
ТЕХНОЛОГИЯ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 637.5.05

Поступила в редакцию 30 марта 2022 года

<https://doi.org/10.47612/2220-8755-2021-16-140-147>

*О.Г. Ходорева, К.А. Марченко, С.А. Гордынец, к.с.-х.н.
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

СУБПРОДУКТЫ ГОВЯЖЬИ: АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ БЕЛКА

*O. Khodoreva, K. Marchenko, S. Gordynets
Institute for Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

BEEF BY-PRODUCTS: AMINO ACID COMPOSITION AND PROTEIN BALANCE

e-mail: stanmeat@mail.ru, k.a.marchenko@mail.ru, otmp210@mail.ru

Представлены результаты исследований по определению содержания белка и его аминокислотного состава для говяжьих субпродуктов различного морфологического строения (печень, сердце, мозги, почки, легкие, хвосты, рубец с сеткой, губы, ноги), а также сравнительный анализ с говядиной. Проведены расчеты аминокислотного сгора и других коэффициентов и критериев биологической ценности белка (индекса незаменимых аминокислот, коэффициента утилитарности аминокислотного состава, показателя сопоставимой избыточности).

The results of studies on determination of protein content and its amino acid composition for beef by-products of different morphological structure (liver, heart, brains, kidneys, lungs, tails, tripe, lips, legs), as well as comparative analysis with beef are presented. Calculations of amino acid rate and other coefficients and criteria of biological value of protein (index of essential amino acids, utility coefficient of amino acid composition, index of comparable redundancy) were carried out.

Ключевые слова: субпродукты говяжьей; животный белок; аминокислотный состав; сбалансированность; биологическая ценность.

Key words: beef by-products; animal protein; amino acid composition; balance; biological value.

Введение. В условиях сложившейся в последнее время нестабильной экономической ситуации одной из основных задач, стоящих перед мясоперерабатывающей промышленностью, является обеспечение всех слоев населения доступной мясной продукцией, характеризующейся высокими потребительскими свойствами и биологической ценностью.

Перспективным направлением в решении поставленной задачи является повышение эффективности использования на пищевые цели имеющихся всех белоксодержащих ресурсов, получаемых при переработке скота, поскольку белок является одним из важнейших и наиболее дефицитных пищевых компонентов.

Субпродукты, как побочные продукты убоя скота, содержат значительные ресурсы животного белка и занимают достаточно высокую долю в объемах производства. Так, объем производства субпродуктов сельскохозяйственных животных мясоперерабатывающими предприятиями Республики Беларусь за 2020 г. в натуральном выражении составил 84749 тонн (по данным Национального статистического комитета Республики Беларусь). Однако, несмотря на высокое содержание белка в субпродуктах, уровень их биологической ценности варьируется в

зависимости от вида животного, наименования субпродукта и его анатомической принадлежности. Проведенный обзор литературы показал, что имеющиеся данные по аминокислотному составу и сбалансированности субпродуктов, на которые опираются исследователи, представляют собой результаты исследований более чем двадцатилетней давности. В связи с изменениями технологий выращивания и откорма скота, развитием селекции, пересмотром формулы идеального белка и т.д., для установления возможности применения говяжьих субпродуктов при изготовлении мясной продукции с высокими потребительскими характеристиками актуальным является изучение их аминокислотного состава и сбалансированности.

Материалы и методы исследований.

В качестве *материалов* исследований в работе использована информация ряда доступных литературных источников [1-5].

Проведение лабораторных испытаний осуществляли с использованием следующих *методов* исследований:

- массовая доля белка по ГОСТ 25011-2017,
- аминокислотный состав с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000.

Определение аминокислотного сора и других коэффициентов и критериев биологической ценности белка – *методом* расчета на основании результатов лабораторных исследований.

Расчет индекса незаменимых аминокислот (*ИНАК*), аминокислотного сора (*АС*, %), коэффициента утилитарности для каждой незаменимой аминокислоты (α), обобщающего коэффициента утилитарности аминокислотного состава (*U*), показателя сопоставимой избыточности (*G*) осуществляли по формулам, изложенным в [1].

