

О.І. Черевко, д-р техн. наук, проф.
Ж.А. Крутовий, канд. техн. наук, проф.
В.М. Михайлов, д-р техн. наук, проф.
Г.В. Запаренко, асп.

БОРОШНЯНІ ВИРОБИ, ЗБАГАЧЕНІ ОРГАНІЧНИМ СЕЛЕНОМ, ЯК ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМ ХАРЧУВАННЯ

Спроектовано низку нових рецептур борошняних виробів із максимально можливим вмістом органічного селену та заданими показниками харчової цінності. Розглянуто перспективи використання розроблених виробів у системах харчування лікувально-профілактичного призначення.

Спроектирована серия новых рецептур мучных изделий с максимально возможным содержанием органического селена и заданными показателями пищевой ценности. Рассмотрены перспективы использования разработанных изделий в системах питания лечебно-профилактического назначения .

The series of new baked goods recipes with maximal possible content of organical selenium and seted indexes of nutritive value is worked out. The expediency of use of these products in nutritional systems with treatment properties is considered.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Значний дефіцит багатьох життєво необхідних елементів у харчуванні споживачів сьогодні є загальновідомою проблемою. Систематична нестача есенціальних нутрієнтів часто спричиняє виникнення захворювань аліментарного походження: за даними дослідників [3] близько 40% хвороб можна уникнути, дотримуючись раціонального харчування. Світове наукове співтовариство збігається на думці, що ключову роль у покращенні такої ситуації повинен відіграти перехід до індивідуального харчування. Проте конкретні механізми впровадження даної ідеї у реальність в сучасній науковій публіцистиці, на жаль, відсутні.

Дослідження, проведені в Харківському державному університеті харчування та торгівлі, показали, що ефективним способом покращення якості харчування населення може бути проектування систем харчування для різних категорій споживачів із необхідними показниками харчової цінності [1–2]. Системи повинні відповідати потребам споживачів у комплексі збалансованих нутрієнтів за умови покриття ними добових потреб, що надзвичайно

важливо, базуватися на натуральних інгредієнтах, а також задовольняти естетичним вимогам. Доцільно, щоб страви і вироби також характеризувалися високою якістю, або іншими словами – були максимально наближені за харчовою цінністю до бажаних показників, тобто були оптимізованими.

Одним із найбільш дефіцитних нутрієнтів у харчових раціонах є селен. Він належить до життєво необхідних елементів. Селен стимулює процеси обміну речовин, метаболізму кісткової тканини, бере участь в антиоксидантному захисті та певною мірою виявляє протиотрутну дію щодо важких металів. Його використовують для лікування та профілактики онкологічних захворювань. Хронічна нестача селену в харчуванні призводить до розладу роботи багатьох систем організму, зокрема, зниження імунного захисту, репродуктивної функції, протистояння ВІЛ-інфекції та гепатитам, уповільнення росту дітей, порушення роботи серцево-судинної системи, збільшення ризику виникнення атеросклерозу та шкіряних захворювань, випадіння волосся тощо [4–6]. Зважаючи на провідну роль селену в нормальному функціонуванні організму, а також його нестачу в харчових раціонах, створення виробів з високим його вмістом є актуальним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема збагачення харчових продуктів селеном активно обговорюється науковцями світу, а цій тематиці присвячено низку досліджень. Системного підходу, однак, сьогодні в цьому напрямі поки що не вироблено. Це пов'язано з існуючими складними проблемами у створенні селеновмісних продуктів, основними з яких є:

1) використання натуральних джерел селену, що містять останній в органічній формі (на відміну від неорганічних та синтетичних препаратів – гідроселеніту натрію, селенопірану тощо);

2) забезпечення суттєвого (істотного) вмісту селену в продукції, що проєктується (принаймні 50% добової потреби у 100 г);

3) додаткове збагачення виробів іншими дефіцитними нутрієнтами на рівні не менше 10% добової потреби у 100 г;

4) забезпечення виконання важливих фізіологічних співвідношень між певними парами нутрієнтів або їх групами за умов виконання пунктів (1) – (3).

