

### Секція 3. ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

УДК 519.8:637.521.473(083.12)

#### АНАЛІЗ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ РАЦІОНІВ ОДНОРАЗОВОГО СПОЖИВАННЯ ДРУГОГО ПОКОЛІННЯ

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

*Проаналізовано біологічну цінність білка в раціонах одноразового споживання другого покоління з використанням скорів восьми найголовніших незамінних амінокислот та показника наближення білка в раціоні до ідеального. Вибрано найкращі раціони для участі в оптимізації добових раціонів.*

**Ключові слова:** нетрадиційні борошняні вироби, узагальнена біологічна цінність білка, показник наближення до стандартного білка.

#### АНАЛИЗ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ РАЦИОНОВ ОДНОРАЗОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ

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

*Проанализирована биологическая ценность белка в рационах одноразового потребления второго поколения с использованием скоров восьми важнейших незаменимых аминокислот и показателя приближения белка в рационе к идеальному. Выбраны лучшие рационы для участия в оптимизации суточных рационов.*

**Ключевые слова:** нетрадиционные мучные изделия, обобщенная биологическая ценность белка, показатель приближения к стандартному белку.

#### ANALYSIS OF BIOLOGICAL VALUE OF EXPENDABLE DIETS OF THE SECOND GENERATION

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

*The presented study analyzes biological value of protein in multi-purpose expendable diets of the second generation (for breakfasts and lunches, dinners and suppers) with automatically calculated scores of eight essential amino acids (valine, leucine, isoleucine, lysine, threonine, tryptophan, methionine, phenylalanine), and an indicator of the generalized biological value or (which is the same) an indicator of protein approximation the «ideal».*

*The performed research revealed that scores of essential amino acids in the diets under study exceeded 50%. The number of diets with the scores of amino acids is lower than the indicated level equals less than 3%. It is determined that most of the created expendable diets of the second generation are characterized by a high level of the generalized biological value. Four diets, included to various subgroups (for breakfasts, lunches, dinners and suppers)*

---

© Черевко О.І., Крутовий Ж.А., Запаренко Г.В., Борисова А.О., 2016

are characterized by the highest generalized biological value. The index of protein approximation to the ideal in them equals 90,39...100%. Only three expedient diets for other breakfasts have the parameters of protein approximation close to the ideal, and equal 58,18%, 62,0 and 68,8% respectively. We can explain the obtained results by rather low scores of such essential amino acids as methionine, threonine and lysine.

*We performed one of the stages of projecting daily diets as the components of healthy and dietary nutrition systems – the totality of the expendable diets of the second generation was «filtered». About 75% of the best diets in terms of the generalized biological value are chosen. The index of protein approximation to the ideal in them is 85% and more. The choice is made with the purpose of further application of expendable diets to healthy and dietary nutrition systems.*

**Keywords:** expendable diets, protein, biological value, essential amino acids.

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** У процесі створення систем харчування для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію, постає низка різних проблем. Одна з них полягає у проектуванні сукупності раціонів одноразового споживання (РОСів) різного призначення (для сніданків, обідів, вечерь тощо) з максимально високою біологічною цінністю, РОСів, на базі яких має створюватися множина неповторних добових раціонів (ДР), що задовольняють різним умовам та характеризуються певними властивостями. Друга проблема – оперативного та об'єктивного аналізу біологічної цінності білків у раціонах, що вже створені або створюються, бажано кількісного аналізу, який дозволив би порівнювати РОСи між собою, «відсіювати» гірші, з точки зору біологічної цінності та вибирати найкращі.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Біологічна цінність білків відображає їх якість і характеризується [1] скорями незамінних амінокислот, тобто відношеннями вмісту певних амінокислот в 1 г білка (виробу, страви) до аналогічного вмісту цих же кислот в «ідеальному білку» (стандартному). Найчастіше скорі розраховують для трьох найбільш дефіцитних амінокислот (триптофан, лізин і метіонін) і задають у відсотках. У працях [2; 3] обґрунтована можливість обчислення зазначених скорів раціонів харчування як лінійних функцій аналогічних скорів інгредієнтів і доцільність використання цих залежностей для аналізу якості білків у системах харчування.

У дослідженні [3] викладено метод формалізованого визначення біологічної цінності білків у сукупностях виробів і раціонах харчування. Цей метод дозволяє швидко і, що дуже важливо, необтяжливо та прозоро виконувати розрахунки скорів незамінних амінокислот сукупностей виробів і раціонів харчування, причому не лише створених, але і тих, які тільки проектується.

У праці [4] сформульовано концепцію узагальненої біологічної цінності білка у виробих і раціонах харчування.

