ISSN 1817-7204(Print)
ISSN 1817-7239(Online)

ПЕРАПРАЦОЎКА І ЗАХАВАННЕ СЕЛЬСКАГАСПАДАРЧАЙ ПРАДУКЦЫІ

PROCESSING AND STORAGE OF AGRICULTURAL PRODUCTION

УДК 637.5.045
https://doi.org/10.29235/1817-7204-2018-56-4-492-503

Поступила в редакцию 06.06.2018
Received 06.06.2018

А. В. Мелещеня, Т. А. Савельева, С. А. Гордынец, И. В. Калтович

Институт мясо-молочной промышленности, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ И СБАЛАНСИРОВАННОСТЬ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ

Аннотация: Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является коллагенсодержащее сырье: свиная шкурка, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, коллагенсодержащие субпродукты и др., которые могут применяться в составе белково-жировых эмульсий. Коллагеновые эмульсии обладают широким комплексом функциональных свойств: влаго- и жироудерживающей, пено- и гелеобразующей способностями, эмульгирующей активностью, являются активными стабилизаторами пен, эмульсий и дисперсий, благодаря чему могут быть использованы в качестве технологической добавки в мясоперерабатывающей промышленности. Поэтому важнейшей задачей в технологическом процессе является полное использование коллагенсодержащего сырья с максимальной реализацией его свойств. В статье представлены результаты исследований по определению аминокислотного состава и сбалансированности коллагенсодержащего сырья: свиной шкурки, сухожилий говяжьих, легких, рубца, губ и ушей говяжьих, ушей свиных, вымени, селезенки, книжки, шкурки, голов, ног, гребня, желудка и кишок птицы. Установлено, что в составе коллагенсодержащего сырья содержатся все незаменимые аминокислоты: изолейцин, лейцин, лизин, метионин и цистеин, фенилаланин и тирозин, треонин, валин, аминокислотные скоры которых находятся в диапазоне 17,1–185,0 %. В то же время более сбалансированным аминокислотным составом по сравнению с другими видами коллагенсодержащего сырья отличаются: свиная шкурка, вымя, губы и трахея говяжьи, кудрявка свиная, книжка, рубец говяжий, лёгкие, селезенка, о чем свидетельствуют высокие значения аминокислотных скоров (до 185 %), индекса незаменимых аминокислот (до 1,1), коэффицие нта утилитарности аминокислотного состава (до 0,84), а также приближенные к оптимальному значения показателя сопоставимой избыточности (0,0007–0,0043). Результаты исследований подтверждают перспективность комбинирования мышечных и соединительнотканных белков в рецептурах мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности.

Ключевые слова: коллагенсодержащее сырье, незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор, индекс незаменимых аминокислот, коэффициент утилитарности аминокислотного состава, показатель сопоставимой избыточности

Для цитирования: Аминокислотный состав и сбалансированность коллагенсодержащего сырья / А. В. Мелещеня, Т. А. Савельева, С. А. Гордынец, И. В. Калтович // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2018. – Т. 56, № 4. – С. 492–503. https://doi.org/10.29235/1817-7204-2018-56-4-492-503

A. V. Meleshchenya, T. A. Savelyeva, S. A. Gordynets, I. V. Kaltovich

The Institute for Meat and Dairy Industry, the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

AMINO-ACID COMPOSITION AND BALANCE OF COLLAGEN CONTAINING RAW MATERIALS

Abstract: A prospective source of additional food protein in the meat industry is collagen-containing raw materials: pork skin, connective tissue obtained at meat trimming, collagen-containing by-products, etc., which can be used as part of protein-and-fat emulsions. Collagen emulsions have a wide range of functional properties: moisture and fat retention, foam and gelling abilities, emulsifying activity, active foam, emulsions and dispersions stabilizers, so they can be used as a technological additive in the meat industry. Therefore, the most important task in the process is the complete use of collagen-containing raw materials with the maximum implementation of its properties. The paper presents the results of studies on determining the amino acid composition and balance of collagen-containing raw materials: pork skin, beef tendons, lungs, rumen, beef

lips and ears, pork ears, udder, spleen, omasum, skin, head, feet, caruncle, stomach and intestines of poultry. It was determined that collagen-containing raw material contains all the essential amino acids: isoleucine, leucine, lysine, methionine and cysteine, phenylalanine and tyrosine, threonine, valine with the amino acid count in the range of 17.1–185.0 %. At the same time, a more balanced amino acid composition in comparison with other types of collagen-containing raw materials is shown by: pork skin, udder, beef lips and trachea, chitterlings, omasum, rumen, lungs and spleen as evidenced by high values of amino acid score (up to 185 %), essential amino acid index (up to 1.1), utility factor of the amino acid composition (up to 0.84), as well as the approximate values of the comparable redundancy index (0.0007–0.0043). The research results confirm the prospectiveness of combining muscle and connective tissue proteins in recipes of meat products of high nutritional and biological value.

Keywords: collagen-containing raw materials, essential amino acids, amino acid score, essential amino acid index, amino acid composition utility ratio, comparable redundancy indicator

For citation: Meliaschenya A. V., Saveleva T. A., Gordynets S. A., Kaltovich I. V. Amino-acid composition and balance of collagen containing raw materials. *Vestsi Natsyyanal'nay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series,* 2018, vol. 56, no 3, pp. 492–503 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1817-7204-2018-56-4-492-503

Введение. В настоящее время в мясоперерабатывающей промышленности наметилась тенденция отказа от применения белков растительного происхождения при производстве мясных изделий, при этом особую роль при изготовлении мясопродуктов занимают животные белки. Их содержание в готовом продукте определяет белковую и энергетическую ценность выпускаемых колбасных изделий и полуфабрикатов [1–10].

Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является коллагенсодержащее сырье: свиная и птичья шкурка; соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса; коллагенсодержащие субпродукты, которые могут использоваться в составе белково-жировых эмульсий. Коллагенсодержащее сырье является высокоресурсным, и объемы его производства варьируют от 10,5 до 18,5 % к массе перерабатываемого мяса на кости [11–14].

