

**Запаренко Анна Владимировна**, асп., кафедра технологии хлеба, кондитерских, макаронных изделий и пищекоцентрагов, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 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.

**Борисова Аліна Олексійвна**, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Борисова Алина Алексеевна**, доц., кафедра иностранных языков, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Borysova Alina**, Associate Professor, Department of foreign languages, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-69.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.  
Отримано 1.08.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 519.8:637.521.473(083.12)

## **ДОВГОТРИВАЛІ ЦИКЛОВІ РАЦІОНИ В СИСТЕМАХ ХАРЧУВАННЯ: ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОБОВИХ ПОТРЕБ У ДЕФІЦИТНИХ НУТРИЄНТАХ**

**О.І. Черевко, Ж.А. Крутовой, Г.В. Запаренко, А.О. Борисова**

*Для циклових раціонів тривалістю до двадцяти однієї доби в системах лікувально-профілактичного харчування запропоновано спосіб забезпечення добових потреб у таких дефіцитних нутрієнтах: селен, фтор, бор, цинк, марганець та ін.*

***Ключові слова:** циклові раціони, системи харчування, дефіцитні нутрієнти, нетрадиційні борошняні вироби.*

## **ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЦИКЛОВЫЕ РАЦИОНЫ В СИСТЕМАХ ПИТАНИЯ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ СУТОЧНЫХ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ДЕФИЦИТНЫХ НУТРИЕНТАХ**

**А.И. Черевко, Ж.А. Крутовой, А.В. Запаренко, А.А. Борисова**

*Для цикловых рационов продолжительностью до двадцати одних суток в системах лечебно-профилактического назначения предложен способ обеспечения*

---

© Черевко О.І., Крутовой Ж.А., Запаренко Г.В., Борисова А.О., 2015

*суточных потребностей в следующих дефицитных нутриентах: селен, фтор, бор, цинк, марганец и др.*

***Ключевые слова:** цикловые рационы, системы питания, дефицитные нутриенты, нетрадиционные мучные изделия.*

## **DURABLE FRAME DIETS IN THE NUTRITION SYSTEMS: DAILY NEEDS PROVISION IN DEFICIENT NUTRIENTS**

**O. Cherevko, G. Krutovyi, G. Zaparenko, A. Borysova**

*System view of problem questions concerning the creation of durable systems of balanced therapeutic nutrition is performed, i.e. the role of a set of purposefully designed unconventional floury products enriched in deficient nutrients, improvement of nutrition systems' quality parameters; the necessity of maximum provision of scientifically substantiated daily requirements in the totality of important nutrients; and the mechanism of the nutrition system functioning interactively.*

*The level of providing daily needs in nutrients by the designed nutrition systems is analyzed. The expediency of designing recipes of the dishes enriched in deficient nutrients for the improvement of diets and nutrition systems is demonstrated.*

*The method of satisfying daily needs in such deficient nutrients as selenium, fluorine, boron, zinc, manganese, and others is proposed for cyclic diets up to twenty-one days duration within healthful and dietary nutrition. The method lies in projecting a number of the totalities of balanced repeated expendable diets (for lunches, dinners, suppers, etc.) with the use of unconventional floury goods prepared by the previously developed scientifically substantiated recipes.*

*The authors present in the article the principles of choosing and specifying the amount and type of a diet (for lunch, dinner, supper, etc.) and unconventional types of flour (nut sponge cake, selenium roll, small pie with mackerel, chocolate biscuit, etc.), enriched in various deficient nutrients, for the optimization of the composition of daily and cyclic diets for full satisfaction of daily needs in the deficient nutrients.*

*It is established that for substantial satisfaction of daily needs in the most deficient nutrients by cyclic diets, it is reasonable to create five blocks of diets (for the first and second lunches, dinner, afternoon luncheon, supper). Each includes twenty-one expedience diets with the use of specially designed unconventional floury products.*

*Results of the performed investigation can be used for quantitative assessment of daily needs in various nutrients at the stage of designing durable healthful nutritional systems.*

***Keywords:** frame diets, nutrition systems, deficient nutrients, nontraditional floury products.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Відомо, що лікування багатьох захворювань людини суттєво залежить, ефективно здійснюється за наявності довготривалого, багаторазового збалансованого харчування. Отже, потребує науково обґрунтованої системи харчування (СХ).