Через надзвичайну складність поставленої проблеми у багатьох дослідженнях вивчався лише один із значної кількості важливих фізіологічних параметрів; натомість більш детально досліджувалися органолептичні, структурно-механічні, фізико-хімічні та інші показники продукції, що є важливими для її виробництва та збуту, але

не забезпечують лікувально-профілактичних властивостей останніх. Часто у працях стадія проектування рецептурного складу (і харчової цінності) фактично відсутня або занадто спрощена, а отже ефективність збалансування виробів за поживними речовинами значно зменшується. У більшості випадків збагачення виробів здійснюється шляхом визначення оптимальних концентрацій збагачувальних добавок – джерел дефіцитних нутрієнтів; критерієм оптимальності обирають різноманітні технологічні показники. У той же час у низці праць показано [1; 2; 7], що проектування рецептурного складу виробів і раціонів може бути узгодженим із конкретними потребами споживачів (необхідними показниками харчової цінності), що були попередньо задані розробниками у вигляді чітких числових обмежень. При цьому враховуються фізіологічні умови засвоєння харчових речовин, збагачення виробів дефіцитними нутрієнтами, технологічні параметри тощо. Окрім того, для виробів на стадії розробки рецептур повинні задаватися саме ті бажані і необхідні показники, які забезпечать підвищення якості раціонів і систем харчування. Це можуть бути, наприклад, ступінь забезпечення виробом добової потреби у дефіцитних нутрієнтах; кількість нутрієнтів, за якими здійснене істотне збагачення виробу; збалансованість цих нутрієнтів у виробі відповідно до рекомендацій фізіологів харчування тощо. Очевидно, що така складна задача може бути розв'язана лише із застосуванням потужного математичного інструментарію та сучасних комп'ютерних технологій. Тому проблема проектування харчової продукції для подальшого використання в системах харчування лікувально-профілактичного призначення із урахуванням існуючого досвіду як з фізіології харчування, так і з технології харчових виробництв потребує розв'язання.

Мета та завдання статті – створити низку нових рецептур борошняних виробів із високим вмістом органічного селену та комплексом властивостей, що дозволять підвищити якість створених систем харчування лікувально-профілактичного призначення.

Виклад основного матеріалу дослідження. Система харчування являє собою сукупність раціонів одноразового споживання (РОСів) різних видів (перших і других сніданків, обідів, полуденків, вечерь) спеціально розроблених для певної групи споживачів для найкращого забезпечення їх потреб в основних поживних речовинах і енергії, а також мікронутрієнтах. РОСи складаються з окремих страв і продуктів, які можуть виготовлятися за традиційними рецептурами та технологіями або бути спеціально спроектованими. Аналіз якості вже створених систем харчування показав, що традиційні страви і вироби

не можуть у більшості випадків забезпечити їх необхідними показниками харчової цінності [1–2]. Тому найпростіші елементи систем харчування потребують також оптимізації.

Оскільки борошняні вироби щоденно споживаються і є доступними всім верствам населенням України, вони є дуже зручним важелем у регулюванні харчової цінності раціонів. Задача оптимізації рецептурного складу борошняних виробів полягає у пошуку найкращих із точки зору того чи іншого критерію розв'язків системи рівнянь і нерівностей, що реалізують такі обмеження: фізіологічні умови збалансованості нутрієнтів (наприклад, незамінних амінокислот, жирних кислот, основних поживних речовин тощо), умови забезпечення виробом певної частки добових потреб у дефіцитних нутрієнтах, а також технологічних параметрів – вмісту інгредієнтів у рецептурі, вологості тіста, співвідношення між деякими інгредієнтами тощо.

Визначальною роллю у складанні системи рівнянь і нерівностей відіграє попередній аналіз хімічного складу сировини, а також коректна постановка задачі оптимізації, що забезпечить можливість її успішного розв'язання. Цільова функція обирається відповідно до мети розробників так, щоб суттєво покращити показники якості систем харчування. Це може бути, наприклад:

- максимізація рівня забезпечення добових потреб в одному або декількох дефіцитних нутрієнтах;
- максимізація вмісту дефіцитних нутрієнтів, що забезпечують істотну частку добових потреб (на рівні 20...30%);
- мінімізація вмісту певних речовин у виробах (глютену, фенілаланіну), енергетичної цінності тощо;
- мінімізація відхилення фізіологічних співвідношень між нутрієнтами у виробі від рекомендованих тощо.

За цільову функцію має бути обрано найважливіший із цих показників у кожному конкретному випадку, а інші – ураховано додатково у вигляді системи обмежень. У межах даного дослідження за цільову функцію обрано максимум селену.

Загальний вид математичних моделей оптимізації рецептурного складу борошняних виробів наведено нижче.