Использование побочного коллагенсодержащего сырья в составе мясных изделий позволяет не только снизить существующий дефицит пищевого белка, но и способствует расширению ассортимента и увеличению объема выпуска высококачественных продуктов с низкой себестоимостью, а также улучшает экологическое состояние прилегающих территорий мясоперерабатывающих предприятий [14, 15].

Коллаген играет важную роль в организме человека. Он представляет собой фибриллярный белок, формирующий кожу, связки, сухожилия, кости, хрящи, обусловливает их высокие прочностные свойства. Коллаген обладает уникальным аминокислотным составом, содержит около 20 аминокислот, жизненно необходимых для нормального функционирования организма, является одним из немногих белков, содержащих остатки 3- и 4-гидрокиспролина, а также 5-гидроксилизина в значительных количествах, что создает основу для спирализации α-цепей и приобретения особой конформации при биосинтезе, благодаря которой формируется структура в виде трехцепочечной спирали.

Соединительно-тканные белки коллагенсодержащего сырья положительно влияют на соковыделение и двигательную функцию желудка и кишечника, коллаген также является источником натуральных волокон, полезных для здоровья. Кроме того, коллаген выполняет такие жизненно важные функции в организме, как защитная, восстанавливающая, поддерживающая, улучшает эластичность кожи [16–19].

Преимуществом использования коллагенсодержащего сырья в составе мясных изделий является то, что коллаген обладает рядом положительных биологических и функциональных свойств: высокой влагосвязывающей, влагоудерживающей и текстурообразующей способностью. Изменение коллагена при тепловой обработке играет положительную роль, так как после деполимеризации он переваривается лучше, а глютин, переходя в водный раствор, образует питательный бульон, застудневающий при охлаждении и связывающий значительное количество воды.

Из коллагенсодержащего сырья получают белковые стабилизаторы в виде водно-коллагеновых эмульсий, их используют как замену мясного сырья в некоторых видах колбасных изделий. Свиная шкурка в своем составе содержит до 30 % соединительнотканных белков (колла-

гена), поэтому способна создавать белковые гидролизаты (гели) с 5–10-кратным количеством воды [16–20].

Коллагеновые эмульсии обладают широким комплексом функциональных свойств: влаго- и жироудерживающей, пено- и гелеобразующей способностями, эмульгирующей активностью, являются активными стабилизаторами пен, эмульсий и дисперсий, благодаря чему могут быть использованы в качестве технологической добавки в мясоперерабатывающей промышленности как наполнители или сырье при производстве вареных и полукопченых колбас, сарделек, мясных хлебов и рубленых полуфабрикатов. Поэтому важнейшей задачей в технологическом процессе является полное использование коллагенсодержащего сырья с максимальной реализацией его свойств [3–5, 16–20].

В то же время побочное коллагенсодержащее сырье в настоящее время недостаточно востребовано в пищевой индустрии, несмотря на то что составляет значительную долю от общей массы белоксодержащих ресурсов животного происхождения, в связи с малой изученностью отдельных его видов. В связи с вышеизложенным достаточно актуальным вопросом является изучение биологической ценности коллагенсодержащего сырья, а также определение перспектив его использования в составе мясных изделий.

Цель исследований – определение аминокислотного состава и сбалансированности коллагенсодержащего сырья, а также изучение перспектив использования данного сырья в составе мясопродуктов.

Материалы и методы исследований. Исследования проведены в отделе технологий мясных продуктов РУП «Институт мясо-молочной промышленности» в 2018 г. Материалы исследований – биологическая ценность коллагенсодержащего сырья: свиной шкурки, сухожилий говяжьих, лёгких, рубца, губ и ушей говяжьих, ушей свиных, вымени, селезенки, книжки, шкурки, голов, ног, гребня, желудка и кишок птицы. Методы исследований: стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов[1].

Образцы коллагенсодержащего сырья (свиной шкурки) отобраны для определения содержания незаменимых аминокислот на ОАО «Минский мясокомбинат». При расчете показателей биологической ценности (аминокислотных скоров по всем незаменимым аминокислотам, индексов незаменимых аминокислот, коэффициентов утилитарности аминокислотного состава, показателей сопоставимой избыточности и утилитарности незаменимых аминокислот) говяжьих сухожилий, лёгких, рубца, говяжьих губ и ушей, свиных ушей, вымени, селезенки, книжки, шкурки, голов, ног, гребня, желудка и кишок птицы использованы данные справочной литературы по содержанию незаменимых аминокислот в данных видах сырья [1, 2, 10, 14, 21].

Результаты и их обсуждение. Современная наука о питании утверждает, что белок должен удовлетворять потребности организма в аминокислотах (АК) не только по количеству. Эти вещества должны поступать в определенных соотношениях между собой, так как аминокислотный дисбаланс может проявляться в нарушении процессов метаболизма. Показателем, характеризующим биологическую ценность белка, является аминокислотный скор. Результаты расчета аминокислотных скоров незаменимых аминокислот различных видов сырья представлены в табл. 1.

Определено, что аминокислотные скоры отдельных видов коллагенсодержащего сырья по некоторым незаменимым аминокислотам находятся на достаточно высоком уровне:

селезенки – от 170,9 до 185,0 % (по лизину и изолейцину);

лёгких – от 112,0 до 153,3 % (по лейцину, лизину, фенилаланину и тирозину, треонину, валину);

шкурки свиной, рубца, губ говяжьих, книжки – от 105,5 до 154,5 % (по лизину);

кудрявки свиной – от 105,0 до 116,4 % (по лейцину, лизину, фенилаланину и тирозину, треонину);

трахеи – 103,3 % (по фенилаланину и тирозину).

[1] Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М. : Колос, 2001. – 376 с.; Метод по определению аминокислот в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии : МВИ МН 1363–2000, утв. Гл. санитар. врачом Респ. Беларусь 14.07.2000. – Минск : [б. и.], 2000. – 23 с.

