

В.М. Махинько, канд. техн. наук, доцент,
І.О. Соколовська, канд. техн. наук, асистент
Л.М. Черниш, аспірант

Національний університет харчових технологій, м. Київ

РОЗРАХУНОК БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА РАЦІОНІВ ЗА МЕТОДИКОЮ PDCAAS

Проблема білкового дефіциту харчування є актуальною як для жителів економічно відсталих регіонів (особливо зважаючи на додатковий калорійний дефіцит), так і для мешканців більшості розвинених країн. Тому питання збалансування білково-вуглеводної складової раціонів харчування жителів різних країн є одним з ключових для створеної при ООН Продовольчої та сільськогосподарської організації (ФАО). Однак для цього слід мати ефективні методики оцінювання білкового компоненту як окремих продуктів, так і харчових раціонів в цілому. Зважаючи на складність та високу вартість проведення медико-біологічних досліджень, перевагу слід віддавати розрахунковим методам. Але вони повинні забезпечувати отримання результатів, адекватних клінічним дослідженням. Ще й до сьогодні більшість вітчизняних фахівців послуговуються методом розрахунку біологічної цінності за допомогою визначення амінокислотного числа (амінокислотного скору). Однак накопичення статистичного матеріалу та вдосконалення методик лабораторних досліджень (наприклад – впровадження ізотопного методу) свідчать про недостатню співставність розрахункових та експериментальних результатів. Насамперед це стосується рослинної сировини та харчових продуктів, виготовлених з її використанням. Пояснюється це як наявністю в складі деяких видів рослин антипоживних речовин (інгібіторів трипсину, фітатів тощо), так і зміною білкових речовин у ході технологічного процесу. Тому у 1989 експертним комітетом ФАО/ВООЗ розроблено методику уточненого розрахунку біологічної цінності харчових продуктів та раціонів за допомогою визначення їх амінокислотного числа з поправкою на засвоюваність білка (PDCAAS). Оскільки отримані за цією методикою результати дуже близькі до значень клінічних досліджень, методика PDCAAS визнана ФАО як базова для оцінювання білкової складової вже існуючих продуктів та прогнозування біологічної цінності пропонує до розроблення продуктів. У статті подано значення засвоюваності білка деяких продуктів і раціонів, вказано рекомендований порядок (з уточненнями 2002 року) розрахунку показника амінокислотного числа з поправкою на засвоюваність (PDCAAS). Наведено рекомендовану форму та приклад розрахунку показника PDCAAS як для окремого продукту (ізоляту соєвого білка), так і для суміші, що містить пшеничне борошно, суху пшеничну клейковину та ізолят соєвого білка.

Ключові слова: білок, амінокислоти, біологічна цінність, розрахунок, амінокислотне число, PDCAAS, засвоюваність.

Постановка проблеми. Зростання кількості населення планети, зменшення площі сільськогосподарських угідь та виснаження ґрунтів, дефіцит водних ресурсів призвели до того, що проблема продовольчого забезпечення стала однією з глобальних задач людства. У більшості розвинених країн раціони харчування є достатніми за калорійністю. Однак споживання високоочищених продуктів, що пройшли глибоке технологічне оброблення, виводить на перший план необхідність підвищення харчової цінності раціонів (особливо це стосується білкової складової). Харчування жителів економічно відсталих регіонів може характеризуватися як калорійним дефіцитом, так і низькою біологічною цінністю, зумовленою споживанням переважно рослинної сировини (зернових, коренеплідних культур тощо). Тож не випадково однією з першій структур ООН, створеною ще у 1946 році, стала ФАО – Продовольча та сільськогосподарська організація, яка мала займатися питаннями аналізу та вдосконалення раціонів харчування жителів різних країн. Особлива увага приділялася білковій складовій, як життєво необхідному й найдефіцитнішому компоненту їжі. Перша нарада експертів ФАО,

що займалася питаннями виключно білкових потреб людей різного віку та фізичної активності, була скликана ще у 1957 році [1]. Відтоді фахівці ФАО намагалися розробити дієві методи оцінки білкової складової як окремих харчових продуктів, так і раціонів. Зважаючи на складність і високу вартість проведення медико-біологічних досліджень (зокрема – вивчення азотного балансу), перевагу надавали розрахунковим методам. Одним з перших, запропонованим ще у 1971 році на спільному засіданні експертів ФАО і ВООЗ [2], став метод розрахунку амінокислотного числа (амінокислотного скору) як відношення вмісту кожної з незамінних амінокислот в 1 г білка досліджуваного зразку до вмісту цієї ж амінокислоти в 1 г еталонного білка:

$$\text{Амінокислотне число} = \frac{\text{мг амінокислоти в 1 г досліджуваного білка}}{\text{мг амінокислоти в 1 г еталонного білка}}$$