Прийняті позначення:

- $x_i, \quad i = 1, \dots, n$ – невідома кількість (г) сировини (вмісту інгредієнта) i -го виду у виробі, що проектується;
- n – кількість видів сировини, що використовується для проектування рецептури;
- A_i', A_i'' – відповідно мінімальна та максимальна межі вмісту сировини i -го виду в рецептурі, г;
- $a_{ij}, \quad j = 1 \dots m$ – вміст нутрієнта j -го виду в 1 г i -го інгредієнта;
- m – кількість нутрієнтів, що враховуються під час складання моделі;
- Y_j – вміст (г) нутрієнта j -го виду у виробі, що проектується;
- C^{\min}, C^{\max} – відповідно мінімальна та максимальна межі діапазону співвідношень між незамінними амінокислотами та триптофаном;
- $Y_j^{\text{дн}}, \quad j = 1 \dots m$ – добова потреба (г) в j -му нутрієнті;
- D_j – частка добової потреби в певному нутрієнті, %;
- β_i – вміст води (г) в 1 г i -го інгредієнта;
- B', B'' – відповідно мінімальна та максимальна межі вмісту води в тісті.

Технологічні обмеження на вміст сировини у рецептурі

$$A_i' \leq x_i \leq A_i'', \quad i = 1, \dots, n; \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1000. \quad (2)$$

Технологічні умови забезпечення необхідного вмісту вологи в тісті:

$$B' \leq \frac{\sum_{i=1}^n \beta_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^n x_i} \leq B'' \quad (3)$$

Співвідношення (1) – (3) обираються відповідно до існуючої нормативної документації на традиційну продукцію, а також офіційних наукових повідомлень дослідників.

Співвідношення, що зв'язують вміст нутрієнтів Y_j з інгредієнтами:

$$Y_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i, \quad j = \overline{1, m} \quad (4)$$

Фізіологічні умови збалансованості незамінних амінокислот (НАК):

$$C^{\min} \leq \frac{Y_j}{Y_k} \leq C^{\max}, \quad (5)$$

де Y_j – вміст j -ої незамінної амінокислоти у виробі, г;

Y_k – вміст триптофану у виробі, г.

Числові значення інтервалів для співвідношень між НАК і триптофаном для складання моделей обирали відповідно до [4].

Умови забезпечення виробом частки добових потреб у дефіцитних нутрієнтах:

$$\frac{10}{Y_j^{\text{дн}}} \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i \geq D_j. \quad (6)$$

Цільова функція – максимум селену:

$$Z = Y_j = \sum_{i=1}^n a_{i,j} \cdot x_i \rightarrow \max. \quad (7)$$

Математичне формулювання задачі оптимізації вмісту інгредієнтів у виробі, що проектується: визначити вектор $\bar{X} = \langle x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n \rangle$, який максимізує цільову функцію (7) за умови, що координати цього вектора задовольняють системам нерівностей та рівнянь (1) – (6). Розв’язання задач здійснювали симплексним методом у системі MathCAD.

За зразком поданої вище моделі розроблено рецептури трьох борошняних виробів – хліба, булочки, бісквіта. Моделі відрізняються набором інгредієнтів, технологічними параметрами, умовами забезпечення добових потреб у дефіцитних нутрієнтах тощо. Рецептурний склад спроектованих виробів наведено в табл. 1.

Таблиця 1 – Рецептурний склад спроектованих виробів

Виріб	Склад
Хліб селеновий	Борошно пшеничне цільнозмелене (із пшениці м'якої озимої), борошно пшеничне в/г, вода питна, кефір 3,2 % жирності, сіль, дріжджі пресовані, ячні жовтки, насіння соняшникове, кунжут, льон
Булочка селенова	Борошно пшеничне 1/г, молоко, цукор кристалічний, сіль, дріжджі пресовані, яйця курячі, масло вершкове 72,5 % жирності, горіхи бразильські, олія соняшникова
Бісквіт селеновий	Борошно пшеничне цільнозмелене (із пшениці м'якої озимої), яйця курячі, ячні жовтки, цукор кристалічний, горіхи бразильські, горіхи волоські

Сировину для проектування виробів обирали, виходячи з таких міркувань:

- 1) виробу повинні обов’язково містити основну сировину для даної групи продукції;
- 2) для проектування рецептур бажано використовувати максимально можливу кількість сировини, що містить значну кількість селену;
- 3) обрана сировина повинна містити також інші дефіцитні нутрієнти (один або декілька – наприклад цинк, марганець, фтор, кремній тощо) в істотній кількості;
- 4) обраний набір сировини не повинен погіршувати якість продукції за будь-яким із показників порівняно з традиційною;

5) вибір сировини здійснюється з урахуванням накопиченого наукового досвіду проектування виробів підвищеної харчової цінності, відомих властивостей сировини тощо.

