

ТЕХНОЛОГИЯ ПТИЦЕПЕРЕРАБОТКИ

УДК 636.087.6

Поступила в редакцию 9 июня 2021 года

<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2020-15-246-256>

С.А. Гордынец, к.с.-х.н. Л.А. Чернявская, к.т.н., доцент, Ж.А. Яхновец
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ ЯИЦ КУРИНЫХ ПИЩЕВЫХ, РЕАЛИЗУЕМЫХ НА РЫНКЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

S. Gordynets, L. Charniauskaya, J. Yakhnovets
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus

BIOLOGICAL VALUE OF EDIBLE HEN EGGS SOLD ON THE MARKET OF THE REPUBLIC OF BELARUS

e-mail: otmp210@mail.ru, lilia-pavlova@mail.ru, otmp210@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по изучению биологической ценности яиц куриных пищевых различных весовых категорий, выработанных на одной из отечественных птицефабрик по двум нормативным документам. Установлено, что яйца от современных кроссов птицы имеют высокую биологическую ценность, так как в их составе отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты и сбалансированный состав незаменимых аминокислот. ИНАК образцов яиц куриных пищевых отличается от эталона на 0,35–0,47 единиц. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава находится в пределах 0,68–0,77, показатель сопоставимой избыточности достаточно близок к эталону и составляет 0,1–0,16. Из изученных весовых категорий наиболее высокую аминокислотную сбалансированность имеют яйца высшей категории.

Высокий процент удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах (на 40,3–62,7% при потреблении 100 г яичной массы), а также высокая сбалансированность аминокислотного состава позволяют сделать вывод, что яйца куриные пищевые современных кроссов птицы, реализуемые на рынке Республики Беларусь, являются ценным продуктом питания, обеспечивающим потребителей всеми жизненно важными незаменимыми аминокислотами.

Ключевые слова: яйца куриные пищевые; аминокислотный состав; незаменимые аминокислоты; сбалансированность.

The article presents the results of studies on the biological value of chicken eggs of various weight categories, developed at one of the domestic poultry farms in accordance with two regulatory documents. It has been established that eggs from modern poultry crosses have a high biological value, since they do not contain essential amino acids limiting the biological value and a balanced composition of essential amino acids. INAC of food chicken eggs samples differs from the standard by 0.35–0.47 units. The utilitarian coefficient of the amino acid composition is in the range of 0.68–0.77, the indicator of comparable redundancy is quite close to the standard and is 0.1–0.16. Of the studied weight categories, eggs of the highest category have the highest amino acid balance.

The high percentage of satisfaction of the daily requirement for essential amino acids (by 40.3–62.7 % with the consumption of 100 g of egg mass), as well as the high balance of the amino acid composition, allow us to conclude that modern chicken eggs sold on the market of the Republic of Belarus, are a valuable food product that provides consumers with all vital essential amino acids.

Keywords: edible hen eggs; amino acid composition; essential amino acids; balance.

Введение. Развитие и укрепление состояния здоровья людей разного возраста невозможно без потребления продуктов питания с высоким содержанием основных питательных веществ. Растущий спрос на эти продукты питания является постоянной тенденцией продовольственного рынка во всем мире.

Яйцо куриное пищевое – натуральный продукт, содержащий все необходимые человеку питательные вещества и большое количество биологически активных соединений. Полноценный белок куриного яйца отличается высоким содержанием и оптимальным соотношением незаменимых аминокислот (эталон для сравнения), а легкоусвояемые липиды – повышенным уровнем ненасыщенных жирных кислот и лецитина.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь в 2019 г. производство яиц хозяйствами всех категорий составило 3514 млн. шт. [1], на одного человека – 373 шт. яиц. Следует отметить, что в нашей стране потребление яиц на душу населения снизилось и считается недостаточным (в 2010 г. белорусы потребляли 292 шт. яиц, а в 2019 г. – 264 шт. на 1 человека). Такой вывод сделан, исходя из принятых Министерством здравоохранения Республики Беларусь в 2011 г. рациональных норм потребления пищевых продуктов, которые для различных групп населения в зависимости от их возраста, пола и физической активности составляют 180–365 яиц в год (в среднем 294 яйца в год) [1, 2]. При этом в мире количество потребляемых яиц увеличивается на 5,2% ежегодно [3].

Ежедневное потребление яиц может обеспечить потребителей жизненно важными незаменимыми аминокислотами, которые участвуют в биосинтезе различных тканевых белков, а также выполняют определенные функции у человека [4]. Отметим, что в белке куриного яйца присутствуют, главным образом, простые протеины, состоящие только из аминокислот. Основная их часть – легкопереваримые и усвояемые альбумины и глобулины. Сложные белки по питательности и функциональным свойствам превосходят простые, но немного хуже усваиваются [5].

Аминокислоты играют важную роль в организме человека, ведь именно из них состоят белки, а из белков, в свою очередь, формируются практически все составляющие человеческого организма: важнейшие железы, связки, волосы, сухожилия, кости и даже гормоны. Главным показателем биологической ценности белка является его аминокислотный состав, диспропорция в котором может привести к нарушениям белкового обмена.

Сведения об аминокислотном составе яиц куриных пищевых приведены в различных информационных источниках [6, 7, 8]. Значения данных показателей в значительной степени зависят от породы кур-несушек, времени года, рациона кормления. В связи с появлением на птицефабриках новых высокопродуктивных кроссов птиц и расширением ассортимента кормов и кормовых добавок, научный интерес представляет изучение биологической ценности яиц куриных пищевых, реализуемых на рынке Республики Беларусь.

Материалы, объекты и методы исследования. Объектами исследований являлись яйца куриные пищевые одной из отечественных птицефабрик, реализуемые на рынке Республики Беларусь, различных весовых категорий (высшая, отборная, первая, вторая):

– образцы № 1–4 – яйца куриные пищевые диетические обогащенные селеном, изготавливаемые по Техническим условиям;

– образцы № 5–8 – яйца куриные пищевые диетические, изготавливаемые по СТБ 254-2004.

Исследования аминокислотного состава яиц проводились в научно-методическом испытательном отделе РУП «Научно-практический центр гигиены». Содержание аминокислот (аспарагиновой, глутаминовой, серина, треонина, глицина, аланина, аргинина, пролина, валина, метионина, лейцина, изолейцина, фенилаланина,

цистеина, лизина, гиситидина, тирозина) определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в соответствии с МВИ.МН 1363-2000 «Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии».

Массовую долю белка определяли по ГОСТ 26889-86.

Аминокислотный скор вычисляли по формуле [9, 10]:

$$c_j = \frac{A_j}{A_{\text{эj}}} \cdot 100, \quad (1)$$

где A_j – содержание j -й незаменимой аминокислоты в продукте, г/100 г белка;
 $A_{\text{эj}}$ – содержание j -й незаменимой аминокислоты, соответствующее физиологически необходимой норме (эталону), г/100 г белка;
 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК) рассчитывали по формуле [9, 10]:

$$\text{ИНАК} = \sqrt[k]{\prod_{j=1}^k \left(\frac{A_j}{A_{\text{эj}}}\right)}, \quad (2)$$

где k – число аминокислот.

Коэффициент утилитарности j -й незаменимой аминокислоты (в долях единицы) определяли по формуле:

$$a_j = \frac{c_{\min}}{c_j}, \quad (3)$$

где c_{\min} – минимальный аминокислотный скор, %.

Данный коэффициент используется для расчета коэффициента утилитарности аминокислотного состава (U), который является численной характеристикой, достаточно полно отражающей сбалансированность незаменимых аминокислот по отношению к эталону [9]:

$$U = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j a_j)}{\sum_{j=1}^k A_j}. \quad (4)$$

Показатель сопоставимой избыточности (σ_c) вычисляли по формуле [10]:

$$\sigma_c = \frac{\sum_{j=1}^k (A_j - c_{\min} \cdot A_{\text{эj}} / 100)}{c_{\min}}. \quad (5)$$

Результаты и их обсуждение. В ходе научно-исследовательской работы изучали аминокислотный состав яиц куриных пищевых, реализуемых на рынке Республики Беларусь, различных весовых категорий. В группу исследуемых

аминокислот входили аспарагиновая, глутаминовая кислота, серин, треонин, глицин, аланин, аргинин, пролин, валин, метионин, лейцин, изолейцин, фенилаланин, цистеин, лизин, гистидин, тирозин.

Содержание белка в образцах яиц куриных пищевых представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание белка в образцах яиц куриных пищевых

Наименование показателя	Значение для образца							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Массовая доля белка, %	12,7	12,4	12,9	12,4	11,8	12,8	11,0	13,3

Результаты исследований аминокислотного состава яиц куриных пищевых представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Содержание аминокислот в 100 г содержимого яиц куриных пищевых

Наименование показателя	Содержание, мг/100 г образца							
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Аспарагиновая кислота	1204,8	1172,6	1182	1038,6	1081,9	1179,3	840,8	1102,8
Глутаминовая кислота	1614,2	1546,4	1567,9	1575,3	1507,0	1628,5	1281,9	1544,8
Серин	726,1	734,9	787,2	835,8	742,7	687,0	710,8	752,4
Треонин	562,2	545,8	584,3	623,6	526,0	538,2	492,5	659,9
Глицин	458,1	445,6	452,8	421,4	412,9	462,4	418,7	472,8
Аланин	637,2	622,7	678,2	646,1	656,2	729,1	643,5	688,7
Аргинин	747,1	655	669,8	543,8	664,8	635,7	569,0	721,3
Пролин	550,7	566,7	444,4	433,9	426,2	534,9	423,9	544,0
Валин	720,4	764	830,7	713,8	689,7	769,5	621,6	751,8
Метионин	392,7	328,8	330,6	329,3	328,2	364,7	278,2	471,9
Лейцин	1274,8	1267,9	1326,6	1415,8	1142,6	1296,2	1155,9	1498,5
Изолейцин	616,9	728,9	786,5	779,2	689,3	818,4	688,8	816,7
Фенилаланин	750,9	766,2	779,4	782,5	717,6	813,1	670,3	882,1
Цистеин	203,4	190,4	227,1	220,1	198,6	229,0	151,3	219,6
Лизин	1265,2	1217,6	1331,7	1344,4	1299,1	1372,8	1123,8	1290,9
Гистидин	210	186,5	192,7	178,8	159,8	119,3	140,7	158,4
Тирозин	281,8	316,9	327	325	321,4	391,1	356,2	296,8
Триптофан*	159							
Суммарное количество	12375,5	12215,9	12657,9	12366,4	12375,5	12215,9	12657,9	12366,4
Примечание: * - литературные данные [11]								

На основании проведенных исследований установлено, что суммарное количество аминокислот в 100 г протеина яиц куриных пищевых изменяется в пределах от 97,18 до 99,56 г (таблица 3). В 100 г протеина опытных образцов яиц в сравнении с литературными данными [8] отмечено более низкое содержание серина (на 10,1–24,5%), аргинина (на 6,7–21,1%), цистеина (на 25,4–42,5%) и тирозина (на 24,7–48,1%) – заменимых аминокислот, и более высокое содержание лейцина (на 16,7–32,8%), фенилаланина (11,5–25,1%) и лизина (на 42,8–61,9%) – незаменимых аминокислот. Содержание триптофана в различных информационных источниках отличается на 34,7%.

К незаменимым аминокислотам, которые не синтезируются организмом и должны обязательно поступать с пищей, относятся валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан и фенилаланин.

Таблица 3 – Содержание аминокислот в 100 г протеина яиц куриных пищевых

Наименование показателя	Содержание г/100 г протеина								
	[8]	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Аспарагиновая кислота	9,5	9,49	9,46	9,16	8,38	9,17	9,21	7,64	8,29
Глутаминовая кислота	12,7	12,71	12,47	12,15	12,70	12,77	12,72	11,65	11,62
Серин	7,5	5,72	5,93	6,10	6,74	6,29	5,37	6,46	5,66
Треонин	4,8	4,43	4,40	4,53	5,03	4,46	4,20	4,48	4,96
Глицин	3,3	3,61	3,59	3,51	3,40	3,50	3,61	3,81	3,55
Аланин	5,7	5,02	5,02	5,26	5,21	5,56	5,70	5,85	5,18
Аргинин	6,3	5,88	5,28	5,19	4,39	5,63	4,97	5,17	5,42
Пролин	3,9	4,34	4,57	3,44	3,50	3,61	4,18	3,85	4,09
Валин	6,5	5,67	6,16	6,44	5,76	5,84	6,01	5,65	5,65
Метионин	3,2	3,09	2,65	2,56	2,66	2,78	2,85	2,53	3,55
Лейцин	8,6	10,04	10,23	10,28	11,42	9,68	10,13	10,51	11,27
Изолейцин	5,4	4,86	5,88	6,10	6,28	5,84	6,39	6,26	6,14
Фенилаланин	5,3	5,91	6,18	6,04	6,31	6,08	6,35	6,09	6,63
Цистеин	2,4	1,60	1,54	1,76	1,78	1,68	1,79	1,38	1,65
Лизин	6,8	9,96	9,82	10,32	10,84	11,01	10,73	10,22	9,71
Гистидин	2,5	1,65	1,50	1,49	1,44	1,35	0,93	1,28	1,19
Тирозин	4,3	2,22	2,56	2,53	2,62	2,72	3,06	3,24	2,23
Триптофан*	1,7	1,11				1,11			
Суммарное количество	100,4	97,30	98,34	98,00	99,56	99,11	99,31	97,18	97,90

Примечание:
* - литературные данные [11]

Метионин – алифатическая серосодержащая α -аминокислота, относящаяся к липотропным веществам, оказывающим влияние на обмен липидов и фосфолипидов. Она способствует снижению холестерина сыворотки крови и влияет на характер патоморфологических и гистологических изменений в аорте. При недостатке данной аминокислоты в пищевом рационе увеличивается склонность к возникновению атеросклеротических изменений в сосудах [13]. Синтез таурина и цистеина зависит от количества метионина в организме. Эта аминокислота способствует пищеварению, обеспечивает дезинтоксикационные процессы, уменьшает мышечную слабость, защищает от воздействия радиации, полезна при остеопорозе и химической аллергии. Как видно из данных таблицы 2 в 100 г яичной массы содержится 278,2–471,9 мг данной аминокислоты.

Лизин – аминокислота, которая способна нейтрализовать липопротеины низкой плотности, препятствуя их отложению в сосудистой стенке. Кроме того, лизин в определенной концентрации может связывать те липопротеины низкой плотности, которые отложились в сосудах, и, таким образом, удалять его из атеросклеротической бляшки. Эти свойства лизина обеспечивают уменьшение размера бляшки, увеличение просвета сосуда и восстановление циркуляции крови. Поэтому лизин незаменим для профилактики и комплексного лечения атеросклероза. Также данная аминокислота понижает уровень триглицеридов крови, а недостаток способствует развитию спазмов коронарных сосудов и может являться причиной хронических заболеваний сердца [13]. Лизин необходим для нормального формирования костей и роста детей, способствует усвоению кальция и поддержанию нормального обмена азота у взрослых, заживлению повреждений кожи и костной ткани. Из данных таблицы 2 видно, что содержание лизина в яйцах достаточно высокое и составляет 1123,8–1372,8 мг в 100 г продукта.

Триптофан – это аминокислота, которая в организме преобразуется в нейромедиатор – серотонин. Фармакологическое действие триптофана проявляется

увеличением уровня серотонина в тканях, что приводит к усилению кровоснабжения скелетных мышц, увеличению циркуляции крови, увеличению ударного объема сердца, антидепрессивному действию. Данная аминокислота участвует в биохимических процессах, снабжающих миокард необходимой энергией, особенно необходимой при терапии сердечной недостаточности. Дефицит триптофана способствует развитию спазмов коронарных сосудов и может явиться причиной хронических заболеваний сердца [13]. На основании литературных данных установлено, что содержание триптофана в 100 г яичной массы составляет 159 мг [11].

Лейцин – аминокислота, которая отвечает за регуляцию синтеза белков миокарда, а также участвует в регулировании контроля глюкозы и секреции инсулина. Данная аминокислота понижает уровень сахара в крови и стимулирует выделение гормона роста, препятствует образованию тромбов, расширяет сосуды и усиливает их кровенаполнение. Регулярное использование лейцина приводит к сокращению частоты приступов стенокардии, повышению толерантности к физической нагрузке и увеличению функциональной активности у больных ишемией сердца [13]. Содержание лейцина в 100 г яичной массы составляет 1142,6–1498,5 мг (таблица 2).

Изолейцин – одна из аминокислот, необходимых для синтеза гемоглобина. Она стабилизирует и регулирует уровень сахара в крови и процессы энергообеспечения. Метаболизм изолейцина происходит в мышечной ткани [13]. Как видно из данных таблицы 2 в 100 г яичной массы содержится 616,9–818,4 мг.

Валин – незаменимая аминокислота, отвечающая за здоровье мышечной и иммунной систем, устойчивость психики, настроение, внимание, участвует в образовании и запасании гликогена, в синтезе пантотеновой кислоты. Содержание ее в опытных образцах составило 621,6–830,7 мг/100 г (таблица 2).

Треонин – незаменимая аминокислота, способствующая поддержанию нормального белкового обмена в организме. Она важна для синтеза коллагена и эластина, помогает работе печени, участвует в обмене жиров в комбинации с аспарагиновой кислотой и метионином, активизирует иммунную систему, участвуя в образовании иммуноглобулинов и антител [14]. Из данных таблицы 2 видно, что содержание треонина в яйцах составляет 492,5–659,9 мг в 100 г продукта.

Фенилаланин – незаменимая аминокислота, участвует в продукции коллагена, необходима для производства некоторых гормонов (тирозина и меланина). Тирозин является предшественником многих нейромедиаторов, таких как адреналин, норадреналин и допамин, регулирующих эмоциональное состояние. Недостаток фенилаланина приводит к нарушению памяти, усталости, потере аппетита [14]. Содержание ее в опытных образцах составило 670,3–882,1 мг/100 г (таблица 2).

Существует международный «условный стандарт» аминокислотного состава полноценного белка, отвечающего физиологическим потребностям организма. По этому стандарту в состав полноценного белка должно входить не менее 31,4% незаменимых аминокислот, остальные аминокислоты могут быть заменимыми [12]. При расчете данного показателя на основании данных таблиц 2 и 3 процент незаменимых аминокислот в составе протеина яиц куриных пищевых составил 48,89–53,8%: наименьшая доля отмечена в яйцах высшей категории – 48,89% (образец № 1), наибольшая – в яйцах второй категории – 53,8% (образец № 4). Из незаменимых аминокислот преобладали лизин (9,71–10,84 г/100 г протеина) и лейцин (9,68–11,42 г/100 г протеина), из заменимых – глутаминовая (11,62–12,77 г/100 г протеина) и аспарагиновая (7,64–9,49 г/100 г протеина) кислоты.

Рекомендуемые Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) величины суточного потребления незаменимых аминокислот для взрослого человека весом 70 кг представлены в таблице 4 [15].

Таблица 4 – Рекомендуемые величины суточного потребления незаменимых аминокислот для взрослого человека весом 70 кг [15]

Незаменимая аминокислота	Рекомендуемый уровень потребления, г/сут
Метионин+цистеин	1,05
Фенилаланин+тирозин	1,75
Лейцин	2,73
Лизин	2,10
Валин	1,82
Изолейцин	1,40
Треонин	1,05
Триптофан	0,27

На основании анализа данных таблиц 2 и 4, установлено, что потребление 100 г содержимого яиц куриных пищевых позволяет удовлетворить суточную потребность организма взрослого человека весом 70 кг в аминокислотах в среднем: в метионине и цистеине – на $(53,1 \pm 7,16)\%$, в фенилаланине и тирозине – на $(62,7 \pm 3,81)\%$, в лейцине – на $(47,5 \pm 4,39)\%$, в лизине – на $(61 \pm 3,79)\%$, в валине – на $(40,3 \pm 3,41)\%$, в изолейцине – на $(52,9 \pm 5,14)\%$, в треонине – на $(54 \pm 5,17)\%$, в триптофане – на 58,9%.

Современная наука о питании утверждает, что белок должен удовлетворять потребности организма в аминокислотах не только по количеству. Эти вещества должны поступать в определенных соотношениях между собой, так как аминокислотный дисбаланс может проявляться в нарушении процессов метаболизма [16].

Показателем, характеризующим биологическую ценность белка, является аминокислотный скор, выражающийся отношением фактического содержания аминокислоты к эталону. Лимитирующей биологическую ценность аминокислотой является та, скор которой составляет менее 100%. В качестве эталона использовали идеальный белок ФАО/ВОЗ (1973) [17, 18]. Аминокислотный скор образцов яиц куриных пищевых рассчитывали по незаменимым аминокислотам. Результаты расчетов представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Аминокислотный скор незаменимых аминокислот исследованных образцов яиц куриных пищевых

Аминокислоты	«Идеальный» белок, ФАО/ВОЗ (1973), г/100 г белка	Содержание, г/100 г белка				Аминокислотный скор, %			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Метионин+цистеин	4,0	4,69	4,19	4,32	4,43	134,1	119,6	123,5	126,6
Фенилаланин+тирозин	7,0	8,13	8,73	8,58	8,93	135,5	145,6	142,9	148,9
Лейцин	5,5	10,04	10,23	10,28	11,42	200,8	204,5	205,7	228,4
Лизин	3,5	9,96	9,82	10,32	10,84	181,1	178,5	187,7	197,1
Валин	6,0	5,67	6,16	6,44	5,76	113,4	123,2	128,8	115,1
Изолейцин	4,0	4,86	5,88	6,10	6,28	121,4	147,0	152,4	157,1
Треонин	5,0	4,43	4,40	4,53	5,03	110,7	110,0	113,2	125,7
Триптофан	1,0	1,11	1,11	1,11	1,11	111,0	111,0	111,0	111,0
Сумма незаменимых аминокислот	36,0	48,89	50,52	51,68	53,80	–	–	–	–

Продолжение таблицы 5

Аминокислоты	Содержание, г/100 г белка				Аминокислотный скор, %			
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Метионин+цистеин	4,46	4,64	3,90	5,20	127,6	132,5	111,6	148,6
Фенилаланин+тирозин	8,81	9,41	9,33	8,86	146,8	156,8	155,5	147,7
Лейцин	9,68	10,13	10,51	11,27	193,7	202,5	210,2	225,3
Лизин	11,01	10,73	10,22	9,71	200,2	195,0	185,8	176,5
Валин	5,84	6,01	5,65	5,65	116,9	120,2	113,0	113,1
Изолейцин	5,84	6,39	6,26	6,14	146,0	159,8	156,6	153,5
Треонин	4,46	4,20	4,48	4,96	111,4	105,1	111,9	124,0
Триптофан	1,11	1,11	1,11	1,11	111,0	111,0	111,0	111,0
Сумма незаменимых аминокислот	51,22	52,62	51,46	52,90	–	–	–	–

