

**Черевко Олександр Іванович**, д-р техн. наук, проф., ректор, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)337-85-35.

**Черевко Александр Иванович**, д-р техн. наук, проф., ректор, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)337-85-35.

**Cherevko Olexandr**, Dr. of Science, Professor, Rector, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)337-85-35.

**Крутовий Жорж Андрійович**, канд. техн. наук, проф., кафедра вищої математики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-63.

**Крутовой Жорж Андреевич**, канд. техн. наук, проф., кафедра высшей математики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-63.

**Krutovyi George**, Ph.D, Professor, Department of higher mathematics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-63.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.  
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.68

## **ТРИ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ РЕЦЕПТУР БОРОШНЯНИХ ВИРОБІВ ДЛЯ СИСТЕМ ХАРЧУВАННЯ**

**Ж.А. Крутовий, Г.В. Запаренко, В.О. Захаренко, Т.М. Бурлюбаєва**

*Обґрунтовано основні принципи проектування рецептур борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами, для систем харчування лікувально-профілактичної дії.*

**Ключові слова:** борошняні вироби, проектування, математичні моделі, системи харчування.

## **ТРИ ПРИНЦИПА ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕЦЕПТУР МУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ**

**Ж.А. Крутовой, А.В. Запаренко, В.А. Захаренко, Т.Н. Бурлюбаєва**

*Обоснованы основные принципы проектирования рецептур мучных изделий, обогащенных дефицитными нутриентами, для систем питания лечебно-профилактического действия.*

*Ключевые слова: мучные изделия, проектирование, математические модели, системы питания.*

### **THREE PRINCIPLES OF PROJECTING RECIPES OF FLOURY PRODUCTS FOR NUTRITION SYSTEMS**

**G. Krutovyi, G. Zaparenko, V. Zakharenko, T. Burliubayeva**

*The problem of providing daily diets with the deficient nutrients such as selenium, fluorine, boracium, manganese and others is actual for the creation of nutrition systems for dietary therapy. Floury products are considered to be among the perspective sources of enriching the diets with the named nutrients.*

*The article is devoted to the substantiation of the following principles of projecting floury products for the recipes of nutrition systems.*

*The first principle is mathematical modelling of the ingredients content in the products' recipes because it is impossible to project the best recipe concerning the quality criterion without mathematical modelling of the ingredients content; it is impossible to guarantee fulfilment of the required correlations between the nutrients, certain limitations, conditions, etc.*

*The second principle is projecting floury products as the elements of a definite nutrition system.*

*The third principle is application of mathematical methods and modern computer programs for the creation of the recipes, especially non-traditional, floury products.*

*Realization of the formulated principles will promote the increase of the scientific level of projecting floury products, the level of their nutritive and biological value, the raise of the effectiveness of various nutrition systems for dietary therapy.*

**Keywords:** *floury products, projection, mathematical models, nutritional systems.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Однією зі складних проблем, що виникають при створенні довготривалих систем харчування (СХ) лікувально-профілактичної дії, є проблема забезпечення добових раціонів дефіцитними нутрієнтами, такими як селен, фтор, бор, цинк, марганець тощо [1]. Тривала нестача дефіцитних нутрієнтів в організмі людини може зумовити небажані наслідки, у тому числі виникнення тяжких захворювань. Наприклад, систематичний дефіцит селену в харчуванні призводить до розладу роботи багатьох систем організму, зокрема, до зниження імунного захисту, репродуктивної функції, протистояння ВІЛ-інфекції та гепатитам, уповільнення росту дітей, розвитку різноманітних дерматитів, випадіння волосся, порушень серцево-судинної системи, збільшенню ризику виникнення атеросклерозу тощо [2; 3]. Бор

впливає на обмін вуглеводів і жирів, деяких вітамінів і гормонів, зокрема естрогену та тестостерону, активність ферментів [3], виступає регулятором метаболізму кісткової тканини, а саме обміну кальцію, фосфору, магнію та вітаміну D, сприятливо діє на ріст і тривалість життя [4]. Фтор відіграє важливу роль у процесах кісткоутворення, формування зубної емалі, нормалізації фосфорно-кальцієвого обміну. Нестача його призводить до появи карієсу, порушення метаболізму кісткової тканини; надлишок – до ушкодження зубів і виникнення інших захворювань [5].

