

## Секція 4. ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

УДК 519.8:637.521.473(083.12)

### ФІЛЬТРАЦІЯ РАЦІОНІВ ОДНОРАЗОВОГО СПОЖИВАННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ ЗБАЛАНСОВАНОСТІ ГРУП НУТРІЄНТІВ ЯК ЕТАП ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМ ХАРЧУВАННЯ

**О.І. Черевко, Ж.А. Крутовий, Г.В. Запаренко,  
П.В. Лук'яничков, А.О. Борисова**

*Надано результати розрахунку показників збалансованості груп нутрієнтів 60 раціонів одноразового споживання різних видів і проаналізовано їх якість за цими показниками. Показано доцільність використання зазначених показників як критеріїв фільтрації, тобто відбору раціонів одноразового споживання для залучення до оптимізації добових раціонів.*

**Ключові слова:** раціони одноразового споживання, добові раціони, система харчування, показник збалансованості груп нутрієнтів, фільтрація раціонів.

### ФИЛЬТРАЦИЯ РАЦИОНОВ РАЗОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ПО КРИТЕРИЮ СБАЛАНСИРОВАННОСТИ ГРУПП НУТРИЕНТОВ КАК ЭТАП ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПИТАНИЯ

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

*Представлены результаты расчёта показателей сбалансированности групп нутриентов 60 рационов разового потребления разных видов и проанализировано их качество по этим показателям. Показана целесообразность использования указанных показателей как критериев фильтрации, то есть отбора рационов разового потребления для включения в оптимизацию суточных рационов.*

**Ключевые слова:** рационы разового потребления, суточные рационы, система питания, показатель сбалансированности групп нутриентов, фильтрация рационов.

---

© Черевко О.І., Крутовий Ж.А., Запаренко Г.В.,  
Лук'яничков П.В., Борисова А.О., 2017

## FILTRATION OF THE DIETS OF DISPOSABLE CONSUMPTION BY THE CRITERION OF BALANCING THE GROUPS OF NUTRIENTS AS A STAGE OF DIETARY SYSTEMS DEVELOPMENT

O. Cherevko, G. Krutovyi, G. Zaparenko,  
P. Lukyanchikov, A. Borysova

*The article is devoted to the analysis of quality of diets with the use of indexes of nutrient groups balancing. The quality of diets is analyzed for their further inclusion to the nutrition systems with preventive action.*

*The results of calculating indexes of nutrient groups balancing for 60 different expendable diets (for breakfasts, lunches, dinners and suppers) are presented. The indexes for two groups of nutrients, such as a group of calcium, fat, phosphorus and magnesium, and a group of essential amino acids are estimated. The quality of diets with the use of these indexes is analyzed.*

*The index of nutrient groups balancing is a value quantifying the simultaneity of daily needs resourcing in nutrients of this group by the diet.*

*It is found that in case of critical value of indexes of nutrient groups balancing  $K \geq 49$  it is possible to include 43 rations from 60 for further optimization of daily rations. The obtained result is conditioned by using of bracketing on calcium balancing into mathematical models of the diets and their high rates. The indexes of essential amino acids balancing were not accounted for diets projecting that caused elimination of some diets designed. Among all of the diets, breakfasts and suppers are characterized by the highest rates of indexes of nutrient groups balancing.*

*Thus, in the result of the study, the advantages of using the indexes of nutrient groups balancing as criteria for expendable diets choice with the purpose of their further inclusion to nutrition systems are proven.*

**Keywords:** *expendable diets, daily diets, nutrition system, index of nutrient groups balancing, diets filtration.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Одним із стратегічно важливих завдань Глобальної стратегії ВООЗ із харчування, фізичної активності та здоров'я [1] є запровадження ефективних заходів поліпшення якості харчових раціонів. Із цією метою зусилля науковців усього світу спрямовані на розробку та вдосконалення технологій продуктів оздоровчого харчування, збагачених життєво необхідними нутрієнтами. Для ефективного вирішення проблеми задоволення добових потреб людини у всіх необхідних нутрієнтах необхідною умовою є об'єднання створених продуктів у збалансовані раціони харчування, а останніх – у системи харчування [2; 3]. Очевидно, що проектування системи харчування, яка надасть можливість задовольнити потреби людини в необхідних нутрієнтах, що знаходяться

