

## ВЛИЯНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕГО КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ

*А. В. Мелешня, И. В. Калтович, Т. А. Савельева*

*Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), Республика Беларусь*

### АННОТАЦИЯ

**Введение.** Коллагенсодержащее сырье является дополнительным источником получения белка в мясной промышленности, что способствует расширению ассортимента продуктов с низкой себестоимостью, однако требует поиска эффективных способов технологической подготовки данного сырья. Ферментативный гидролиз является перспективным способом подготовки, что обусловило актуальность и цель исследований. Научная задача – анализ влияния ферментов растительного и животного происхождения на показатели качества и безопасности коллагенсодержащего сырья.

**Материалы и методы.** Коллагенсодержащее сырье – свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу ферментами растительного (бромелина) и животного происхождения (пепсина). Содержание минеральных веществ определяли спектрометрическим методом (спектрометр «Solar»), жирных кислот – методом газовой хроматографии (хроматограф «Кристалл»), аминокислот – методом ВЭЖХ. Микробиологические показатели, токсичные элементы – общепринятыми в целях сертификации методами. Аминокислотный скор, соотношения жирных кислот, минеральных веществ – по общепринятым методикам.

**Результаты.** Дана оценка аминокислотному составу и сбалансированности по аминокислотам коллагенсодержащего сырья, подвергнутого ферментативному гидролизу. Проанализировано содержание насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, в т.ч. линолевой, линоленовой и арахидоновой кислоты, в сырье, прошедшем технологическую подготовку, а также соотношения  $\omega 6/\omega 3$ , ПНЖК : МНЖК : НЖК и (ПНЖК+МНЖК) : НЖК. Исследовано содержание минеральных веществ – кальция, магния, калия, фосфора и железа – в коллагенсодержащем сырье после гидролиза. Рассчитаны соотношения кальций: фосфор, кальций: магний и натрий: калий в данном сырье. Оценены показатели безопасности коллагенсодержащего сырья.

**Выводы.** Перспективно проведение технологической подготовки коллагенсодержащего сырья с использованием ферментов растительного и животного происхождения. Данные способы технологической подготовки оказывают положительное влияние на качественные показатели сырья, обеспечивая его безопасность, что позволяет сделать вывод о целесообразности и эффективности применения данных способов подготовки сырья на мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** технология, коллагенсодержащее сырье, ферментативный гидролиз, аминокислотный скор, жирные кислоты, минеральные вещества, микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды.

**ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:** Мелешня, А.В. Влияние ферментативного гидролиза коллагенсодержащего сырья на показатели его качества и безопасности / А.В. Мелешня, И.В. Калтович, Т.А. Савельева // Вестник МГУП. – 2019. – № 1 (26). – С. 84–91.

## INFLUENCE OF ZYMOHYDROLYSIS OF COLLAGEN-CONTAINING RAW MATERIALS ON INDICATORS OF ITS QUALITY AND SAFETY

*A. V. Meliaschenya, I. V. Kaltovich, T. A. Saveleva*

*Research and production republican affiliated unitary enterprise «Institute for Meat and Milk Industry» of the Republican unitary enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» ( RUE «Institute for Meat and Milk Industry»), Republic of Belarus*

### ABSTRACT

**Introduction.** Collagen-containing raw materials are an additional source of protein in the meat industry,

which contributes to the expansion of the range of products with low cost, but requires the search for effective methods of technological preparation of this raw material. Enzymatic hydrolysis is a promising method of preparation, which determined the relevance and purpose of the research. The scientific task is to analyze the influence of enzymes of plant and animal origin on the quality and safety indicators of collagen-containing raw materials.

**Materials and methods.** Collagen-containing raw materials - pork skin was subjected to enzymatic hydrolysis by enzymes of plant (bromelin) and animal origin (pepsin). The content of minerals was determined by the spectrometric method (spectrometer «Solar»). Gas chromatography was used to determine the content of fatty acids (chromatograph «Crystal»). The content of amino acids was determined by HPLC. Microbiological indicators, toxic elements were investigated by generally accepted for certification purposes. Generally accepted methods were used to determine amino acid score, ratio of fatty acids and minerals.