Одна з багатьох проблем створення систем харчування полягає в тому, як забезпечити науково обґрунтовані добові потреби у великій кількості важливих нутрієнтів.

Ця проблема особливо актуальна під час створення довготривалих систем харчування лікувальної дії, зокрема систем, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У багатьох публікаціях, присвячених системам харчування лікувально-профілактичного призначення [1–7], розглядаються різні аспекти їх створення та дослідження. Концепція їх створення ґрунтується на таких положеннях:

- СХ базується на інгредієнтах широкого, масового вживання;
- математичні моделі, методи та комп'ютерні технології використовуються на всіх етапах створення та дослідження СХ;
- базовими елементами систем харчування є раціони одного прийому їжі або раціони одноразового споживання (РОС<sub>и</sub>);
- СХ складаються з великої сукупності РОС<sub>ів</sub> різного призначення (для сніданків, обідів, вечерь тощо), сукупності добових раціонів (3–4 РОС<sub>ів</sub>), циклових раціонів (ЦР), що складаються із 14–21 неповторних ДР. Циклові раціони періодично повторюються;
- тривалість дії СХ – від кількох тижнів до багатьох місяців і навіть років;
- до РОС<sub>ів</sub> можуть входити продукти харчування, рецептури яких спроектовано завчасно;
- у математичних моделях РОС<sub>ів</sub> має враховуватись уся сукупність нутрієнтів, що впливають на метаболізм кісткової тканини (на процес лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію) [1].

На попередніх етапах дослідження СХ, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію, нами розроблено сукупність РОС<sub>ів</sub> першого покоління, досліджено середній уміст нутрієнтів у добових раціонах, що входять до ЦР. Установлено, що добові потреби в низці важливих нутрієнтів не забезпечуються створеними системами харчування. З метою збагачення СХ дефіцитними нутрієнтами нами спроектовано низку рецептур нетрадиційних борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами.

На цьому етапі досліджень виникає проблема, як, використовуючи нетрадиційні борошняні вироби, рецептури яких завчасно спроектовані, забезпечити добові потреби в дефіцитних нутрієнтах ДР, що входять до циклових раціонів СХ.

**Мета статті** – визначити конкретні шляхи забезпечення науково обґрунтованих добових потреб у дефіцитних нутрієнтах у циклових раціонах тривалістю до трьох тижнів (21 безповторний раціон). Іншими словами, з'ясувати, скільки необхідно створити раціонів одноразового споживання і з використанням яких нетрадиційних борошняних виробів, щоб забезпечити добові потреби в дефіцитних нутрієнтах в безповторних добових раціонах, що складають цикловий раціон СХ тривалістю від трьох тижнів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У процесі дослідження надзвичайно складної проблеми створення довготривалих систем збалансованого харчування, особливо лікувально-профілактичного призначення, вважаємо доцільним здійснити системний погляд на наступне:

1. На створену сукупність нетрадиційних борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами, сукупність, яка задумана і створена як засіб впливу (удосконалення) на СХ в цілому, на її проектування та на функціонування в довготривалій динаміці;

2. На існування поки що ніким не розв'язаної проблеми максимального забезпечення науково обґрунтованих добових потреб у сукупності важливих нутрієнтів, особливо дефіцитних;

3. На механізм функціонування СХ в динаміці і на головний його елемент – цикловий раціон, який складається із низки (14-21 і більше) безповторних добових раціонів.

Розглянемо названі аспекти створення СХ у взаємозв'язку, у системі.