в збалансованому стані, вимагає застосування точних методів дослідження, зокрема потужного математичного інструментарію та відповідного програмного забезпечення.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Система харчування являє собою сукупність спеціально спроектованих раціонів одноразового споживання (РОСів) різних видів (для сніданків, обідів і вечерь), об'єднаних у добові раціони, які повторюються з певною періодичністю [2]. При цьому споживання раціонів харчування у складі системи має забезпечувати людину необхідними нутрієнтами в кількості, що регламентується добовими потребами в них [4] і забезпечує максимально можливий рівень збалансованості цих нутрієнтів [5]. У зв'язку з цим виникає питання: за якими критеріями слід відбирати раціони харчування для того, щоб система харчування була максимально ефективною. У процесі пошуку відповіді на поставлене запитання нами було запропоновано математичний інструментарій для дослідження й аналізу якості раціонів харчування, зокрема показники збалансованості груп нутрієнтів, зв'язаних між собою фізіологічно обґрунтованими співвідношеннями [5]. Ці показники дозволяють оцінити, наскільки синхронно задовольняються добові потреби в нутрієнтах певної групи раціоном харчування. З огляду на це науковий і практичний інтерес становить дослідження можливості застосування зазначених показників як критеріїв оцінювання якості раціонів харчування.

**Мета статті** – викладення результатів досліджень щодо фільтрації раціонів харчування різного призначення за критерієм збалансованості груп нутрієнтів для подальшого їх залучення до оптимізації добових раціонів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** У дослідженнях використовували по 15 раціонів одноразового споживання (для перших і других сніданків, обідів і вечерь), розроблених нами раніше з використанням загальнодоступних продуктів харчування. Для проектування РОСів використовували запропонований нами математичний інструментарій [2; 5], зокрема враховувалися рекомендовані фізіологами харчування співвідношення між кальцієм, жиром, фосфором і магнієм.

Етапу проектування оптимальних добових раціонів передусе формування сукупностей РОСів різних видів, у яких найкраще збалансовані групи нутрієнтів і в яких високий показник узагальної біологічної цінності білка – РОСи третього покоління. Такі сукупності РОСів можна відібрати в результаті подвійної фільтрації РОСів: а) за критерієм збалансованості груп нутрієнтів, зв'язаних між собою науково обґрунтованими співвідношеннями; б) за критерієм узагальної біологічної цінності.

Предметом даної статті є дослідження фільтрації першого виду. Для аналізу якості спроектованих раціонів застосовували показники збалансованості двох груп нутрієнтів: 1) групи кальцію, жиру, фосфору та магнію; 2) групи незамінних амінокислот.

Зазначені показники розраховували з використанням таких формул:

$$K \approx \begin{cases} 100 - R & \text{при } 0 \leq R \leq 100 \\ 0 & \text{при } R > 100, \end{cases} \quad (1)$$

$$R \approx 3 \cdot \sqrt{\frac{1}{l-1} \sum_{i=1}^l (Z_i - \bar{Z})^2}, \quad (2)$$

де  $K$  – показник збалансованості групи нутрієнтів;  $R$  – кількісний показник розбалансованості нутрієнтів, зумовленої несинхронністю їх збагачення, тобто розсіюванням величин  $Z_i$  відносно їх середнього значення;  $Z_i$  – величина відносного збагачення раціону  $i$ -тим нутрієнтом (% від добової потреби),

$$Z_i = \frac{Y_i}{Y_i^{d.n.}} \cdot 10^2, \quad i = \overline{1, l} \quad (3)$$

$Y_1, Y_2, \dots, Y_l$  – вміст  $i$ -го нутрієнта в раціоні, г;  $Y_i^{d.n.}$  – добова потреба в  $i$ -му нутрієнті, г,

$$\bar{Z} = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^l Z_i, \quad (4)$$

де  $\bar{Z}$  – середнє значення величини  $Z_i$ , %;  $l$  – кількість нутрієнтів групи.