**Results.** The amino acid composition and amino acid balance of collagen-containing raw materials subjected to enzymatic hydrolysis were estimated. The content of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, including linoleic, linolenic and arachidonic acids in raw materials that was subjected to technological preparation, as well as the ratios of  $\omega 6/\omega 3$ , polyunsaturated fatty acids: monounsaturated fatty acids: essential fatty acids, and (polyunsaturated fatty acids + monounsaturated fatty acids): essential fatty acids was examined. The content of minerals – calcium, magnesium, potassium, phosphorus, and iron in collagen-containing raw materials after hydrolysis was studied. The ratios of calcium: phosphorus, calcium: magnesium and sodium: potassium in this raw material were calculated. The safety indicators of collagen-containing raw materials were estimated.

**Conclusions.** It is promising to carry out technological preparation of collagen-containing raw materials using enzymes of plant and animal origin. These methods of technological preparation have a positive effect on the quality indicators of raw materials and ensure its safety, which allows us to conclude the feasibility and effectiveness of these methods of preparing raw materials at meat processing enterprises of the Republic of Belarus.

**KEY WORDS:** *technology, collagen-containing raw materials, zymohydrolysis, amino-acid score, fatty acids, mineral substances, microbiological indicators, toxic elements, antibiotics, pesticides.*

**FOR CITATION:** Meleshchenya A.V., Kaltovich I.V., Saveleva T.A. Influence of zymohydrolysis of raw materials containing collagen on indicators of its quality and safety. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. 2019. No.1 (26). P. 84–91. (in Russian).

## 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 [1–8].

Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является коллагенсодержащее сырье, которое может применяться в составе белково-жировых эмульсий. 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 продуктов с низкой себестоимостью, а также улучшает экологическое состояние прилегающих территорий мясоперерабатывающих предприятий [9–17].

Применение ферментов для обработки коллагенсодержащего сырья – важный технологический прием, позволяющий при научно обоснованном его использовании улучшить качество и расширить ассортимент, а также интенсифицировать технологические процессы производства мясных продуктов с использованием данного сырья. Под воздействием ферментов происходит трансформация белков, что влечет за собой изменение консистенции, а также водосвязывающей и адгезионной способности продукта [18–22].

Однако практика применения ферментных препаратов показывает, что далеко не все ферменты при обработке коллагенсодержащего сырья дают желательный эффект. Некоторые из применяемых ферментов, воздействующие на белки мышечных волокон, практически не

способствуют протеканию гидролиза белков соединительной ткани.

Интенсивность и изменение белковой структуры коллагенсодержащего сырья зависит от вида, дозировки препарата, физико-химических условий, определяющих активность действия фермента, продолжительности обработки. При выборе ферментов необходимо учитывать опасность микробиальной порчи, которая может возрасти вследствие использования некоторых препаратов протеолитического действия, специфики сырья, остаточной активности данных ферментов в готовых изделиях и ряда других факторов [23, 24].

Коллагенсодержащее сырье является высокоресурсным, и объемы его производства варьируют от 10,5 до 18,5 % к массе перерабатываемого мяса на кости [25–29]. Однако по целому ряду причин промышленная переработка различных видов коллагенсодержащего сырья не превышает 65 % имеющихся ресурсов [1, 3, 5]. Скапливающиеся по причине неостребованности отходы, содержащие фибриллярные белки упроченной структуры, представляют наибольшую опасность загрязнения окружающей среды в связи с отсутствием у большинства микроорганизмов ферментных систем, преобразующих нативные формы коллагеновых субстратов, что приводит к аккумуляции загрязнений в почве с необратимым нарушением природных биогеоценозов.

Решение проблемы максимального и рационального использования коллагенсодержащих ресурсов перерабатывающих отраслей АПК выступает важным фактором обеспечения животным белком физиологических норм питания человека, улучшения экологического состояния производств, повышения их эффективности, сохранения и наращивания производственного потенциала, расширения ассортимента продуктов на основе коллагена, в том числе со специальными свойствами [1, 3, 5, 7, 11].

Вместе с тем на сегодняшний день не освоены эффективные технологии переработки коллагенсодержащего сырья, в частности технологии ферментативного гидролиза с использованием ферментов растительного и животного происхождения, что требует соответствующего научного обеспечения, в том числе оценки влияния технологических факторов на показатели качества и безопасности данного сырья.