Характеристику харчової цінності виробів, спроектованих із використанням створених моделей, наведено в табл. 2 (у перерахунку на 100 г продукції).

Із табл. 2 видно, що 100 г розробленої продукції дозволяє забезпечити добові потреби в селені в середньому на 99,67 %. Задані на етапі проектування обмеження дозволили істотно збагатити вироби дефіцитними нутрієнтами (у середньому, % добової потреби): цинком – на 15,23%, марганцем – на 20,77 %, кремнієм (хліб і бісквіт) – понад 50 %; міддю (хліб і булочку) – понад 18 % , фтором (булочку) – на 13%. Урахування фізіологічних обмежень дозволили збалансувати вироби за незамінними амінокислотами.

Таблиця 2 – Характеристика харчової цінності селенових виробів

Вміст нутрієнтів	Селенові вироби			
	Хліб	Булочка	Бісквіт	
Селен, % добової потреби	69,78	126,81	102,43	
Вміст дефіцитних нутрієнтів, % добової потреби	Zn 22,72 Mn 25,92 Cu 33,06 Si 53,08	Zn 9,00 Mn 12,82 Cu 18,62 Vit E 12,84	Zn 13,97 Mn 23,56 F 13,00 Si 54,17	
Співвідношення між НАК та триптофаном:	Розрахункові значення			Обрані інтервали
	Хліб	Плюшка	Бісквіт	
валіном	3,65*	4,26*	3,98	[3,88; 4,12]
ізолейцином	3,41	3,89	3,26	[3; 4]
лейцином	5,52	6,90*	5,78	[4; 6]
лізином	3,71	3,37	3,74	[3; 5]
метіоніном	1,55*	2,48	2,04	[2; 4]
треоніном	3,09*	2,84	2,97	[2; 3]
фенілаланіном	3,10	4,24*	3,38	[2; 4]
Білки, г	12,75	7,9	10,85	
Жири, г	19,44	12,0	15,63	
Вуглеводи, г	23,64	40,4	36,10	
Енергетична цінність, ккал	318	298	318	

* Зазначені співвідношення в моделях відповідних виробів не враховувались.

Для аналізу якості спроектованої продукції за органолептичними показниками було проведено лабораторні дослідження. Усі вироби виготовляли відповідно до спроектованих рецептур.

Для виробництва хліба селенового використовували борошно пшеничне цільозмелене, отримане в лабораторних умовах на ручному млині МРМ-2 із пшениці м'якої озимої шляхом подрібнення до розміру часток не більше 1 мм без втрат (сходовий продукт, що не перевищував 2% загальної маси борошна, змішували із проходом). Хліб готували на напівфабрикаті заварка, що була отримана із 100% норми води за рецептурою та 25% цільозмеленого борошна з подальшим її заквашуванням разом з кефіром та частиною дріжджів до кислотності 4,5...5,5° Н (відповідно до відомого способу виробництва хліба [8]). Отриманий напівфабрикат вводили на стадії замісу тіста разом з іншими рецептурними компонентами. Подальша технологія не відрізняється від традиційної.

Булочку готували опарним способом на великій густій опарі. Жир (масло вершкове) вносили на стадії виздоби. Горіхи подрібнені, олію соняшникову та частину цукру вводили під час формування виробів.

Бісквіт виробляли за традиційною технологією холодним способом. Борошно отримували в лабораторних умовах як описано вище. Характеристику органолептичних показників якості спроектованих виробів наведено в табл. 3.

Таблиця 3 – Органолептичні показники якості створених виробів

Показники	Селенові вироби		
	Хліб	Плюшка	Бісквіт
Зовнішній вигляд	Форма правильна, поверхня глянцева	Форма правильна, поверхня глянцева	Форма правильна
Колір скоринки	Коричневий	Яскраво-коричневий	Золотаво-коричневий
Колір м'якушки	Жовто-коричневий	Кремовий	Кремовий
Смак і аромат	Приємний, яечний, із кислинкою	Відповідає здобним виробам	Горіховий
Стан м'якушки	Пористість рівномірна, крупна, із включеннями насіння	Пористість рівномірна, дрібностінна, виріб гарно розпушений	Пористість рівномірна, дрібна

Порівняння створених нових виробів із традиційними за органолептичними показниками свідчить про високу якість перших. Це дозволяє прогнозувати можливість їх використання у складі систем харчування: хліба – для обідніх прийомів їжі; булочки та бісквіта – других сніданків, полуденків і вечерь. За попереднім наближеним розрахунком використання кожного зі спроектованих виробів дозволить повністю покрити дефіцит у селені в системах харчування трьох видів [2], а також істотно підвищити вміст цинку, марганцю, кремнію в них.

