

DIAAS – ТАМАҚ ӨНІМДЕРІ МЕН РАЦИОНДАРДЫҢ БИОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰНДЫЛЫҒЫН ЕСЕПТЕУДІҢ ЖЕТІЛДІРІЛГЕН ӘДІСТЕМЕСІ

DIAAS – УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ

DIAAS – IMPROVED METHOD OF FOOD AND DIET BIOLOGICAL VALUE CALCULATION

В.Н. МАХИНЬКО, И.А. СОКОЛОВСКАЯ, А.В. ШАРАН

V. MAKHYNKO, I. SOKOLOVSKA, A. SHARAN

(Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина)

(National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine)

e-mail: mavam78@gmail.com

Биологиялық құндылығы жоғары өнімдердің рецептурасын тиімді жетілдіру және жаңа өнімдерді әзірлеу үшін ақуыз сапасын бағалаудың нақты әдістемелері болуы қажет. Ол үшін уақыт пен қаржаттың елеулі шығынын талап етпейтін есептеу әдістемелерін қолданған жөн. Қазіргі таңда ФАО тамақ өнімдері мен рациондардағы ақуызды бағалаудың екі әдістемесін ұсынады – PDCAAS және DIAAS. Мақалада DIAAS әдістемесінің сипаттамасы, оны қолдану үшін қажетті деректер берілген. Бидай ұны мен соя ақуызының изоляты қоспасының мысалында көпкомпонентті құрамы бар өнімдер мен рецептураларға арналған DIAAS көрсеткішін есептеу формасы көрсетілді.

Для эффективного усовершенствования рецептур существующих изделий и разработки новых продуктов с повышенной биологической ценностью необходимо иметь точные методики оценки качества белка, которые не требуют значительных затрат времени и средств. В статье дано описание методики DIAAS, приведены необходимые данные для ее использования. На примере смеси пшеничной муки и изолята соевого белка показана форма расчета показателя DIAAS для продуктов и рецептур с многокомпонентным составом. Проведенные исследования позволяют обеспечить повышение степени достоверности расчетной оценки биологической ценности как уже существующих, так и проектируемых пищевых продуктов.

To improve the recipes of existing products and develop new products with increased biological value effectively is necessary to have precise methods for protein quality evaluating. These methods should not require significant time and money. The article describes the DIAAS calculation method and provides the necessary data for its use. An example of the wheat flour and a soy protein isolate mixture shows the calculation procedure of the DIAAS for products and recipes

with a multicomponent composition. The researches allow provide increasing of a reliability degree of the estimation of biological value both already existing food products and improved ones.

Негізгі сөздер: DIAAS, амин қышқылы, ақуыз, сіңімділік, есептеу, биологиялық құндылық.

Ключевые слова: DIAAS, аминокислота, белок, усвояемость, расчет, биологическая ценность.

Key words: DIAAS, amino acid, protein, digestibility, calculation, biological value.

Введение. Разработка новых пищевых продуктов и рационов повышенной биологической ценности, а также усовершенствования уже существующих изделий невозможно без наличия точных критериев оценки полученного результата. Поскольку белковая составляющая в питании подавляющего большинства людей является наиболее дефицитной, оценке качества белкового компонента пищи уделяется особое внимание. На сегодня существует достаточно много методик оценки биологической ценности пищевых продуктов. Хотя медико-клинические исследования обеспечивают получение более точных результатов, однако требуют значительных затрат средств и времени. Поэтому предпочтение следует отдавать расчетным методам. Вопросы анализа и совершенствования этих методов занимают эксперты Консультативных сборов ФАО (Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН). Использование новейших методов оценки качества белковой составляющей пищи даст возможность совершенствовать существующие и разрабатывать новые пищевые продукты, которые наиболее полно отвечают физиологическим потребностям человека.

Хотя отчеты Консультативных собраний экспертов ФАО в обязательном порядке обнародуются через сеть Интернет, проведенный нами анализ отечественных литературных источников показал, что большинство ученых пользуются устаревшими методиками расчета биологической ценности продуктов и рационов. Это приводит к несоответствию полученных данных результатам исследований зарубежных коллег, влияя на уровень восприятия отечественной науки.

Методы исследований. Учитывая важность правильного оценивания белковой составляющей пищевых продуктов, целью статьи является ознакомление широкого круга ученых с усовершенствованной методикой расчета биологической ценности продуктов и рационов – DIAAS (digestible indispensable amino acid score – рус. аминокислотное число незаменимых аминокислот с учетом их усвояемости). Эта методика рекомендована ФАО к использованию наравне с методикой PDCAAS (protein digestibility corrected amino acid score – рус. аминокислотное число с поправкой на усвояемость белка). Прежде всего методику DIAAS следует использовать для оценки

продуктов, которые могут содержать антипопитательные вещества (как собственные, так и образовавшиеся в ходе технологического процесса).