Нижче подано табл. 1 забезпечення (у середньому) добових потреб нутрієнтами, що впливають на метаболізм кісткової тканини, у СХ трьох видів [1]. СХ третього виду забезпечує в середньому дводобовий рівень потреб у збалансованому кальції та базується на використанні створених оптимальних РОСів першого покоління [1], призначених для перших та других сніданків, обідів і вечерь. У СХ другого виду використовуються РОСи, створені для других сніданків, обідів і вечерь. При цьому забезпечується приблизно 1,5-добовий рівень потреб у збалансованому кальції. У СХ першого виду передбачене чотириразове харчування, як і в СХ третього виду, але із вмістом інгредієнтів у РОСах вдвічі менше. Ця система у середньому забезпечує на 100% добову потребу в збалансованому кальції.

Таблиця 1

**Середньодобовий вміст нутрієнтів у ЦР  
систем харчування трьох видів**

Нутрієнт	Назва усередненого раціону				Добовий раціон (сума)
	для перших сніданків	для других сніданків	для обідів	для вечерь	
Кальцій	47,05	42,28	47,90	48,36	183,61
Жир	47,40	40,84	47,68	44,12	180,05
Фосфор	45,56	41,36	44,39	43,19	174,50
Магній	54,11	44,12	56,62	48,47	203,32
Білок	23,74	30,40	29,66	29,24	113,04
Вуглеводи	14,47	15,31	17,73	17,44	64,94
Залізо	35,97	47,40	46,18	48,38	177,93
Вітамін D	25,03	12,54	25,07	47,76	110,40
Цинк	25,93	23,89	22,22	20,16	92,19
Йод	12,61	20,09	10,08	53,61	96,39
Калій	54,68	63,53	65,33	57,92	241,46
Вітамін С	71,01	91,15	100,81	46,92	309,88
Вітамін В <sub>2</sub>	31,58	23,95	25,30	42,44	123,27
Вітамін В <sub>6</sub>	21,80	23,58	29,04	25,27	99,70
Мідь	33,75	35,38	32,96	18,94	121,03
Бор	8,81	26,65	25,19	16,39	77,04
Марганець	35,51	25,42	34,51	15,77	111,21
Селен	8,96	11,11	6,63	21,11	47,80
Фтор	14,43	4,50	7,17	11,61	37,72
Кремній	0	0	30,87	2,30	33,17
Вітамін А	43,44	36,99	46,59	38,98	166,01
Вітамін Е	44,35	37,54	54,61	38,05	174,56
Натрій	22,67	27,71	38,87	25,50	114,76
Вітамін К	23,77	2,81	9,63	11,92	48,14
Енергетична цінність	22,82	23,36	26,23	26,18	98,59

Із наведених даних видно, що найменшим (найгіршим) забезпеченням добових потреб характеризуються такі нутрієнти: селен, фтор, бор, йод, марганець, цинк та ін. Нутрієнти, добові потреби в яких у середньому забезпечені не повністю, назвемо дефіцитними.

Із сказаного випливає доцільність удосконалення систем харчування першого покоління в напрямку забезпечення добових потреб у названих більш або менш дефіцитних нутрієнтах. Один із шляхів розв'язання цієї проблеми полягає в проектуванні рецептур

виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами та в подальшому використанні цих виробів при створенні більш досконалих РОСів і відповідно ДР для циклових раціонів.

З метою більш повного забезпечення добових потреб у названих нутрієнтах для більш досконалих систем харчування другого покоління нами спроектована низка рецептур нетрадиційних борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами.

Нижче у табл. 2 подано основні показники харчової цінності нетрадиційних виробів, рецептури яких спроектовано.

Найбільшою кількістю дефіцитних нутрієнтів характеризується система харчування першого виду.

Із сказаного випливає низка запитань: скільки і яких РОСів доцільно спроектувати з використанням того чи іншого нетрадиційного борошняного виробу, щоб забезпечити повністю або максимально можливо добові потреби у вказаних дефіцитних нутрієнтах у неповторних ДР, що увійдуть до циклового раціону тривалістю, скажімо, три тижні? РОСу якого призначення (для сніданків, обідів, вечір та ін.)? Чому?