Цель исследований – увеличение используемости коллагенсодержащего сырья для получения мясных продуктов с низкой себестоимостью и повышение эффективности технологического процесса его ферментативного гидролиза.

Научная задача – анализ влияния ферментативного гидролиза коллагенсодержащего сырья под действием ферментов растительного и животного происхождения на его показатели качества (аминокислотный, жирнокислотный и минеральный состав и сбалансированность) и безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды).

## **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Материалы исследований – коллагенсодержащее сырье – свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения (бромелина и пепсина), а также негидролизованное сырье. Содержание минеральных веществ – кальция, магния, калия, фосфора и железа – в коллагенсодержащем сырье определяли спектрометрическим методом на атомно-абсорбционном спектрометре «Solar», жирных кислот – методом газовой хроматографии на хроматографе «Кристалл», незаменимых и заменимых аминокислот – методом ВЭЖХ. Микробиологические показатели: патогенные, в т.ч. сальмонеллы определяли общепринятыми в целях сертификации методами: по ГОСТ 30519-97, *L.monocytogenes* – по ГОСТ 32031-2012; токсичные элементы: свинец – по ГОСТ 30178-96, кадмий – по ГОСТ 30178-96, мышьяк – по ГОСТ 31266-2004, ртуть – по И 4.1.10-15-52-2005; антибиотики: левомицетин – по МВИ.МН 4230-2015, тетрациклиновую группу – по МВИ.МН 3951-2015, бацитрацин – по МВИ.МН 4652-2013; ГХЦГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -изомеры) – по ГОСТ EN 1528-1-4-2014, ДДТ и его метаболиты – по ГОСТ EN 1528-14-2014. Аминокислотные скорости незаменимых аминокислот, соотношения  $\omega 6/\omega 3$ , ПНЖК:МНЖК:НЖК, (ПНЖК+МНЖК): НЖК, кальций: фосфор, кальций: магний и натрий: калий в данном сырье рассчитывали по общепринятым методикам.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Установлено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое ферментативному гидролизу, характеризуется увеличенными значениями аминокислотных скоров незаменимых аминокислот, оказывающих положительное влияние на увеличение адаптации организма к повышенным физическим и умственным нагрузкам:

- при использовании ферментов растительного происхождения:
  - изолейцина – с 60,0 до 75,0 %;
  - лейцина – с 67,1 до 80,0 %;
  - метионина и цистеина – с 31,4 до 37,1 %;
  - фенилаланина и тирозина – с 56,7 до 65,0 %;
  - треонина – с 72,5 до 87,5 %;
- при использовании ферментов животного происхождения:
  - изолейцина – с 60,0 до 70,0 %;
  - лейцина – с 67,1 до 68,6 %;
  - фенилаланина и тирозина – с 56,7 до 60,0 %;
  - треонина – с 72,5 до 92,5 %;
  - валина – со 100,0 до 106,0 %.

Определено, что общее количество незаменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения, составляет 27,9 и 26,9 г/100г соответственно, что на 5,5–9,4 % превышает данный показатель для негидролизованной свиной шкурки.

Результаты исследований содержания заменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой предварительной технологической подготовке, представлены в табл. 1.

**Табл. 1.** Содержание заменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой предварительной технологической подготовке

**Table 1.** Content of nonessential amino acids in the pork skin subjected to preliminary technological preparation

Заменимые аминокислоты, г/100г	Свиная шкурка		
	негидролизованная	гидролизованная с использованием ферментов	
		растительного происхождения	животного происхождения
Аспарагиновая кислота	1,9	2,7	2,8
Глутаминовая кислота	5,4	6,7	7,0
Серин	6,4	6,0	8,1
Глицин	24,1	23,8	30,6
Аланин	11,6	10,0	14,1
Аргинин	7,4	6,0	8,5
Пролин	14,7	12,6	15,8
Гистидин	0,9	0,9	1,2
Всего	72,3	68,7	88,0