За мінімальний рівень значень показників збалансованості зазначених груп нутрієнтів, який дозволяє їх рекомендувати для включення до системи харчування, прийнято  $K \geq 49$ .

Результати розрахунків наведено в табл. 1 і 2.

Аналіз даних, наведених у табл. 1, дозволив установити, що РОСи всіх видів (для сніданків, обідів і вечер) характеризуються достатньо високими показниками збалансованості нутрієнтів групи кальцію

(кальцій, жир, фосфор і магній),  $K=52,63-94,76$ , причому найбільші значення цього показника властиві першим сніданкам ( $K=73,37-92,60$ ) і вечерам ( $K=77,66-94,76$ ), що зумовлено використанням у цих раціонах продуктів, які містять значну кількість кальцію в збалансованому стані – сири тверді в перших сніданках і сир кисломолочний у вечерах. Найменші значення показника збалансованості нутрієнтів групи кальцію характерні для обідів ( $K=52,63-91,17$ ). У результаті фільтрації спроектованих раціонів за показником збалансованості нутрієнтів групи кальцію за критичного рівня  $K \geq 49$  для подальшого проектування системи харчування можна залучити всі 60 запропонованих РОСів.

Таблиця 1

**Кількісні показники збалансованості груп нутрієнтів у РОСax**

№ РО Су	Показник збалансованості нутрієнтів групи кальцію	Показник збалансованості нутрієнтів групи незамінних амінокислот	№ РОСу	Показник збалансованості нутрієнтів групи кальцію	Показник збалансованості нутрієнтів групи незамінних амінокислот
1	2	3	4	5	6
Перші сніданки			Другі сніданки		
1	82,47	0	1	70,15	59,24
2	79,92	0	2	54,72	49,05
3	83,50	0	3	81,30	29,03
4	84,19	53,99	4	88,52	53,68
5	91,44	71,19	5	72,47	62,40
6	89,19	52,78	6	66,05	95,00
7	73,37	0	7	62,61	51,66
8	89,30	55,14	8	71,78	51,75
9	92,60	52,48	9	53,42	0
10	82,32	0	10	59,77	53,64
11	76,77	79,35	11	83,53	57,10
12	89,31	67,74	12	87,73	55,10
13	83,32	51,35	13	87,78	36,57
14	87,82	69,32	14	90,65	64,52
15	84,55	79,38	15	90,34	47,66
Обіди			Вечері		
1	52,63	46,73	1	83,00	0

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
2	67,81	48,88	2	88,63	90,10
3	77,20	41,27	3	83,38	75,39
4	81,13	55,41	4	85,64	63,32
5	74,21	58,20	5	84,18	78,12
6	69,80	55,96	6	81,25	74,73
7	60,83	70,17	7	77,85	0
8	77,41	52,59	8	87,56	64,75
9	74,41	66,73	9	88,24	67,09
10	87,06	55,16	10	90,32	77,38
11	86,23	49,89	11	94,76	69,37
12	82,21	63,20	12	77,66	72,57
13	91,17	51,99	13	84,41	70,56
14	57,57	46,96	14	85,98	68,69
15	75,49	47,68	15	93,79	77,46

Таблиця 2

### Результати фільтрації РОСів

№ РОСу	Показник збалансованості нутрієнтів групи кальцію	Показник збалансованості нутрієнтів групи незамінних амінокислот	№ РОСу	Показник збалансованості нутрієнтів групи кальцію	Показник збалансованості нутрієнтів групи незамінних амінокислот
1	2	3	4	5	6
Перші сніданки			Другі сніданки		
4	84,19	53,99	1	70,15	59,24
5	91,44	71,19	2	54,72	49,05
6	89,19	52,78	4	88,52	53,68
8	89,30	55,14	5	72,47	62,40
9	92,60	52,48	6	66,05	95,00
11	76,77	79,35	7	62,61	51,66
12	89,31	67,74	8	71,78	51,75
13	83,32	51,35	10	59,77	53,64
14	87,82	69,32	11	83,53	57,10
15	84,55	79,38	12	87,73	55,10
			14	90,65	64,52