Таблиця 2

**Основні показники харчової цінності спроектованих виробів**

№ з/п	Виріб	Вміст дефіцитних нутрієнтів, % добової потреби												
		Мінеральні речовини								Вуглеводи	Вітаміни			
		Se	F	B	Mn	Zn	I	Si	B <sub>2</sub>		B <sub>6</sub>	E	Зведений регіонол	
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	Булочка селенова	126,8			12,8	9,0			40,4			12,8		
2	Бісквіт горіховий	102,4	13,0		23,6	14,0								
3	Розтягай зі скумбрією		66,7					16,2		13,4	20,8			
4	Пиріг рибний		52,7				15,9				23,4			
5	Пиріжки із соєю	13,5		16,6	18,4						16,8			
6	Здобні пиріжки				89,3		98,5							
7	Рибник із пікшею		24,0				76							
8	Кошик із сиром і печінкою					19,3			49,1					
9	Печиво шоколадне	28,8			22,6	19,2								
10	Печиво вівсяне	12,9			40,7						17,6			
11	Печиво ячмінне	15,9			26,9	13,5								
12	Тістечко «Буше»	56,1			17,4	17,0								
13	Кекс, збагачений марганцем	18,4			21,3			29,5						

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
14	Кекс зі збалансованим ретинолом				11,6								13,3
15	Хліб зерновий	26,2				15,5		67,4			18,2		
16	Бісквіт із сиром і маком				15,5								
17	Рулетик із шинкою	16,5						23,6					

Якщо виходити із того, що в СХ буде трьох або чотирьохразове (і більше) харчування, то для створення циклового раціону необхідно спроектувати не менше 56 або 84 РОСів (тривалість ЦР – три тижні). У скількох із них доцільно використати запропоновані борошняні вироби, збагачені, наприклад, селеном, у скількох – фтором? І які саме борошняні вироби?

Дефіцитність селену в СХ першого виду складає майже 90%. Серед нетрадиційних борошняних виробів найбільш перспективними носіями селену є булочка селенова із вмістом селену (у 100 г виробу) 126,8% добової потреби та бісквіт горіховий – із вмістом відповідно 102,4%.

Таким чином, для забезпечення селеном раціонів одноразового споживання названі борошняні вироби доцільно використовувати приблизно в однаковій кількості РОСів і відповідно ДР (із 21 ЦР).

Разом із тим ці вироби містять крім селену, деяку кількість інших дефіцитних нутрієнтів: булочка селенова – марганць, цинк і вітамін Е, а бісквіт горіховий – марганець і цинк. Аналіз даних таблиці дозволяє зробити висновок, що з усіх найбільш дефіцитних нутрієнтів найважче забезпечити добові потреби в цинку. Причина – порівняно малий вміст цього нутрієнта в спроектованих борошняних виробках. Ураховуючи, що цинку в бісквіті горіховому дещо більше (14% добової потреби) ніж у булочці селеновій (9%), для забезпечення добових потреб у селені слід віддати перевагу бісквіту горіховому і використати його не менше ніж у 13 РОСах (наприклад, для вечерь) із не менше ніж 21. І не менше ніж у 9 РОСах із 21 використати булочку селенову.

Словосполучення «не менше» вживається тому, що може виникнути необхідність створення циклового раціону не з 21 добового раціону, а з більшої кількості.

Дефіцит фтору в системах харчування першого покоління (першого виду) у середньому складає майже 69% добової потреби. Найголовнішими носіями цього нутрієнта в створених борошняних виробках є розтягай зі скумбрією (66,7% добової потреби) та пиріг рибний (52,7%).

Ураховуючи, що створену перевагу у використанні борошняного виробу для забезпечення добової потреби у фторі має розтягай зі скумбрією, а також ту обставину, що цей виріб містить певну кількість аж трьох дефіцитних нутрієнтів – кремнію, вітамінів В<sub>2</sub> і В<sub>6</sub> і, крім того, маючи на увазі, що обидва названі вироби містять рибу (як і РОСи для других сніданків), вважаємо за доцільне проектувати не менше 12 РОСів (і отже, не менше 12 ДР для ЦР) для других сніданків з використанням розтягай зі скумбрією та не менше 9 аналогічних РОСів (і отже, більше 9 ДР для ЦР) – з використанням пирога рибного.