Установлено, что ферментативный гидролиз коллагенсодержащего сырья с использованием ферментов животного происхождения способствует увеличению содержания аспарагиновой кислоты (с 1,9 до 2,8 г/100г), глутаминовой кислоты (с 5,4 до 7,0 г/100г), серина (с 6,4 до 8,1 г/100г), глицина (с 24,1 до 30,6 г/100г), аланина (с 11,6 до 14,1 г/100г), аргинина (с 7,4 до 8,5 г/100г), пролина (с 14,7 до 15,8 г/100г), гистидина (с 0,9 до 1,2 г/100г), а с использованием ферментов растительного происхождения – аспарагиновой кислоты (с 1,9 до 2,7 г/100г) и глутаминовой кислоты (с 5,4 до 6,7 г/100г).

Кроме того, содержание глутаминовой кислоты, оказывающей положительное влияние на увеличение умственной деятельности, в свиной шкурке, подвергнутой ферментативному гидро-

лизу, на 24,1–29,6 % превышает содержание данной аминокислоты в негидролизованном сырье.

Биологическая ценность сырья во многом определяется наличием в нем незаменимых компонентов – полиненасыщенных жирных кислот, которые, подобно аминокислотам, не могут синтезироваться в организме и должны обязательно поступать с пищей [26–29].

Исследования содержания линолевой и линоленовой кислоты в свиной шкурке, подвергнутой ферментативному гидролизу показали, что по содержанию линолевой и линоленовой кислоты свиная шкурка, подвергнутая предварительной технологической подготовке, превышает эталон в 1,1–1,2 и 1,7–1,9 раз соответственно.

Сбалансированность коллагенсодержащего сырья определяется не только количественным и качественным составом аминокислот, но также составом и свойствами липидов. Жирнокислотную сбалансированность коллагенсодержащего сырья оценивали по соотношению  $\omega 6/\omega 3$  жирных кислот, а также по соотношению сумм полиненасыщенных, мононенасыщенных и насыщенных жирных кислот (табл. 2).

**Табл. 2.** Жирнокислотная сбалансированность коллагенсодержащего сырья

**Table 2.** Fatty-acid balance of raw collagen-containing raw materials

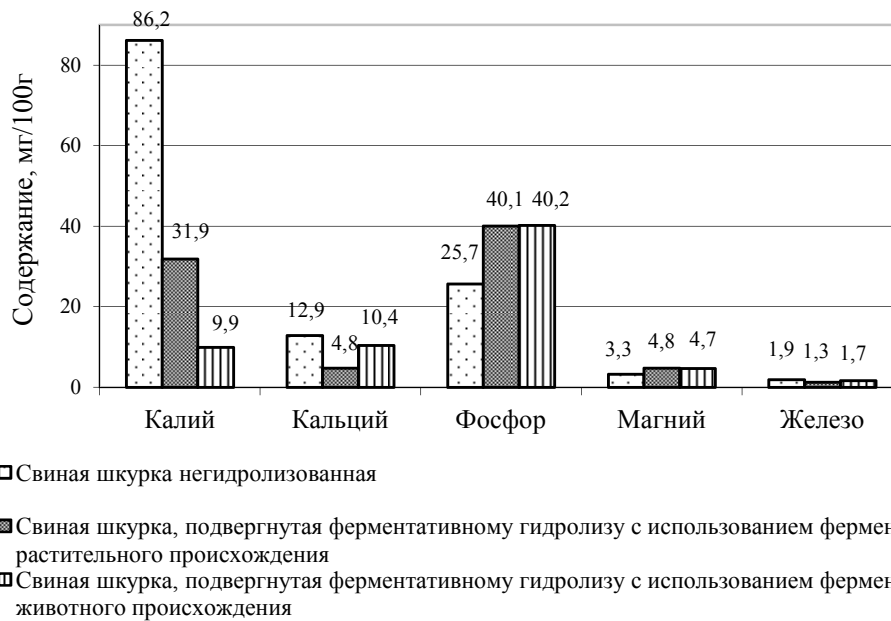
Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Эталон [30]	Свиная шкурка		
		негидролизованная	гидролизованная с использованием ферментов	
			растительного происхождения	животного происхождения
Насыщенные жирные кислоты	41,78	31,76	31,64	35,42
Мононенасыщенные жирные кислоты	43,03	49,29	51,58	50,12
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	12,42	18,96	16,51	14,17
линолевая	10,85	16,25	13,54	12,03
линоленовая	0,62	1,42	1,55	0,8
арахидоновая	0,95	–	0,02	0,01
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	17,5	8,7	7,1	9,3
ПНЖК:МНЖК:НЖК	1:3,47:3,36	1:2,60:1,68	1:3,12:1,92	1:3,54:2,50
(ПНЖК+МНЖК):НЖК	1,3	2,1	2,2	1,8