Таблица 1. **Аминокислотный скор незаменимых аминокислот различных видов сырья**

Table 1. **Count of essential amino acids for various types of raw materials**

Вид сырья	Изолейцин		Лейцин		Лизин		Метионин + цистеин		Фенилаланин + тирозин		Треонин		Валин		Общее количество АК, г/100 г	Лимитирующая АК, скор, %
	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %	Содержание, г/100 г	Скор, %		
«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ (1973)	4,0	–	7,0	–	5,5	–	3,5	–	6,0	–	4,0	–	5,0	–	35,0	–
Говядина	4,4	110,0	7,5	107,1	8,1	147,3	4,2	120,0	7,9	131,7	4,1	102,5	5,3	106,0	41,5	Нет
Свинина	4,8	120,0	7,6	108,6	8,0	145,5	3,7	102,9	7,4	123,3	4,7	117,5	5,6	112,0	41,8	Нет
Цыплята-бройлеры	3,9	97,5	7,2	102,9	8,7	158,2	3,6	102,9	7,0	116,7	4,5	112,5	4,7	94,0	39,6	Валин, 94,0
Соевый белок	3,1	77,5	4,7	67,1	2,8	50,9	3,1	88,6	7,7	128,3	2,4	60,0	4,5	90,0	28,3	Лизин, 50,9
Легкие	3,7	92,5	8,6	122,9	6,3	114,5	3,2	91,4	9,2	153,3	4,8	120,0	5,6	112,0	41,4	Метионин + цистеин, 91,4
Рубец	3,4	85,0	6,0	85,7	5,8	105,5	2,3	65,7	5,9	98,3	3,5	87,5	3,8	76,0	30,7	Метионин + цистеин, 65,7
Кудрявка	3,9	97,5	7,6	108,6	6,4	116,4	1,7	48,6	6,9	115,0	4,2	105,0	4,7	94,0	35,4	Метионин + цистеин, 48,6
Трахея	3,2	80,0	5,7	81,4	4,3	78,2	2,5	71,4	6,2	103,3	3,8	95,0	4,3	86,0	30,0	Метионин + цистеин,71,4
Уши говяжьи	2,1	52,5	4,2	60,0	4,2	76,4	2,3	65,7	4,0	66,7	2,2	55,0	3,4	68,0	22,4	Изолейцин, 52,5
Губы говяжьи	3,0	75,0	5,7	81,4	6,4	116,4	2,8	80,0	5,6	93,3	3,0	75,0	3,6	72,0	30,1	Валин, 72,0
Книжка	2,9	72,5	5,5	78,6	8,5	154,5	3,3	94,3	5,2	86,7	3,9	97,5	4,3	86,0	33,6	Изолейцин, 72,5
Вымя	2,0	50,0	4,7	67,1	4,9	89,1	2,1	60,0	4,2	70,0	2,9	72,5	4,3	86,0	25,1	Изолейцин, 50,0
Шкурка свиная*	2,4	59,9	4,7	67,2	5,9	108,1	1,1	32,7	3,4	56,6	2,9	72,5	5,0	99,6	25,5	Метионин + цистеин, 32,7
Сухожилия говяжьи	2,4	60,5	4,6	65,4	2,2	39,1	0,6	18,0	4,0	66,8	2,5	62,8	4,3	86,4	20,6	Метионин + цистеин, 18,0
Шкурка птицы	2,0	50,0	3,3	47,1	3,3	60,0	0,6	17,1	3,8	63,1	2,7	67,5	1,5	30,0	17,2	Метионин + цистеин, 17,1
Головы птицы	2,3	57,5	4,3	61,4	4,7	85,5	0,7	20,0	4,2	70,7	2,8	70,0	2,1	42,0	21,1	Метионин + цистеин, 20,0
Ноги птицы	2,0	50,0	3,5	50,0	3,7	67,3	0,8	22,9	4,6	76,4	2,7	67,5	1,7	34,0	19,0	Метионин + цистеин, 22,9
Гребень птицы	1,8	45,0	3,5	50,0	4,1	74,5	0,6	17,1	3,6	60,6	2,4	60,0	1,7	34,0	17,7	Метионин + цистеин, 17,1
Селезенка	7,4	185,0	6,1	87,1	9,4	170,9	3,1	88,6	4,5	75,0	3,3	82,5	4,7	94,0	38,5	Фенилаланин + тирозин, 75,0

* Результаты собственных исследований.

Установлено, что аминокислотный скор лёгких, рубца, трахеи, шкурки свиной, сухожилий говяжьих, шкурки, голов, ног и гребня птицы лимитирован по сумме серосодержащих аминокислот метионина и цистеина (17,1–91,4 %); ушей говяжьих, книжки, вымени – по изолейцину (50,0–72,5 %); губ говяжьих – по валину (72,0 %); селезенки – по фенилаланину и тирозину (75,0 %); в то время как в мясном сырье отсутствуют лимитирующие биологическую ценность незаменимые аминокислоты.

Выявлено, что по сумме незаменимых аминокислот наиболее приближены к говядине и свинине лёгкие (41,4 мг/100 г), которые превосходят мясо цыплят-бройлеров и соевый белок по данному показателю – на 4,6 и 46,3 % соответственно. Содержание незаменимых аминокислот в селезенке приближено к мясу цыплят-бройлеров (38,5 мг/100 г), а в кудрявке свиной, книжке, рубце, губах говяжьих и трахее превосходит соевый белок на 6,0–25,1 %. Установлено, что по сумме незаменимых аминокислот шкурка свиная превышает уши и сухожилия говяжьи, вымя, а также шкурку, головы, ноги и гребень птицы на 1,6–48,3 %.

Установлено, что по содержанию изолейцина лёгкие и кудрявка свиная приближены к мясу цыплят-бройлеров (3,7 и 3,9 г/100 г соответственно), а селезенка превосходит говядину, свинину и мясо цыплят-бройлеров в 1,5–1,9 раза. По содержанию лейцина кудрявка приближена к свинине (7,6 г/100 г), а лёгкие превосходят мясное сырье на 13,2–19,4 %. Книжка по содержанию лизина превосходит говядину и свинину на 4,9–6,3 % и приближена к мясу цыплят-бройлеров (8,5 г/100 г), а селезенка превосходит мясное сырье на 8,1–17,5 %. По содержанию фенилаланина и тирозина лёгкие превосходят говядину, свинину и мясо цыплят-бройлеров на 16,5–31,4 %, а кудрявка приближена к мясу цыплят-бройлеров (6,9 г/100 г).

Определено, что лёгкие превосходят мясное сырье по содержанию треонина на 2,1–17,1 %, кудрявка на 2,4 % превышает говядину и приближена к мясу цыплят-бройлеров (4,2 г/100 г), а книжка по содержанию данной незаменимой аминокислоты приближена к говядине (3,9 г/100 г).