Дефіцит марганцю може провокувати виникнення остеопорозу, погіршення процесів мислення, виникнення надлишкової ваги, безпліддя, розладів імунітету, передчасного старіння тощо [3; 5]. Нестача йоду в ранньому віці спричиняє незворотні психічні зміни (кретинізм, німоту, глухоту), а в дорослих – збільшення щитоподібної залози, випадіння волосся, зменшення працездатності тощо. [5]. Серед основних патологій, що спричинені дефіцитом цинку в організмі людини, виділяють такі, як затримання росту дітей, спотворення нормального апетиту та відчуття запаху і смаку, порушення функцій шкіри, випадіння волосся [5]. Також виявами недостатності цинку є підвищена дратівливість, депресивний стан, схильність до алкоголізму, діарея, зниження репродуктивної функції, алергії, прискорене старіння тощо [3].

На сьогодні в науковій літературі відсутні конкретні та системні рекомендації щодо збалансованого харчування різних категорій населення, тобто рекомендації стосовно того, які продукти, вироби та страви, у яких кількостях і коли тощо, доцільно споживати при тих чи інших захворюваннях. Разом із тим існує нагальна потреба як у раціонах і системах збалансованого харчування в цілому [6], так і в рецептурах конкретних виробів і страв, зокрема – борошняних.

Борошняні вироби традиційно широко використовуються в харчуванні українців. Вони забезпечують організм енергією у вигляді вуглеводів, а також білків, жирів, деякою мірою є джерелами водорозчинних вітамінів. На жаль, традиційний склад борошняних виробів не дозволяє збагатити раціони харчування зазначеними вище дефіцитними нутрієнтами. Разом з тим, оскільки борошняні вироби споживаються майже щоденно, часто декілька разів на добу, то при відповідному проектуванні рецептур їх можна розглядати як одне із перспективних джерел збагачення раціонів харчування зазначеними нутрієнтами.

Природно, що борошняні вироби, збагачені дефіцитними нутрієнтами, не можуть розглядатися як панацея, проте їх внесок у розв'язання проблеми збалансованого харчування може бути суттєвим.

Із сказаного випливає, що створення борошняних виробів та інших продуктів із високим вмістом дефіцитних нутрієнтів у засвоюваній формі, а також розробка методології їх проектування є окремими актуальними проблемами.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні немає чіткої класифікації способів, що використовуються для розробки рецептур і технологій борошняних виробів. На основі проведеного аналізу наукової літератури умовно їх можна поділити на такі:

1) експериментально-аналоговий спосіб, який полягає в тому, що до рецептури відомого виробу додаються певні інгредієнти (зазвичай вони виступають джерелами дефіцитних нутрієнтів) у різних кількостях, що визначаються теорією експериментально-статистичного планування. Після цього здійснюється серія експериментів. З урахуванням їх результатів формується задача максимізації (мінімізації) вихідного параметра як функції вхідних параметрів (змінних). За вихідний параметр зазвичай обирають один із фізико-хімічних показників якості виробу (питомий об'єм, пористість, формостійкість тощо), за вхідні величини – кількість доданої добавки, параметри технологічного процесу тощо. При цьому харчова та біологічна цінність виробів визначається лише на завершальному етапі досліджень. Унаслідок цього даний підхід характеризується обмеженими можливостями, сфера застосування його також обмежена;

2) проектний спосіб полягає у попередньому створенні математичної моделі рецептурного складу виробу, розв'язанні задачі оптимізації, аналізі отриманих результатів, переході до виробничих рецептур [7]. Одними з перших для проектування рецептур борошняних виробів зі збалансованим складом білку почали застосовувати цей спосіб науковці Харківського інституту громадського харчування (нині ХДУХТ) [8].