Результаты и их обсуждение. Важность полноценного белкового питания была известна достаточно давно, поэтому каждая страна разработала свои методы оценивания белковой составляющей пищевых продуктов. Уже тогда стало понятно, что предпочтение следует отдавать расчетным методам. Первая попытка унифицировать имеющиеся на то время разрозненные методики была сделана в 1971 году на совместном заседании экспертов ФАО и ВОЗ. Исходя из известного факта, что биологическую ценность белка ограничивает незаменимая аминокислота, которая в этом белке присутствует в наименьшем количестве (лимитирующая аминокислота), было предложено рассчитывать показатель аминокислотного числа (аминокислотного сора), который и приняли за основную характеристику белковой полноценности пищевых продуктов и рационов:

$$\text{Аминокислотное число} = \frac{\text{мг аминокислоты в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг этой же аминокислоты в 1 г эталонного белка}}$$

Однако дальнейшее совершенствование методик медико-биологических исследований и накопление статистического материала клинических анализов указали на несоответствие подобной оценки реальным физиологическим потребностям организма человека. Особенно это касалось растительного сырья и продуктов, которые прошли длительную технологическую обработку. Поскольку на то время уже было известно, что изменения в белковой молекуле во время приготовления пищи, а также наличие сопутствующих антипитательных веществ могут существенно влиять на усвояемость белковых веществ, участниками следующих Консультативных собраний экспертов ФАО/ВОЗ, которые прошли в 1989 году, была предложена методика расчета аминокислотного числа с учетом усвояемости соответствующего белка (PDCAAS) [1]. Хотя результаты, полученные согласно этой методики, были значительно ближе к реальным медико-клиническим показателям, определенная разница все же сохранялась. Для объяснения этого факта было изучено биологическую доступность незаменимых аминокислот в различных пищевых продуктах. Полученные результаты показали, что у большинства видов сырья и готовых изделиях ни одна из аминокислот не усваивается полностью. Необходимость учета этого явления вызвала потребность внести изменения в методику расчета PDCAAS. Поскольку на то время не было собрано достаточного массива данных по биодоступности аминокислот пищевых продуктов и рационов, однако существовали исследования, указывающие на корреляцию между общей усвояемостью белка и усвояемостью аминокислот, которые входили в его состав, на Консультативных собраниях экспертов ФАО/ВОЗ/УООН в 2002 было принято решение вносить двойную поправку (для белка и отдельных аминокислот) [2]. Уточненная методика PDCAAS согласно рекомендации ФАО и сегодня остается базовой для оценки белковой составляющей уже существующих продуктов и расчета биологической ценности запланированных к разработке продуктов. Параллельно проводится

работа по созданию базы данных усвояемости аминокислот как сырья, так и готовой продукции. Применение с этой целью новейших методов исследований (прежде всего – использование стабильных изотопов и капиллярного электрофореза) обнаружили еще одну причину расхождения расчетных и клинических исследований. Все предыдущие расчеты принимали во внимание общую (т.н. фекальную) усвояемость, характеризующуюся азотным балансом потребленной пищи и фекальных масс. Однако полученные в последнее время научные данные свидетельствуют, что с точки зрения обеспечения физиологических потребностей человека правильнее использовать показатель т.н. истинной усвояемости, который показывает баланс азотистых веществ на участке «ротовая полость – окончания тонкого кишечника» [3,4,5]. Поэтому в 2011 году было собрано Консультативную совещание ФАО, на котором обобщили имеющиеся на то время сведения о истинной усвояемости как белка в целом (табл. 1), так и отдельных аминокислот сырья и пищевых продуктов (табл. 2) [6].

Таблица 1 – Усвояемость белка некоторые видов сырья и пищевых продуктов

Продукт	Усвояемость, %	Продукт	Усвояемость, %
Казеинат натрия	100	Молоко сухое обезжиренное	88
Соевый белок (изолят)	98	Сыворотка сырная	88
Сывороточный белок (концентрат)	97	Пшеница	87
Соевый белок (концентрат)	97	Рапсовый белок (изолят)	87
Молоко	96	Картофельный белок (концентрат)	85
Казеин	95	Тритикале	84
Пшеничная клейковина	95	Пшеничная мука (клетчатки 3,5 – 5,5 %)	83
Меляса	94	Пшеничные зародыши	83
Казеина гидролизат	92	Сорго	83
Сывороточный порошок (низколактозный)	91	Бобы маша (вареные)	82
Яйцо (вареное)	91	Кукурузная мука	82
Гороховая мука	90	Кукуруза	81
Рис	90	Овес (очищенные зерна)	79
Горох (экструдированный)	89	Горох	78
Картофельный белок (изолят)	89	Подсолнечника семечки	78
Молочный белок (концентрат)	89	Ячмень	78
Пшеничная мука (клетчатки <3,5 %)	89	Овес (лущений)	77
Сывороточный порошок	89	Рожь	75
		Фасоль обыкновенная (вареная)	74
		Льна семечки	74
		Овес	74
		Бобы (вареные)	73
		Горох (варений)	72