Выявлено, что по содержанию валина лёгкие превышают говядину и мясо цыплят-бройлеров на 5,7–19,2 % и содержат такое же количество данной незаменимой аминокислоты, как и свинина (5,6 г/100 г), а кудрявка и селезенка – как и мясо цыплят-бройлеров (4,7 г/100 г). В шкурке свиной содержание валина на 6,4 % превышает содержание данной незаменимой аминокислоты в мясе цыплят-бройлеров и приближено к говядине (5,0 г/100 г).

Установлено, что шкурка свиная превосходит другие виды коллагенсодержащего сырья по содержанию незаменимых аминокислот:

метионина и цистеина – на 37,5–83,3 % (шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

валина – на 6,4–233,3 % (рубец, кудрявку свиную, трахею, уши, губы и сухожилия говяжьи, книжку, вымя, селезенку, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

изолейцина – на 4,4–33,3 % (уши говяжьи, вымя, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

треонина – на 3,6–31,8 % (уши и сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

лейцина – на 2,2–42,4 % (уши и сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

лизина – на 1,7–168,2 % (рубец, трахею, уши и сухожилия говяжьи, вымя, шкурку, головы, ноги и гребень птицы).

Определено, что коллагенсодержащее сырье превосходит соевый белок по содержанию незаменимых аминокислот:

лизина – на 235,7 % (селезенка), 203,6 % (книжка), 128,6 % (кудрявка свиная и губы говяжьи), 125,0 % (лёгкие), 110,7 % (шкурка свиная), 107,1 % (рубец), 75,0 % (вымя), 67,9 % (головы птицы), 53,6 % (трахея), 50,0 % (уши говяжьи), 46,4 % (гребень птицы), 32,1 % (ноги птицы), 17,9 % (шкурка птицы);

изолейцина – на 138,7 % (селезенка), 25,8 % (кудрявка свиная), 19,4 % (легкие), 9,7 % (рубец), 3,2 % (трахея);

треонина – на 100 % (лёгкие), 75,0 % (кудрявка свиная), 62,5 % (книжка), 58,3 % (трахея), 45,8 % (рубец), 37,5 % (селезенка), 25,0 % (губы говяжьи), 20,8 % (шкурка свиная и вымя), 16,7 % (головы птицы), 12,5 % (шкурка и ноги птицы), 4,2 % (сухожилия говяжьи);

лейцина – на 83,0 % (лёгкие), 61,7 % (кудрявка свиная), 29,8 % (селезенка), 27,7 % (рубец), 21,3 % (трахея и губы говяжьи), 17,0 % (книжка);

валина – на 24,4 % (лёгкие), 11,1 % (шкурка свиная), 4,4 % (кудрявка свиная и селезенка);

фенилаланина и тирозина – на 19,5 % (лёгкие);

метионина и цистеина – на 6,5 % (книжка), 3,2 % (лёгкие).

Для характеристики биологической ценности коллагенсодержащего сырья использовали дополнительные критерии – индекс незаменимых аминокислот, показатели утилитарности незаменимых аминокислот, коэффициент утилитарности аминокислотного состава и показатель сопоставимой избыточности. В табл. 2 и на рис. 1, 2 представлены данные по расчету аминокислотной сбалансированности белков различных видов мясного и коллагенсодержащего сырья.

Как свидетельствуют данные табл. 2, наиболее высокие значения индекса незаменимых аминокислот, приближенные к говядине, свинине и мясу цыплят-бройлеров, имеют лёгкие и селезенка (1,1), которые превышают эталон на 0,1. В то же время индекс незаменимых аминокислот лёгких, селезенки, рубца, кудрявки свиной, книжки, трахеи, губ говяжьих превышает данный показатель для соевого белка на 0,02–0,32, что свидетельствует о более высокой сбалансированности их аминокислотного состава.

Установлено, что значение коэффициента утилитарности аминокислотного состава губ и ушей говяжьих, а также трахеи (0,82–0,84) находится на уровне значений данных показателей для говядины, свинины и мяса цыплят-бройлеров (0,82–0,86) и превышает соевый белок на 0,19–0,21. В то же время коэффициент утилитарности аминокислотного состава легких, рубца, селезенки, книжки, вымени также превышает данный показатель для соевого белка на 0,05–0,14.

Определение показателя избыточности содержания незаменимых аминокислот, который для «идеального» белка равен нулю, показало, что коллагенсодержащее сырье характеризуется приближенным к эталону значением данного показателя (0,0007–0,0080) в отличие от говядины, свинины, мяса цыплят-бройлеров (5,76–7,83) и соевого белка (21,2), что свидетельствует о более полном использовании всех незаменимых аминокислот, входящих в состав данного сырья, организмом человека и подтверждает перспективность комбинирования соединительных и мышечных белков в рецептурах мясных продуктов для более полного усвоения незаменимых аминокислот организмом.

В результате анализа данных, представленных на рис. 2, 3, установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты исследуемых видов коллагенсодержащего сырья можно расположить в следующей убывающей последовательности:

шкурка свиная: метионин + цистеин (100,0 %) → фенилаланин + тирозин (58,0 %) → изолейцин (55,0 %) → лейцин (49,0 %) → треонин (45,0 %) → валин (33,0 %) → лизин (30,0 %);

рубец: метионин + цистеин (100,0 %) → валин (86,0 %) → лейцин, изолейцин (77,0 %) → треонин (75,0 %) → фенилаланин + тирозин (67,0 %) → лизин (62,0 %);

лёгкие: метионин + цистеин (100 %) → изолейцин (99,0 %) → валин (82,0 %) → лизин (80,0 %) → треонин (76,0 %) → лейцин (74,0 %) → фенилаланин + тирозин (60,0 %);

