

*А.В. Мелещенко, к.э.н., доцент, Т.А. Савельева, к.в.н., доцент,
И.В. Калтович, к.т.н., доцент
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Республика Беларусь*

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ КОЛЛАГЕНСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ЕГО ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

*A. Meliashchenia, T. Savelyeva, I. Kaltovich
Institute of Meat and Dairy Industry, Minsk, Republic of Belarus*

COMPARATIVE ANALYSIS OF INFLUENCE OF DIFFERENT METHODS OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF COLLAGEN-CONTAINING RAW MATERIAL ON ITS QUALITY INDICATORS

e-mail: aleksmel@tut.by, t.savelyeva@tut.by, irina.kaltovich@inbox.ru

*В статье представлены результаты исследований по проведению сравнительного анализа влияния различных способов технологической подготовки коллагенсодержащего сырья на его показатели качества. Установлено, что предварительная подготовка коллагенсодержащего сырья позволяет увеличить аминокислотные scores незаменимых аминокислот: изолейцина (до 70,0–92,5%), лейцина (до 68,6–100,0%), фенилаланина и тирозина (до 60,0–75,0%) – кислотный, щелочной, ферментативный гидролиз, гидролиз в водной среде, ферментация бактериями рода *Lactobacillus*; метионина и цистеина (до 37,1–42,9%) – кислотный, щелочной, ферментативный гидролиз (растительного происхождения), ферментация бактериями рода *Lactobacillus*; треонина (до 87,3–115,0%) – гидролиз в водной среде, щелочной, ферментативный гидролиз (растительного и животного происхождения); валина (до 106,0–110,0%) – гидролиз в водной среде, кислотный и ферментативный гидролиз (животного происхождения). Определено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое технологической подготовке, характеризуется приближенными к эталону соотношениями (ПНЖК+МНЖК) : НЖК (1,8–2,2) и ПНЖК : МНЖК : НЖК (гидролизу в водной среде – 1:2,61:1,83, кислотным способом – 1:3,56:2,14, щелочным способом – 1:3,60:2,11, ферментативным способом: растительного происхождения – 1:3,54:2,50, животного происхождения – 1:3,12:1,92), ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – 1:3,73:2,38).*

*The article presents the results of research on the comparative analysis of the influence of various methods of technological preparation of collagen-containing raw materials on its quality indicators. It was established that the preliminary preparation of collagen-containing raw materials allows increasing the amino acid grades of essential amino acids: isoleucine (up to 70.0-92.5%), leucine (up to 68.6-100.0%), phenylalanine and tyrosine (up to 60.0-75.0%) - acid, alkaline, enzymatic hydrolysis, hydrolysis in aqueous medium, fermentation with bacteria of the genus *Lactobacillus* methionine and cysteine (up to 37.1-42.9%) - acid, alkaline, enzymatic hydrolysis (plant origin), fermentation by bacteria of the genus *Lactobacillus*; threonine (up to 87.3-115.0%) - hydrolysis in an aqueous medium, alkaline, enzymatic hydrolysis (plant and animal origin); valine (up to 106.0-110.0%) - hydrolysis in an aqueous medium, acid and enzymatic hydrolysis (of animal origin). It was determined that the collagen-containing raw material subjected to technological preparation is characterized by ratios (PNZHK + MNZHK): NZHK (1.8-2.2) and PNZHK: MNZHK: NZHK (hydrolysis in aqueous medium - 1: 2.61: 1.83, acid method - 1: 3.56: 2.14, alkaline method - 1: 3.60: 2.11, enzymatic method: plant origin - 1: 3.54: 2.50, animal origin - 1: 3.12: 1.92), fermentation by bacteria of the genus *Lactobacillus* - 1: 3.73: 2.38).*

Ключевые слова: коллагенсодержащее сырье, гидролиз в водной среде, кислотный, щелочной, ферментативный гидролиз, ферментация, незаменимые аминокислоты, жирные кислоты, минеральные вещества

Key words: collagen-containing raw materials, aqueous hydrolysis, acidic, alkaline, enzymatic hydrolysis, fermentation, essential amino acids, fatty acids, mineral substances

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, 2, 7].

Перспективным источником дополнительного получения пищевого белка в мясной промышленности является натуральное коллагенсодержащее сырье – свиная шкурка, кожа птицы, соединительная ткань, получаемая при жиловке мяса, коллагенсодержащие субпродукты и др., которые могут применяться 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 [3, 5, 8].

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 [4, 6, 9].

В то же время побочное коллагенсодержащее сырье в настоящее время недостаточно востребовано в пищевой индустрии в связи с малой изученностью отдельных его видов, несмотря на то, что составляет значительную долю от общей массы белоксодержащих ресурсов животного происхождения. Кроме того, использование коллагенсодержащего сырья при традиционном методе его подготовки и внесения в фаршевую систему приводит к ухудшению качества готовых мясных продуктов, в частности, к появлению постороннего привкуса, а также к снижению усвояемости готовых изделий [10–12].

В связи с вышесказанным актуальным вопросом является разработка научно-практических основ технологической подготовки коллагенсодержащего сырья для использования в составе мясных изделий с улучшенными показателями качества, что позволит повысить объемы использования биологически ценного вторичного сырья в мясной промышленности, а также расширить ассортимент мясных продуктов, характеризующихся улучшенными показателями качества и в то же время обладающих сниженной себестоимостью.

Цель исследований – проведение сравнительного анализа влияния различных способов технологической подготовки коллагенсодержащего сырья на его показатели качества.

Материалы и методы исследований. Материалы исследований – коллагенсодержащее сырье, подвергнутое гидролизу в водной среде ($t=95-105^{\circ}\text{C}$, $t=6$ часов, гидромодуль 1:2), кислотному ($c(\text{HCl})=2\%$, $t=24$ ч, гидромодуль 1:2), щелочному ($c(\text{NaOH})=6\%$, $c(\text{NaCl})=6\%$, $t=15$ ч, гидромодуль 1:2), ферментативному гидролизу (растительного ($c(\text{бромелин})=0,1\%$, $t=4$ ч, гидромодуль – 1:2) и животного происхождения ($c(\text{пепсин})=0,1\%$, $t=5$ ч, гидромодуль – 1:2)), ферментации бактериями рода *Lactobacillus* ($c(L. casei, L. plantarum (1:1))=1 \cdot 10^7$ КОЕ/г, $t=18$ ч, гидромодуль – 1:2), а также негидролизованное сырье.

Методы исследований – стандартные методы исследований показателей качества пищевых продуктов.

Результаты и их обсуждение. В результате выполнения НИР определено влияние гидролиза коллагенсодержащего сырья в водной среде, кислотного, щелочного, ферментативного и ферментации бактериями рода *Lactobacillus* на показатели качества данного сырья. Результаты исследований аминокислотного состава коллагенсодержащего сырья, подвергнутого предварительной технологической подготовке, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Аминокислотный скор незаменимых аминокислот коллагенсодержащего сырья

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ, г/100 г	Содержание аминокислот и аминокислотный скор			
		Свиная шкурка негидролизованная, г/100 г	Скор, %	Свиная шкурка, гидролизованная в водной среде, г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	2,4	60,0	3,7	92,5
Лейцин	7,0	4,7	67,1	7,0	100,0
Лизин	5,5	5,9	107,3	4,7	85,5
Метионин + цистеин	3,5	1,1	31,4	1,0	28,6
Фенилаланин + тирозин	6,0	3,4	56,7	4,2	70,0
Треонин	4,0	2,9	72,5	4,6	115,0
Валин	5,0	5,0	100,0	5,3	106,0
Всего:	35,0	25,5	–	30,5	–
Лимитирующая аминокислота, скор, %	–	Метионин + цистеин, 31,4		Метионин + цистеин, 28,6	

Продолжение таблицы 1

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ, г/100 г	Содержание аминокислот и аминокислотный скор			
		Свиная шкурка, подвергнутая кислотному гидролизу, г/100 г	Скор, %	Свиная шкурка, подвергнутая щелочному гидролизу, г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	3,0	75,0	2,8	70,0
Лейцин	7,0	6,3	90,0	5,2	74,3
Лизин	5,5	5,1	92,7	5,5	100,0
Метионин + цистеин	3,5	1,5	42,9	1,4	40,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	4,5	75,0	3,9	65,0
Треонин	4,0	2,8	70,0	3,5	87,5
Валин	5,0	5,5	110,0	4,8	96,0
Всего:	35,0	28,7	–	27,2	–
Лимитирующая аминокислота, скор, %	–	Метионин + цистеин, 42,9		Метионин + цистеин, 40,0	

Окончание таблицы 1

Незаменимые аминокислоты	«Идеальный» белок, FAO/ВОЗ, г/100 г	Содержание аминокислот и аминокислотный скор					
		Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу (растительного происхождения), г/100 г	Скор, %	Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу (животного происхождения), г/100 г	Скор, %	Свиная шкурка, подвергнутая ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i> , г/100 г	Скор, %
Изолейцин	4,0	3,0	75,0	2,8	70,0	2,9	72,5
Лейцин	7,0	5,6	80,0	4,8	68,6	5,6	80,0
Лизин	5,5	5,9	107,3	5,5	100,0	5,9	107,3
Метионин + цистеин	3,5	1,3	37,1	1,1	31,4	1,4	40,0
Фенилаланин + тирозин	6,0	3,9	65,0	3,6	60,0	4,4	73,3
Треонин	4,0	3,5	87,5	3,7	92,5	2,4	60,0
Валин	5,0	4,7	94,0	5,3	106,0	4,8	96,0
Всего:	35,0	27,9	–	26,9		27,4	
Лимитирующая аминокислота, скор, %	–	Метионин + цистеин, 37,1		Метионин + цистеин, 31,4		Метионин + цистеин, 40,0	

Установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде позволяет значительно увеличить аминокислотные скорости незаменимых аминокислот, способствующих увеличению адаптации организма к повышенным физическим и умственным нагрузкам (по сравнению с негидролизованным сырьем):

- валина – со 100,0 % до 106,0 %;
- лейцина – с 67,1 % до 100,0%;
- изолейцина – с 60,0 % до 92,5 %;
- фенилаланина и тирозина – с 56,7 % до 70,0 %;
- треонина – с 72,5 % до 115,0 %.

При этом значения аминокислотных скоров по треонину, валину и лейцину в свиной шкурке, гидролизованной в водной среде, превышают 100% (115,0%, 106,0% и 100,0% соответственно), что свидетельствует о более высоком содержании данных незаменимых аминокислот по сравнению с эталоном.

Аналогичная тенденция по увеличению аминокислотных скоров незаменимых аминокислот, оказывающих положительное влияние на увеличение выносливости организма к повышенным физическим нагрузкам, наблюдается и при кислотном гидролизе данного сырья:

- валина – со 100,0% до 110,0%;
- лейцина – с 67,1% до 90,0%;
- изолейцина – с 60,0% до 75,0%;
- фенилаланина и тирозина – с 56,7% до 75,0%;
- метионина и цистеина – с 31,4% до 42,9% (таблица 1).

Выявлено, что щелочной гидролиз коллагенсодержащего сырья в большей степени по сравнению с кислотным гидролизом позволяет увеличить аминокислотный скор треонина (с 72,5% до 87,5%), участвующего в процессе выработки глицина и серина, которые в свою очередь увеличивают умственную работоспособность, и в меньшей степени – аминокислотные скорости аминокислот с

разветвленной цепью и серосодержащих аминокислот, способствующих повышению физической выносливости и работоспособности:

- изолейцина – с 60,0% до 70,0%;
- лейцина – с 67,1% до 74,3%;
- фенилаланина и тирозина – с 56,7% до 65,0%;
- метионина и цистеина – с 31,4% до 40,0%.

При проведении сравнительного анализа кислотного и щелочного гидролиза коллагенсодержащего сырья по сравнению с гидролизом данного сырья в водной среде определено, что аминокислотный скор по лизину увеличился с 85,5% до 92,7% и 100,0%, а по метионину и цистеину – с 28,6% до 42,9% и 40,0% соответственно. Кроме того, при проведении кислотного гидролиза коллагенсодержащего сырья произошло увеличение аминокислотных скоров по валину – со 106,0% до 110,0% и фенилаланину и тирозину – с 70,0% до 75,0%. При этом значение аминокислотного сора по валину в свиной шкурке, подвергнутой кислотному гидролизу, составило 110,0%, что свидетельствует о более высоком содержании данной незаменимой аминокислоты по сравнению с эталоном и окажет положительное влияние на увеличение адаптации организма к повышенным физическим нагрузкам при использовании свиной шкурки, гидролизованной данным способом, в составе мясных изделий.

Установлено, что свиная шкурка, подвергнутая предварительной технологической подготовке, 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%;
- при использовании бактерий рода *Lactobacillus*:
 - изолейцина – с 60,0% до 72,5%;
 - лейцина – с 67,1% до 80,0%;
 - метионина и цистеина – с 31,4% до 40,0%;
 - фенилаланина и тирозина – с 56,7% до 73,3%.

Определено, что общее количество незаменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой гидролизу в водной среде, составило 30,5 г/100г, кислотному и щелочному гидролизу – 28,7 г/100г и 27,2 г/100г, ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного, животного происхождения и ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – 27,9 г/100г, 26,9 г/100г и 27,4 г/100г соответственно, что на 5,5–19,6% превышает данный показатель для негидролизованной свиной шкурки соответственно.

Для более полной характеристики биологической ценности гидролизованного коллагенсодержащего сырья использовали дополнительные критерии – индекс незаменимых аминокислот, показатели утилитарности незаменимых аминокислот, коэффициент утилитарности аминокислотного состава и показатель сопоставимой

избыточности. В таблице 2 и на рисунке 1 представлены данные по расчету аминокислотной сбалансированности белков коллагенсодержащего сырья.

Таблица 2 – Аминокислотная сбалансированность белков коллагенсодержащего сырья

Показатель	Эталон [13]	Свиная шкурка			
		негидролизованная	гидролизованная		
			в водной среде	кислотным способом	щелочным способом
Индекс незаменимых аминокислот	1	0,7	0,8	0,8	0,7
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,45	0,34	0,52	0,51
Показатель сопоставимой избыточности	0	0,0043	0,0068	0,0032	0,0033

Окончание таблицы 2

Показатель	Эталон [13]	Свиная шкурка, подвергнутая технологической подготовке с использованием		
		ферментов растительного происхождения	ферментов животного происхождения	ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Индекс незаменимых аминокислот	1	0,7	0,7	0,7
Коэффициент утилитарности аминокислотного состава	1	0,47	0,41	0,50
Показатель сопоставимой избыточности	0	0,0040	0,0050	0,0035

Установлено, что свиная шкурка, подвергнутая гидролизу в водной среде, а также кислотному, щелочному, ферментативному гидролизу и ферментации бактериями рода *Lactobacillus*, характеризуется приближенными к эталону индексами незаменимых аминокислот (0,7–0,8) и показателями сопоставимой избыточности (0,0032–0,0068), что свидетельствует о высокой степени сбалансированности аминокислотного состава данного сырья. Кроме того, свиная шкурка, гидролизованная в водной среде и кислотным способом, характеризуется более высоким значением индекса незаменимых аминокислот по сравнению с негидролизованной (0,8).

Определено, что коэффициент утилитарности аминокислотного состава свиной шкурки, гидролизованной кислотным, щелочным, ферментативным способом (растительного происхождения) и ферментированной бактериями рода *Lactobacillus*, более приближен к эталону по сравнению с негидролизованным сырьем (на 2,0–7,0%).

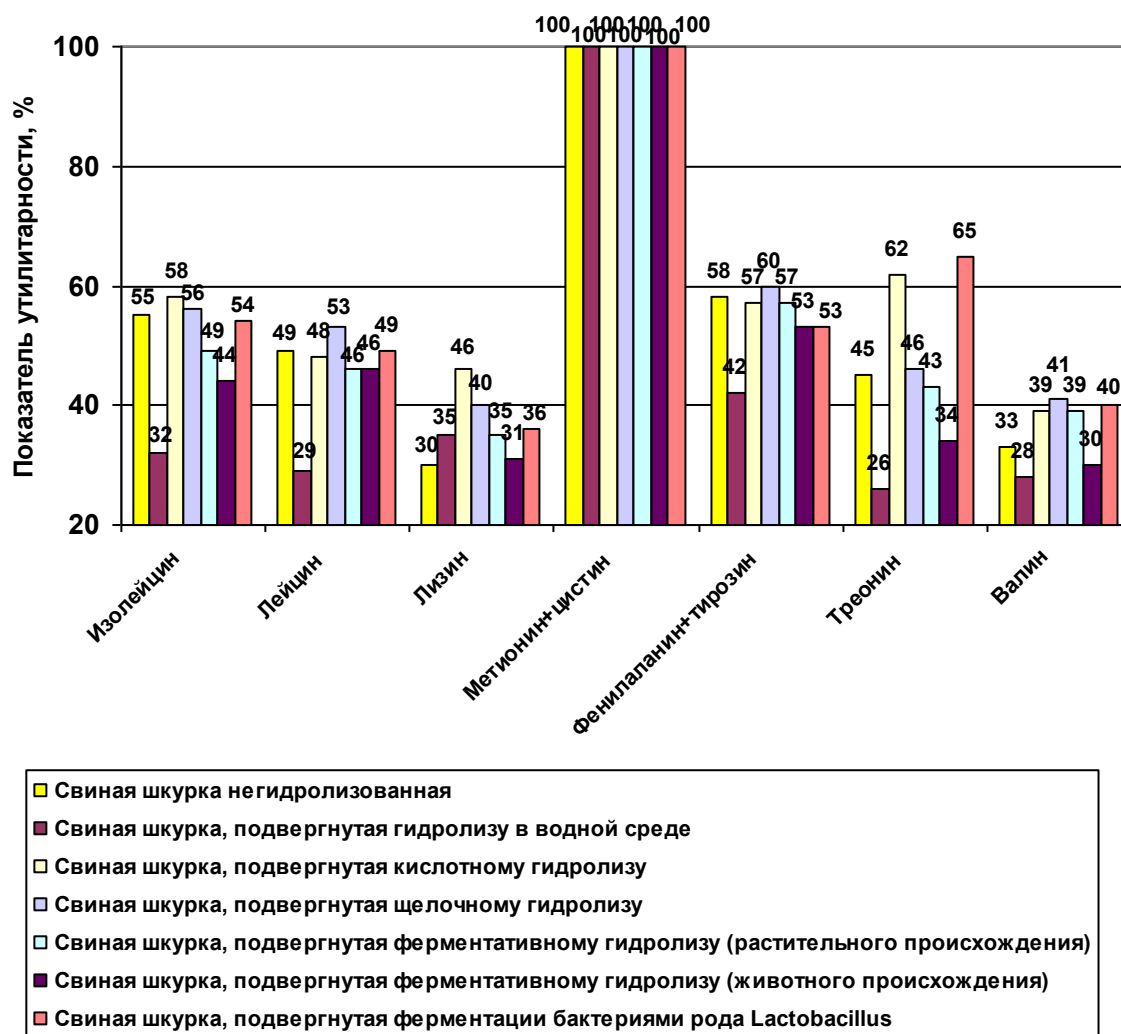


Рисунок 1 – Показатель утилитарности незаменимых аминокислот коллагенсодержащего сырья
Источник данных: собственная разработка.

В результате анализа данных, представленных на рисунке 1, установлено, что по показателю утилитарности незаменимые аминокислоты свиной шкурки можно расположить в следующих убывающих последовательностях:

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

– **свиная шкурка, гидролизованная в водной среде:** метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (42,0 %) → лизин (35,0 %) → изолейцин (32,0 %) → лейцин (29,0 %) → валин (28,0 %) → треонин (26,0 %).

– **свиная шкурка, подвергнутая кислотному гидролизу:** метионин+цистеин (100,0 %) → треонин (62,0 %) → изолейцин (58,0 %) → фенилаланин+тирозин (57,0 %) → лейцин (48,0 %) → лизин (46,0 %) → валин (39,0 %);

– **свиная шкурка, подвергнутая щелочному гидролизу:** метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (60,0 %) → изолейцин (56,0 %) → лейцин (53,0 %) → треонин (46,0 %) → валин (41,0 %) → лизин (40,0 %);

– **свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного происхождения:** метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (57,0 %) → изолейцин (49,0 %) → лейцин (46,0 %) → треонин (43,0 %) → валин (39,0 %) → лизин (35,0 %);

– свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов животного происхождения: метионин+цистеин (100,0 %) → фенилаланин+тирозин (53,0 %) → лейцин (46,0 %) → изолейцин (44,0 %) → треонин (34,0 %) → лизин (31,0 %) → валин (30,0 %);

– свиная шкурка, подвергнутая ферментации бактериями рода *Lactobacillus*: метионин+цистеин (100,0 %) → треонин (65,0 %) → изолейцин (54,0 %) → фенилаланин+тирозин (53,0 %) → лейцин (49,0 %) → валин (40,0 %) → лизин (36,0 %).

Определено, что по показателю утилитарности лизина свиная шкурка, гидролизованная в водной среде, на 5% превышает негидролизованную (35,0% и 30,0% соответственно).

Вместе с тем, свиная шкурка, подвергнутая щелочному гидролизу, превосходит негидролизованное сырье, а также подвергнутое гидролизу в водной среде по показателям утилитарности всех незаменимых аминокислот:

- лизина – на 10,0% и 5,0%;
- валина – на 8,0% и 13,0%;
- лейцина – на 4,0% и 24,0%;
- фенилаланина и тирозина – на 2,0% и 18,0%;
- изолейцина – на 1,0% и 24,0%;
- треонина – на 1,0% и 20,0% соответственно.

Установлено, что свиная шкурка, подвергнутая кислотному гидролизу, также превосходит сырье, гидролизованное в водной среде, по показателям утилитарности всех незаменимых аминокислот (треонина – на 36,0%, изолейцина – на 26,0%, лейцина – на 19,0%, фенилаланина и тирозина – на 15,0%, лизина и валина – на 11,0%), а негидролизованную шкурку – по всем аминокислотам, за исключением лейцина, а также фенилаланина и тирозина.

Определено, что свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного происхождения, превосходит негидролизованную шкурку по показателям утилитарности лизина – на 5,0% и валина – на 6,0%, животного происхождения – лизина – на 1,0%, ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – лизина – на 6,0%, треонина – на 20,0%, валина – на 7,0%. Вместе с тем, использование ферментативного гидролиза и ферментации позволяет значительно увеличить показатели утилитарности изолейцина – на 12,0–22,0%, лейцина – на 17,0–20,0%, лизина – на 1,0–6,0%, фенилаланина и тирозина – на 11,0–15,0%, треонина – на 8,0–39,0%, валина – на 2,0–12,0% по сравнению с гидролизом в водной среде.

В результате выполнения НИР исследовано содержание заменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой предварительной технологической подготовке (таблица 3).

Установлено, что гидролиз коллагенсодержащего сырья в водной среде способствует увеличению содержания аспарагиновой кислоты (с 1,9 г/100г до 3,4 г/100 г), глютаминовой кислоты (с 5,4 г/100г до 6,9 г/100г), пролина (с 14,7 г/100 г до 15,8 г/100г), кислотный и щелочной гидролиз – аспарагиновой кислоты (до 2,5 г/100г и 2,8 г/100г соответственно), ферментативный гидролиз с использованием ферментов растительного происхождения и ферментация бактериями рода *Lactobacillus* – аспарагиновой кислоты (с 1,9 г/100г до 2,7 г/100 г и 2,5 г/100г соответственно), глютаминовой кислоты (с 5,4 г/100г до 6,7 г/100 г и 5,5 г/100г соответственно), ферментативный гидролиз с использованием ферментов животного происхождения – аспарагиновой кислоты (с 1,9 г/100г до 2,8 г/100г), глютаминовой кислоты (с 5,4 г/100г до 7,0 г/100г), серина (с 6,4 г/100г до 8,1 г/100г), глицина (с 24,1 г/100г до 30,6 г/100г), аланина (с 11,6 г/100г до 14,1 г/100г), аргинина

(с 7,4 г/100г до 8,5 г/100г), пролина (с 14,7 г/100г до 15,8 г/100г), гистидина (с 0,9 г/100г до 1,2 г/100г).

Таблица 3 – Содержание заменимых аминокислот в свиной шкурке, подвергнутой предварительной технологической подготовке

Заменимые аминокислоты, г/100г	Свиная шкурка			
	негидролизованная	гидролизованная		
		в водной среде	кислотным способом	щелочным способом
Аспарагиновая кислота	1,9	3,4	2,5	2,8
Глютаминовая кислота	5,4	6,9	3,9	6,7
Серин	6,4	4,4	2,4	5,3
Глицин	24,1	19,3	15,2	22,9
Аланин	11,6	10,1	5,0	8,9
Аргинин	7,4	5,2	4,9	6,7
Пролин	14,7	15,8	12,9	14,1
Гистидин	0,9	0,5	0,3	0,8
Всего	72,3	65,7	47,2	68,3

Окончание таблицы 3

Заменимые аминокислоты, г/100г	Свиная шкурка, подвергнутая технологической подготовке с использованием		
	ферментов растительного происхождения	ферментов животного происхождения	ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Аспарагиновая кислота	2,7	2,8	2,5
Глютаминовая кислота	6,7	7,0	5,5
Серин	6,0	8,1	2,9
Глицин	23,8	30,6	21,1
Аланин	10,0	14,1	5,1
Аргинин	6,0	8,5	5,0
Пролин	12,6	15,8	12,9
Гистидин	0,9	1,2	0,6
Всего	68,7	88,0	55,7

Кроме того, содержание глютаминовой кислоты, оказывающей положительное влияние на увеличение умственной деятельности, в свиной шкурке, подвергнутой щелочному, ферментативному гидролизу и ферментации, на 24,1–29,6% превышает содержание данной аминокислоты в негидролизованном сырье, что подтверждает перспективность использования коллагенсодержащего сырья, модифицированного данными способами, в составе мясных продуктов для людей, занимающихся умственным трудом.

Содержание *линолевой и линоленовой кислоты* в свиной шкурке, подвергнутой предварительной технологической подготовке, представлено на рисунке 2. Установлено, что по содержанию линолевой и линоленовой кислоты свиная шкурка, подвергнутая предварительной технологической подготовке, превышает эталон в 1,1–2,5 и 1,1–2,2 раза соответственно.

Определено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое технологической подготовке, характеризуется приближенными к эталону соотношениями (ПНЖК+МНЖК) : НЖК (1,8–2,2) и ПНЖК : МНЖК : НЖК (гидролиз в водной среде – 1:2,61:1,83, кислотный гидролиз – 1:3,56:2,14, щелочной гидролиз – 1:3,60:2,11, ферментативный гидролиз: растительного происхождения – 1:3,54:2,50, животного

происхождения – 1:3,12:1,92, ферментация бактериями рода *Lactobacillus* – 1:3,73:2,38) и превышает эталон по содержанию полиненасыщенных (на 1,61–5,95%) и мононенасыщенных жирных кислот (на 4,98–10,61%) (таблица 4).

В результате выполнения НИР исследовано содержание минеральных веществ, играющих важную роль в питании: макроэлементов – **магния, калия, фосфора, кальция** и микроэлементов – **железа и селена**, в коллагенсодержащем сырье, подвергнутом предварительной технологической подготовке (рисунки 3 и 4).

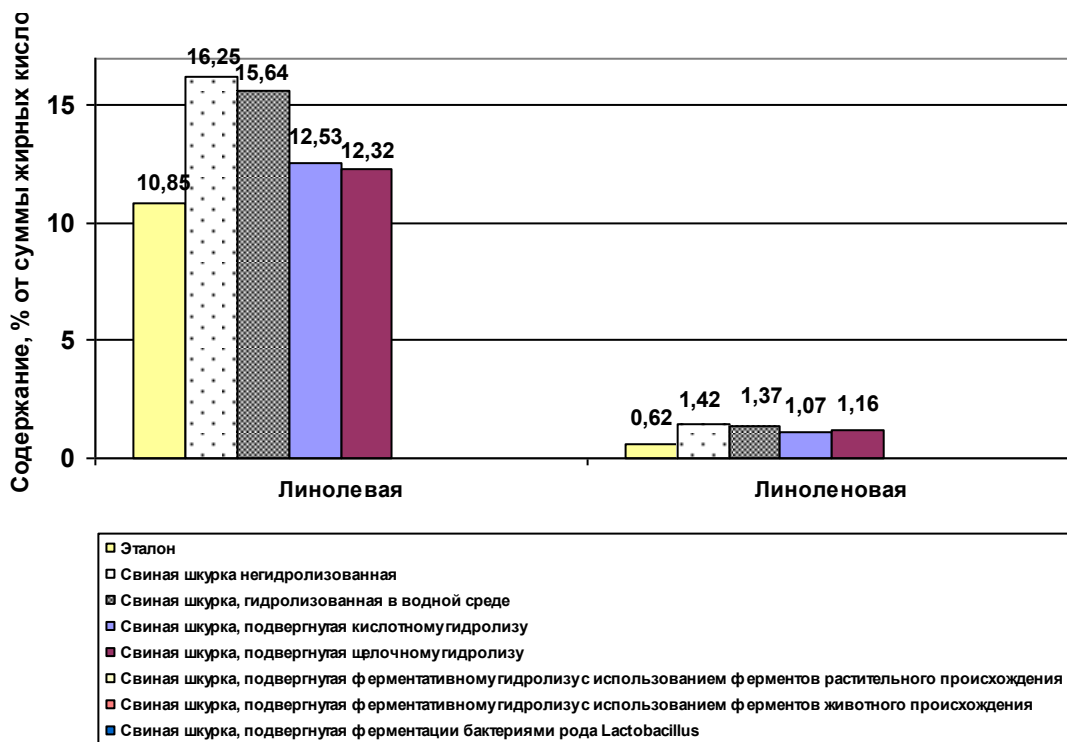


Рисунок 2 – Содержание линолевой и линоленовой кислоты в коллагенсодержащем сырье

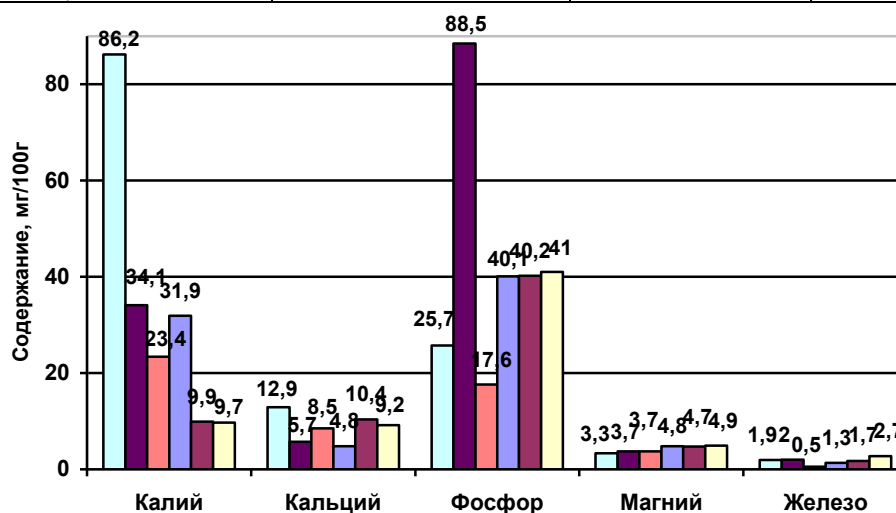
Источник данных: собственная разработка.

Таблица 4 – Жирнокислотная сбалансированность коллагенсодержащего сырья

Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Эталон [13]	Свиная шкура			
		негидролизованная	гидролизованная		
			в водной среде	кислотным способом	щелочным способом
Насыщенные жирные кислоты	41,78	31,76	33,63	31,97	31,43
Мононенасыщенные жирные кислоты	43,03	49,29	48,01	53,13	53,64
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	12,42	18,96	18,37	14,91	14,90
линолевая	10,85	16,25	15,64	12,53	12,32
линоленовая	0,62	1,42	1,37	1,07	1,16
арахидоновая	0,95	-	0,01	0,01	0,02
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	17,5	8,7	8,1	7,7	6,8
ПНЖК : МНЖК : НЖК	1:3,47:3,36	1:2,60:1,68	1:2,61:1,83	1:3,56:2,14	1:3,60:2,11
(ПНЖК+МНЖК) : НЖК	1,3	2,1	2,0	2,1	2,2

Окончание таблицы 4

Массовая доля жирных кислот, % от суммы жирных кислот	Свиная шкурка, подвергнутая технологической подготовке с использованием		
	ферментов растительного происхождения	ферментов животного происхождения	ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>
Насыщенные жирные кислоты	31,64	35,42	33,41
Мононенасыщенные жирные кислоты	51,58	50,12	52,32
Полиненасыщенные жирные кислоты, в т.ч.	16,51	14,17	14,03
линолевая	13,54	12,03	11,51
линоленовая	1,55	0,8	1,36
арахионовая	0,02	0,01	0,01
Соотношение $\omega 6/\omega 3$	7,1	9,3	6,8
ПНЖК : МНЖК : НЖК	1:3,12:1,92	1:3,54:2,50	1:3,73:2,38
(ПНЖК+МНЖК) : НЖК	2,2	1,8	2,0



- Свиная шкурка негидролизованная
- Свиная шкурка, подвергнутая кислотному гидролизу
- Свиная шкурка, подвергнутая щелочному гидролизу
- Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного происхождения
- Свиная шкурка, подвергнутая ферментативному гидролизу с использованием ферментов животного происхождения
- Свиная шкурка, подвергнутая ферментации бактериями рода *Lactobacillus*

Рисунок 3 – Содержание калия, кальция, фосфора, магния и железа в свиной шкурке
Источник данных: собственная разработка.

Определено, что в результате кислотного и щелочного гидролиза коллагенсодержащего сырья происходит снижение содержания минеральных веществ в данном сырье – калия – в 2,5 и 3,7 раз, кальция – в 2,3 и 1,5 раз, селена – в 2,2 и 2,0 раз соответственно, а ферментативного гидролиза растительного и животного происхождения и ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – калия – в 2,7–8,9 раз и кальция – в 1,2–2,7 раз. Кроме того, свиная шкурка, подвергнутая щелочному и ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения, характеризуется сниженным в 1,1–3,8 раз содержанием железа по сравнению с негидролизованным сырьем.

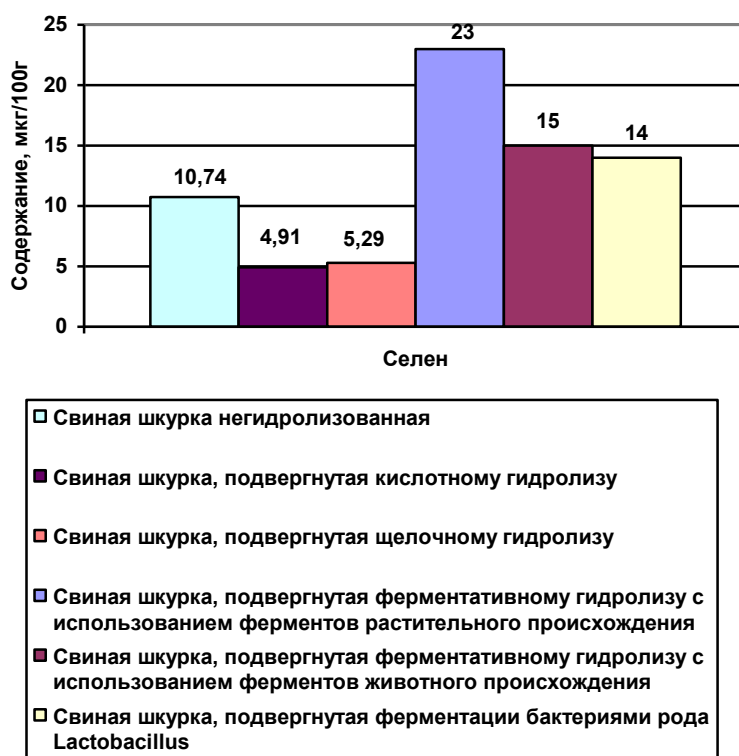


Рисунок 4 – Содержание селена в свиной шкурке

Источник данных: собственная разработка.

С целью оценки сбалансированности минерального состава коллагенсодержащего сырья рассчитаны соотношения кальций: фосфор, кальций: магний и натрий: калий в данном сырье (таблица 5).

Таблица 5 – Соотношения минеральных веществ в коллагенсодержащем сырье

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 кислотному гидролизу	1:15,5	1,5:1	1:0,9
Свиная шкурка, подвергнутая щелочному гидролизу	1:2,1	2,3:1	1:0,02
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
Свиная шкурка, подвергнутая ферментации бактериями рода <i>Lactobacillus</i>	1:4,5	1,9:1	1:0,7

Установлено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое кислотному гидролизу, характеризуется приближенными к рекомендуемыми соотношениями кальций:магний (1,5:1) и натрий:калий (1:0,9), щелочному гидролизу – кальций:фосфор (1:2,1) и кальций:магний (2,3:1), ферментации бактериями рода *Lactobacillus* и ферментативному гидролизу животного происхождения – кальций:магний (1,9:1 и 2,2:1 соответственно).

Заключение. Определено, что технологическая подготовка коллагенсодержащего сырья позволяет увеличить аминокислотные скорости незаменимых аминокислот: изолейцина (до 70,0–92,5%), лейцина (до 68,6–100,0%), фенилаланина и тирозина (до 60,0–75,0%) – кислотный, щелочной, ферментативный гидролиз, гидролиз в водной среде, ферментация бактериями рода *Lactobacillus*; метионина и цистеина (до 37,1–42,9%) – кислотный, щелочной, ферментативный (растительного происхождения) гидролиз, ферментация бактериями рода *Lactobacillus*; треонина (до 87,3–115,0%) – гидролиз в водной среде, щелочной, ферментативный (растительного и животного происхождения) гидролиз; валина (до 106,0–110,0%) – гидролиз в водной среде, кислотный и ферментативный гидролиз (животного происхождения), а также обеспечить приближенные к эталону индексы незаменимых аминокислот (0,7–0,8) и показатели сопоставимой избыточности (0,0032–0,0068), что свидетельствует о высокой степени сбалансированности аминокислотного состава данного сырья.

Установлено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое технологической подготовке, характеризуется приближенными к эталону соотношениями (ПНЖК+МНЖК) : НЖК (1,8–2,2) и ПНЖК : МНЖК : НЖК (гидролизу в водной среде – 1:2,61:1,83, кислотным способом – 1:3,56:2,14, щелочным способом – 1:3,60:2,11, ферментативным способом: растительного происхождения – 1:3,54:2,50, животного происхождения – 1:3,12:1,92), ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – 1:3,73:2,38), а по содержанию линолевой и линоленовой кислоты превышает эталон в 1,1–2,5 и 1,1–2,2 раза соответственно.

Выявлено, что в результате кислотного и щелочного гидролиза коллагенсодержащего сырья происходит снижение содержания минеральных веществ в данном сырье: калия – в 2,5 и 3,7 раз, кальция – в 2,3 и 1,5 раз, селена – в 2,2 и 2,0 раз соответственно, а при ферментативном гидролизе растительного и животного происхождения и ферментации бактериями рода *Lactobacillus* – калия – в 2,7–8,9 раз и кальция – в 1,2–2,7 раз. Кроме того, свиная шкурка, подвергнутая щелочному и ферментативному гидролизу с использованием ферментов растительного и животного происхождения характеризуется сниженным в 1,1–3,8 раз содержанием железа по сравнению с негидролизированным сырьем.

Установлено, что коллагенсодержащее сырье, подвергнутое кислотному гидролизу, характеризуется приближенными к рекомендуемыми соотношениями кальций:магний (1,5:1) и натрий:калий (1:0,9), щелочному гидролизу – кальций:фосфор (1:2,1) и кальций:магний (2,3:1), ферментации бактериями рода *Lactobacillus* и ферментативному гидролизу животного происхождения – кальций:магний (1,9:1 и 2,2:1 соответственно).

Список использованных источников

- | | |
|---|--|
| <p>1. Антипова, Л. В. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности: учеб. пособие / Л.В. Антипова, И.А. Глотова. – СПб.:ГИОРД, 2006.– 384 с.</p> <p>2. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: Колос, 2001. –</p> | <p>1. Antipova L. V., Glotova I.A. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashhego syr'ja mjasnoj promyshlennosti [Use of secondary collagen-containing raw materials of meat industry]. SPb, GIORD, 2006, 384 p.</p> <p>2. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya mjasa i mjasnyh produktov [Methods of meat and meat products</p> |
|---|--|

376 с.

3. 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 / Ульян. гос. с.-х. акад.– 2009.– т.2. – С. 151–153.

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

5. Баблюли, О.О. Модификация коллагена, создание и освоение новых технологических процессов его переработки. Автореф. дисс. д-ра техн. наук. –М.:1984. – 50 с.

6. Белитов, В.В. Совершенствование технологии вареных колбас с белково-жировыми композициями: Дис. . канд. техн. наук. – М.: МГУ прикладной биотехнологии, 2002. – 143 с.

7. 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.

8. 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.

9. Боресков, В.Г. Теоретические и практические основы использования комплекса современных способов воздействия на биологические системы при производстве мясopодуKтов. Дисс. д-ра техн. наук.– М.: 1990. – 316 с.

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.

research]. M, Kolos, 2001, 376 p.

3. Antipova L.V., Storubl'jovcev S.A. Perspektivy ispol'zovanija vtorichnyh produktov uboja sel'skoxozjajstvennyh zhivotnyh na pishhevye celi i poluchenie kollagenovyh substancij [Prospects for the use of secondary slaughter products of agricultural animals for food purposes and the production of collagen substances]. Agrar. nauka i obrazovanie na sovrem. jetape razvitija: opyt, problemy i puti ih reshenija [Agrarian science and education in modern times development phase: experiences, challenges and solutions]. Ul'jan. gos. s.-h. akad, 2009, vol. 2, pp. 151–153.

4. Apraksina S.K., Kashhenko R.V. Povyshenie pishhevoj adekvatnosti kollagensoderzhashhego syr'ja fermentativnoj obrabotkoj [Increased nutritional adequacy of collagen-containing raw materials by enzymatic treatment]. Vse o mjase= All about meat, 2006, no. 4, pp. 11–12.

5. Bablioli O.O. Modifikacija kollagena, sozdanie i osvoenie novyh tehnologicheskikh processov ego pererabotki. Avtoref. diss. d-ra tehn. nauk [Modification of collagen, creation and development of new technological processes of its processing. Avtoref. diss. dr. techn. sciences], M, 1984. 50 p.

6. Belitov V.V. Sovershenstvovanie tehnologii varenyh kolbas s belkovo-zhirovymi kompozicijami. Dis. kand. tehn. nauk [Improvement of technology of boiled sausages with protein-fat compositions. Cand. tech. sciences], M, MGU prikladnoj biotehnologii, 2002. 143 p.

7. Bitueva Je. B. Ispol'zovanie vyjnoj svjazki krupnogo rogatogo skota na pishhevye celi [Use of cattle ligament for food purposes]. Mjasnaja industrija= Meat industry, 1999, no. 2, pp. 24–25.

8. Bitueva Je. B., Zhamsaranova S.D. Jelastin i perspektivy ego ispol'zovanija v tehnologii produktov pitaniya so special'nymi svojstvami [Elastin and prospects for its use in food technology with special properties]. Hranenie i pererabotka sel'hozsyr'ja= Storage and processing of agricultural raw materials, 2004, no. 2, pp. 47–49.

9. Boreskov V.G. Teoreticheskie i prakticheskie osnovy ispol'zovanija kompleksa sovremennyh sposobov vozdejstvija na biologicheskie sistemy pri proizvodstve mjasoproduktov. Diss. d-ra tehn. Nauk [Theoretical and practical foundations of using a set of modern methods of influencing biological systems in the production of meat products. Dr. techn. sciences diss.], M, 1990. 316 p.

10. Borisenko L.A., Kurilov R.I. Ispol'zovanie biomodifikacii dlja uluchshenija funkcional'no-tehnologicheskikh svojstv mjasnogo syr'ja [Use of biomodification to improve functional and technological properties of meat raw materials]. Materialy IV mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii studentov i molodyh uchenyh "Zhivye sistemy i biologicheskaja bezopasnost' naselenija". M, MGUPB, 2005, pp. 136–138.

11. Горбатов, А.В. Реология мясных и молочных продуктов.– М.: Пищевая промышленность, 1979.– 383с.

12. 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.

13. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. М.Ф. Нестерина и др. М.: Пищевая промышленность, 1979. – 247 с.

11. Gorbatov A.V. Reologija mjasnyh i molochnyh produktov, M, Pishhevaja promyshlennost', 1979, 383 p.

12. Gushhin V.V., Sokolova L.A. Vozmozhnost' netradicionnogo ispol'zovanija nekotoryh malocennyh produktov pri promyshlennoj pererabotke pticy [Possibility of unconventional use of some low-value products in industrial poultry processing]. Ptica i pticeprodukty= Poultry and poultry products, 2009, no. 6, pp. 29–30.

13. Himicheskij sostav pishhevyh produktov. Spravochnye tablicy sodержaniya aminokislot, zhirnyh kislot, vitaminov, makro- i mikrojelementov, organicheskikh kislot i uglevodov [Chemical composition of food products. Reference tables of amino acids, fatty acids, vitamins, macro- and trace elements, organic acids and carbohydrates]. Pod red. M.F. Nesterina i dr. M, Pishhevaja promyshlennost', 1979, 247 p.