Дефіцит марганцю та йоду в системах харчування першого виду в середньому складає відповідно 53% і 38,3%. Основним носієм цих двох важливих нутрієнтів із сукупності нетрадиційних борошняних виробів є здобні пиріжки із вмістом (100 г виробу) 89,3% добової потреби марганцю та 98,5% йоду.

Зі сказаного випливає, що не менше, ніж 21 РОС одного й того ж призначення, наприклад для перших сніданків і, отже, не менше ніж 21 добовий раціон, що складає цикловий раціон, доцільно проектувати з використанням здобних пиріжків. Указаний спосіб проектування РОСів для перших сніданків повністю забезпечить добові потреби як у марганці, так і в йоді протягом не менше ніж тритижневого циклу.

Дефіцит бору в системах харчування першого виду (див. табл. 1) у середньому складає 56,6%. Під час створення рецептур нетрадиційних борошняних виробів, збагачених дефіцитними нутрієнтами, вдалось спроектувати рецептуру лише одного виробу – пиріжки із соєю, що містять незначну кількість цього нутрієнта (16,6% добової потреби в 100 г виробу). Разом із тим у природі існують носії бору в суттєво більшій кількості, зокрема мінеральна вода «Боржомі». Сто грамів цієї води містить 103,7% добової потреби в елементі, що розглядається.

Із урахуванням сказаного вважаємо доцільним використовувати у 21 РОСі для обідів по 100 г вказаної мінеральної води. Споживання її перед обідом повністю забезпечить добову потребу в борі у всіх ДР, що входять до циклового раціону.

Дефіцит цинку в системі харчування першого виду (див. табл. 1) у середньому складає 54,3% добової потреби.

Найбільшу кількість цього нутрієнта серед сукупності нетрадиційних борошняних виробів містять кошик із сиром і печінкою (49,3%) та печиво шоколадне (19,2% добової потреби).

Ураховуючи, що вміст цинку в обох борошняних виробках майже однаковий, а також необхідність забезпечення різноманітності харчування, вважаємо за доцільне проектувати не менше ніж 11 РОСів для перших сніданків з використанням кошика із сиром і печінкою та не



менше десяти РОСів аналогічного призначення з використанням печива шоколадного, і відповідно не менше 11 та 10 ДР для циклового раціону.

Зважаючи на те, що певна кількість цинку надходить у добовий раціон з використанням булочки селенової та бісквіта горіхового, загальне збільшення цього нутрієнта в ДР лише завдяки використанню нетрадиційних борошняних виробів буде близько 30%. Сумарна кількість (із урахуванням умісту цинку в інших інгредієнтах буде близькою до добової потреби у системах харчування третього виду.

Оскільки в СХ другого виду перші сніданки відсутні (триразове харчування), то ця обставина зумовить у СХ неповне забезпечення добових потреб у вказаному нутрієнті. У цьому випадку компенсувати дефіцит цинку можна завдяки запровадженню чотириразового харчування в СХ другого виду. Четвертий прийом їжі – полуденок – з використанням наступних нетрадиційних борошняних виробів: печива шоколадного (19,2% добової потреби в цинку) у не менше ніж 11 РОСах для полуденка та тістечка «Буше» (17% добової потреби) у не менше ніж 10 РОСах того ж призначення.

Таке корегування СХ другого виду зможе суттєво покращити розв'язок надзвичайно важливої проблеми забезпечення добової потреби в цинку. Отже, з метою суттєвого забезпечення добових потреб у найбільш дефіцитних нутрієнтах циклових раціонів для СХ лікувально-профілактичного призначення різних видів, доцільно створити 5 блоків (сукупностей) по 21 РОС, до кожного з яких включати нетрадиційні борошняні вироби, рецептури яких розроблені завчасно (див. табл. 3).

Таблиця 3

**Блоки РОСів для циклових раціонів  
з використанням борошняних виробів**

№ блоку	Назва борошняного виробу, що використовується	Найбільш дефіцитний нутрієнт, яким забезпечуються РОСи	Призначення РОСів
1	Бісквіт горіховий Булочка селенова	селен	для вечерь
2	Розтягай зі скумбрією Пиріг рибний	фтор	для других сніданків
3	Здобні пиріжки	марганець, йод, бор	для обідів
4	Кошик із сиром і печінкою Печиво шоколадне	цинк	для перших сніданків
5	<i>Для СХ другого виду замість перших сніданків</i> Печиво шоколадне Тістечко «Буше»	цинк	для полуденків

У РОСах для обідів використовується мінеральна вода «Боржомі».

Зауважимо, що використання нетрадиційних борошняних виробів, поданих у табл. 3, суттєво впливає на зниження дефіцитності і багатьох інших, менш дефіцитних, нутрієнтів.

Кількісна оцінка такого зниження, завдяки використанню лише наведених борошняних виробів, складає предмет окремого дослідження, яке буде здійснено в подальшому.

Варто зауважити, що після здійснення етапу оптимізації добових раціонів для ЦР може виникнути можливість зменшення ваги деяких борошняних виробів (зі збереженням рецептурних співвідношень). Причина – вміст нутрієнтів у ДР перевищує добові потреби. За необхідності доцільно скористатись указаною можливістю.

**Висновки.** У результаті виконаного дослідження окреслено шляхи розв'язання проблеми забезпечення добових потреб у довготривалих системах харчування лікувально-профілактичної дії другого покоління.

Зокрема:

1. Визначено сукупність нетрадиційних борошняних виробів для забезпечення добових потреб у найбільш дефіцитних нутрієнтах: селен, фтор, марганець та ін.

2. Обґрунтовано, у якій кількості раціонів одноразового споживання і якого призначення, у якій кількості добових раціонів для циклового раціону тривалістю 21 доба доцільно використовувати ті чи інші борошняні вироби для забезпечення добових потреб у довготривалих СХ.

3. Створено передумови для кількісної оцінки забезпечення добових потреб у різних нутрієнтах на етапі проектування систем харчування.

#### **Список джерел інформації / References**

1. Проектування систем харчування лікувально-профілактичної дії : монографія у 3 ч. Ч. 1. Математичні аспекти створення систем харчування / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий, В. М. Михайлов, Л. О. Касілова, Г. В. Запаренко, Н. В. Манжос.– Х., 2013. – 186 с.

Cherevko, O.I., Krutovyi, G.A., Mykhailov, V.M., Kasilova, L.O., Zaparenko, G.V., Manzhos, N.V. (2013), *The Projecting of the Food Systems with Medical and Preventive Action* (monograph). Part 1. Mathematical Aspects of Food Systems Creation [*Proektivannia system kharchuvannia likuvalno-proflaktychnoyi diyi*], Kharkiv, 186 p.

2. Перспективи створення індивідуальних систем харчування для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію

/ О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий, В. М. Михайлов, Л. О. Касілова, Г. В. Запаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : збірник наук. праць Харк. держ. ун-ту харч. та торг. – Х., 2012. – Вип. 2 (16). – С. 105–110.

Cherevko, O.I., Krutovyi, G.A., Mykhailov, V.M., Kasilova, L.O., Zaparenko, G.V. (2012), “Contemplation of the individual food systems creation for the prevention of medical conditions caused by calcium deficiency” [“Perspektyvy stvorennia indyvidualnykh system kharchuvannia”], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 2 (16), pp. 105–110.

3. Крутовий Ж. А. Системи харчування лікувально-профілактичної дії та математичний інструментарій для їх створення / Ж. А. Крутовий // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2014. – Вип. 1 (19). – С. 299–308.

Krutovyi, G.A. (2014), “Food systems for medication and prophylaxis of diseases and the mathematical methods for their creation” [“Systemy kharchuvannia likuvalno-prophilaktychnoyi diyi”], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 1 (19), pp. 299–308.

4. Крутовий Ж. А. Кількісні показники збалансованості нутрієнтів на різних етапах створення систем харчування / Ж. А. Крутовий // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2013. – Вип. 2 (18). – С. 266–274.

Krutovyi, G.A. (2013), “Balance quantity indexes of nutrients on different stages of the creating of preventive food systems” [“Kilkisni pokaznyky zbalansovanosti nutriyentiv”], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 2 (18), pp. 266–274.

5. Определение биологической ценности белков в рационах лечебно-профилактического назначения / Ж. А. Крутовой, Н. В. Мячикова, Л. А. Касилова, А. В. Запаренко // Пищевая промышленность. – 2013. – № 8. – С. 62–64.

Krutovyi, G.A., Miachikova, N.V., Kasilova, L.O., Zaparenko, A.V. (2013), “Investigation of the biological value in the rations with Medical and Preventive Action” [“Opredeleniye biologicheskoy tseнности belkov v ratsionakh”], *Food industry*, No. 8, pp. 62–64.

6. Аналіз забезпечення систем харчування лікувального призначення збалансованими групами нутрієнтів / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий, Г. В. Запаренко, О. О. Фалько, І. Ю. Юрченко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2013. – Вип. 2 (18). – С. 106–112.

Cherevko, O.I., Krutovyi, Zaparenko, G.V., Falko, O.O., Yurchenko, I.Yu. (2013), “Analysis of providing the preventive food systems with the balanced groups of nutrients” [“Analiz zabezpechennia system kharchuvannia”], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 2 (18), pp. 106–112.

7. Про системний підхід до розробки раціонів харчування / Ж. А. Крутовий, Л. О. Касілова, Ю. Ю. Приказчикова, Г. В. Запаренко, А. О. Борисова // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2013. – Вип. 1 (17). – С. 246–252.

Krutovyi, G.A., Kasilova, L.O., Prykazchikova, Yu.Yu., Zaparenko, G.V., Borysova, A.O. (2013), "On the system approach to the food ration development" ["Pro systemnyi pidkhdid"], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade*, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 1 (17), pp. 246–252.

**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.

**Запаренко Ганна Володимирівна**, асп., кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 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. Клочковская, 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.

**Борисова Аліна Олексіївна**, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Борисова Алина Алексеевна**, доц., кафедра иностранных языков, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-69.

**Borysova Alina**, Associate Professor, Department of foreign languages, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. Tel.: (057)349-45-69.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.М. Михайловим.  
Отримано 1.08.2015. ХДУХТ, Харків.*

УДК 519.87:664.8.036

## **ВИКОРИСТАННЯ R-ФУНКЦІЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ**

**В.М. Михайлов, М.С. Синєкоп,  
Л.О. Пархоменко, С.В. Михайлова, М.С. Софронова**

*Запропонована математична модель процесу теплової обробки напівфабрикатів у вигляді нестационарного рівняння теплопровідності, початкових умов та основних типів межових умов. Основу розрахункового алгоритму складають проєкційний метод Бубнова-Гальоркіна та метод R-функцій, що дозволяє розглядати довільні геометричні форми напівфабрикатів та враховувати широкий спектр засобів підводу тепла для раціональної теплової обробки. Зведення початково-межової задачі до задачі Коші для системи диференціальних рівнянь дозволяє проводити чисельні експерименти з використанням ПК із метою вибору оптимальних режимів теплообробки напівфабрикатів.*

***Ключові слова:** тепла обробка напівфабрикатів, рівняння теплопровідності, проєкційний метод, R-функції.*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ R-ФУНКЦИЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ**

**В.М. Михайлов, Н.С. Синєкоп,  
Л.А. Пархоменко, С.В. Михайлова, М.С. Софронова**

*Предложена математическая модель процесса тепловой обработки полуфабрикатов в виде нестационарного уравнения теплопроводности,*

---

© Михайлов В.М., Синєкоп М.С., Пархоменко Л.О., Михайлова С.В.,  
Софронова М.С., 2015