селезенка: фенилаланин + тирозин (100,0 %) → треонин (91,0 %) → лейцин

Таблица 2. **Аминокислотная сбалансированность белков различных видов сырья**

Table 2. **Amino acid balance of proteins of various types of raw materials**

Вид сырья	Индекс незаменимых аминокислот	Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	Показатель сопоставимой избыточности
Эталон *	1	1	0
Говядина	1,18	0,86	5,76
Свинина	1,19	0,86	5,89
Цыплята-бройлеры	1,16	0,82	7,83
Соевый белок	0,78	0,63	21,2
Рубец	0,90	0,75	0,0012
Легкие	1,10	0,77	0,0010
Селезенка	1,10	0,68	0,0016
Кудрявка свиная	0,90	0,48	0,0038
Трахея	0,80	0,83	0,0007
Уши говяжьи	0,60	0,82	0,0008
Губы говяжьи	0,80	0,84	0,0007
Книжка	0,90	0,76	0,0011
Вымя	0,70	0,70	0,0015
Шкурка свиная	0,70	0,45	0,0043
Сухожилия говяжьи	0,50	0,31	0,0080
Шкурка птицы	0,40	0,35	0,0065
Головы птицы	0,50	0,33	0,0071
Ноги птицы	0,50	0,42	0,0048
Гребень птицы	0,40	0,34	0,0068

* Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник МакКанса и Уиддоусона / пер. с англ. 6-го изд. ; под общ. ред. А. К. Батурина. – СПб. : Профессия, 2006. – 416 с.

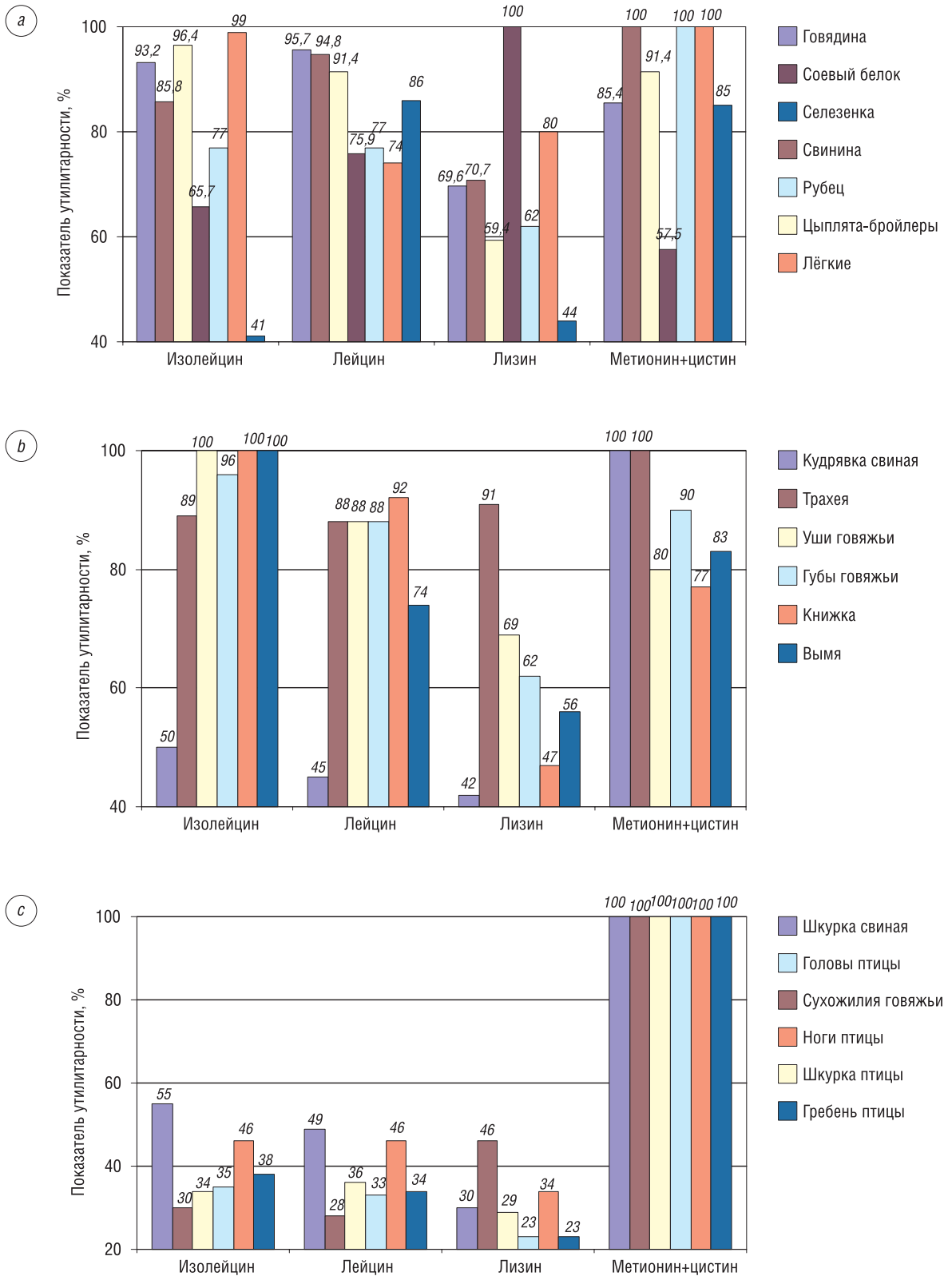

Рис. 1. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот – *изолейцина, лейцина, лизина, метионина* и *цистеина* – различных видов сырья: *a* – говядина, свинина, цыплята-бройлеры, соевый белок, рубец, лёгкие, селезенка; *b* – кудрявка свиная, трахея, уши говяжьи, губы говяжьи, книжка, вымя; *c* – шкурка свиная, сухожилия говяжьи, шкурка, головы, ноги и гребень птицы

Fig. 1. Utility indicator of essential amino acids – *isoleucine*, *leucine*, *lysine*, *methionine* and *cysteine* – of various types of raw materials: *a* – beef, pork, broiler chickens, soy protein, rumen, lungs, spleen; *b* – chitterlings, trachea, beef ears, beef lips, omasum, udder; *c* – pork skin, beef tendons, skin, head, legs and caruncle of poultry

