



УДК: 51-76:665.939.14  
DOI 10.25230/conf12-2023-262-267

**СРАВНЕНИЕ МЕТОДИК РАСЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ БЕЛКА  
СОРТОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА КОНДИТЕРСКОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

**Серова Ю.М., Поморова Ю.Ю., Шемет Ю.Ю., Пятовский В.В., Овсепян С.К.,  
Коломацкая И.Ю.**  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК  
protein@vniimk.ru

В питании людей наиболее дефицитной является белковая составляющая. Ввиду этого точные методы оценки качества белка имеют важное значение. В статье дано описание методик вычисления биологической ценности белка, проведены расчеты оценки качества белка и представлены их сравнительные характеристики на примере сортов подсолнечника. Проведенное исследование наглядно показывает разницу в результатах в зависимости от применяемой методики расчета. Установлено, что вычисление биологической ценности белка без поправки на усвояемость приводит к завышению данных. В случае с примером расчета для белка подсолнечника превышение составляет от 10,0 до 13,7 %.



Ключевые слова: белок, незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор, биологическая ценность, PDCAAS, сорта подсолнечника.

**Введение.** В организме белки выполняют три основные функции: первая – являются источником аминокислот, которые используются в качестве пластического материала; вторая – служат источником энергии, выделяемой при их биологическом окислении; третья – аминокислоты белков выполняют роль предшественников гормонов, ферментов и других биологически активных соединений [1–3].

Биологическая роль незаменимых аминокислот определяется тем, что они входят в состав всех белков организма, при этом в нем не синтезируются и не заменяются другими аминокислотами.

В научной литературе широко обсуждаются вопросы объективной оценки качества белка с точки зрения его биологической ценности [3–7]. Вопросами анализа и совершенствования подходов к оценке биологической ценности белка пищевых продуктов занимаются эксперты продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization, FAO). На международных форумах, проводимых организацией раз в десятилетие, рассматриваются пути решения дефицита белка, а также действенные методы его оценки, вносятся корректировки в рационы питания.

Наилучшим методом оценки биологической ценности являются клинические исследования, позволяющие максимально точно выявить коэффициент переваримости, массовую долю отложений азота в организме, доступность аминокислот и ряд других показателей. Однако данный метод затратен и трудоемок, поэтому нецелесообразен как с экономической, так и с этической точки зрения.

Химические методы оценки качества белка являются более оперативными и базируются на анализе его аминокислотного состава. На основе полученных данных содержания белка математическим путем вычисляют сравнительные показатели: аминокислотный скор (АКС), коэффициент различия аминокислотного состава (КРАС), биологическую ценность (БЦ) и т.д. К этой методике сравнения имеются нарекания ввиду различий в расчетных и медико-биологических результатах, как правило, расчетные данные выше в связи с тем, что они не учитывают многие факторы, такие как наличие антипитательных и сопутствующих веществ (ингибиторов пищеварительных веществ, фитатов, дубильных веществ, пищевых волокон), а также режим технологической обработки, который может способствовать снижению биодоступности аминокислот [4].

Имеющиеся математические подходы оценки биологической ценности белка базируются на сравнении исследуемого белка с эталонным, который представляет собой теоретический белок, идеально сбалансированный по аминокислотному составу.

Состав эталонного белка неоднократно претерпевал корректировки ввиду появления новых данных физиологических потребностей людей разных возрастных групп, кроме того, в перечень был включен гистидин, который ранее не относили к незаменимым аминокислотам. Крайняя редакция состава эталонного белка утверждена в 2011 году.

Скор всех аминокислот в эталонном белке равен 100 %. Скор аминокислот исследуемого белка может быть больше, меньше или равен 100 %.

Наиболее широкое распространение заняла методика расчета аминокислотного скор с последующим выявлением БЦ, которая предусматривает сравнение содержания незаменимых аминокислот в исследуемом и идеальном белке. В научной литературе она активно применяется, несмотря на выявленные недочеты.