Объекты исследований. Принимая во внимание тот факт, что субпродукты характеризуются высокой степенью неоднородности и специфичности, в ходе выполнения работы проводилась оценка биологической ценности говяжьих субпродуктов различного анатомического происхождения и морфологического строения, определяемого выполняемыми при жизни животного функциями, а именно:

- мякотных субпродуктов (печень, сердце, мозги, почки, легкие);
- мясокостных субпродуктов (хвосты);
- слизистых субпродуктов (рубец с сеткой);
- шерстных субпродуктов (губы, ноги).

Кроме того, с целью осуществления сравнительного анализа мяса и субпродуктов проведена оценка пищевой и биологической ценности говядины (тазобедренной части).

Результаты и их обсуждение. При оценке уровня биологической ценности продукции мясной промышленности первоочередное значение имеют белковые компоненты. При этом представляет важность как количественный, так и качественный состав белка.

Как известно, по химической природе белки представляют собой высокомолекулярные азотсодержащие соединения органической природы, структурными элементами которых являются аминокислоты. При поступлении белка с пищей в организм человека, он распадается до аминокислот, из которых самим организмом синтезируются белки, характерные для организма человека, т.е. поступающие аминокислоты необходимы для синтеза белка в организме [2, 3]. Таким образом, основная функция белка в питании – снабжение организма необходимым количеством аминокислот.

Аминокислоты делятся на те, которые не могут быть синтезированы организмом (незаменимые или эссенциальные), и те, которые организм может синтезировать (заменимые или неэссенциальные). Для организма человека важны оба типа аминокислот – как незаменимые, так и заменимые. Заменимые аминокислоты

могут синтезироваться в организме, однако за счет эндогенного синтеза обеспечиваются только минимальные потребности организма, в связи с чем удовлетворение потребности в них должно в основном осуществляться за счет их поступления в пищу.

В таблице 1 представлены результаты лабораторных исследований по определению содержания белка в исследуемых образцах говяжьих субпродуктов и говядине, а также содержания незаменимых и заменимых аминокислот.

Анализ содержания отдельных незаменимых аминокислот в 100 г продукта показывает, что по содержанию:

- *изолейцина* – наиболее приближены к говядине (771,6 г/100г) такие субпродукты, как печень (860,8 г/100г), сердце (744,3 г/100г) и рубец с сеткой (810,3 г/100г). Наибольшее содержание наблюдается в губах и превышает содержание в говядине на 33%. В остальных субпродуктах содержание изолейцина ниже, чем в говядине на 15–79%, причем наименьшее содержание в хвосте (ниже в 4,8 раза).

- *лейцина* – такие субпродукты как печень, сердце, рубец с сеткой и губы превосходят говядину на 1–15%. Наиболее низкое содержание в хвосте (ниже, чем в говядине в 4,7 раза). В остальных субпродуктах содержание лейцина ниже, чем в говядине на 15–34%.

- *лизина* – превышение (на 8%) лишь в губах говяжьих по сравнению с говядиной, в сердце практически на одном уровне с говядиной (1550,5 и 1552,6 г/100г соответственно), печень, рубец с сеткой и ноги немного уступают (на 8, 12 и 27% соответственно). В остальных субпродуктах содержание лизина существенно ниже, чем в говядине (в 1,6–2,7 раза).

- *метионина и цистеина** (серосодержащих аминокислот) – сопоставимы с говядиной печень, сердце и мозги (различие не более 2,7%). Рубец с сеткой, почки и губы по содержанию метионина и цистеина уступают говядине на 14–29%. Ноги и хвост характеризуются очень низким уровнем содержания серосодержащих аминокислот (ниже, чем в говядине в 4–7 раз).

- *фенилаланина и тирозина* – немного выше (на 3%) содержание лишь в губах в сравнении с говядиной. Содержание в печени, сердце, рубце с сеткой и почках незначительно уступает их содержанию в говядине (на 5, 8 и 7% соответственно). В остальных субпродуктах содержание существенно ниже, чем в говядине (на 19–50%), самое низкое – в хвосте (ниже в 5,4 раза).











- *треонина* – рубец с сеткой и губы говяжьих превосходят говядину на 28 и 13% соответственно, сердце наиболее приближено к говядине (уступает менее чем на 5%). Остальные наименования субпродуктов в разной степени уступают говядине (на 16–65%), причем наименьшим содержанием характеризуется хвост.