На сьогодні день вказаний спосіб проектування рецептур удосконалюється в напрямі врахування значно більшої кількості чинників під час розробки математичних моделей, зокрема фізіологічних обмежень на співвідношення між нутрієнтами, умов збагачення майбутнього виробу певними нутрієнтами тощо.

Незважаючи на досягнення, що мають місце, проблема науково обґрунтованого проектування рецептур борошняних виробів із наперед заданими властивостями залишається актуальною.

**Мета статті** – сформулювати основні принципи проектування борошняних виробів для систем харчування лікувально-профілактичної дії, а також оцінити перспективи їх застосування.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Як зазначалося вище, створення борошняних виробів із попередньо заданою харчовою та біологічною цінністю є одним із можливих шляхів удосконалення раціонів і систем харчування, оскільки ці продукти складають істотну частку в структурі харчування населення і можуть використовуватись у вказаних системах. Проте на сьогодні відсутні дієві методики розробки такої продукції, що зумовлене наявністю широкого кола проблем, пов'язаних із цим питанням. Серед них – проблеми вибору сировини для проектування продукції та визначення раціональних їх кількостей у виробі, обґрунтування технологічних параметрів виготовлення продукції, забезпечення високого вмісту нутрієнтів у збалансованому стані та засвоюваній формі, високих органолептичних показників якості, гарантування безпечності продукту протягом усього терміну зберігання тощо. Окреме коло проблем становить питання системного підходу до проектування борошняних виробів (як елементів систем харчування), а також комп'ютеризації розрахунків.

Проведені нами раніше дослідження щодо створення рецептур борошняних виробів і раціонів харчування із заданою харчовою цінністю [6; 8; 10] дозволили сформулювати три основні принципи проектування борошняних виробів.

*Принцип перший. Математичне моделювання вмісту інгредієнтів у рецептурі виробів.*

У процесі проектування рецептур можуть розглядатись різні задачі. І лише найпростіші з них можуть бути розв'язані з використанням традиційного підходу. Більш складні задачі, зокрема – створення рецептур із наперед заданою харчовою цінністю, не можна розв'язати без математичного моделювання.

Виконання всіх рекомендованих фізіологами харчування вимог щодо збалансованості поживних речовин, а також задоволення добових потреб у них можливе лише в разі цілеспрямованого створення систем харчування із застосуванням математичних методів і комп'ютерних технологій на всіх рівнях оптимізації [6], тобто починаючи від страв і виробів і завершуючи системами харчування.

Без математичного моделювання вмісту інгредієнтів неможливо спроектувати рецептуру, гарантовано найкращу з точки зору того чи іншого критерію якості, наприклад, максимуму селену, з гарантованими обмеженнями на вміст нутрієнтів, не можна гарантувати певних співвідношень між різними нутрієнтами, наприклад, між вмістом білків, жирів і вуглеводів або між вмістом незамінних амінокислот тощо.

Без математичного моделювання не можна також гарантувати певних обмежень на співвідношення між інгредієнтами, наприклад,

обмеження на вміст вологи в тісті тощо. Тим паче без математичного моделювання неможливо створити рецептуру виробу, який би одночасно задовольняв великій сукупності умов і обмежень і при цьому забезпечував би максимально або мінімально можливе значення найвагомішого, з точки зору розробника, параметра, що характеризує якість майбутнього виробу.

*Принцип другий. Проектування борошняного виробу як елемента системи харчування.*

Відомо, що жодна система харчування, принаймні в нашій країні, не може формуватися без використання борошняних виробів. Такий потужний важіль (як борошняні вироби) доцільно використовувати як для створення систем харчування, так і для забезпечення високого рівня та глибини збалансованості нутрієнтів, особливо в системах лікувально-профілактичного призначення.