Кукурузные отруби	72
Пшеничные отруби	71
Соевые бобы (вареные)	68
Белок одноклеточных	66
Кукурузные зародыши (шрот)	66

Рисовые отруби	65
Картофель (обезвоженный)	56
Картофель фри	51
Яйцо (сырое)	51
Картофельные чипсы	47

Источник: составлено авторами на основе [6]

Таблица 2 – Усвояемость незаменимых аминокислот некоторый видов сырья и пищевых продуктов, %

Продукт	Незаменимая аминокислота*										
	Thr	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Cys	Met	Trp
Белок одноклеточных	51	55	56	58		50	63	72		86	
Горох	74	74	77	77	78	76	81	81	72	76	69
Горох (варений)	86	85	73	81		70	72	87		82	
Горох (экструдированный)	89	87	90	91	93	92	93	92	86	84	87
Рожь	69	73	75	76	75	80	77	70	82	79	74
Казеин	92	95	96	97	98	98	97	97	90	97	97
Казеинат натрия	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	
Картофель (обезвоженный)	62	58	56	56	58	57	53	62	54	66	47
Картофель фри (жира 12-18 %)	52	52	51	50	53	52	47	52	52	47	47
Картофельный белок	84	86	88	90	90	89	85	88	74	89	78
Картофельные чипсы	47	47	44	47	47	47	42	48	47	41	47
Кукуруза	78	84	84	88	85	86	84	75	82	86	76
Кукурузная мука	76	85	86	92	91	84	84	76	79	92	78
Кукурузные отруби	66	77	77	81	80	80	80	68	69	83	69
Кукурузные зародыши (шрот)	69	72	75	79	76	81	78	60	64	79	66
Мяеса из сахарной свеклы	99	89	93	93	92	99	99	99	99	99	99
Мяеса из сахарного тростника	99	99	99	78	99	99	99	99	99	99	99
Молоко цельное	92	89	87	95	96	96	95	91	92	95	93
Молоко сухое обезжиренное	90	88	87	95	95	97	94	96	85	96	89
Молочный белок (концентрат)	84	89	90	92	87	91	94	93	84	87	89
Льна семечки	80	75	74	74	75	74	74	82	85	86	84
Подсолнечника семечки	78	79	81	80	81	80	80	77	76	87	79
Овес	70	79	80	82	81	84	85	76	72	82	77
Овес (очищенные зерна)	78	87	88	88	89	91	92	83	80	89	79
Пшеница	83	85	88	88	87	89	88	80	88	88	88
Пшеничная клейковина	91	95	96	96	95	96	99	86	96	94	90
Пшеничная мука (клетчатки <3,5 %)	86	90	90	91	92	89	91	87	86	90	89
Пшеничная мука (клетчатки	80	84	84	86	87	84	86	82	83	86	84

3,5-5,5 %)											
Пшеничные отруби	67	72	73	76	77	75	80	70	74	77	71
Пшеничные зародыши	81	83	84	85	86	86	87	83	82	87	82
Рис	82	88	75	81	79	86	99	92	97	86	89
Рисовые отруби	64	66	67	67	79	68	77	69	65	73	72
Сыворотка сырная (СВ 17,5-27,5 %)	88	88	88	88	89	87	89	90	89	92	85
Сывороточный белок (концентрат)	93	98	99	99	99	99	89	97	99	99	100
Сывороточный порошок	89	88	89	88	89	87	90	91	91	89	87
Соевый белок (изолят)	98	97	97	97	99	98	99	99	97	98	95
Соевый белок (концентрат)	97	97	97	97	99	97	97	98	91	96	
Соевые бобы (вареные)	81	78	73	80		80	76	80		72	
Сорго	84	86	87	88	85	89	81	79	78	87	87
Тритикале	78	85	86	86	87	87	86	82	88	88	82
Ячмень	77	80	81	82	83	83	82	76	81	83	80
*Thr – треонин, Val – валин, Ile – изолейцин, Leu – лейцин, Tyr – тирозин, Phe – фенилаланин, His – гистидин, Lys – лизин, Cys – цистин, Met – метионин, Trp – триптофан											

Источник: составлено авторами на основе [6]