- *валина* – большинство субпродуктов (печень, рубец с сеткой, легкие и губы) характеризуются высоким содержанием валина, превышающим содержание в образце говядины на 15–54%. Сердце, почки и ноги уступают говядине в меньшей степени (на 14, 7 и 22% соответственно), мозги и хвост в большей степени (на 37–55%).

- *гистидина* – высоким уровнем по отношению к говядине характеризуются такие субпродукты, как мозги (выше на 86%), сердце (выше на 37%), почки (выше на 7%), губы (выше на 4%). Низким уровнем содержания гистидина отличаются легкие (ниже в 3,3 раза), ноги (ниже в 7,2 раза), хвост (ниже в 6,6 раз).

- *триптофана* – печень превосходит говядину на 18%. Сердце, рубец с сеткой, почки и легкие уступают говядине по содержанию триптофана на 13–33%, мозги уступают в большей степени – на 53%.

Таблица 1 – Содержание белка и аминокислот в 100 г исследуемых субпродуктов говяжьих и говядины

Наименование показателя	Говядина	Печень	Сердце	Рубец с сеткой	Мозги	Почки	Легкие	Губы	Ноги	Хвост
Внешний вид (фото)										
Содержание белка, г/100 г продукта	20,1	18,7	16,8	20,8	11,1	13,2	16,0	22,8	25,9	13,5
Содержание незаменимых аминокислот (НАК), мг/100 г продукта										
Изолейцин	771,6	860,8	744,3	810,3	492,0	656,8	557,9	1025,9	416,5	159,4
Лейцин	1518,8	1551,0	1532,4	1738,5	1043,6	1289,0	1282,2	1748,7	998,6	324,3
Лизин	1552,6	1436,2	1550,5	1364,7	835,9	946,5	766,0	1683,2	1139,1	567,7
Метионин + цистеин	314,4	312,0	312,2	239,5	305,8	235,6	269,4	224,5	71,6	42,6
Фенилаланин + тирозин	1332,9	1264,5	1227,4	1238,2	795,9	1073,8	975,1	1374,1	665,3	247,1
Треонин	796,9	659,9	758,7	1021,9	553,2	673,2	473,4	898,8	542,9	281,0
Валин	938,8	1444,8	808,4	1207,2	595,2	871,7	1078,2	1175,4	729,7	425,8
Гистидин	415,0	347,6	568,8	409,6	770,6	444,1	125,7	431,3	57,7	62,7
Триптофан	222,0	263,0	194,0	156,0	103,0	164,0	148,0	н/д	н/д	н/д
Содержание заменимых аминокислот (ЗАК), мг/100 г продукта										
Аспарагиновая кислота	1632,6	1540,9	949,0	1572,0	1273,7	807,7	1234,4	1575,6	760,7	331,6
Глютаминовая кислота	2877,6	2047,4	1967,7	3092,6	1463,7	1763,1	1964,1	3683,7	1610,9	967,3
Серин	904,1	536,9	564,0	839,2	459,4	646,5	613,6	970,8	645,0	416,9
Глицин	845,3	975,0	687,2	1657,7	481,2	962,0	1771,1	1369,4	8227,6	2456,7
Аргинин	1033,2	1349,3	537,9	730,7	670,3	691,9	676,5	1241,3	2005,5	908,5
Аланин	856,9	886,2	846,2	1029,9	616,5	701,8	970,9	1050,7	2523,1	1019,2
Пролин	1116,6	1200,6	974,9	1824,7	751,3	887,5	1433,7	1362,1	3994,5	1571,2
Примечание: «н/д» – нет данных.										

Источник данных: собственная разработка, за исключением содержания триптофана – данные литературных источников [4].

Содержание метионина и цистеина, фенилаланина и тирозина определяется в сумме, так как организм человека может получать из метионина – цистеин, из фенилаланина – тирозин.

Поэтому при недостаточном содержании в потребляемом белке цистеина [тирозина] потребность организма в метионине [фенилаланине] увеличивается, а при недостаточном содержании – значительно уменьшается. Цистеин и тирозин являются заменимыми лишь при условии достаточного поступления с пищей метионина и фенилаланина соответственно [3].

Анализ содержания заменимых аминокислот (ЗАК) показывает, что самое высокое их содержание, в том числе по отношению к говядине, наблюдается в следующих субпродуктах (в порядке убывания): ноги, губы и рубец с сеткой. При этом, существенное превышение количества ЗАК обусловлено: в ногах – в первую очередь высоким содержанием глицина (превышает все остальные образцы в 3,3–17 раз), а также аргинина (в 1,5–3,7 раза), аланина (в 2,4–4,1 раза) и пролина (в 2,2–5,3 раз); в губах и рубце с сеткой – высоким содержанием глютаминовой кислоты.