Таблица 1. Состав эталонного белка

Аминокислота	Содержание аминокислоты в эталонном белке, г/кг	
	Рекомендации FAO /ВОЗ 1971г. [8]	Рекомендации FAO 2011 г. [9]
Валин	5,0	4,0
Изолейцин	4,0	3,0
Лейцин	7,0	6,1
Лизин	5,5	4,8
Треонин	4,0	2,5
Триптофан	1,0	0,66
Гистидин	-	1,6
Метионин+цистеин	3,5	2,3
Фенилаланин+тирозин	6,0	4,1

На смену первым расчетным методикам пришла PDCAAS (Protein digestibility-corrected amino acid score), в научных кругах преимущественно используется англоязычная аббревиатура, реже употребляется понятие аминокислотного коэффициента усвояемости белка. В настоящее время PDCAAS является рекомендованной и предпочтительной методикой вычислений качества белка. Формула для расчета PDCAAS предусматривает деление АКС лимитирующих аминокислот исследуемого белка и эталона на показатель усвояемости белка представленный в таблице 2.

Таблица 2. Усвояемость растительных источников белка [4]

Источник белка	Усвояемость белка, %
Изолят соевого белка	95
Пшеница	93
Рис	90
Арахис	94
Кукуруза	85
Соя	86
Подсолнечник	90
Горох	88

Материалы и методы. Расчет проводили на примере образцов семян подсолнечника сортов кондитерского типа Белочка, Кондитер, Аладдин селекции ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК. На основе данных о содержании незаменимых аминокислот (НАК), полученных методом ВЭЖХ на анализаторе ARM-1000 (Россия), выполняли дальнейшие вычисления. Объектами исследования являлись методики вычислений биологической ценности белковой составляющей продукта (табл. 3).

Таблица 3. Формулы оценки качества белка

№	Формула	Пояснение формулы	Выражение
1	$AKC = \frac{AK_i}{AK_{i,ст}} \times 100$	АКС - аминокислотный скор, $AK_i$ - содержание каждой i-й незаменимой аминокислоты в исследуемом белке, г; $AK_{i,ст}$ - содержание той же аминокислоты в белке «эталона», г	%
2	$KPAC = \frac{\sum \Delta PAC}{n}$	KPAC - коэффициент различия аминокислотного сора $\Delta PAC = AC_i - AC_{min}$ - различия аминокислотного сора i-й незаменимой аминокислоты, %; $AC_{min}$ - минимальный из скоров незаменимой аминокислоты в исследуемом белке, %; n – количество незаменимой аминокислоты в исследуемом белке	%
3	$БЦ = 100 - KPAC$	БЦ -биологическая ценность	%
4	$PDCAAS = \frac{AK \lim}{AK \lim. ст} \times Y$	PDCAAS - аминокислотный коэффициент усвояемости белка; $AK \lim$ - содержание лимитирующей аминокислоты в исследуемом белке, г; $AK \lim. ст$ - содержание той же аминокислоты в белке «эталона», г; Y – усвояемость белка	%, либо в диапазоне от 0 до 1



**Результаты и обсуждение.** В таблицах 4–6 представлены данные математического расчета АКС, КРАС, БЦ и PDCAAS белка для семян сортов подсолнечника. В ходе вычислений используется значение лимитирующей аминокислоты (\*) как для методики оценки БЦ, так и для PDCAAS.

**Таблица 4. Сравнительная оценка сбалансированности белка подсолнечника сорта Белочка по показателям БЦ и PDCAAS**

Аминокислота	Содержание НАК в пробе, г/кг	Содержание НАК в эталонном белке, г/кг	АКС	КРАС	БЦ	PDCAAS
Валин	2,80	4,00	70,00	46,00	54,00	40,31
Лейцин	4,30	6,10	70,49			
Изолейцин	2,33	3,00	77,66			
Лизин*	2,15	4,80	44,79			
Треонин	2,50	2,50	100,00			
Метионин+цистеин	2,83	2,30	123,04			
Фенилаланин+тирозин	4,80	4,10	117,07			
Триптофан	0,65	0,66	98,48			
Гистидин	1,84	1,60	115,00			

Сравнение двух методик расчета выявило различия в полученных значениях. Установлено, что данные БЦ превышают показатель PDCAAS на 13,7 % для сорта Белочка, 13,4 % для сорта Кондитер и 10,0 % для сорта Алладин.