Система харчування може складатися з циклових раціонів (ЦР) тривалістю в 10–15 і більше діб, добові раціони харчування – із раціонів одноразового споживання (РОСів), борошняні вироби – елементи РОСів різного призначення: для сніданків, обідів, вечерь тощо.

Реалізація даного принципу здійснюється за такою схемою: проектується сукупність рецептур борошняних виробів, збагачених різними дефіцитними (для СХ) нутрієнтами. Потім спроектовані вироби використовуються при створенні РОСів різного призначення.

Другий принцип безпосередньо реалізується такими шляхами:

а) у математичних моделях вмісту інгредієнтів у рецептурах борошняних виробів вводяться умови збагачення нутрієнтами, у першу чергу, дефіцитними (для СХ в цілому), наприклад, селеном, бором, фтором, марганцем тощо;

б) у математичних моделях оптимізації вмісту інгредієнтів у рецептурах виробів, у РОСах, а також у моделях оптимізації ДР вводяться агреговані обмеження на функціонали збалансування груп нутрієнтів, зв'язаних між собою науково обгрунтованими співвідношеннями;

в) цільові функції в задачах оптимізації (вмісту інгредієнтів виробу або РОСу) можуть задаватись у формі: максимум того чи іншого дефіцитного нутрієнту для СХ або максимум функціоналу збалансування групи нутрієнтів.

*Принцип третій. Застосування математичних методів і комп'ютерних технологій при створенні рецептур борошняних виробів.*

Цей принцип реалізується під час розв'язання задач оптимізації вмісту інгредієнтів. Наш досвід свідчить, що це поки що задачі

лінійного програмування, які розв'язуються симплексним методом у системі MathCAD.

Крім того, математичні методи та комп'ютерні технології можуть використовуватись при визначенні біологічної цінності борошняних виробів, раціонів харчування різних видів тощо.

**Висновки.** Обґрунтовано основні принципи проектування рецептур борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами, для систем харчування лікувально-профілактичного призначення. Реалізація цих принципів буде сприяти подальшому підвищенню наукового рівня проектування борошняних виробів, рівня їх харчової та біологічної цінності, розширенню асортименту продукції цього виду і, як наслідок, підвищенню ефективності функціонування різних систем харчування, у тому числі лікувально-профілактичної дії, зокрема СХ, призначених для лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію в організмі споживача.

#### Список джерел інформації / References

1. Липатов Н. Н. Методология проектирования продуктов питания с требуемым комплексом показателей пищевой ценности Н. Н. Липатов, И. А. Рогов // Известия вузов. Пищевая технология. – 1987. – № 2. – С. 9–15.

Lipatov, N.N., Rogov, I.A. (1987), "Methodology of the products projection with the required complex of nutritional value indexes" ["Metodologiya proektirovaniya produktov pitaniya s trebuyemym kompleksom pokazateley pishevoy tsennosti"], *Schools Letters. Food Technology*, No. 2, pp. 9–15.

2. Rayman, M.P. (2000), "The importance of selenium to human health", *The lancet*, Vol. 356, July 15, pp. 233–241.

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

Pogorelov, M.V., Bumeyster, V.I., Tkatch, G.F., Bonchev, S.D., Sikora, V.Z., Sukhodub, L.F., Danilchenko, S.M. (2010) *Macro- and micronutrients (metabolism, pathology and methods of determination) [Makro- ta mikronutriyenty (obmin, patologiya ta metody vyznachennia)]*, Sumy, 147 p.

4. Fisher, H.W. The Physiological Impact of Boron.

5. Основи фізіології харчування : підручник / Н. В. Дуденко [та ін.]. – Х. : Торнадо, 2003. – 407 с.

Dudenko, N.V., Pavlotska, L.F., Levitin, E.Ya. (2003), *Nutrition physiology [Osnovy fiziologii kharchuvannia]*, Tornado, Kharkiv, 407 p.

6. Черевко О. І. Математичні аспекти збалансування складу нутрієнтів у системах харчування / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2013. – Вип. 1 (17). – С. 271–287.