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

Таким образом, биологическая ценность белков зависит не только от содержания в них НАК, но и от их соотношения.

Наиболее часто применяемой методикой оценки биологической ценности белка является расчет специального показателя – аминокислотного сора (АС). Эта методика предусматривает оценку путем сравнения аминокислотного состава исследуемого продукта и эталонного белка.

Показатель АС устанавливает предельно возможный уровень использования азота данного вида белка для пластических целей (в качестве пластического материала – строительных блоков в процессе биосинтеза белков у человека, обеспечивая их постоянное возобновление и кругооборот). Избыток других аминокислот будет использоваться как источник неспецифического азота либо для энергетических целей.

Эталонный белок представляет собой теоретический белок, идеально сбалансированный по аминокислотному составу, который полностью удовлетворяет потребности человека в незаменимых аминокислотах. Аминокислотную формулу эталонного белка периодически пересматривают на международных собраниях экспертов ФАО/ВОЗ с учетом совершенствования медико-биологических исследований, накопления статистического материала и развития нутрициологии. Наиболее актуальные данные приведены в докладе консультации экспертов ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН) за 2011 год, опубликованном в 2013 году [5, 6].

В таблице 2 представлены: аминокислотный состав эталонного белка, результаты лабораторных исследований по содержанию незаменимых аминокислот в пересчете на 100 г белка и результаты расчетов аминокислотных скоров незаменимых аминокислот различных субпродуктов говяжьих и говядины.

Таблица 2 – Аминокислотный скор субпродуктов говяжьих и говядины

Наименование мясного сырья	Наименование НАК																		Сумма НАК, мг/100г белка	Лимитирующая НАК (1-я), скор, %
	Изолейцин		Лейцин		Лизин		Метионин + цистеин (мет+цис)		Фенилаланин + тирозин		Треонин		Валин		Гистидин		Триптофан			
	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %	мг/100г белка	Скор, %		
Эталон, рекомендуемый ФАО для взрослых, 2011 [5,6]	3,0	-	6,1	-	4,8	-	2,3	-	4,1	-	2,5	-	4,0	-	1,6	-	0,66	-	29,06	-
Говядина	3,84	128,0	7,56	123,9	7,72	160,9	1,56	68,0	6,63	161,7	3,96	158,6	4,67	116,8	2,06	129,0	1,10	167,3	39,12	Мет+цис, 68,0
Печень	4,60	153,4	8,29	136,0	7,68	160,0	1,67	72,5	6,76	164,9	3,53	141,2	7,73	193,2	1,86	116,2	1,41	213,1	43,53	Мет+цис, 72,5
Сердце	4,43	147,7	9,12	149,5	9,23	192,3	1,86	80,8	7,31	178,2	4,52	180,6	4,81	120,3	3,39	211,6	1,15	175,0	45,81	Мет+цис, 80,8
Рубец с сеткой	3,90	129,9	8,36	137,0	6,56	136,7	1,15	50,1	5,95	145,2	4,91	196,5	5,80	145,1	1,97	123,1	0,75	113,6	39,36	Мет+цис, 50,1
Мозги	4,43	147,7	9,40	154,1	7,53	156,9	2,75	119,8	7,17	174,9	4,98	199,4	5,36	134,1	6,94	433,9	0,93	140,6	49,51	-
Почки	4,98	165,9	9,77	160,1	7,17	149,4	1,78	77,6	8,13	198,4	5,10	204,0	6,60	165,1	3,36	210,3	1,24	188,2	48,14	Мет+цис, 77,6
Легкие	3,49	116,2	8,01	131,4	4,79	99,7	1,68	73,2	6,09	148,6	2,96	118,4	6,74	168,5	0,79	49,1	0,93	140,2	35,47	Гистидин, 49,1
Губы	4,50	150,0	7,67	125,7	7,38	153,8	0,98	42,8	6,03	147,0	3,94	157,7	5,16	128,9	1,89	118,2	н/д		37,55	Мет+цис, 42,8
Ноги	1,61	53,6	3,86	63,2	4,40	91,6	0,28	12,0	2,57	62,7	2,10	83,8	2,82	70,4	0,22	13,9	н/д		17,84	Мет+цис, 12,0
Хвост	1,18	39,4	2,40	39,4	4,21	87,6	0,32	13,7	1,83	44,6	2,08	83,3	3,15	78,9	0,46	29,0	н/д		15,63	Мет+цис, 13,7

Источник данных: собственная разработка, за исключением триптофана – расчет на основании данных литературных источников.