Висновки.

1. Спроектовано низку нових рецептур борошняних виробів із використанням математичних моделей, що враховують співвідношення між інгредієнтами, обмеження на вологість тіста, фізіологічні обмеження на вміст незамінних амінокислот, умови збагачення виробів низкою дефіцитних нутрієнтів, обмеження щодо вмісту інгредієнтів у рецептурі тощо. Рецептури виробів, отримані з використанням цих моделей забезпечують добові потреби в селені в середньому на 99,67% та збагачені дефіцитними нутрієнтами – цинком, марганцем, фтором, кремнієм, міддю.

2. Створені борошняні вироби є елементом систем харчування, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію. Запропоновані вироби можуть використовуватися в інших системах харчування, що створюються для профілактики захворювань, зумовлених дефіцитом селену та інших нутрієнтів.

3. Використання 100 г кожного з виробів один раз на день дозволить покрити дефіцит селену в добових раціонах споживачів.

Список літератури

1. Про дефіцитні нутрієнти, що впливають на метаболізм кісткової тканини в оптимізованих системах харчування лікувально-профілактичного призначення / О.І. Черевко, Ж. А. Крутовий, В. М. Михайлов [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : зб. наук. пр. Харк. держ. ун-ту харч. та торг. – Харків, 2012. – Вип. 2 (16). – С. 98–105.

2. Про розробку рецептур хліба для систем харчування лікувально-профілактичного призначення / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий, В. М. Михайлов [та ін.] // Інноваційні технології в харчовій промисловості та ресторанному господарстві : Міжнар. наук.-практ. інтернет-конфер., 14-16 листопада 2012 р. : [тези] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.] ; Харк. держ. ун-т харч. та торг. – Харків: ХДУХТ, 2012. – С. 3–4.

3. Матасар І. Т. Система гігієнічного моніторингу впливу харчування на здоров'я працездатного населення території України, забрудненого

радіонуклідами, важкими металами та агрохімікатами : автореф. дис. ... д-ра мед. наук : 14.02.01 / І. Т. Матасар. – К., 1998. – 33 с.

4. Основи фізіології харчування : підручник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко [та ін.]. – Х. : Торнадо, 2003. – 407 с.

5. Rayman M. P. The importance of selenium to human health / M. P. Rayman // The Lancet. – 2000. – July 15, Vol. 356. – P. 233–241.

6. Макро- та мікроелементи (обмін, патологія та методи визначення) : монографія / М. В. Погорелов [та ін.]. – Суми : Вид-во СумДУ, 2010. – 147 с.

7. Крутовий Ж. А. Оптимізація вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання з високим вмістом кальцію / Ж. А. Крутовий, Н. В. Манжос, Г. В. Запаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2011. – Вип. 1 (13) – С. 390–397.

8. Пат. № 2174303 Российская Федерация, МПК⁷ А 21 D1 3/02, А 21 D 8/02. Способ производства хлеба «Фатима» / В. И. Чехоева, Р. Д. Поландова, И. Я. Харламович, Ф. Н. Калагова. – № 98107792/13 ; заявл. 23.04.1998 ; опубл. 10.10.2001, Бюл. № 34. – 2002. – С.1.

Отримано 01.02.2013. ХДУХТ, Харків.

© О.І. Черевко, Ж.А. Крутовий, В.М. Михайлов, Г.В. Запаренко, 2013.

УДК 604.6:663.915

Н.В. Дуденко, д-р мед. наук

М.О. Янчева, канд. техн. наук

В.С. Ольховська, канд. техн. наук

ВИЯВЛЕННЯ ФАЛЬСИФІКАЦІЇ ТА ВМІСТУ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ОРГАНІЗМІВ У ВРІЗКАХ МОЛОЧНОГО ШОКОЛАДУ

Досліджено та проаналізовано якість ринку шоколаду щодо виявлення фальсифікації та вмісту генетично модифікованих компонентів у складі даної продукції.

Исследовано и проанализировано качество рынка шоколада по выявлению фальсификации и содержанию генетически модифицированных компонентов в составе данной продукции.

Studied and analyzed the quality of chocolate rink to identify fraud and of genetically modified components in the product.