Анализируя данные таблицы 5 можно сделать вывод, что яйца куриные пищевые обладают высокой биологической ценностью, так как в их составе отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты. Самое низкое значение аминокислотного сора (по треонину) отмечено в яйцах категории отборная, изготовленных как по техническим условиям (110 %), так и по СТБ 254 (105,1 %). Самое высокое значение аминокислотного сора (по лейцину) отмечено в яйцах второй категории (образец № 4 – 228,4 %; образец № 8 – 225,3 %).

Для характеристики биологической ценности образцов яиц куриных пищевых использовали дополнительные критерии – индекс незаменимых аминокислот (ИНАК), коэффициент утилитарности аминокислотного состава и показатель сопоставимой избыточности [9, 10].

Индекс незаменимых аминокислот представляет собой модификацию метода химического сора и позволяет учитывать количество всех незаменимых аминокислот [16].

Коэффициент утилитарности аминокислотного состава имеет практическое значение, так как возможность утилизации аминокислот организмом предопределена минимальным скором одной из них [16].

Для оценки сбалансированности состава незаменимых аминокислот служит показатель сопоставимой избыточности, который отражает общее количество незаменимых аминокислот в белке оцениваемого продукта, которое из-за взаимнесбалансированности по отношению к эталону не может быть утилизировано организмом [16].

В таблице 6 представлены значения показателей аминокислотной сбалансированности образцов яиц, рассчитанные по формулам (2), (4), (5).

Таблица 6 – Аминокислотная сбалансированность яиц куриных пищевых

Показатель	«Идеальный» белок, ФАО/ВОЗ (1973), г/100 г [17, 18]	Значение показателя для образца			
		№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Индекс незаменимых аминокислот	1	1,35	1,39	1,42	1,47
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,77	0,74	0,73	0,70
Показатель сопоставимой избыточности	0	0,10	0,12	0,10	0,14

Продолжение таблицы 6

Показатель	Значение показателя для образца			
	№ 5	№ 6	№ 7	№ 8
Индекс незаменимых аминокислот	1,41	1,44	1,40	1,46
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	0,74	0,68	0,73	0,71
Показатель сопоставимой избыточности	0,12	0,16	0,12	0,14

Как видно из таблицы 6, все образцы яиц куриных пищевых имеют высокую биологическую ценность и сбалансированный состав незаменимых аминокислот. ИНАК образцов яиц куриных пищевых отличается от эталона на 0,35–0,47 единиц. Коэффициент утилитарности аминокислотного состава находится в пределах 0,68–0,77, показатель сопоставимой избыточности достаточно близок к эталону и составляет 0,1–0,16. Расчет показателей показал, что из исследованных образцов наиболее высокую аминокислотную сбалансированность имеют яйца высшей категории, изготовленные по техническим условиям (образец № 1).

Закключение. Проведенные исследования по изучению аминокислотного состава образцов яиц куриных пищевых различных весовых категорий, выработанных на одной из отечественных птицефабрик по техническим условиям и СТБ 254, позволили установить, что все образцы яиц имеют высокую биологическую ценность, так как в их составе отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты (самое низкое значение аминокислотного сора (по треонину) отмечено в яйцах категории отборная, изготовленных как по техническим условиям (110%), так и по СТБ 254 (105,1%), самое высокое значение аминокислотного сора (по лейцину) отмечено в яйцах второй категории), и сбалансированный состав незаменимых аминокислот. Наиболее высокую аминокислотную сбалансированность имеют яйца высшей категории, изготовленные по техническим условиям. Все образцы яиц имели более высокое содержание незаменимых аминокислот (лейцина, фенилаланина и лизина) в 100 г протеина по сравнению с литературными данными [8].

Высокий процент удовлетворения суточной потребности в незаменимых аминокислотах (на 40,3–62,7% при потреблении 100 г яичной массы), а также высокая сбалансированность аминокислотного состава позволяют сделать вывод, что яйца куриные пищевые современных кроссов птицы, реализуемые на рынке Республики Беларусь, являются ценным продуктом питания, обеспечивающим потребителей всеми жизненно важными незаменимыми аминокислотами.

Список использованных источников

1. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Беларусь в цифрах. Статистический справочник // под ред. Медведевой И.В и др. – Мн.: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2020. – 72 с.
1. Nacional'nyj statisticheskiy komitet Respubliki Belarus'. Belarus' v cifrah. Statisticheskiy spravochnik [*National Statistical Committee of the Republic of Belarus. Belarus in numbers. Statistical handbook*] // pod red. Medvedevoj I.V i dr. – Mn.: Nacional'nyj statisticheskiy komitet Respubliki Belarus', 2020. – 72 s.
2. Производство яиц в Беларуси [Электронный ресурс] / Инфографика. Белта. – Режим доступа: <https://www.belta.by/infographica/view/proizvodstv-o-jajts-v-belarusi-16202/>. – Дата доступа: 20.12.2020.
2. Proizvodstvo yaic v Belarusi [Elektronnyj resurs] / Infografika. Belta [*Egg production in Belarus*]. – Rezhim dostupa: <https://www.belta.by/infographica/view/proizvodstv-o-jajts-v-belarusi-16202/> – Data dostupa: 20.12.2020.
3. Проблемы и перспективы развития птицеводства в Республике Беларусь /
3. Problemy i perspektivy razvitiya pticevodstva v Respublike Belarus' [*Problems and prospects for*

Е. В. Михаленок // Беларусь в современном мире : материалы VIII Междунар. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 5 мая 2015 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. Гос. Техн. Ун-т им. П. О. Сухого, Гомел. Епархия Белорус. Православ. Церкви ; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2015. – С. 155–158.

4. Тутельян В. А. К вопросу коррекции дефицита микронутриентов с целью улучшения питания и здоровья детского и взрослого населения на пороге третьего тысячелетия / В. А. Тутельян // Вопросы питания. – 2000. – № 4. – С. 6–7.

5. Штеле, А.Л. Куриное яйцо и мясо бройлеров – основной источник полноценного белка / А.Л. Штеле // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 8. – С 39–41.

6. Химический состав российских пищевых продуктов : справочник / Ин-т питания Рос. акад. мед. наук ; под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М. : ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

7. Химический состав пищевых продуктов : справочник / под ред. И. М. Скурихина, М. Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1987. – Кн. 2 : Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов. – 360 с.

8. Экспертиза мяса птицы, яиц и продуктов их переработки. Качество и безопасность: учеб.-справ. пособие / В.М. Позняковский, О.А. Рязанова, К.Я. Мотовилов; под общ. ред. В.М. Позняковского. – Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2005. – 216 с.

9. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов : учебник / Л. В. Антипова, И. А. Глотова, И. А. Рогов ; ред. Н. В. Куркина. – М. : Колос, 2001. – 571 с.

10. Липатов, Н.Н. Формализованный анализ аминокислотной сбалансированности сырья, перспективного для проектирования продуктов детского питания с задаваемой пищевой адекватностью / Н.Н. Липатов, Г.Ю. Сажин, О.Н. Башкиров // Хранение и переработка сельхозсырья, 2001. – № 8. – С. 11–14.

11. Stefanova, I. L. The changes in the amino and fatty acid profiles in the semifinished foodstuffs based on broiler meat and components of chicken eggs after different types of thermal treatment /

the development of poultry farming in the Republic of Belarus] / E. V. Mihalenok // Belarus' v sovremennom mire : materialy VIII Mezhdunar. nauch. konf. studentov, aspirantov i molodyh uchenykh, Gomel', 5 maya 2015 g. / M-vo obrazovaniya Resp. Belarus', Gomel. Gos. Tekhn. Un-t im. P. O. Suhogo, Gomel. Eparhiya Belorus. Pravoslav. Cerkvi ; pod obshch. red. V. V. Kirienko. – Gomel' : GGTU im. P. O. Suhogo, 2015. – S. 155–158.

4. Tutel'yan V. A. K voprosu korrektsii defitsita mikronutrientov s cel'yu uluchsheniya pitaniya i zdorov'ya detskogo i vzroslogo naseleniya na poroge tret'ego tysyacheletiya [On the issue of correcting micronutrient deficiencies in order to improve nutrition and health of children and adults on the threshold of the third millennium]/ V. A. Tutel'yan // Voprosy pitaniya. – 2000. – № 4. – S. 6–7.

5. SHtele, A.L. Kurinoe yajco i myaso brojlerov – osnovnoj istochnik polnocennogo belka [Chicken eggs and broiler meat are the main source of complete protein] / A.L. SHtele // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2006. – № 8. – S 39–41.

6. Himicheskij sostav rossijskih pishchevyh produktov : spravochnik [Chemical composition of Russian food products] / In-t pitaniya Ros. akad. med. nauk ; pod red. I. M. Skurihina, V. A. Tutel'jana. – M. : DeLi print, 2002. – 236 s.

7. Himicheskij sostav pishchevyh produktov : spravochnik [Chemical composition of food] / pod red. I. M. Skurihina, M. N. Volgareva. – 2-e izd., pererab. i dop. – M. : Agropromizdat, 1987. – Kn. 2 : Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnykh kislot makro- i mikroelementov, organicheskikh kislot i uglevodov. – 360 s.

8. Ekspertiza myasa pticy, yaic i produktov ih pererabotki. Kachestvo i bezopasnost': ucheb.-sprav. posobie [Examination of poultry meat, eggs and products of their processing. Quality and safety] / V.M. Poznyakovskij, O.A. Ryazanova, K.YA. Motovilov; pod obshch. red. V.M. Poznyakovskogo. – Novosibirsk: Sib. univ. izd-vo, 2005. – 216 s.

9. Antipova, L.V. Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov : uchebnik [Research methods for meat and meat products] / L. V. Antipova, I. A. Glotova, I. A. Rogov ; red. N. V. Kurkina. – M. : Kolos, 2001. – 571 s.

10. Lipatov, N.N. Formalizovannyj analiz amino- i zhirkislotnoj sbalansirovannosti syr'ya, perspektivnogo dlya proektirovaniya produktov detskogo pitaniya s zadavaemoj pishchevoj adekvatnost'yu [Formalized analysis of amino and fatty acid balance of raw materials, promising for the design of baby food products with specified food adequacy] / N.N. Lipatov, G.YU. Sazhinov, O.N. Bashkirov // Hranenie i pererabotka sel'hozsyrya, 2001. – № 8. – S. 11–14.

- I. L. Stefanova, L.V. Shakhnazarova, A.Yu. Klimenkova, I.M. Sorokina // Theory and practice of meat processing. – 2020. – vol.5. – № 3. – P. 22–27.
12. Румянцев, Е.В. Химические основы жизни / Е.В. Румянцев, Е.В. Антипа, Ю.В. Чистяков. – М.: Химия, КолосС, 2007. – 560 с.
13. Кардиология: Руководство для врачей / под ред. Р.Г. Оганова и И.Г. Фоминой. – М.: Медицина. – 2004. – 848 с.
14. Остапенко, Л.А. Аминокислоты – строительный материал жизни [Электронный ресурс] / ЛитМир электронная библиотека. – Режим доступа: <https://www.litmir.me/br/?b=119808&p=1>. – Дата доступа: 20.09.2020.
15. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation (WHO technical report series ; no. 935). – World Health Organization 2007. – 284 p.
16. Мелешченя, А.В. Основные принципы создания мясных продуктов функционального назначения для питания учащейся молодежи и людей, занимающихся умственным трудом: монография / А.В. Мелешченя, С.А. Гордынец, Т.А. Савельева, И.В. Калтович. – Минск: РУП «Институт мясо-молочной промышленности», 2017. – 161 с.
17. FAO/UNU Expert Consultation. Protein Quality Evaluation. Food and Agricultural Organization of the United Nations, FAO Food and Nutrition Paper 51. Rome. – 1990.
18. FAO/UNU Expert Consultation. Energy and Protein Requirements. Technical Report Series 724 // World Health Organization, Geneva. – 1985.
12. Romyancev, E.V. Himicheskie osnovy zhizni [*The chemical basis of life*] / E.V. Romyancev, E.V. Antina, YU.V. Chistyakov. – M.: Himiya, KolosS, 2007. – 560 s.
13. Kardiologiya: Rukovodstvo dlya vrachej [*Cardiology: A Guide for Physicians*] / pod red. R.G. Oganova i I.G. Fominoj. – M.: Medicina. – 2004. – 848 s.
14. Ostapenko, L.A. Aminokisloty – stroitel'nyj material zhizni [Elektronnyj resurs] / LitMir elektronnaya biblioteka [*Amino acids are the building blocks of life*]. – Rezhim dostupa: <https://www.litmir.me/br/?b=119808&p=1>. – Data dostupa: 20.09.2020.
16. Meleshchenya, A.V. Osnovnye principy sozdaniya myasnyh produktov funkcional'nogo naznacheniya dlya pitaniya uchashchejsya molodezhi i lyudej, zanimayushchihsya umstvennym trudom: monografiya [*Basic principles of creating functional meat products for nutrition of students and people engaged in mental work: monograph*] / A.V. Meleshchenya, S.A. Gordynec, T.A. Savel'eva, I.V. Kaltovich. – Minsk: RUP «Institut myasomolochnoj promyshlennosti», 2017. – 161 s.