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6
Обіди			Вечері		
4	81,13	55,41	2	88,63	90,10
5	74,21	58,20	3	83,38	75,39
6	69,80	55,96	4	85,64	63,32
7	60,83	70,17	5	84,18	78,12
8	77,41	52,59	6	81,25	74,73
9	74,41	66,73	8	87,56	64,75
10	87,06	55,16	9	88,24	67,09
11	86,23	49,89	10	90,32	77,38
12	82,21	63,20	11	94,76	69,37
13	91,17	51,99	12	77,66	72,57
			13	84,41	70,56
			14	85,98	68,69
			15	93,79	77,46

Результати обчислення показника збалансованості раціонів за групою незамінних амінокислот показали, що деякі раціони характеризуються високим ступенем розбалансованості нутрієнтів цієї групи і мають бути вилучені із сукупності раціонів для проектування системи харчування. Так, серед раціонів для перших сніданків доцільно вилучити раціони № 1; 2; 3; 7 і 10; серед других сніданків – раціони № 3; 9; 13 і 15; серед обідів – раціони № 1; 2; 3; 14 і 15; серед вечерь – раціони № 1 і 7.

Слід зазначити, що значення показника, які відповідають  $0 \leq K < 49$ , свідчать про низький рівень збалансованості відповідної групи нутрієнтів, тобто розсіювання величини забезпечення добових потреб у кожному з нутрієнтів групи знаходиться в широкому інтервалі відносно середнього значення.

Значення показника збалансованості групи нутрієнтів, що відповідає  $K < 0$ , свідчить про незбалансованість раціону за цією групою нутрієнтів (розсіювання величини задоволення добових потреб у кожному з нутрієнтів групи є дуже великим).

Таким чином, у результаті виконаного дослідження здійснено фільтрацію раціонів харчування за показниками збалансованості груп нутрієнтів кальцію, жиру, фосфору та магнію, а також незамінних амінокислот, і для подальшого проектування системи харчування відібрано 44 раціони різних видів (табл. 2), у тому числі 10 перших сніданків, 11 других сніданків, 10 обідів і 13 вечерь.

**Висновки.** У результаті проведеного дослідження встановлено доцільність застосування показників збалансованості груп нутрієнтів для використання їх при оптимізації добових раціонів. Визначено, що в разі критичного значення показника збалансованості  $K \geq 49$  до оптимізації добових раціонів доцільно залучити 44 РОСи. Слід зазначити, що значення критеріїв фільтрації можуть бути більшими залежно від мети, що ставиться дослідниками, та якісних показників попередньо спроектованих раціонів. У подальших дослідженнях планується здійснити фільтрацію РОСів за критерієм їх біологічної цінності.

### Список джерел інформації / References

1. Глобальная стратегия по питанию, физической активности и здоровью : публикации ВОЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.who.int/publications/list/9241592222/ru/>

Globalnaya strategiya po pitaniyu, fizicheskoy aktivnosti i zdoroviyu : WHO articles [Electronical resource]. – Available at : <http://www.who.int/publications/list/9241592222/ru/>

2. Проектування систем харчування лікувально-профілактичної дії : монографія у 3-х ч. Ч. 1. Математичні аспекти створення систем харчування / [Черевко О. І., Крутовий Ж. А., Михайлов В. М., Касілова Л. О., Запаренко Г. В, Манжос Н. В.]. – 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 [Proektuvannia system kharchuvannia likuvalno-profilaktychnoyi diyi]*. Kharkiv, 186 p.