**Таблица 5. Сравнительная оценка сбалансированности белка подсолнечника сорта Кондитер по показателям БЦ и PDCAAS**

Аминокислота	Содержание НАК в пробе, мг/г	Содержание НАК в эталонном белке, мг/г	АКС	КРАС	БЦ	PDCAAS
Валин	2,60	4,00	65,00	36,0	64,0	50,62
Лейцин	4,74	6,10	77,70			
Изолейцин	2,10	3,00	70,00			
Лизин*	2,70	4,80	56,25			
Треонин	2,40	2,50	96,00			
Метионин+цистеин	2,30	2,30	100,00			
Фенилаланин+тирозин	4,90	4,10	119,51			
Триптофан	0,69	0,66	104,54			
Гистидин	2,20	1,60	137,50			

**Таблица 6. Сравнительная оценка сбалансированности белка подсолнечника сорта Алладин по показателям БЦ и PDCAAS**

Аминокислота	Содержание НАК в пробе, г/кг	Содержание НАК в эталонном белке, г/кг	АКС	КРАС	БЦ	PDCAAS
Валин	2,41	4,00	60,25	45,0	55,0	45,00
Лейцин	4,60	6,10	75,40			
Изолейцин	2,05	3,00	68,33			
Лизин*	2,40	4,80	50,00			
Треонин	2,00	2,50	80,00			
Метионин+цистеин	4,15	2,30	180,43			
Фенилаланин+тирозин	4,90	4,10	119,51			
Триптофан	0,65	0,66	98,48			
Гистидин	1,94	1,60	121,25			



**Заключение.** В ходе проведенного исследования установлено, что методика расчета БЦ без поправки на усвояемость приводит к завышению результатов. В случае с примером расчета для белка подсолнечника превышение составляет от 10,0 до 13,7 %. Использование приведенных в статье данных обеспечит повышение степени достоверности расчетной оценки биологической ценности пищевых продуктов.

Работа выполнена на семенном материале лаборатории селекции сортов подсолнечника отдела селекции и первичного семеноводства подсолнечника.

#### Литература

1. Лысиков Ю.А. Аминокислоты в питании человека // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2012. № 2. С.88–105.
2. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов / А.О. Сыровая, Л.Г. Шаповал, В. А. Макарова [и др.]. Харьков, 2015. Т. 2. 268 с.
3. Молчанова Е.Н., Суслинок Г.М. Оценка качества и значение пищевых белков // Хранение и переработка сельхозсырья. 2013. № 1. С. 16–22.
4. Махинько В.Н., Соколовская И.А., Прищепчук М.А Современная методика расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: сборник статей III Международной научно-практической конференции, Минск, 23–24 марта 2017 г. Минск: БГАТУ, 2017. С. 70–72.
5. Камиль А.М., Прудников В.Г., Шаповалов С.О. [и др.] Оценка биологической полноценности белков молока // НТБ ИЖ НААН. 2013. № 109 (2). С.57–64.
6. Оразов А., Надточий Л.А., Сафронова А.В. Оценка биологической ценности молока сельскохозяйственных животных // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, №3. С. 447–453
7. Schaafsma G. The protein digestibility corrected amino acid score (PDCAAS) - A consent for describing protein quality in foods and food ingredients // A critical review j AOAS International. 2005. 88 (3). 988–94.
8. Энергетические и белковые потребности: Доклад Специального объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ (Серия докладов совещаний ФАО по питанию, №52; Серия технических докладов, №522); пер. на рус. М.: Медицина, 1974. 144с. Режим доступа: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/92451/WHO\\_TRS\\_522\\_rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/92451/WHO_TRS_522_rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата обращения: 21. 11.2022).
9. Consultation F.E. Dietari protein quality evaluation in human nutrition. FAO Food and Nutrition. 2013. P. 1–66.

#### COMPARISON OF METHODS FOR CALCULATING THE BIOLOGICAL VALUE OF PROTEIN IN CONFECTIONARY SUNFLOWER VARIETIES

Serova Yu.M., Pomorova Yu.Yu., Shemet Yu.Yu., Pyatovsky V.V.,  
Ovsepyan S.K., Kolomatskaya I.Yu.

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

In human nutrition, the most deficient is the protein component. In view of this, accurate methods for assessing protein quality are very important. The methods for calculating the biological value of protein are described, the assessments of protein quality are calculated and their comparative characteristics using the example of sunflower varieties are presented in the article. The conducted research clearly shows the difference in the results depending on the calculation method used. It is established that the calculation of the biological value of protein without correction for digestibility



leads to an overestimation of the data. In the case of the calculation example for sunflower protein, the excess is from 10.0 to 13.7 %.

Key words: protein, essential amino acids, amino acid score, biological value, PDCAAS, sunflower varieties.