Определено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое технологической подготовке, характеризуется приближенными к эталону соотношениями (ПНЖК+МНЖК):НЖК (1,8–2,2) и ПНЖК:МНЖК:НЖК (при проведении ферментативного гидролиза растительного происхождения – 1:3,54:2,50, животного происхождения – 1:3,12:1,92) и превышает эталон по содержанию полиненасыщенных (на 1,75–4,09 %) и мононенасыщенных жирных кислот (на 7,09–8,55 %).

Результаты исследований содержания минеральных веществ, играющих важную роль в питании: макроэлементов – кальция, магния, калия и фосфора и микроэлемента – железа, в коллагенсодержащем сырье, подвергнутом ферментативному гидролизу, представлены на рис. 1.

Установлено, что в результате ферментативного гидролиза растительного и животного происхождения происходит снижение содержания минеральных веществ в данном сырье – калия – в 2,7–8,7 раз и кальция – в 1,2–2,7 раз. Кроме того, свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения, характеризуется сниженным в 1,1–1,5 раз содержанием железа по сравнению с негидролизированным сырьем.

С целью оценки сбалансированности минерального состава коллагенсодержащего сырья рассчитаны соотношения кальций: фосфор, кальций: магний и натрий: калий в данном сырье (табл. 3).



**Рис. 1.** Содержание калия, кальция, фосфора, магния и железа в свиной шкурке  
**Fig. 1.** Content of potassium, calcium, phosphorus, magnesium and iron in pork skin

Нашими исследованиями показано, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое ферментативному гидролизу животного происхождения, характеризуется приближенным к рекомендуемому соотношением *кальций:магний* (2,2:1).

**Табл. 3.** Соотношения минеральных веществ в коллагенсодержащем сырье

**Table 3.** Ratios of mineral substances in collagen-containing raw materials

Коллагенсодержащее сырье	Соотношения		
	Кальций: Фосфор	Кальций: Магний	Натрий: Калий
Рекомендуемое	1:(1–1,5)	2:1	1:(2–4)
Свиная шкурка негидролизованная	1:2,0	3,9:1	1:0,9
Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу (животного происхождения)	1:3,9	2,2:1	1:0,6
Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу (растительного происхождения)	1:8,4	1:1	1:0,6

Определено, что по показателям безопасности (микробиологические показатели, токсичные элементы, антибиотики, пестициды) свиная шкурка, подвергнутая предварительной технологической подготовке – ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения, соответствует требованиям Санитарных норм, правил и гигиенического норматива, утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21.06.2013 г. № 52, и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ферментативный гидролиз коллагенсодержащего сырья с использованием ферментов растительного и животного происхождения (бромелина и пепсина) способствует повышению пищевой и биологической ценности данного сырья: отмечается увеличение аминокислотных скоров изолейцина (до 70,0–75,0 %), лейцина (до 68,6–80,0 %), фенилаланина и тирозина (до 60,0–65,0 %), треонина (до 87,5–92,5 %), валина (до 106,0 %), метионина и цистеина

(до 37,1 %), обеспечиваются приближенные к эталону соотношения (ПНЖК+МНЖК) : НЖК (1,8:2,2), ПНЖК:МНЖК:НЖК, кальций : магний (2,2:1), увеличенное по сравнению с эталонным содержание линолевой и линоленовой кислоты (в 1,1–1,2 и 1,7–1,9 раза соответственно). Коллагенсодержащее сырье, обработанное ферментами растительного и животного происхождения, по показателям безопасности соответствует требованиям СанПиПН, утвержденным Постановлением МЗ РБ от 21.06.2013 г. № 52, и ТР ТС 034/2013 «О безопасности мяса и мясной продукции».

Применение предварительной технологической подготовки коллагенсодержащего сырья позволяет увеличить объемы использования данного сырья, а также расширить ассортимент продуктов, характеризующихся сниженной себестоимостью и улучшенными показателями качества. Ферментативный гидролиз коллагенсодержащего сырья рекомендуется использовать на мясоперерабатывающих предприятиях Республики Беларусь для обеспечения требуемых показателей качества и безопасности мясных продуктов.

## **ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности: учеб. пособие / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.:ГИОРД, 2006. – 384 с.
- 2 Белитов, В. В. Совершенствование технологии вареных колбас с белково-жировыми композициями: дисс... канд. техн. наук. – М.: МГУ прикладной биотехнологии, 2002. – 143 с.
- 3 Антипова, Л. В. Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – Воронеж: Воронеж, гос. технол. акад., 1997. – 248 с.
- 4 Битуева, Э. Б. Использование выйной связки крупного рогатого скота на пищевые цели / Э.Б. Битуева, Т.Ф. Чиркина // *Мясная индустрия*. – 1999. – № 2. – С. 24–25.
- 5 Антипова, Л. В. Перспективы использования вторичных продуктов убоя сельскохозяйственных животных на пищевые цели и получение коллагеновых субстанций / Л.В. Антипова, С.А. Сторублёвцев // *Аграр. наука и образование на соврем. этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения* / Ульянов. гос. с.-х. акад. – 2009. – т. 2. – С. 151–153.
- 6 Апраксина, С. К. Повышение пищевой адекватности коллагенсодержащего сырья ферментативной обработкой / С.К. Апраксина, Р.В. Кашенко // *Все о мясе*. – 2006. – № 4. – С. 11–12.
- 7 Крылова, В. Б. Биотехнологические аспекты модификации вторичного коллагенсодержащего сырья / В.Б. Крылова, Н.М. Ильина // *Хранение и переработка сельхозсырья*, 1998. – № 5. – С. 28–30.
- 8 Салаватулина, Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве. 2-е изд. – СПб.: ГИОРД, 2005. – 248 с.
- 9 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.
- 10 Борисенко, Л. А. Использование биомодификации для улучшения функционально-технологических свойств мясного сырья / Л.А. Борисенко, Р.И. Курилов // *Материалы IV международной научной конференции студентов и молодых ученых «Живые системы и биологическая безопасность населения»*. – М.: МГУПБ, 2005. – С. 136–138.
- 11 Гушин, В. В. Возможность нетрадиционного использования некоторых малоценных продуктов при промышленной переработке птицы / В.В. Гушин, Л.А. Соколова // *Птица и птицепродукты*. – 2009. – № 6. – С. 29–30.
- 12 Мадалиев, И. К. Разработка технологий мясных изделий на основе новых принципов модификации функционально-технологических свойств субпродуктов II категории: дисс... канд. техн. наук. М.: МГА прикладной биотехнологии, 1993. – 152 с.
- 13 Жаринов, А. И. Вторичное белоксодержащее сырье: способы обработки и использования / А.И. Жаринов, И.В. Хлебников // *Мясная промышленность*, 1993. – № 2. – С. 22–24.
- 14 Латов, В. К. Гидролиз белков / В.К. Латов, Т.Л. Бабаян, А.С. Коган // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2000. – № 6. – С. 55.
- 15 Казюлин, Г. П. Использование малоценного сырья при производстве рубленых полуфабрикатов / Г.П. Казюлин, В.В. Хорольский, С.В. Исаичкин, Н.В. Толстых // *Мясная индустрия*. – 2001. – № 1. – С. 18–19.
- 16 Лисицын, А. Б. Ресурсосберегающие технологии комплексной переработки мясного сырья // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2000. – № 11. – С. 19.
- 17 Каспарьянц, С. А. Соединительная ткань и ее значение. Сообщение 1 // *Товароведение и технология сырья и продуктов животного происхождения* / Межвед. сборник научных трудов МГА ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина. – 1997. – С. 6–9.
- 18 Нелепов, Ю. А. Потенциальные возможности функционально-технических свойств субпродуктов / Ю.А. Нелепов, А.И. Жаринов // *Мясная промышленность*, 1995. – № 2. – С. 12.
- 19 Кашенко, Р. В. Разработка способа ферментативной обработки коллагенсодержащего сырья и его применение в технологии вареных колбас: дисс... канд. техн. наук.: 05.18.04. – М.:МГУПБ, 2007. – 131 с.

- 20 Крылова, В. Б. Рациональный способ переработки свиной шквары / В.Б. Крылова // Мясная индустрия. – 2001. – № 5. – С. 18–20.
- 21 Лисицын, А. Б. Технологические аспекты повышения экзотрофической эффективности промышленной переработки мясного сырья: дисс. в виде науч. доклада на соискание учен. степ. доктора техн. наук: 05.18.04. М., 1997. – 70 с.
- 22 Позняковский, В. М. Экспертиза мяса и мясопродуктов/ В. М. Позняковский. – Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2001. – 526 с.
- 23 Любченко, В. И. Новые технологии рационального использования субпродуктов/ В.И. Любченко, Л. И. Лебедева, Г.П. Горошко // Мясная индустрия. – 1997. – № 2. – С. 20–21.
- 24 Ноздрина, Т. Д. Модификация низкосортного мясного сырья протеолитическими ферментами гидробионтов. Автореф. дис. канд. техн. наук. М., 1996. – 20 с.
- 25 Соколов, А. Ю. Изучение свойств коллагенсодержащего сырья и научное обоснование возможности его использования в пищевых целях: дисс... канд. техн. наук: 05.18.15 М.: МГА ветеринарной медицины и биотехнологии им. К. И. Скрябина, 2002. – 199 с.
- 26 Райимулова, Ч. О. Использование модифицированного коллагенсодержащего сырья в технологии мясных продуктов / Ч.О. Райимулова, А.Д. Джамакеева // Все о мясе. – 2007. – № 2. – С. 10–12.
- 27 Рогов, И. А. Химия пищи. Книга 1: Белки: структура, функции, роль в питании/ И.А. Рогов, Л.В. Антипова, Н.И. Дунченко [и др.] – В 2 кн. Кн. 1. – М.: Колос, 2000. – 384 с.
- 28 Родин, В. В. Структура спикул коллагена по данным ЯМР-релаксации и электронной микроскопии / В.В. Родин, Б.В. Сахаров, В.Н. Измайлова, Д.П. Найт // Биотехнология. – 2001. – № 6. – С. 47–58.
- 29 Ушакова, И.А. Использование модифицированного рубца при производстве мясных рубленых полуфабрикатов: дисс... канд. техн. наук: 05.18.04. – М., 1998. – 116 с.

*Поступила в редакцию 01.03.2019 г.*

#### ОБ АВТОРАХ:

**Алексей Викторович Мелешеня**, кандидат экономических наук, доцент, директор, Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), e-mail: meat-dairy@tut.by

**Ирина Васильевна Калтович**, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела технологий мясных продуктов, Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), e-mail: irina.kaltovich@inbox.ru.

**Тамара Александровна Савельева**, кандидат ветеринарных наук, доцент, ученый секретарь, Научно-производственное республиканское дочернее унитарное предприятие «Институт мясо-молочной промышленности» Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (РУП «Институт мясо-молочной промышленности»), e-mail: t.savelyeva@tut.by

#### ABOUT AUTHORS:

**Alexey V. Meleshchenya**, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, director, Research and production republican affiliated unitary enterprise «Institute for Meat and Milk Industry» of the Republican unitary enterprise «Scientific and Practical Center of National Academy of Sciences of Belarus for Food» (RUE «Institute of the Meat-and-milk Industry»), e-mail: meat-dairy@tut.by

**Irina V. Kaltovich**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, senior research associate of Department of Technologies of Meat Products, Research and production republican affiliated unitary enterprise «Institute for Meat and Milk Industry» of the Republican unitary enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (RUE «Institute for Meat and Milk Industry»), e-mail: irina.kaltovich@inbox.ru.

**Tamara A. Savelyeva**, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, scientific secretary, Research and production republican affiliated unitary enterprise «Institute for Meat and Milk Industry» of the Republican unitary enterprise «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Food» (RUE «Institute for Meat and Milk Industry»), e-mail: t.savelyeva@tut.by