Конкретизуємо одну з проблем, що виникає під час створення систем харчування: як порівняти велику сукупність раціонів одноразового споживання (РОСів) різного призначення) і вибрати найкращий з них з точки зору біологічної цінності, із урахуванням восьми найголовніших незамінних амінокислот, вибрати ті РОСи, білки в яких найближчі до ідеального, для участі в розв'язанні задачі оптимізації неповторних добових раціонів.

**Мета статті** – проаналізувати біологічну цінність білків у РОСах другого покоління з використанням скорів восьми найголовніших незамінних амінокислот і показника наближення білка в раціоні до ідеального; із сукупності створених РОСів різного призначення вибрати ті, що характеризуються високими показниками узагальненої біологічної цінності, використати їх для розв'язання задачі оптимізації добових раціонів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Спочатку обчислимо скорі восьми найголовніших незамінних амінокислот, білків у кожному з двадцяти восьми спроектованих РОСів різного призначення: для перших і других сніданків, обідів і вечір. Розрахунки виконаємо, скориставшись лінійними залежностями скорів амінокислот, раціонів харчування від аналогічних скорів інгредієнтів, викладених у працях [2; 3].

Введемо такі позначення:

– матриця-стовпець скорів амінокислот раціону:

$$C^{roc} = \begin{pmatrix} C_1^{roc} \\ C_2^{roc} \\ \vdots \\ C_m^{roc} \end{pmatrix}, \quad (1)$$

– матриця скорів  $m$  амінокислот  $n$  інгредієнтів

$$C^{ингред} = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{12} & \dots & C_{1m} \\ C_{21} & C_{22} & \dots & C_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{j1} & C_{j2} & \dots & C_{jm} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & C_{n2} & \dots & C_{nm} \end{pmatrix}, \quad (2)$$

– транспонована матриця скорів НАК інгредієнтів

$$(C^{ingred})' = \begin{pmatrix} C_{11} & C_{21} & \dots & C_{n1} \\ C_{12} & C_{22} & \dots & C_{n2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{1j} & C_{2j} & \dots & C_{nj} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{1m} & C_{2m} & \dots & C_{nm} \end{pmatrix}, \quad (3)$$

– матриця-стовпець коефіцієнтів  $y_i$  лінійних залежностей скорів раціону від аналогічних скорів НАК інгредієнтів.

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad (4)$$

$$y_i = \frac{x_i \cdot \beta_i}{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \beta_i}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (5)$$

де  $x_i$  – масова частка  $i$ -го інгредієнта в раціоні харчування;  $\beta_i$  – вміст білка в 1 г  $i$ -го інгредієнта;  $n$  – кількість інгредієнтів у раціоні харчування;

$$c_{ij} = \frac{a_{ij}}{\beta_i \cdot W_j} \cdot 100, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (6)$$

де  $a_{ij}$  – вміст (г) амінокислот  $i$ -го виду в 1 г  $j$ -го інгредієнта (з використанням таблиць);  $W_j$  – вміст (г) незамінної амінокислоти  $j$ -го виду в ідеальному білку;  $m$  – кількість незамінних амінокислот, що розглядають під час дослідження, тобто з використанням яких визначається біологічна цінність білка в цілому. Матриця скорів НАК раціону визначається за формулою

$$C^{POC} = (C^{inz})' \cdot Y. \quad (7)$$

Результати обчислень скорів НАК (%) раціонів харчування, виконаних за формулою (7), наведено в таблицях 1–4.

Для аналізу узагальноної біологічної цінності білків у РОСах обчислимо показники наближення білка [4] в кожному раціоні харчування до ідеального за формулою

$$H_{\bar{\sigma}} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m \tilde{C}_j, \quad (8)$$

де

$$\tilde{C}_j = \begin{cases} 100 & \text{при } C_j \geq 100 \\ C_j & \text{при } C_j < 100. \end{cases} \quad (9)$$

Тут позначено  $C_j$ , де  $j = \overline{1, m}$  – скореговане значення скору  $j$ -ї НАК раціону харчування.

Результати обчислень за формулами (8) та (9) запишемо в таблицях 1–4 (останній стовпець праворуч).

Обчислимо середні значення показника узагальноної біологічної цінності або, що те ж саме, показника наближення білка в РОСі до ідеального (стандартного). Вони становлять:

- РОСи для перших сніданків – 88,05%;
- РОСи для других сніданків – 81,77%;
- РОСи для обідів – 89,41%;
- РОСи для вечерь – 86,47%.

Із одержаних даних видно, що скорі незамінних амінокислот, що досліджувалися, в основному більше 50%, нищче вказаної величини — менше 3% від загальної кількості скорів (224.)

Із зазначеного випливає, що переважна більшість створених РОСів другого покоління характеризується високим рівнем узагальноної біологічної цінності. Лише в РОСах для других сніданків №6, №2 та №5 показники  $H_{\bar{\sigma}}$  відносно низькі й дорівнюють відповідно 58,18, 62,0 та 68,8%. Одержаний результат пояснюється відносно низькими скорями незамінних амінокислот метіоніну, треоніну та лізину.