Исходя из полученных результатов (таблица 2) определено, что сумма НАК в 100 г белка практически всех образцов субпродуктов, за исключением ног и хвоста, превышает их сумму в 100 г эталонного белка на 22 –70%.

Установлено, что аминокислотный скор:

- для мозгов – не лимитирован, т.е. отсутствуют незаменимые аминокислоты, лимитирующие биологическую ценность;

- для печени, сердца, рубца, почек, губ – лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистеина (72,5%, 80,8%, 50,1%, 77,6%, 42,8% соответственно);

- для легких – лимитирован по гистидину (49,1%), также лимитирующими являются лизин и серосодержащие аминокислоты;

- для ног и хвоста – лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистеина (12,0 и 13,7% соответственно), при этом лимитирующими являются все незаменимые аминокислоты.

Установлено, что по аминокислотной сбалансированности белка лучшими показателями характеризуются мозги (не лимитированы), сердце (80,8%), почки (77,6%) и печень (72,5%) – они превосходят говядину (68,0%). Легкие, рубец с сеткой и губы сбалансированы по аминокислотному составу на уровне 42,8 –50,1%, при этом уступают говядине, что связано с более низким содержанием в их белке серосодержащих аминокислот (в рубце и губах) и гистидина (в легких). Ноги и хвост отличаются довольно низким уровнем сбалансированности аминокислотного состава, что свидетельствует об их меньшей биологической ценности по отношению к остальным видам субпродуктов и говядине.

В таблице 3 представлены данные по расчету дополнительных критериев аминокислотной сбалансированности белка субпродуктов говяжьих и говядины.

Таблица 3 – Аминокислотная сбалансированность белков субпродуктов говяжьих и говядины

Наименование мясного сырья	Наименование показателя												
	Индекс незаменимых аминокислот (ИНАК)	Коэффициент утилитарности для каждой незаменимой аминокислоты (α_j)									Коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U)	Показатель сопоставимой избыточности (G)	
		Изолейцин	Лейцин	Лизин	Метионин + цистеин	Фенилаланин + тирозин	Треонин	Валин	Гистидин	Триптофан			
Эталон	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Говядина	3,35	0,53	0,55	0,42	1,00	0,42	0,43	0,58	0,53	0,41	0,51	0,28	0,28
Печень	5,19	0,47	0,53	0,45	1,00	0,44	0,51	0,38	0,62	0,34	0,48	0,31	0,31
Сердце	7,01	0,55	0,54	0,42	1,00	0,45	0,45	0,67	0,38	0,46	0,51	0,28	0,28
Рубец с сеткой	2,66	0,39	0,37	0,37	1,00	0,34	0,25	0,35	0,41	0,44	0,37	0,50	0,50
Мозги	11,05	0,81	0,78	0,76	1,00	0,68	0,60	0,89	0,28	0,85	0,70	0,12	0,12
Почки	9,02	0,47	0,48	0,52	1,00	0,39	0,38	0,47	0,37	0,41	0,47	0,33	0,33
Легкие	1,51	0,42	0,37	0,49	0,67	0,33	0,41	0,29	1,00	0,35	0,40	0,43	0,43
Губы	2,09	0,29	0,34	0,28	1,00	0,29	0,27	0,33	0,36	н/д	0,32	0,59	0,59
Ноги	0,044	0,22	0,19	0,13	1,00	0,19	0,14	0,17	0,86	н/д	0,19	1,20	1,20
Хвост	0,040	0,35	0,35	0,16	1,00	0,31	0,16	0,17	0,47	н/д	0,25	0,86	0,86

Источник данных: собственная разработка.