Итоговые рекомендации этого Консультативного совещания были приняты во внимание экспертами последнего на сегодня Консультативного собрания ФАО, которое проходило с 31 марта до 2 апреля 2011 года [8]. Признав, что аминокислоты следует рассматривать как отдельные питательные вещества и приняв во внимание растущий массив данных относительно их истинной усвояемости, было рекомендовано постепенный переходить на методику расчета биологической ценности продуктов и рационов с учетом биологической доступности отдельных аминокислот – DIAAS:

$$\text{Показатель DIAAS} = \frac{\text{мг усвояемой аминокислоты в 1 г исследуемого белка}}{\text{мг этой же аминокислоты в 1 г эталонного белка}}$$

Для удобства этот показатель рекомендуется выражать в процентах, для чего наименьшее полученное значение среди всех аминокислот умножают на 100. В случае отсутствия полной информации об истинной усвояемости всех незаменимых аминокислот допускается производить расчет только для пяти наиболее дефицитных из них (лизин, метионин, цистин, треонин и триптофан). С учетом этих изменений Консультативным собранием ФАО было предложено последнюю на сегодня формулу эталонного белка, а также рекомендуемую форму расчета показателя DIAAS для отдельных видов пищевых продуктов и их смесей (табл. 3).

Таблица 3 – Форма и пример расчета показателя DIAAS для смеси пшеничной муки высшего сорта и изолята соевого белка (90:10)

Компонент	Количество компонента в смеси, г	Массовая доля белка, %	Содержание аминокислоты, мг/г белка				Истинная усвояемость аминокислот, %				Количество белка в смеси, г	Усвояемое количество аминокислот, мг			
			Lys	Met + Cys	Thr	Trp	Lys	Met + Cys	Thr	Trp		Lys	Met + Cys	Thr	Trp
			А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	К		Л	М	$H=A \times B/100$	$H \times B / 100$
Мука	900	10,5	24	34	30	10	87	88	86	89	94,5	1973	2827	2438	841
ИСБ	100	89	65	21	21	13	99	97,5	98	95	89	5727	1822	1832	1099
Итого:											183,5	7700	4649	4270	1940
Содержание усвояемых аминокислот в смеси, мг/г белка:											42	25	23	11	
Содержание аминокислоты в эталонном белке, мг/г белка:											48	23	25	6,6	
Показатель DIAAS смеси (%), обусловленный лимитирующей аминокислотой:											87	110	93	160	

Выводы. На основе сравнительного изучения современных методик расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов показаны преимущества методики DIAAS с позиции максимальной близости полученных результатов к клиническим данным. Приведены показатели истинной усвояемости белка и отдельных незаменимых аминокислот, необходимые для широкого внедрения методики DIAAS в научную деятельность. Показана форма и пример расчета этого показателя, рекомендуемые экспертами ФАО. Использование приведенных в статье данных обеспечит повышение степени достоверности расчетной оценки биологической ценности как уже существующих, так и проектируемых пищевых продуктов.

Список использованной литературы

1. Protein quality evaluation: report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome [Электронный ресурс]: FAO, 1991. – 66 p. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf (дата обращения 26.04.2017).
2. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation (WHO technical report series ; no. 935) [Электронный ресурс], Geneva : WHO, 2007. – 256 p. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf (дата обращения 26.04.2017).
3. Pencharz, P., Elango, R., Wolfe, R. Recent developments in understanding protein needs – How much and what kind should we eat? [Электронный ресурс] Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 2016, vol. 41(5). – pp. 577-580. Режим доступа: <http://www.nrcresearchpress.com/doi/10.1139/apnm-2015-0549> (дата обращения 26.04.2017).

4. Rutherford, S., Fanning, A., Miller, B., Moughan, P. Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Scores and Digestible Indispensable Amino Acid Scores Differentially Describe Protein Quality in Growing Male Rats [Электронный ресурс]. The Journal of Nutrition, 2015, vol. 145. – pp. 372-379. doi: 10.3945/jn.114.195438 (дата обращения 26.04.2017).

5. Havenaar, R., Maathuis, A., de Jong, A., Mancinelli, D., Berger, A., Bellmann, Susann Herring roe protein has a high digestible indispensable amino acid score (DIAAS) using a dynamic in vitro gastrointestinal model [Электронный ресурс], Nutrition Research, vol. 36 (8), 2016. – pp. 798-807. doi: 10.1016/j.nutres.2016.05.004 (дата обращения 26.04.2017).

6. The assessment of amino acid digestibility in foods for humans and including a collation of published ileal amino acid digestibility data for human foods / Report of a Sub-Committee of the 2011 FAO Consultation on “Protein Quality Evaluation in Human Nutrition” [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/36216-04a2f02ec02eafd4f457dd2c9851b4c45.pdf> (дата обращения 26.04.2017).

7. Dietary protein quality evaluation in human nutrition : report of an FAO Expert Consultation, Rome [Электронный ресурс] : FAO, 2013. – 66 p. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf> (дата обращения 26.04.2017).