На цьому ж засіданні було запропоновано склад еталонного білка для проведення подібних розрахунків, розроблений на основі фізіологічних потреб людини та вмісту амінокислот у найповноцінніших за білкової складовою продуктах (яйце, жіноче молоко і коров'яче молоко).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Слід зазначити, що цей метод оцінювання біологічної цінності харчових продуктів і раціонів (як і цей склад еталонного білка) й до сьогодні можна зустріти як у науковій періодиці, так і у навчально-науковій літературі [3-5]. Однак використання цього методу майже відразу після його затвердження виявило певні відмінності між очікуваними (розрахунковими) і дійсними (медико-біологічними) результатами: іноді продукти з приблизно однаковим білково-амінокислотним складом призводили до різних результатів клінічних досліджень. Особливо це стосувалося рослинних джерел білка. Тож і не дивно, що вперше питання неможливості достовірно оцінити біологічну цінність харчових продуктів лише за показником амінокислотного числа було піднято на засіданнях міжнародного Комітету з рослинних білків. Провівши протягом 1980-1989 рр. п'ять зборів, члени Комітету розглянули інформацію щодо всіх наявних методів оцінки біологічної цінності харчових раціонів і визнали найкращим спосіб розрахунку амінокислотного числа, але наголосили на необхідності обов'язково вносити поправку на засвоюваність білка. Оскільки члени Комітету не мали відповідних повноважень для впровадження цих змін, свої висновки та рекомендації вони направили учасникам Консультативних зборів експертів ФАО/ВООЗ, які зібралися у 1989 році для всебічного обговорення теми оцінки якості білка [6].

Викладення основного матеріалу. Вже на перших засіданнях цих Зборів експерти дійшли одностайної думки, що найкращим методом оцінки біологічної цінності усіх білків є клінічні дослідження (насамперед – аналіз азотного балансу). Однак проведення цих досліджень у глобальному масштабі є недоцільним як з економічної, так і з етичної точки зору. Тому головним завданням цих Зборів визначалася необхідність розроблення способу оцінки біологічної цінності білків, який би максимально відповідав клінічним дослідженням, а можливі похибки не мали б загрожувати здоров'ю людини. До того ж цей спосіб мав володіти універсальністю як щодо продуктів (незалежно від походження, виду та стадії технологічного процесу), так і щодо повторюваності у різних лабораторіях. Оскільки на той час існував досить великий масив даних щодо амінокислотних потреб організму людей різних вікових груп, експерти вирішили затвердити пропонований членами Комітету з рослинних білків метод уточненого розрахунку біологічної цінності харчових продуктів та раціонів – за допомогою визначення їх амінокислотного числа з поправкою на засвоюваність білка (PDCAAS). Необхідність врахування такої поправки не викликала сумнівів, адже на той час вже було відомо, що конфігурація білкової молекули, наявність антипоживних та супутніх речовин (інгібіторів травних ферментів, харчових волокон, дубильних речовин, фітатів), а також режим технологічного оброблення можуть суттєво знижувати біодоступність амінокислот. Недаремно ще у 1981 році учасники попередніх Об'єднаних консультативних зборів експертів ФАО, ВООЗ та УООН (Університету ООН) запропонували термін «істинної» засвоюваності білка та навели перші дані щодо величини такої засвоюваності для різних білків [7].

Накопичені з того часу результати лабораторних досліджень як на щурах, так і на людях дали можливість підтвердити більшість вже визначених величин засвоюваності, а також доповнити їх новими даними (табл. 1).

Таблиця 1 – Значення засвоюваності білка деяких харчових продуктів і раціонів [6]

Джерело білка	Засвоюваність, %	Джерело білка	Засвоюваність, %
Яєчний білок	100	Арахісове борошно	94
Казеїн	99	Концентрат горохового білка	92
Ізолят соєвого білка	98	Насіння бавовнику	90
Яловичина	98	Соняшникове борошно	90
Яйце	97	Тритикале	90
Пшенична клейковина	96	Рис полірований	88
Пшеничне борошно	96	Горох	88
Молоко, сир	95	Горохове борошно	88
Арахісове масло	95	Кукурудза	87
Концентрат соєвого білка	95	Пшениця	86
Концентрат рапсового білка	95	Вівсяні пластівці	86
М'ясо, риба	94	Соєве борошно	86
Арахіс	94	Пшоно	79
Ізолят соняшникового білка	94	Квасоля	78