Таблиця 1

**Біологічна цінність білків у раціонах одноразового споживання для перших сніданків  
у системах харчування другого покоління**

Назва РОСу	Скори НАК (%) раціонів								Узагальнена біологічна цінність Н <sub>6</sub> , %
	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Метіонін	Треонін	Триптофан	Фенілаланін	
Перший сніданок №1	125,09	113,33	109,43	85,83	56,37	86,90	124,69	76,75	88,23
Перший сніданок №2	99,12	102,89	99,69	84,83	64,16	88,83	179,93	77,74	89,30
Перший сніданок №3	102,16	113,93	107,55	85,59	59,59	98,83	194,62	79,15	90,39
Перший сніданок №4	99,12	108,04	105,85	68,96	51,04	90,41	145,61	74,97	85,56
Перший сніданок №5	96,67	103,25	125,64	77,72	60,01	93,90	168,53	77,29	88,21
Перший сніданок №6	92,25	95,56	93,35	73,12	48,16	82,42	132,02	128,39	85,61
Перший сніданок №7	101,25	100,82	213,68	78,48	49,31	84,80	134,15	150,46	89,08
Середнє узагальнене значення									88,05

Таблиця 2

**Біологічна цінність білків у раціонах одноразового споживання для других сніданків  
у системах харчування другого покоління**

Назва РОСу	Скори НАК (%) раціонів								Узагальнена біологічна цінність Н <sub>6</sub> , %
	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізін	Метіонін	Треонін	Триптофан	Фенілаланін	
Другий сніданок №1	186,54	203,61	200,75	235,47	110,82	191,62	193,89	132,75	100
Другий сніданок №2	135,39	131,59	131,38	135,69	73,87	117,14	130,7	78,55	94,05
Другий сніданок №3	63,42	71,06	71,16	68,19	30,77	63,28	80,4	42,55	62
Другий сніданок №4	104,85	109,85	110,05	128,03	61,6	97,74	109,41	67,18	90,77
Другий сніданок №5	48,55	83,03	69,59	85,47	68,59	54,98	161,86	40,19	68,8
Другий сніданок №6	47,5	113,62	52,6	45,04	34,33	40,6	62,49	82,88	58,18
Другий сніданок №7	211,61	189,12	197,54	228,7	108,29	156,3	192,4	249,47	100
Середнє узагальнене значення									81,77

Таблиця 3

**Біологічна цінність білків у раціонах одноразового споживання(РОСах) для обідів  
у системах харчування другого покоління**

Назва РОСу	Скори НАК (%) раціонів								Узагальнена біологічна цінність Н <sub>6</sub> , %
	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Метіонін	Треонін	Триптофан	Фенілаланін	
Обід №1	68,84	102,21	75,89	70,21	59,53	68,58	93,35	50,55	73,36
Обід №2	88,69	110,24	101,51	115,65	62,13	90,09	145,35	67,87	88,59
Обід №3	84,1	100,12	93,05	100,71	59,51	82,97	129,43	69,15	86,09
Обід №4	84,22	107,34	97,4	107,82	62,28	86,96	142,31	66,97	87,23
Обід №5	95,23	101,29	106,6	117,85	55,72	100,69	163,3	73,77	90,59
Обід №6	193,12	187,72	204,91	204,86	113,26	142,9	303,72	283,38	100
Обід №7	215,84	203,9	231,33	239,1	103,62	143,79	214,07	156,7	100
Середнє узагальнене значення									89,41



Таблиця 4

**Біологічна цінність білків у раціонах одноразового споживання для вечерь  
у системах харчування другого покоління**

Назва РОСу	Скори НАК (%) раціонів								Узагальнена біологічна цінність Н <sub>б</sub> , %
	Валін	Ізолейцин	Лейцин	Лізин	Метіонін	Треонін	Триптофан	Фенілаланін	
Вечеря №1	92,79	101,78	100,38	88,08	61,05	75,69	212,21	67,24	86,86
Вечеря №2	107,81	123,53	131,91	98,58	72,45	99,4	168,57	85,45	94,49
Вечеря №3	90,72	97,7	92,55	87,08	58,44	81,85	806,83	59,78	83,48
Вечеря №4	173	174,33	169,13	159,97	90,55	188,69	388,13	129,49	98,82
Вечеря №5	91,41	101,99	201,16	91,49	66,1	86,37	117,49	65,95	87,67
Вечеря №6	97,6	113,82	79,84	89,45	17,02	110,21	42,28	156,7	78,27
Вечеря №7	85,9	114,29	72,17	73,5	17,57	84,86	82,82	128,49	77,1
Середнє узагальнене значення									86,47

Найвищою узагальненою біологічною цінністю характеризуються:

- серед РОСів для перших сніданків №3 ( $H_6 = 90,39\%$ );
- серед РОСів для других сніданків №1 та №7 ( $H_6 = 100\%$ );
- серед раціонів для обідів №6 та №7 ( $H_6 = 100\%$ );
- серед раціонів для вечерь №4 ( $H_6 = 98,82\%$ ).

Наданими в таблицях 1–4 показниками узагальненої біологічної цінності білка доцільно користуватися під час створення сукупності РОСів для оптимізації добових раціонів.

Якщо, вибираючи РОСи для оптимізації добових раціонів, за критичний рівень узяти  $H_6 = 85\%$ , що вважається достатньо високим показником узагальненої біологічної цінності раціону харчування, то відсіюються такі РОСи:

- для других сніданків №8, №2 та №5;
- для обіду №1;
- для вечерь №3, №6 та №7.

До речі, два з них (№6 та №7) характеризуються дуже низькими скорями метіоніну. Тоді загальна кількість відсіяних РОСів другого покоління (через недостатню біологічну цінність) перед здійсненням оптимізації добових раціонів становитиме приблизно 25%.

**Висновки.** Проаналізовано біологічну цінність білка в РОСах другого покоління з використанням скорів восьми незамінних амінокислот та показника узагальненої біологічної цінності або, що те ж саме, показника наближення білка в раціоні до ідеального.

Виконано один із етапів проектування добових раціонів – «просіяно» («профільтровано») сукупність раціонів одноразового споживання другого покоління. Із неї вибрано приблизно 75% раціонів, найкращих із точки зору узагальненої біологічної цінності (величина показника – не менше 85%), з метою їх участі в оптимізації добових раціонів для систем харчування лікувально-профілактичної дії.

#### Список джерел інформації / References

1. 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), *The bases of the nutrition physiology [Osnovy fiziologii i kharchuvannia]*, Kharkiv, 407 p.

2. Дослідження залежності скорів незамінних амінокислот суміші від аналогічних скорів її інгредієнтів / Ж. А. Крутовий, Л. М. Крайнюк, С. В. Любар, О. Б. Позднякова // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. пр. / ХДАТОХ. – Х., 2002. – С. 434–440.

Krutovui, G.A., Krainiuk, L.M., Liubar, S.V., Pozdniakova, O.B. (2002), "The investigation of the dependence of the essential amino acids scores on the similar scores of their ingredients", *Advanced Technics and Technologies of Food Production, Catering and Trade* ["Doslidzhennia zalezhnosti skoriv nezaminykh aminokyslot"], Prohresyvni resursozberihayuchi tekhnolohiyi ta yikh ekonomichne obgruntuvannya u pidpnyemstvakh kharchuvannya. Ekonomichni problemy torhivli], KhDATOKh, Kharkiv, pp. 434-440.

3. 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.A., Zaparenko, A.V. (2013), "Determination of the biological value of the ptoeins in prevention diets", *Food Industry* ["Opredeleniye biologicheskoy tsennosti belkov"], No. 8, pp. 62-64.

4. Крутовой Ж. А. Показник наближення білка у виробі або раціоні харчування до стандартного / Ж. А. Крутовой // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2014. – Вип. 2 (20). – С. 222–229.

Krutovyy G.A. (2014), Pokaznyk nablyzhennya bilka u vyrobi abo ratsioni kharchuvannya do standartnoho / G.A. Krutovyy // Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnystv, restorannoho hospodarstva i torhivli : zb. nauk. prats' / KhDUKhT. Vyp. 2 (20), pp. 222–229.

**Черевко Олександр Іванович**, д-р техн. наук, проф., ректор, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Ключківська, 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. Ключковская, 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.

**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 технології хліба, кондитерських, макаронних изделий и пищеконцентратов, 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 15.10.2016. ХДУХТ, Харків.*

УДК 663.052

## ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ХАРЧОВИХ ГІДРОКОЛОЇДІВ

**І.М. Страшинський, О.П. Фурсік, В.М. Пасічний, А.І. Маринін**

*Одним з актуальних напрямів розвитку сучасної харчової промисловості є використання гідроколоїдів, які являють собою високомолекулярні сполуки, що розчиняються або набухають у воді. Наведено результати досліджень реологічних характеристик 1%-вих водних розчинів гідроколоїдів, визначено вплив на них нагрівання та використання в складі розчинів добавки E551 (пірогенного кремнезему марки А300). Установлено, що внесення вказаної добавки як антизлежувача не лише попереджає грудкування харчових гідроколоїдів, але й частково впливає на реологічні характеристики розчинів гідроколоїдів.*

**Ключові слова:** *гідроколоїди, кремнезем, динамічна в'язкість.*