниця, С. Г., Ковбаса, В. М. (2011). Пат. № 69064 UA. Кекс “чорничний”. № u201109421; заявл. 27.07.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8.