Кроме определения аминокислотного сора (АС), для характеристики биологической ценности белка в ряде литературных источников применяются и другие дополнительные показатели и критерии, такие как – индекс незаменимых

аминокислот (ИНАК), коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U) и показатель сопоставимой избыточности (G). Как свидетельствуют данные таблицы 3, по индексу незаменимых аминокислот субпродукты, за исключением ног и хвоста, превышают эталон на 1,09-10,05, что позволяет судить об исследуемом белке как о «хорошем». Индекс незаменимых аминокислот для «идеального» белка равен 1, для неполноценного белка равен 0.

По значениям коэффициента утилитарности аминокислотного состава и показателя сопоставимой избыточности наиболее высокие значения, приближенные к эталону (U=1, G=0) и говядине (U=0,51, G=0,28), имеют сердце, печень, мозги и почки (U=0,48-0,70, G=0,12-0,31), что свидетельствует о том, что незаменимые аминокислоты белка в них лучше сбалансированы в сравнении с остальными наименованиями субпродуктов и, соответственно, рациональнее могут быть использованы организмом.

Заключение. Проведенные исследования субпродуктов говяжьих в части их аминокислотного состава и сбалансированности свидетельствуют о широких возможностях использования субпродуктов при производстве мясной продукции, обладающей высокой биологической ценностью и относительно невысокой себестоимостью, при соблюдении принципов взаимосбалансирования и комбинирования рецептурных компонентов.

Список использованных источников

1. Рогов, И.А. Химия пищи. Принципы формирования качества мясopодуктов / И.А. Рогов, А.И. Жаринов, М.П. Воякин. – СПб.: Издательство РАПП, 2008. – 340 с.
1. Rogov, I.A. Himija pishhi. Principy formirovanija kachestva mjasoproduktov [Food chemistry. Principles of meat products quality formation] / I.A. Rogov, A.I. Zharinov, M.P. Vojakin. – SPb.: Izdatel'stvo RAPP, 2008. – 340 s.
2. Зверев, С.В. Балансировка пищевых композиций по профилю идеального белка в системе персонализированного питания / С.В. Зверев, В.И. Карпов // Товаровед продовольственных товаров. – 2021. – №1. – С.73-78
2. Zverev, S.V. Balansirovka pishhevych kompozicij po profilju ideal'nogo belka v sisteme personificirovannogo pitaniya [Balancing food compositions according to the complete protein profile in a personalized nutrition system] / S.V. Zverev, V.I. Karpov // Tovaroved prodovol'stvennyh tovarov. – 2021. – №1. – S.73-78
3. Молчанова, Е.Н. Оценка качества и значение пищевых белков / Е.Н. Молчанова, Г.М. Сулянок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – №1. – С.16-22
3. Molchanova, E.N. Ocenka kachestva i znachenie pishhevych belkov [Assessment of the quality and significance of food proteins] / E.N. Molchanova, G.M. Susljanok // Hranenie i pererabotka sel'hozsyry'a. – 2013. – №1. – S.16-22
4. Национальная база данных продуктов питания (FoodData Central), созданная Министерством сельского хозяйства США (USDA). [Электронный ресурс]. – URL: <https://fdc.nal.usda.gov> (дата обращения: 23.11.2021)
4. Nacional'naja baza dannyh produktov pitaniya (FoodData Central), sozdannaja Ministerstvom sel'skogo hozjajstva SShA (USDA). [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://fdc.nal.usda.gov> (data obrashhenija: 23.11.2021)
5. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 p.
5. Dietary protein quality evaluation in human nutrition: Report of FAO Expert Consultation. – Rome: FAO, 2013. – 66 p.
6. Махинько, В. Н. Изменение представлений об аминокислотной формуле идеального белка / В. Н. Махинько, М. А. Прищепчук // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сборник научных статей по материалам XX Международной научно-практической конференции. – Гродно : ГГАУ, 2017. – С. 102–104 [Электронный ресурс]. – URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/25343> (дата обращения: 28.05.2021)
6. Mahin'ko, V. N. Izmenenie predstavlenij ob aminokislotnoj formule ideal'nogo belka [Changing ideas about the amino acid formula of an ideal protein] / V. N. Mahin'ko, M. A. Prishhepchuk // Sovremennye tehnologii sel'skohozjajstvennogo proizvodstva : sbornik nauchnyh statej po materialam HH Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Grodno : GGAU, 2017. – S. 102–104 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://dspace.nuft.edu.ua/jspui/handle/123456789/25343> (data obrashhenija: 28.05.2021)