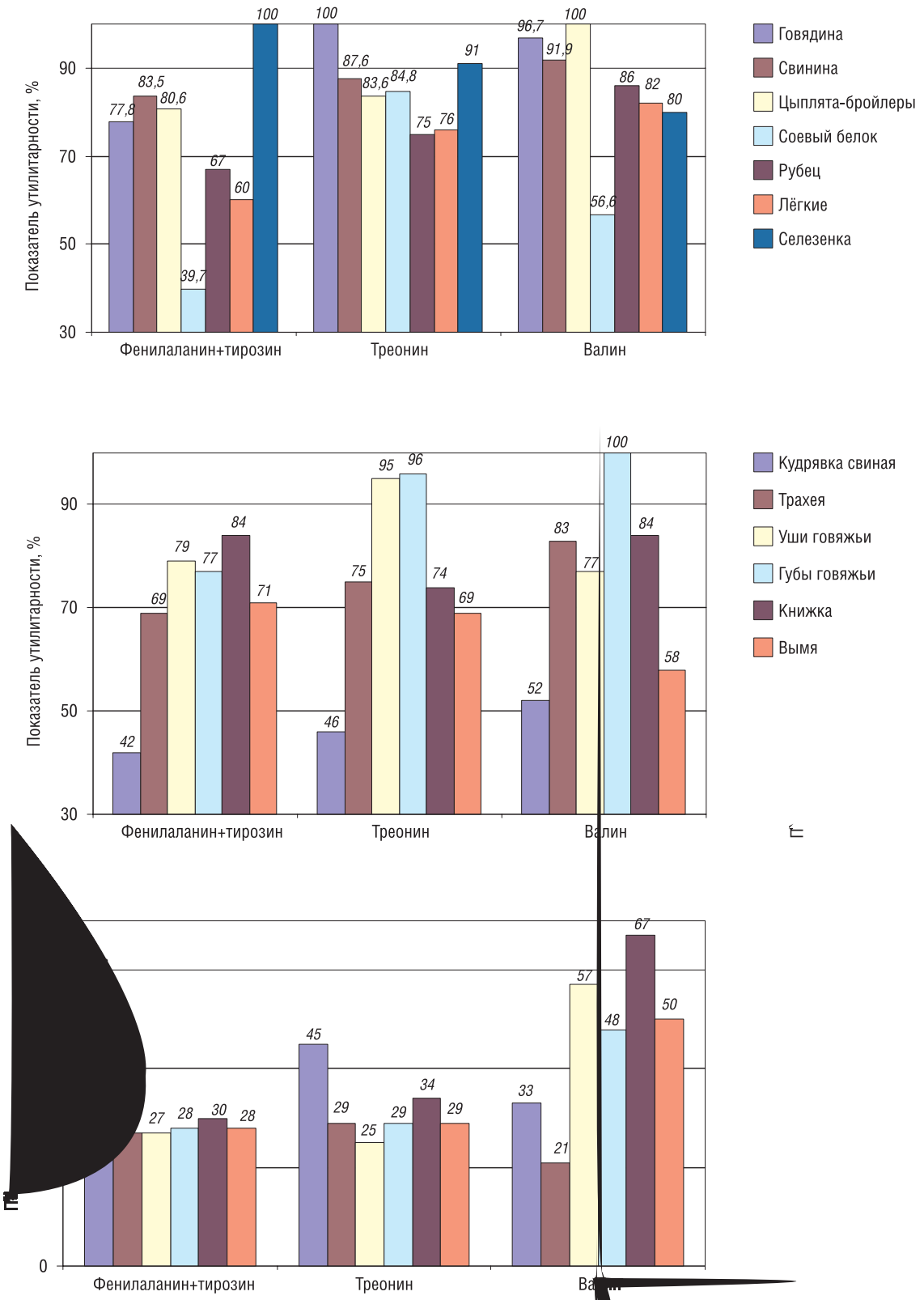

Рис. 2. Показатель утилитарности незаменимых аминокислот – n_gbeZeZgbgZ b lbjhabgZ lj_hgb \Zeb-gZ – различных видов сырья: D – говядина, свинина, цыплята-бройлеры, соевый белок, рубец, лёгкие, селезенка; E – кудрявка свиная, трахея, уши говяжьи, губы говяжьи, книжка, вымя; F – шкурка свиная, сухожилия говяжьи, шкурка, головы, ноги и гребень птицы

Fig. 2. Utility indicator of essential amino acids – SKHQ\O,DWDUQ,WLKQ and YLQH – of various types of raw materials: Z – beef, pork, broiler chickens, soy protein, rumen, lungs, spleen; E – chitterlings, trachea, beef ears, beef lips, omasum, udder; F – pork skin, beef tendons, skin, head, legs and caruncle of poultry

Определено, что свиная шкурка превосходит другие виды коллагенсодержащего сырья по показателю утилитарности следующих незаменимых аминокислот:

по метионину и цистеину – на 16,0–31,0 % (кудрявку свиную, сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

по валину – на 12,0 % (сухожилия говяжьи);

по треонину – на 11,0–20,0 % (сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

по изолейцину – на 5,0–25,0 % (селезенку, кудрявку свиную, сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы);

по лейцину – на 3,0–21,0 % (кудрявку свиную, сухожилия говяжьи, шкурку, головы, ноги и гребень птицы).

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований определено, что в составе коллагенсодержащего сырья содержатся все незаменимые аминокислоты: изолейцин, лейцин, лизин, метионин и цистеин, фенилаланин и тирозин, треонин, валин, аминокислотные скоры которых находятся в диапазоне 17,1–185,0 %, в том числе в отдельных видах данного сырья на достаточно высоком уровне: свиной шкурке, рубце, говяжьих губах, книжке – от 105,5 до 154,5 % (по лизину), селезенке – от 170,9 до 185,0 % (по лизину и изолейцину), лёгких – от 112,0 до 153,3 % (по лейцину, лизину, фенилаланину и тирозину, треонину, валину), свиной кудрявке – от 105,0 до 116,4 % (по лейцину, лизину, фенилаланину и тирозину, треонину), трахее – 103,3 % (по фенилаланину и тирозину). В то же время более сбалансированным аминокислотным составом по сравнению с другими видами коллагенсодержащего сырья отличаются свиная шкурка, вымя, говяжьи губы и трахея, свиная кудрявка, книжка, говяжий рубец, лёгкие, селезенка, о чем свидетельствуют высокие значения аминокислотных скоров (до 185 %), индекса незаменимых аминокислот (до 1,1), коэффициента утилитарности аминокислотного состава (до 0,84), а также приближенные к оптимальному значения показателя сопоставимой избыточности (0,0007–0,0043), что подтверждает перспективность комбинирования мышечных и соединительнотканных белков в рецептурах мясных продуктов повышенной пищевой и биологической ценности.

Список использованных источников

1. *Антипова, Л. В.* Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л. В. Антипова, И. А. Глотова ; ред. Л. В. Антипова. – СПб. : ГИОРД, 2006. – 383 с.

2. *Антипова, Л. В.* Перспективы использования вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных на пищевые цели и получение коллагеновых субстанций / Л. В. Антипова, С. А. Сторублёвцев // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения : материалы междунар. науч.-практ. конф., Ульяновск, 26–28 мая 2009 г. : в 6 т. / Ульян. гос. с.-х. акад. ; редкол.: А. В. Дозоров (гл. ред.) [и др.]. – Ульяновск, 2009. – Т. 2. – С. 151–153.

3. *Артемьева, И. О.* Использование композитов на основе модифицированного коллагена в технологии мясных продуктов / И. О. Артемьева // Мяс. технологии. – 2017. – № 3. – С. 40–42.

4. *Битуева, Э. Б.* Эластин и перспективы его использования в технологии продуктов питания со специальными свойствами / Э. Б. Битуева, С. Д. Жамсаранова // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2004. – № 2. – С. 47–49.

5. *Будаева, А. Е.* Модификация коллагенсодержащего сырья для применения его в производстве мясопродуктов / А. Е. Будаева, Б. А. Баженова, А. М. Данилов // Все о мясе. – 2015. – № 1. – С. 31–35.

6. Коллагенсодержащий белок для пищевой индустрии / В. Г. Волик [и др.] // Птица и птицепродукты. – 2017. – № 6. – С. 61–64.

7. Современные технологии переработки вторичного сырья мясо- и птицеперерабатывающей отраслей / В. Г. Волик [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2017. – № 3. – С. 11–15.

8. *Гущин, В. В.* Возможность нетрадиционного использования некоторых малоценных продуктов при промышленной переработке птицы / В. В. Гущин, Л. А. Соколова // Птица и птицепродукты. – 2009. – № 6. – С. 29–30.

9. *Жаринов, А. И.* Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованные фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» (США). Ч. 2. Цельномышечные и реструктурированные мясопродукты / А. И. Жаринов ; под ред. М. П. Воякина. – М. : [б. и.], 1994. – 179 с.

10. *Кащенко, Р. В.* Разработка способа ферментативной обработки коллагенсодержащего сырья и его применение в технологии вареных колбас : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / Р. В. Кащенко. – М., 2007. – 178 л.

11. *Апраксина, С. К.* Повышение пищевой адекватности коллагенсодержащего сырья ферментативной обработкой / С. К. Апраксина, Р. В. Кащенко // Все о мясе. – 2006. – № 4. – С. 11–12.

12. *Лукин, А. А.* Способ производства белкового стабилизатора для колбасных изделий / А. А. Лукин, С. П. Меренкова // Технология и товароведение инновац. пищевых продуктов. – 2016. – № 1. – С. 15–19.

13. *Мартынов, Г. В.* Использование биомодифицированного коллагенсодержащего сырья в технологии продуктов из свинины / Г. В. Мартынов, Е. В. Литвинова // Мяс. технологии. – 2016. – № 9. – С. 85–88.

14. *Ушакова, И. А.* Использование модифицированного рубца при производстве мясных рубленых полуфабрикатов : дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / И. А. Ушакова. – М., 1998. – 116 л.

15. *Кишенько, И. И.* Белково-жировая эмульсия и ее влияние на качество соленых мясных изделий / И. И. Кишенько, О. А. Топчий // Инновационные технологии в пищевой промышленности : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 5–6 окт. 2011 г. : в 2 ч. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по продовольствию ; ред.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2011. – Ч. 2. – С. 164–171.

16. Микроструктурные и реологические свойства коллагеносодержащего сырья при его модификации / А. Ю. Соколов [и др.] // Мяс. индустрия. – 2016. – № 6. – С. 43–45.

17. Методические подходы к определению количественного содержания коллагена в животных белках / И. А. Становова [и др.] // Все о мясе. – 2017. – № 3. – С. 11–13.

18. *Степанцова, Г. Е.* Биологически активные вещества коллагенсодержащего сырья и их физиологическая ценность / Г. Е. Степанцова, Н. Т. Сергеева, В. И. Воробьев // Изв. КГТУ. – 2010. – № 18. – С. 118–124.

19. Коллагенсодержащая матрица для иммобилизации биологически активных веществ / Е. И. Титов [и др.] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 3. – С. 39–44.

20. *Лебедева, Л. И.* Способы обработки коллагеносодержащего сырья и субпродуктов / Л. И. Лебедева, В. В. Насонова, М. И. Веревкина // Мяс. индустрия. – 2016. – № 4. – С. 44–47.

References

1. Antipova L. V., Glotova I. A. *Use of secondary collagen containing raw materials of meat industry.* St. Petersburg, GIORD Publ., 2006. 383 p. (in Russian).

2. Antipova L. V., Storublevtsev S. A. Prospects of using by-products of farm animals slaughter for food and obtaining collagen substances. *Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya: materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Ul'yanovsk, 26–28 maya 2009 g.* [Agrarian science and education at the current stage of development: experience, problems and solutions: materials of the international scientific and practical conference, Ulyanovsk, May 26–28, 2009]. Ulyanovsk, 2009, vol. 2, pp. 151–153 (in Russian).

3. Artem'eva I. O. The use of composites based on modified collagen in the technology of meat products production. *Myasnye tekhnologii* [Meat Technology], 2017, no. 3, pp. 40–42 (in Russian).

4. Bitueva E. B., Zhamsaranova S. D. Elastin and prospects of its use in food technology with special properties. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya = Storage and Processing of Farm Products*, 2004, no. 2, pp. 47–49 (in Russian).

5. Budaeva A. E., Bazhenova B. A., Danilov A. M. Chemical modification of collagen containing raw materials for use in production of meat products. *Vse o myase* [All about meat], 2015, no. 1, pp. 31–35 (in Russian).

6. Volik V. G., Ismailova D. Yu., Zinov'ev S. V., Erokhina O. N. Collagen containing protein for food industry. *Ptitsa i ptitseprodukty = Poultry & Chicken Products*, 2017, no. 6, pp. 61–64 (in Russian).

7. Volik V. G., Ismailova D. Yu., Zinov'ev S. V., Erokhina O. N. Modern technologies of processing secondary raw-materials of meat and piper processing industry. *Krolikovodstvo i zverovodstvo* [Rabbit Breeding and Fur-Bearing Animal Breeding], 2017, no. 3, pp. 11–15 (in Russian).

8. Gushchin V. V., Sokolova L. A. Possibility of unconventional use of some low-value products in industrial poultry processing. *Ptitsa i ptitseprodukty = Poultry & Chicken Products*, 2009, no. 6, pp. 29–30 (in Russian).

9. Zharinov A. I., Voyakin M. P. (ed.). *Short trainings on the bases of modern meat processing technologies, organized by the company "Protein Technologies International" (USA). Pt. 2. Musculoskeletal and restructured meat products*. Moscow, 1994. 179 p. (in Russian).

10. Kashchenko R. V. *Development of the method for enzymatic treatment of collagen containing raw materials and its application in the technology of cooked sausages*. Ph.Dr. thesis in engineering. Moscow, 2007. 178 p. (in Russian).

11. Apraksina S. K., Kashchenko R. V. Increase of nutritional adequacy of collagen containing raw materials through enzymatic treatment. *Vse o myase* [All about meat], 2006, no. 4, pp. 11–12 (in Russian).

12. Lukin A. A., Merenkova S. P. A method for producing protein stabilizer for sausage. *Tekhnologiya i tovarovedenie innovatsionnykh pishchevykh produktov = Technology and Merchandising of the Innovative Foodstuff*, 2016, no. 1, pp. 15–19 (in Russian).

13. Martynov G. V., Litvinova E. V. Use of biomodified collagen-containing raw materials in the technology of pork products. *Myasnye tekhnologii* [Meat Technology], 2016, no. 9, pp. 85–88 (in Russian).

14. Ushakova I. A. *Use of modified tripe in the production of chopped meat semi-products*. Ph.Dr. thesis in engineering. Moscow, 1998. 116 p. (in Russian).

15. Kishen'ko I. I., Topchii O. A. Protein-in-oil emulsion and its effect on the quality of salted meat products. *Innovatsionnye tekhnologii v pishchevoi promyshlennosti: materialy X mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Minsk, 5–6 oktyabrya 2011 g.* [Innovative technologies in food industry: materials of the Xth International scientific and practical conference, Minsk, 5–6 October 2011]. Minsk, 2011, pt. 2, pp. 164–171 (in Russian).

16. Sokolov A. Yu., Titov A. I., Apraksina S. K., Litvinova E. V. Microstructural and rheological properties of collagen-containing raw material upon its modification. *Myasnaya industriya = Meat Industry*, 2016, no. 6, pp. 43–45 (in Russian).

17. Stanovova I. A., Vostrikova N. L., Kurzova A. A., Kuznetsova T. G., Nasonova V. V. Identification of the content of collagen in animal proteins. *Vse o myase* [All about meat], 2017, no. 3, pp. 11–13 (in Russian).

18. Stepantsova G. E., Sergeeva N. T., Vorob'ev V. I. Bioactive substances of collagen containing raw materials and their physiological value. *Izvestiya KGTU = KSTU News*, 2010, no. 18, pp. 118–124 (in Russian).

19. Titov E. I., Apraksina S. K., Vasil'eva I. O., Sokolov A. Yu., Emel'yanenko V. I., Grishchenko V. M. The collagen matrix for immobilization of biologically active substances. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyr'ya = Storage and Processing of Farm Products*, 2013, no. 3, pp. 39–44 (in Russian).

20. Lebedeva L. I., Nasonova V. V., Verevkina M. I. Methods for processing of collagen containing raw materials and by-products. *Myasnaya industriya = Meat Industry*, 2016, no. 4, pp. 44–47 (in Russian).

Информация об авторах

Мелещеня Алексей Викторович – кандидат экономических наук, доцент, директор, Институт мясо-молочной промышленности, Национальная академия наук Беларуси (пр. Партизанский, 172, 220075, Минск, Республика Беларусь). E-mail: meat-diary@tut.by

Савельева Тамара Александровна – кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь, Институт мясо-молочной промышленности, Национальная академия наук Беларуси (пр. Партизанский, 172, 220075, Минск, Республика Беларусь). E-mail: t.savelyeva@tut.by

Гордынец Светлана Анатольевна – кандидат сельскохозяйственных наук, должность, Институт мясо-молочной промышленности, Национальная академия наук Беларуси (пр. Партизанский, 172, 220075, Минск, Республика Беларусь). E-mail: otmp210@mail.ru

Калтович Ирина Васильевна – кандидат технических наук, должность, Институт мясо-молочной промышленности, Национальная академия наук Беларуси (пр. Партизанский, 172, 220075, Минск, Республика Беларусь). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru

Information about the authors

Meleshchenya Alexei V. – Ph. D. (Economics), Associate Professor. The Institute for Meat and Dairy Industry, the National Academy of Sciences of Belarus (172 Partizansky Ave., Minsk 220075, Republic of Belarus). E-mail: meat-diary@tut.by

Savelyeva Tamara A. – Ph. D. (Veterinary medicine), Associate Professor. The Institute for Meat and Dairy Industry, the National Academy of Sciences of Belarus (172 Partizansky Ave., Minsk 220075, Republic of Belarus). E-mail: t.savelyeva@tut.by

Gordynets Svetlana A. – Ph. D. (Agriculture). The Institute for Meat and Dairy Industry, the National Academy of Sciences of Belarus (172 Partizansky Ave., Minsk 220075, Republic of Belarus). E-mail: otmp210@mail.ru

Kaltovich Irina V. – Ph. D. (Veterinary medicine). The Institute for Meat and Dairy Industry, the National Academy of Sciences of Belarus (172 Partizansky Ave., Minsk 220075, Republic of Belarus). E-mail: irina.kaltovich@inbox.ru