Додатково було встановлено кореляцію між загальною засвоюваністю білка та засвоюваністю окремих амінокислот, що містяться у його складі. Оскільки різниця між цими величинами не перевищувала 10 %, було прийнято рішення, що внесеної поправки на істинну засвоюваність білка достатньо для отримання близьких до клінічних результатів, і вносити окремі поправки для кожної амінокислоти немає потреби. Експерти Консультативних зборів рекомендували почати масштабну роботу щодо створення бази даних засвоюваності окремих харчових продуктів та раціонів, використовуючи як уже відомі дані, так і проводячи додаткові дослідження на лабораторних щурах для отримання необхідної інформації. У звіті Зборів пропонується [6] такий порядок розрахунку показника амінокислотного числа з поправкою на засвоюваність (PDCAAS):

1) провести хімічний аналіз продукту з визначенням основних складових (загальний азот, жири, вуглеводи та харчові волокна);

2) визначити амінокислотний профіль білка (вміст незамінних амінокислот, мг/1 г білка);

3) якщо для даного продукту в існуючих базах даних немає показника засвоюваності білка, слід провести лабораторні дослідження на щурах, враховуючи отриману на першому етапі інформацію про наявність у його складі жиру та харчових волокон;

4) хімічно визначену кількість амінокислот порівняти із зазначеною в еталонному білку (остання редакція формули еталонного білка затверджена у 2011 році – табл. 2).

5) значення для лімітуючої кислоти (що має найменше амінокислотне число) помножити на прийнятий чи встановлений показник засвоюваності білка.

Таблиця 2 – Формула еталонного білка згідно рекомендацій ФАО (2011 р.)[8]

Амінокислота	Пропонований вміст, мг/1 г білка
Валін	40
Гістидин	16
Ізолейцин	30
Лейцин	61
Лізин	48
Метионін+цистин	23
Треонін	25
Триптофан	6,6
Фенілаланін+тирозин	41

Приклад розрахунку показника PDCAAS для ізоляту соєвого білка наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Розрахунок показника PDCAAS для ізоляту соєвого білка

Амінокислота	Вміст амінокислоти у ізоляті соєвого білка, мг/г білка [9]	Вміст амінокислоти у еталонному білку ФАО, мг/г білка	Амінокислотне число і лімітуюча амінокислота	Засвоюваність білка (табл. 1), %	Показник PDCAAS, %
Валін	49	40	1,23	98	0,91×98 = 89
Гістидин	27	16	1,69		
Ізолейцин	48	30	1,60		
Лейцин	78	61	1,28		
Лізин	65	48	1,35		
Метионін+цистин	21	23	0,91		
Треонін	44	25	1,76		
Триптофан	13	6,6	1,97		
Фенілаланін+тирозин	78	41	1,90		

Оскільки метод PDCAAS забезпечував отримання значень біологічної цінності, дуже близьких до результатів клінічних досліджень (на основі вивчення азотного балансу), він був відразу ж прийнятий науковою спільнотою [10]. Однак його широке впровадження та накопичення статистичного матеріалу виявило два проблемних моменти. Перший стосувався розрахунку показника PDCAAS для продуктів, у яких амінокислотне число навіть лімітуючої амінокислоти перевищувало 1. У цьому випадку розраховане значення PDCAAS виявлялося вищим за показник засвоюваності (наприклад, продукт із показником засвоюваності білка 95 % і амінокислотним числом лімітуючої амінокислоти 1,1 мав показник PDCAAS 104,5 %). Аби цього уникнути, члени експертної групи пропонували просто прирівнювати отримані значення до 100 %, однак це урівнювало досить різні за біологічною цінністю продукти, що не відповідало результатам клінічних досліджень. Другий проблемний момент стосувався розрахунку показника PDCAAS для сумішей. Початково пропонувалося розраховувати сумарний вміст амінокислот у суміші, знаходити серед них лімітуючу і множити одержане значення амінокислотного числа на середньозважений показник засвоюваності білка усіх продуктів, з яких складається суміш. Однак і у цьому випадку значення біологічної цінності суміші за показником PDCAAS іноді виявлялося завищеним порівняно з клінічними результатами. Тому наступними Консультаційними зборами експертів ФАО/ВООЗ/УООН, що відбулися у 2002 році, в методику розрахунку показника PDCAAS було внесено два коригуючих уточнення [11], які дали змогу вирішити виявлені суперечності:

1) якщо амінокислотне число навіть лімітуючої амінокислоти виявляється більшим 1, його спочатку прирівнюють до 1, і лише потім множать на показник засвоюваності білка (для

попереднього прикладу амінокислотне число 1,1 порівнюємо до 1, множимо на 95 % і отримуємо показник PDCAAS 95 %);

2) розраховуючи біологічну цінність сумішей, враховують як засвоюваність кожної окремої амінокислоти (цей показник можна приймати рівним показнику загальної засвоюваності білка), так і загальну засвоюваність білків суміші.

Для прискорення і полегшення розрахунків експерти також рекомендують розраховувати показник PDCAAS, враховуючи лише найдефіцитніші амінокислоти: лізин, сірковмісні амінокислоти (метионін+цистин), треонін і триптофан.

Наприклад, необхідно розрахувати показник PDCAAS для суміші, до складу якої входить пшеничне борошно вищого сорту (720 г), суха пшенична клейковина (170 г) та ізолят соєвого білка (110 г). Вміст найдефіцитніших амінокислот у білку цих продуктів наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Вміст найдефіцитніших амінокислот у білках пшеничного борошна вищого сорту, сухої пшеничної клейковини та ізоляту соєвого білка [9]

Амінокислота	Вміст амінокислоти, мг/1 г білка		
	Борошно пшеничне вищого сорту	Суша пшенична клейковина (СПК)	Ізолят соєвого білка (ІСБ)
Лізин (Lys)	24,3	18,3	65,0
Метіонін + цистин (Met+Cys)	34,0	47,9	21,0
Треонін (Thr)	30,1	27,0	44,0
Триптофан (Trp)	9,7	40,5	13,0

Рекомендовану форму та приклад розрахунку показника PDCAAS цієї суміші наведено у табл. 5.

Таблиця 5 – Форма розрахунку показника PDCAAS суміші

Компонент	Кількість компоненту в суміші, г	Масова частка білка, %	Вміст амінокислот, мг/1 г білка				Засвоюваність, %	Кількість білка, г		Засвоєвана кількість амінокислот, мг					
			Lys	Met+Cys	Thr	Trp		загальна	засвоєвана	Lys	Met+Cys	Thr	Trp		
			В	Г	Д	Е				Є	Ж=А×Б/100	К=Ж×Є/100	К×В	К×Г	К×Д
Борошно	720	10,5	24,3	34,0	30,1	9,7	96	76	73	1764	2468	2185	704		
СПК	170	83	18,3	47,9	27,0	40,5	96	141	135	2479	6488	3657	5486		
ІСБ	110	89	65,0	21,0	21,0	13	98	98	96	6236	2015	2015	1247		
Разом:										315	304	10479	10971	7857	7437
Середня величина засвоюваності (засвоєвана кількість білка/загальну кількість білка), %:								97							
Вміст засвоєваних амінокислот у суміші, мг/1 г засвоєваного білка:											34	36	26	24	
Вміст амінокислоти у еталонному білку, мг/1 г білка:											48	23	25	6,6	
Амінокислотне число і лімітуюча амінокислота:											0,7	1,6	1,0	3,7	
Показник PDCAAS суміші (амінокислотне число лімітуючої амінокислоти × середню величину засвоюваності), %														69	

Висновки та рекомендації. Великий масив медико-статистичних даних щодо засвоюваності окремих білків та фізіологічних потреб організму людини в амінокислотах робить метод PDCAAS найдоступнішим способом розрахунку біологічної цінності як окремих харчових продуктів, так і цілих раціонів. Використання цього методу з врахуванням останньої редакції формули еталонного білка дасть змогу підбирати сировину і проводити збагачення готових виробів для створення продуктів з високою біологічною цінністю та засвоюваністю білка.

