

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

УДК 519.8:637.521.473(083.12)

ПОКАЗНИК НАБЛИЖЕННЯ БІЛКА У ВИРОБИ АБО РАЦІОНІ ХАРЧУВАННЯ ДО СТАНДАРТНОГО

Ж.А. Крутовий

Сформульовано концепцію узагальненої біологічної цінності білка у виробих і раціонах харчування. Запропоновано показник, який є кількісною мірою наближення визначеного білка до стандартного («ідеального»).

Ключові слова: раціони харчування, виробы, узагальнена біологічна цінність білка, показник наближення до стандартного білка.

ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИБЛИЖЕНИЯ БЕЛКА В ИЗДЕЛИИ ИЛИ РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ К СТАНДАРТНОМУ

Ж.А. Крутовой

Сформулирована концепция обобщённой биологической ценности белка в изделиях и рационах питания. Предложен показатель, являющийся количественной мерой приближения указанного белка к стандартному («идеальному»).

Ключевые слова: рационы питания, изделия, обобщённая биологическая ценность белка, показатель приближения к стандартному белку.

THE FACTOR OF PROTEIN APPROXIMATION TO STANDARD IN PRODUCTS AND DIETS

G. Krutovyi

The conception of the generalized biological value of protein in products and diets is formulated. The authors suggested the index as a quantitative measure of the determined protein approximation to standard ("ideal") one. It is calculated as an arithmetical average of the corrected scores of the essential amino acids totality.

The suggested factor can be used for the comparison of biological and nutritive value of proteins in various multi-purpose products, dishes or diets. It can also be used for the evaluation of the best quality and most prospective products, dishes and diets.

Keywords: diets, products, the generalized biological value of protein, index of protein approximation to standard

Постановка проблеми у загальному вигляді. Досвід досліджень із проектування систем харчування лікувально-профілактичної дії [1]

свідчить, що для їх створення необхідна підготовка й подальше використання сукупностей виробів різних видів, наприклад, борошняних; страв, зокрема перших; раціонів одного прийому їжі або раціонів одноразового споживання (РОСів) різного призначення та ін. Ці вироби, страви та раціони характеризуються різною біологічною цінністю білків.

Після або в процесі створення визначених сукупностей виникає завдання вибору одного виробу (раціону) із низки однотипних, найкращого, із найвищою узагальненою (сумарною) біологічною цінністю. Іншими словами постає питання, як із сукупності виробів (раціонів) вибрати той, що містить білок (найцінніший, найкращий), і який найближче до стандартного (ідеального). Словом, актуальності набуває проблема кількісного визначення біологічної цінності білка (у виробі, раціоні харчування в цілому) і вибору того раціону харчування чи виробу, який містить білок із вищою або найвищою узагальненою біологічною цінністю.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Біологічна цінність білків у виробах, як відомо, характеризується шкороми незамінних амінокислот, тобто відношеннями вмісту певних амінокислот у 1 г білка (виробу, страви) до аналогічного вмісту цих же кислот у стандартному (ідеальному) білку. Найчастіше відношення задаються в процентах.

Процедура обчислення амінокислотних скорів окремих страв викладена в роботах [2; 3]. У дослідженнях [4; 5] обґрунтовано можливість обчислення вказаних скорів виробів і раціонів одноразового споживання різної структури як лінійних функцій аналогічних скорів інгредієнтів і доцільність використання цих залежностей при аналізі якості білків у системах харчування лікувально-профілактичного призначення.

Крім того, у дослідженні [5] викладено метод формалізованого визначення біологічної цінності білків у великих сукупностях страв, виробів, раціонів одноразового споживання різних видів (для сніданків, обідів, вечір'я тощо). Цей метод дозволяє швидко, необтяжливо та прозоро виконувати розрахунки скорів незамінних амінокислот великих сукупностей виробів, страв, раціонів харчування, при цьому не лише створених, але й тих, які тільки проєктуються.

Разом із тим розроблений нами на попередніх етапах дослідження формалізований метод визначення біологічної цінності не дає відповіді на питання, білок якого виробу (страви, раціону харчування) кращий, ближчий за інші до стандартного білка не з погляду одного показника (скорю однієї з амінокислот), а з позиції (із врахуванням) всієї сукупності показників, наприклад, скорів усіх десяти незамінних амінокислот, і наскільки кращий і ближчий до ідеального білка.

Мета статті. Із метою визначення біологічної цінності окремих виробів, страв або раціонів харчування створити (розробити)

узагальнюючий показник біологічної цінності білка в цілому, показник, у якому враховувались би скорі всіх десяти незамінних амінокислот і який би кількісно визначав рівень наближення білка відповідно виробу, страви чи раціону харчування до стандартного (ідеального) білка.