3. Основні принципи створення 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 // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. – Х. : ХДУХТ, 2012. – С. 233.

Cherevko, O.I., Krutovyi, G.A., Mikhailov, V.M., Kasilova, L.O. (2012), “The main principles of creating nutritional systems for the prevention and medication of diseases caused by calcium deficiency” [“Osnovni pryntsyty stvorennia system kharchuvannia dlia profilaktyky ta likuvannia zakhvoriuvan, sho vynykayut na tli defitsytu kaltsiyu”], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Hotel Industry and Trade. Economic Strategy and Development Prospects of Trade and Services*, KhSUFT, Kharkiv, p. 233.

4. Основи фізіології харчування : підручник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко, М. В. Кривоносов, І. С. Кратенко. – Х. : Торнадо, 2003. – 407 с.



Dudenko, N.V., Pavlotska, L.F., Artemenko, V.S., Kryvonosov, M.V., Kratenko, I.S. (2003), *Nutrition physiology [Osnovy fiziologii kharchuvannia]*, Tornado, Kharkiv, 407 p.

5. 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"] Progresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv], *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade* : Collected papers, KhSUFT, Kharkiv, Vol. 1 (17), pp. 271-287.

**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 фізико-математичних та інженерно-технічних дисциплін, 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 физико-математических и инженерно-технических дисциплин, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. Тел.: (057)349-45-63.

**Krutovyi George**, PhD, 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**, канд. техн. наук, асист., кафедра харчових технологій та готельно-ресторанної справи, Харківський торговельно-економічний інститут Київського національного торговельно-економічного університету. Адреса: пров. О. Яроша, 8, м. Харків, Україна, 61145. Тел.: (057)340-33-34.

**Запаренко Анна Владимировна**, канд. техн. наук, асист., кафедра пищевых технологий и гостинично-ресторанного дела, Харьковский торгово-экономический институт Киевского национального торгово-экономического университета. Адрес: пер. О. Яроша, 8, г. Харьков, Украина, 61151. Тел.: (057)340-33-34.

**Zaparenko Ganna**, PhD, assistant, Department of food technologies and hotel and restaurant business, Kharkiv Instatite of Trade and Economy by Kyiv

National University of of Trade and Economy. Address: O. Yarosha side-street, 8, Kharkiv, Ukraine, 61151. Tel.: (057)340-33-34.

**Лук'янчиков Павло Володимирович**, магістрант, кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах. Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Адреса: майдан Свободи, 4, м. Харків, Україна, 61000. Тел.: (057)7075270.

**Лукьянчиков Павел Владимирович**, магістрант, кафедра інформаційних технологій у фізико-енергетичних системах, Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна. Адрес: площа Свободи, 4, г. Харьков, Украина, 61000. Тел.: (057)7075270.

**Lukyanchikov Pavlo**, student, Department of information technology in physical and energy systems, Kharkiv National University named by V.N. Karasin. Address: Svobody square, 4, Kharkiv, Ukraine, 61000. Tel.: (057)7075270.

**Борисова Аліна Олексіївна**, канд. психол. наук, 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**, канд. психол. наук, доц., кафедра іноземних мов, Харківський державний університет харчування та торгівлі. 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. М.П. Головом.  
Отримано 15.04.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 602.4:577.15-035.2:664.642.1

## **ІММОБІЛІЗАЦІЯ ПАПАЇНУ НА ГЛЮКАНІ ДРІЖДЖІВ SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

**Н.К. Черно, К.І. Науменко, Д.П. Бордя**

*Доведено доцільність іммобілізації рослинного протеолітичного ферменту папаїну на полісахаридній матриці – β-глюкані дріжджів Saccharomyces cerevisiae. Установлено раціональні умови іммобілізації. Іммобілізований фермент характеризується підвищеною термо- та рН-стабільністю, що сприятиме реалізації технологій його виробництва та функціональних продуктів харчування з його включенням.*

---

© Черно Н.К., Науменко К.І., Бордя Д.П., 2017