ЛІТЕРАТУРА

1. FAO Committee on Protein Requirements, Rome, Nutrition Studies 16, 1958.
2. Energy and protein requirements, Joint FAO/WHO ad hoc expert committee, Rome, Tech. Rep. 522, 1971
3. Диетология (Под ред. А. Ю. Барановского). СПб.: Питер, 2013, 1024 с.
4. Л. В. Капрельянц і А. П. Петросьянц. Лікувально-профілактичні властивості харчових продуктів та основи дієтології. О.: Друк, 2011, 269 с.
5. В. Г. Горбань и др. Энциклопедия питания: В 10-ти т. Т. 1-2 : Организм человека и питание. Нутриенты пищевых продуктов (под ред. А. И. Черевко и В. М. Михайлова). Х.: Мир Книг, 2013, 353 с.
6. Protein quality evaluation, Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Rep. 51, 1991. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf
7. Потребности в энергии и белке, Объединенное консультативное совещание экспертов ФАО, ВОЗ и УООН, Серия технических докладов 724, пер. на рус. М.: Медицина, 1987, 144 с. Режим доступа:
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/90561/1/WHO_TRS_724_part1_rus.pdf (ч. 1);
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/90562/1/WHO_TRS_724_part2_rus.pdf (ч. 2).
8. Dietary protein quality evaluation in human nutrition, FAO Expert Consultation, Rome, Rep. 92, 2013. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>
9. Повноцінне харчування : інноваційні аспекти технологій, енергоефективного виробництва, зберігання та маркетингу : кол. моногр. (за ред. В. В. Євлаш), Харк. держ. ун-т харч. та торг, Х. : ХДУХТ, 2015. 580 с.
10. G. Schaafsma, “Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets”, *British Journal of Nutrition*, vol. 108 (S2), pp. 333 – 336, 2012. Doi: 10.1017/S0007114512002541. Режим доступа: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/B8AF22E072A9236C87E03EF2960EF5EE/S0007114512002541a.pdf/div-class-title-advantages-and-limitations-of-the-protein-digestibility-corrected-amino-acid-score-pdcaas-as-a-method-for-evaluating-protein-quality-in-human-diets-div.pdf>
11. Protein and amino acid requirements in human nutrition, Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Geneva, WHO Tech. Rep. 935, 2007. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf

Надіслано до редколегії 03.02.2017

Відомості про авторів

МАХИНЬКО Валерій Миколайович, к. техн. наук, доцент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ, (097) 244-96-56, mavam78@gmail.com

СОКОЛОВСЬКА Ірина Олександрівна, к. техн. наук, асистент кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

ЧЕРНИШ Людмила Миколаївна, аспірант кафедри технології хлібопекарських і кондитерських виробів НУХТ

В.Н. Махинько, канд. техн. наук, доцент,

И.А. Соколовская, канд. техн. наук, асистент

Л.Н. Черныш, аспирант

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

РАСЧЕТ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ ПО МЕТОДИКЕ PDCAAS

Проблема белкового дефицита питания является актуальной как для жителей экономически отсталых регионов (особенно учитывая дополнительный калорийный дефицит), так и для жителей большинства развитых стран. Поэтому вопрос сбалансирования белково-углеводной составляющей рационов питания жителей разных стран является одним из

ключевых для созданной при ООН Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО). Однако для этого необходимо иметь эффективные методики оценки белкового компонента как отдельных продуктов, так и пищевых рационов в целом. Учитывая сложность и высокую стоимость проведения медико-биологических исследований, предпочтение следует отдавать расчетным методам. Но они должны обеспечивать получение результатов, адекватных клиническим исследованиям. Еще и сегодня большинство отечественных специалистов пользуются методом расчета биологической ценности с помощью определения аминокислотного числа (аминокислотного сора). Однако накопление статистического материала и совершенствования методик лабораторных исследований (например - внедрение изотопного метода) свидетельствуют о недостаточной сопоставимости расчетных и экспериментальных результатов. Прежде всего, это касается растительного сырья и пищевых продуктов, изготовленных с его использованием. Объясняется это как наличием в составе некоторых видов растений антипитательных веществ (ингибиторов трипсина, фитатов), так и изменением белковых веществ в ходе технологического процесса. Поэтому в 1989 экспертным комитетом ФАО/ВОЗ разработана методика уточненного расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов с помощью определения их аминокислотного числа с поправкой на усвояемость белка (PDCAAS). Поскольку полученные по этой методике результаты очень близки к значениям клинических исследований, методика PDCAAS признана ФАО как базовая для оценки белковой составляющей уже существующих продуктов и прогнозирования биологической ценности предлагаемых к разработке продуктов. В статье представлены значения усвояемости белка некоторых продуктов и рационов, указан рекомендуемый порядок (с уточнениями 2002) расчета показателя аминокислотного числа с поправкой на усвояемость (PDCAAS). Приведена рекомендованная форма и пример расчета показателя PDCAAS как для отдельного продукта (изолята соевого белка), так и для смеси, содержащей пшеничную муку, сухую пшеничную клейковину и изолят соевого белка.