Виклад основного матеріалу дослідження. В ідеальному або стандартному білку амінокислотний скор кожної амінокислоти приймають за 1 або, якщо розрахунок здійснюється у відсотках, за 100%. У випадку, коли скорі всіх незамінних амінокислот дорівнюють або більше 100% ($C_i \geq 100\%$ для $i = \overline{1,10}$), то амінокислотний склад виробу (раціону харчування), що розглядається, вважається повноцінним і його біологічна цінність приймається рівною 100%.

Кожен скор – це одиничний показник, який характеризує лише одну з багатьох сторін біологічної цінності білка, яка полягає в тому, що в білку є певна частка конкретної незамінної амінокислоти. Біологічну цінність білка в цілому характеризує вся сукупність десяти скорів незамінних амінокислот (НАК). Якщо скор хоча б однієї НАК менше 100%, то, як відомо, білок у виробі (раціоні харчування) вважається неідеальним, і ця величина скору є мірою наближення до стандарту.

Відомо, що в різних сферах людської діяльності у випадках, коли деяка змінна величина приймає різні значення (випадково чи не випадково), то за одну з найважливіших характеристик цієї величини приймають середнє арифметичне значення (середня швидкість, середній рівень зарплати, середній бал успішності, математичне сподівання та ін.), оскільки саме воно визначає середній очікуваний результат.

Ураховуючи сказане, доцільно середнє арифметичне значення скорів незамінних амінокислот, не вищих за 100%, розглядати як міру наближення біологічної цінності білка в цілому у виробі (раціоні харчування). Сукупність скорів, вищих за 100%, будемо називати скоригованою. Її отримують із звичайної сукупності заміною лише скорів (C_i), більших за 100%, якщо такі є, величинами $C_i=100\%$.

Зауважимо, що скор однієї НАК показує, наскільки близький до ідеального значення один із одиничних показників біологічної цінності білка у виробі (раціоні харчування).

Середнє арифметичне значення скорів, не вищих на 100%, характеризує величина наближення біологічної цінності білка в цілому до ідеального значення, тобто до 100%, оскільки узагальнена біологічна цінність визначається сукупністю скорів усіх НАК.

Запишемо формулу для узагальненого (усередненого) показника біологічної цінності білка у виробі (раціоні харчування) або, що теж саме, показника наближення білка в цілому до ідеального:

$$H_6 = \frac{1}{m} \cdot \sum_{j=1}^m \tilde{C}_j, \quad (1)$$

де

$$\tilde{C}_j = \begin{cases} 100 & \text{при } C_j \geq 100 \\ \tilde{C}_j & \text{при } C_j < 100. \end{cases} \quad (2)$$

m – кількість незамінних амінокислот, із використанням яких визначається біологічна цінність білка в цілому;

$\tilde{C}_j, j = \overline{1, m}$ – скориговане значення скору j -ої незамінної амінокислоти виробу або відповідного раціону харчування.

Варто зауважити, що біологічна цінність стандартного (ідеального) білка, обчислена за формулою (1) співпадає із загальноприйнятим результатом:

$$H_6^{ia} = \frac{100 + 100 + \dots + 100}{m} = 100\%.$$

Отже, ця величина, визначена у відповідності до сформульованого підходу, співпадає з прийнятою.

Нижче (табл. 1, 2) наведено приклади обчислення запропонованого показника наближення білка у виробих і раціонах харчування до «ідеального».

Таблиця 1

Визначення показників наближення білка до ідеального у створених борошняних виробих: розтягай зі скумбрією, збагачений фтором, і здобні піріжки, збагачені йодом і марганцем

№ з/п	Назва виробу	Розтягай		Здобні піріжки	
	Назва НАК	Величина скору, C_j	Величина скоригованого скору, \tilde{C}_j	Величина скору, C_j	Величина скоригованого скору, \tilde{C}_j
1	2	3	4	5	6
1	Валін	103,1	100	96,7	96,7
2	Ізолейцин	120,4	100	108,3	100
3	Лейцин	122,5	100	110,6	100
4	Лізін	135,5	100	88,4	88,4

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6
5	Метіонін + цистеїн	106,4	100	65,9	65,9
6	Треонін	130,0	100	92,8	92,8
7	Триптофан	168,84	100	172,7	100
8	Фенілаланін + тирозин	57,27	57,27	105,5	100
$\sum_{j=1}^8 \tilde{C}_j$		757,27		743,8	
$\frac{1}{8} \cdot \sum_{j=1}^8 \tilde{C}_j$		94,7		92,8	

Таблиця 2

Визначення показників наближення білка до ідеального у двох РОСах, призначених для других сніданків

№ з/п	Номер РОСу Назва НАК	№ 1		№ 2	
		Величина скоору, C_j	Величина скоригованого скоору, \tilde{C}_j	Величина скоору, C_j	Величина скоригованого скоору, \tilde{C}_j
1	Валін	105,7	100	64,9	64,9
2	Ізолейцин	110,9	100	111,0	100
3	Лейцин	110,6	100	93,1	93,1
4	Лізин	129,1	100	114,3	100
5	Метіонін + цистеїн	61,8	61,8	91,7	91,7
6	Треонін	98,8	98,8	73,5	73,5
7	Триптофан	110,2	100	216,5	100
8	Фенілаланін + тирозин	67,9	67,9	53,8	53,8
$\sum_{j=1}^8 \tilde{C}_j$		728,5		677,0	
$\frac{1}{8} \cdot \sum_{j=1}^8 \tilde{C}_j$		91,06		84,6	

Із аналізу наведених даних випливає таке:

1) обидва борошняні вироби (і розтягай, і здобні пиріжки) містять білок дуже близький до стандартного (показники наближення відповідають 94,7% і 92,8%);

2) біологічна цінність раціону одноразового споживання №1 висока (показник наближення білка до ідеального $H_6 = 90,82\%$), а РОСу №2 – суттєво нижча, ніж у РОСі №1 (показник наближення $H_6 = 68,8\%$).

Сформулюємо детальний алгоритм визначення показника наближення білка в усьому виробі або раціоні харчування до «ідеального»:

1) обчислення коефіцієнтів y_i лінійних залежностей скорів виробу або раціону харчування від аналогічних скорів інгредієнтів за формулою:

$$y_i = \frac{x_i \cdot \beta_i}{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \beta_i}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

де x_i – масова частка i -го інгредієнта в рецептурі виробу (раціоні харчування);

β_i – вміст білка в 1 г i -го інгредієнта;

n – кількість інгредієнтів;

2) обчислення величини α_{ij} – вмісту (г) амінокислоти j -го виду в 1 г i -го інгредієнта (із використанням таблиць);

3) визначення елементів C_{ij} матриці $C_{інгред}$ скорів незамінних амінокислот інгредієнтів за формулою:

$$C_{ij} = \frac{\alpha_{ij}}{\beta_i \cdot W_j} \cdot 100, \quad i = \overline{1, n}, \quad j = \overline{1, m}, \quad (4)$$

де W_j – вміст (г) незамінної амінокислоти j -го виду в «ідеальному» білку,

m – кількість незамінних амінокислот;

4) знаходження транспонованої матриці скорів НАК інгредієнтів $C'_{інгред}$ шляхом заміни в матриці $C_{інгред}$ елементів рядків елементами відповідних стовпців;

5) визначення матриці скорів НАК виробу (раціону) за формулою:

$$C^{вир(рац)} = C'_{инзред} \cdot Y, \quad (5)$$

де

$$Y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}, \quad (6)$$

$$C^{вир(рац)} = \begin{pmatrix} C_1^{вир(рац)} \\ C_2^{вир(рац)} \\ \vdots \\ C_m^{вир(рац)} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

б) обчислення показника наближення білка у виробі або раціоні харчування до «ідеального» за формулами (1) і (2).

Висновки. У результаті проведеного дослідження сформульовано концепцію узагальненої біологічної цінності білка у виробих, стравах або раціонах харчування різного призначення.

Запропоновано показник, що є кількісною мірою наближення вказаного білка до стандартного («ідеального»). Обчислюється як середнє арифметичне значення скоригованих скорів сукупності незамінних амінокислот.

Запропонований показник може бути використаний при порівнянні біологічної та харчової цінності білків у різних виробих, стравах або раціонах харчування різного призначення та визначенні найкращого, найбільш перспективного з них.

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 [Proektuvannia system kharchuvannia likuvalno-prophylaktychnoyi diyi]*, Kharkiv, 186 p.

2. Основи фізіології харчування : підручник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко, М. В. Кривоносок, 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 fiziologiyi kharchuvannia]*, Kharkiv, 407 p.

3. Павлоцька Л. Ф. Харчова, біологічна цінність і безпека сировини і продуктів його переробки : монографія / Л. Ф. Павлоцька, Н. В. Дуденко. – Суми, 2011. – 473 с.

Pavlotska, L.F., Dudenko, N.V. (2011), *Nutritive and biological value and safety of the raw materials and products [Kharchova ta biologichna tsinnist i bezpeka]*, Sumy, 473 p.

4. 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. праць / ХДАТОХ. – Х., 2002. Вип. 1(15). – С. 434–440.

Krutovui, G.A., Krajniuk, 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]*, KhDATOKh, Kharkiv, Vol. 1 (15), pp. 434–440.

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.A., Zaparenko, A.V. (2013), “Determination of the biological value of the pteins in prevention diets”, *Food Industry [Opredeleniye biologicheskoy tsennosti belkov]*, No. 8, pp. 62–64.

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.О. Захаренком.
Отримано 1.08.2014. ХДУХТ, Харків.*