Cherevko, O.I., Krutovyi, G.A. (2013), "Mathematical aspects of balancing nutrients content in the edible systems" ["Matematychni aspekty zbalansuvannia

skladu nutryentiv u systemakh kharchuvannia"], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 1 (17), pp. 271–287.

7. Математичне моделювання вмісту рецептурних компонентів кексу підвищеної харчової цінності / Ж. А. Крутовий, Г. В. Запаренко, Л. О. Касілова, О. В. Немірич, А. Б. Гавриш // Наука та інновації. – 2013. – Т. 9, № 5. – С. 5–10.

Krutovyi, G.A., Zaparenko, G.V., Kasilova, L.O., Nemirich, O.V., Gavrysh, A.B. (2013), “Mathematical modelling of the content of the components in a cake with the increased nutritive value” [“Matematychnе modeliuвання vmistu retsepturnykh komponentiv keksu pidvyshchenoyi kharchovoyi tsinnosti”], *The journal of National Academy of Sciences of Ukraine Science and Innovations*, Vol. 9, No. 5, pp. 5–10.

8. Оптимизация рецептур и технологии высокобелковых хлебобулочных изделий пониженной энергетической ценности / Э. В. Юрина, Ж. А. Крутовой, Н. С. Синекоп, К. Э. Протопопова // Теоретические и прикладные аспекты применения инженерной физико-химической механики с целью совершенствования и интенсификации технологических процессов пищевых производств : тезисы докл. / Московский ин-т прикладной биотехнологии. – М., 1990.

Yuryna, E.V., Krutovoy, G.A., Synekor, N.S., Protopopova, K.E. (1990), “The optimization of recipes and technologies for the baked products with a high content of protein with low energy value” [“Optimizatsiya retseptur e tekhnologii vysokobelkovykh khlebobulochnykh izdeliy ponizhennoy energeticheskoy tsennosti”], *Theoretical and applied aspects of using engineering phisico-chemical mechanics with the aim of improving and intensification of technological processes in food industry*, Moscow Institute of Applied Biotechnology, Moscow.

**Крутовой Жорж Андрійович**, канд. техн. наук, проф., кафедра вищої математики, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-63.

**Крутовой Жорж Андреевич**, канд. техн. наук, проф., кафедра высшей математики, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-63.

**Krutovyi George**, Ph.D., Professor, Department of higher mathematics, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-63.

**Запаренко Ганна Володимирівна**, асп., кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-39.

**Запаренко Анна Владимировна**, асп., кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекопцентратов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Ключковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-39.



**Zaparenko Ganna**, Ph.D. student, Department of bread production technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-39.

**Захаренко Віталій Олександрович**, д-р техн. наук, проф., кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051.

**Захаренко Віталій Олександрович**, д-р техн. наук, проф., кафедра товарознавства в митній справі, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051.

**Zakharenko Vitaliy**, Doctor of Science, Professor, Department of examination of commodities and services, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051.

**Бурлюбаєва Тетяна Миколаївна**, студ., Навчально-науковий інститут харчових технологій і бізнесу, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051.

**Бурлюбаєва Татяна Николаевна**, студ., Учебно-научный институт пищевых технологий и бизнеса, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051.

**Burlyubayeva Tatiana**, student, Department of food technology, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska Str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук В.М. Михайловим.  
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*

УДК 664.8.037.004.12

## **СПОЖИВНІ ВЛАСТИВОСТІ НАПІВФАБРИКАТУ НА ОСНОВІ ОВОЧІВ І ПЛОДІВ ПІД ЧАС НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЗБЕРІГАННЯ**

**А.М. Одарченко, Т.В. Карбівнича, В.І. Михайлик, Є.Б. Соколова**

*Розглянуто процес розробки напівфабрикату підвищеної харчової цінності на основі моркви, гарбуза та яблук. Досліджено органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості напівфабрикату під час тривалого низькотемпературного зберігання. Установлено, що зберігання*