Ключевые слова: белок, аминокислоты, биологическая ценность, расчет, аминокислотное число, PDCAAS, усвояемость.

V. Mahynko, Candidate of Engineering Science, Associate Professor

I. Sokolovska, Candidate of Engineering Science

L. Chernish, Postgraduate Student

National University of Food Technologies, Kyiv

CALCULATION OF BIOLOGICAL VALUE OF FOOD AND DIETS ON METHOD PDCAAS

The problem of protein deficiency nutrition is relevant for both the residents of economically depressed regions (especially given the additional calorie deficit), and for residents of developed countries. Therefore, the question of balancing protein and carbohydrate component of the residents' diets of different countries is one of the most important for Food and Agriculture Organization (FAO) of UN. However effective methods of evaluating protein component of individual products, and food rations in general should be. Considering the complexity and high cost of medical and biological researches the preference should be given to calculation methods. They should provide the results adequate to clinical research. Even today the majority of native experts use the method of calculating the biological value by determining the amino acid score. However, accumulation of statistical data and improvement of laboratory tests methods (e.g. - implementation of isotopic method) indicate the lack of calculated and experimental results comparability. This primarily concerns to vegetable raw materials and food products made with it. The reason is as in the presence of some antinutritious substances (trypsin inhibitor, phytate, etc.) in the composition and the change of proteins during the technological process. Therefore in 1989 the refined calculation method of biological value of food and rations by determining their amino acid score adjusted for protein digestibility (PDCAAS) was developed by expert committee of the FAO / WHO. As the results obtained by this method are very close to the values of clinical trials the PDCAAS method is recognized by FAO as a base for evaluating the protein component of existing products and predic-

tion of biological value offered for the products development. The article presents the significance of the protein digestibility of certain foods and diets. The recommended procedure (with specification of year 2002) used to define amino acid score adjusted for protein digestibility (PDCAAS) is indicated. The recommended form and example of index PDCAAS as a single product (soy protein isolate) and for a mixture comprising wheat flour, dry wheat gluten and soy protein isolate calculation is given.

Keywords: protein, amino acids, biological value, the calculation, amino acid score, PDCAAS, digestibility.

REFERENCES

1. FAO Committee on Protein Requirements, Rome, Nutrition Studies 16, 1958.
2. Energy and protein requirements, Joint FAO/WHO ad hoc expert committee, Rome, Tech. Rep. 522, 1971.
3. Dyetologhyja. (pod red. A. Ju. Baranovskogho). Sankt-Peterburgh: Pyter, 2013.
4. L. V. Kapreljjanc and A. P. Petrosjjanc. Likuvaljno-profilaktychni vlastyvoli kharchovykh produktiv ta osnovy dijetologhiji. Odesa: Druk, 2011.
5. V. Gh. Ghorbanj et al. Encyklopedyja pytanyja: V 10-ty t. T. 1-2. Orghanyzm cheloveka y pytanye. Nutryenty pyshhevykh produktov (pod red. A. Y. Cherevko and V. M. Mykhajlova). Kharjkov: Myr Knygh, 2013.
6. Protein quality evaluation, Joint FAO/WHO Expert Consultation, Rome, Rep. 51, 1991. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf
7. Potrebnosti v energii i belke, Obedinennoe konsultativnoe soveshchanie ekspertov FAO, VOZ i UOON, Rome, Tech. Rep. 724, 1981.
8. Dietary protein quality evaluation in human nutrition, FAO Expert Consultation, Rome, Rep. 92, 2013. Available: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>
9. Povnocinne kharchuvannja: innovacijni aspekty tekhnologhij, energhoefektyvnogho vyrobnyctva, zberighannja ta marketynghu : kolektyvna monoghrafija (za red. V. V. Jevlash), Kharkivskij derzhavnyj universytet kharchuvannja ta torghivli, Kharkiv: KhDUKhT, 2015.
10. G. Schaafsma, "Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets", *British Journal of Nutrition*, vol. 108 (S2), pp. 333 – 336, 2012. Doi: 10.1017/S0007114512002541. Available: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/B8AF22E072A9236C87E03EF2960EF5EE/S0007114512002541a.pdf/div-class-title-advantages-and-limitations-of-the-protein-digestibility-corrected-amino-acid-score-pdcaas-as-a-method-for-evaluating-protein-quality-in-human-diets-div.pdf>
11. Protein and amino acid requirements in human nutrition, Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation, Geneva, WHO Tech. Rep. 935, 2007. Available: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf