

## Пищевая биотехнология

Оригинальная статья/Original article

УДК 637.17:615.857.061.1

DOI: <http://doi.org/10.20914/2310-1202-2018-4-138-144>

### Белковые ресурсы рыбного происхождения – источник здоровья и красоты

Людмила В. Антипова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:antipova.l54@yandex.ru">antipova.l54@yandex.ru</a>
Станислав А. Сторублевцев	<sup>1</sup>	<a href="mailto:c11111983@yandex.ru">c11111983@yandex.ru</a>
Марина А. Пискова	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mari-mari-mari.ya@yandex.ru">mari-mari-mari.ya@yandex.ru</a>
Юрий З. Химишев	<sup>2</sup>	<a href="mailto:himish92@mail.ru">himish92@mail.ru</a>

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

<sup>2</sup> Адыгейская Республиканская Клиническая Больница, ул. Жуковского, 4, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Россия

**Аннотация.** Настоящая статья посвящена исследованию коллагенсодержащего сырья и полученных коллагеновых субстанций. Проведен гистоморфологический анализ, в результате которого получены данные о наличии коллагена в животном и рыбном сырье, но отличающегося более рыхлой структурой и меньшей толщиной волокон в случае рыбных шкур. Исследования фракционного состава показали, что преобладающей фракцией является щелочерастворимая, к которой относятся коллагеновые белки. Получены дисперсии коллагеновых белков из шкур внутренних водоемов и из спилка шкур КРС. Дисперсии близки по свойствам, но имеют и некоторые отличия, связанные со структурными особенностями. Полученные материалы для пищевой, косметической и медицинской промышленности, отвечают принципам рационального природопользования и являются экономически выгодным. Новые представления о роли коллагена в питании, создании оригинальных продуктов, необходимость развития нетрадиционных и совершенствования имеющихся технологий коллагеновых субстанций различной функциональности, требуют реализации подходов к обеспечению максимальной трансформации коллагенсодержащих ресурсов в полезные для человека продукты, материалы, средства. Значительная доля коллагеновых белков содержится в отходах рыбной промышленности. Коллаген рыбного происхождения и его производные, не так давно появившийся на мировом и отечественном рынках, представляет научно-практический интерес для пищевой промышленности, косметологии и медицины. В условиях санкций Евросоюза, США и сторонников, сокращение импорта натуральных полимерно-пленочных покрытий, поиск новых источников пленочный покрытий для пищевой поверхности наиболее целесообразен.

**Ключевые слова:** коллаген, белковые продукты рыбного происхождения, функциональные биополимеры, медицина, косметология, пищевая промышленность

### Protein of fish origin – a source of health and beauty

Lyudmila V. Antipova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:antipova.l54@yandex.ru">antipova.l54@yandex.ru</a>
Stanislav A. Storublevtsev	<sup>1</sup>	<a href="mailto:c11111983@yandex.ru">c11111983@yandex.ru</a>
Marina A. Piskova	<sup>1</sup>	<a href="mailto:mari-mari-mari.ya@yandex.ru">mari-mari-mari.ya@yandex.ru</a>
Yuriy Z. Himishev	<sup>2</sup>	<a href="mailto:himish92@mail.ru">himish92@mail.ru</a>

<sup>1</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

<sup>2</sup> Adyge Republic Clinical Hospital, Zhukovsky Street, 4, Maikop, Adyge Republic, 385000, Russia

**Abstract.** This article is devoted to the study of collagen-containing raw materials and obtained collagen substances. Histomorphological analysis was carried out, which resulted in data on the presence of collagen in animal and fish raw materials, but characterized by a loose structure and a smaller thickness of fibers in the case of fish skins. Studies of the fractional composition showed that the predominant fraction is alkali-soluble, which include collagen proteins. The obtained dispersion of collagen fibers of the hides of inland water bodies and split leather from cattle hides. Dispersions are similar in properties, but have some differences associated with structural features. The materials obtained for the food, cosmetic and medical industries meet the principles of rational nature management and are economically viable. New ideas about the role of collagen in nutrition, the creation of original products, the need to develop unconventional and improve existing technologies of collagen substances of various functionalities, require the implementation of approaches to ensure maximum transformation of collagen-containing resources into human products, materials and tools. New ideas about the role of collagen in nutrition, the creation of original products, the need to develop unconventional and improve existing technologies of collagen substances of various functionalities, require the implementation of approaches to ensure maximum transformation of collagen-containing resources into human products, materials and tools. In terms of sanctions of the European Union, the United States and supporters, reducing the import of natural polymer-film coatings, finding new sources of film coatings for the food surface is most appropriate.

**Keywords:** collagen, protein fish products, functional biopolymers, medicine, cosmetology, food industry.

Для цитирования

Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Пискова М.А., Химишев Ю.З. Белковые ресурсы рыбного происхождения – источник здоровья и красоты // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 4. С. 138–144. doi:10.20914/2310-1202-2018-4-138-144

For citation

Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Piskova M.A., Himishev Yu.Z. Protein of fish origin – a source of health and beauty. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 4. pp. 138–144. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-4-138-144

## **Введение**

Анализ современных отраслей экономики России свидетельствует о том, что на сегодняшний день практически отсутствует отечественное производство продуктов модификации соединительных тканей животных и их производных для использования в качестве эффективных материалов и средств для пищевой промышленности, косметологии, медицины, в том числе для регенерации и омоложения кожи, биосовместимых для человека. В то же время можно констатировать, что сырьевые источники для их получения сосредоточены в виде вторичных и малоценных продуктов перерабатывающих отраслей АПК, прежде всего мясной и рыбной.

Однако анализ научно-технической и патентной литературы показал актуальность разработки прогрессивных технологий на основе управляемого биокатализа с использованием в качестве специфических субстратов биополимеров в составе побочного сырья перерабатывающих отраслей АПК с получением коллагеновых субстанций различной степени чистоты и в разнообразных формах: дисперсии, пленки. Развитие и внедрение таких технологий в производство решает многие существующие проблемы, связанные с созданием здоровых продуктов питания, новых форм пищи, съедобных покрытий для пролонгирования сроков хранения и повышения качества продуктов в режиме экономии и целенаправленного использования ресурсов.

Стратегической целью продовольственной безопасности Российской Федерации до 2020 года является обеспечение населения страны безопасной сельскохозяйственной продукцией. Среди основных направлений государственной экономической политики в сфере обеспечения продовольственной безопасности значится создание новых технологий глубокой и комплексной переработки продовольственного сырья.

Формирование здорового типа питания потребует развития фундаментальных и прикладных научных исследований по медико-биологической оценке безопасности новых источников пищи и ингредиентов, внедрению инновационных технологий, включающих био- и нанотехнологии, технологии органического производства пищевых продуктов и продовольственного сырья, по наращиванию производства новых обогащенных диетических и функциональных пищевых продуктов.

Развитие теоретических и практических основ технологии биополимерных материалов на основе рационального использования основных и побочных ресурсов рыбного происхождения актуально в условиях действующей экологической напряженности и дефицита отечественных

аналогов высокотехнологичных материалов при использовании белков соединительных тканей (в основном коллагенов) для обеспечения здоровья, молодости, красоты и увеличения продолжительности жизни путем использования коллагеновых продуктов, материалов в составе пищи, косметологии и медицины.

К таким ингредиентам относится коллаген. Данный белок получают из продуктов разделки свинины и крупного рогатого скота. Аналога рыбного коллагена на российском рынке нет.

Однако из-за болезни бешенства и угрозы передачи вируса человеку встал вопрос о поиске альтернативных источников. В 2000 г. в Европе стартовал большой проект, объединивший семь компаний и научных институтов по изучению коллагена из отходов переработки морских рыб [1].

В России в связи с санкциями существенно сократился импорт рыбного сырья и продуктов. Поэтому актуален поиск замены зарубежного сырья на отечественное. По мнению авторов [2], источниками коллагена могут служить побочные продукты и отходы при глубокой переработке прудовых рыб. Данные белки имеют важное значение в пищевой, косметической и медицинской промышленности.

## **Материалы и методы**

В ходе эксперимента в качестве объектов исследования использовали шкуры рыб внутренних водоемов, наиболее распространенных видов Центрально-Черноземного региона: толстолобик, сазан, белый амур, щука [3].

Коллагеновые рыбные дисперсии получали в лабораторных условиях по разработанной авторами технологии и определяли аминокислотный состав (методом ионообменной хроматографии на автоматическом аминокислотном анализаторе ААА-881 (Чехия) в соответствии с инструкцией к прибору), физико-химические свойства субстанции, гистоморфологические особенности [4] (Таблицы 1, 2).

## **Результаты и обсуждение**

### *Структура коллагена*

Коллаген является самым распространенным белком не только межклеточного матрикса, но всего организма в целом, составляет около  $\frac{1}{3}$  всех белков организма человека. Около 40% коллагена содержится в коже, примерно 50% – в тканях скелета и лишь 10% – в строме внутренних органов. Отличается от остальных белков организма высоким содержанием аминокислот глицина, пролина и гидроксипролина, присутствие которых обуславливает его жесткость [5].

Таблица 1.

Характеристика аминокислотного состава коллагеновой субстанции

Table 1.

Characteristics of amino acid composition of collagen substance

Показатель Indicator	Субстанция 2%-ный раствор (шкура толстолобика) Substance 2% solution (silver carp skin)	Отклонения в сравнении с животным коллагеном Deviations compared to animal collagen
Изолейцин   Isoleucine	3,83	+0,94
Лейцин   Leucine	1,98	-0,23
Тирозин   Tyrosine	0,99	+0,13
Финилаланин   Finilalanin	2,49	+0,14
Гистидин   Histidine	0,77	-0,4
Лизин   Lysine	4,16	-1,36
Аргинин   Arginine	8,33	+1,53
Аспаргиновая кислота   Aspartic acid	7,12	+0,86
Треонин   Threonine	2,46	+0,50
Серин   Serine	4,57	+1,6
Глутаминовая кислота   Glutamic acid	11,36	+1,57
Пролин   Proline	11,67	-1,43
Оксипролин   Нидрохупролин Hydroxyproline	12,93	+2,1
Глицин   Glycine	6,72	+0,69
Аланин   Alanine	10,51	+3,92
Валин   Valin	2,65	+1,33
Метионин   Methionine	1,03	-0,51
Глутаминовая кислота   Glutamic acid	11,36	+1,57
Пролин   Proline	11,67	-1,43
Оксипролин   Нидрохупролин Hydroxyproline	12,93	+2,1
Глицин   Glycine	6,72	+0,69
Аланин   Alanine	10,51	+3,92
Валин   Valin	2,65	+1,33
Метионин   Methionine	1,03	-0,51

Таблица 2.

Физико-химические свойства коллагеновой субстанции

Table2.

Physical and chemical properties of collagen substance

Показатель Indicator	Субстанция 2%-ый раствор (шкура толстолобика) Substance 2% solution (silver carp skin)
Подлинность   Authenticity	Окрашивание в фиолетовый цвет   Purplecolor
Прозрачность   Transparency	Прозрачный   Transparent
Цветность   Chromaticity	0,1%-ый раствор коллагена в воде бесцветен 0.1% collagen solution in water is colorless
pH	5,5–6,0
Массовая доля сухих веществ   Mass fraction of dry matter	1,76
Массовая доля коллагена   Mass fraction of collagen	0,92

При проведении гистоморфологических исследований готовили ультратонкие поперечные срезы шкур рыб с последующим окрашиванием и микроскопированием объектов. Как видно на рис. 1, рыбные шкуры в дермальном слое

обнаруживали рыхлые структуры соединительнотканых волокон и меньшую толщину по сравнению со спилком шкур животных (КРС), что объективно связано с видовой принадлежностью объектов исследования.

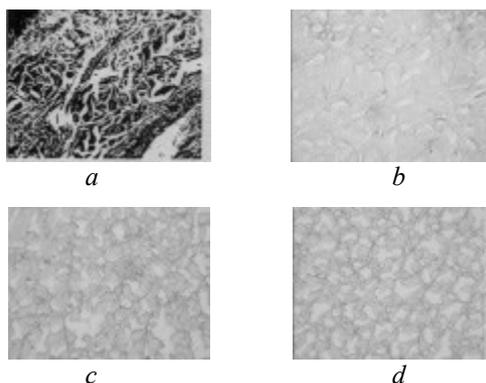


Рисунок 1. Микроструктура дермальных слоев шкур в поперечном срезе. Увеличение  $\times 200$ . Окраска по Гольджи. Спилки шкуры: *a* – КРС; *b* – щуки; *c* – сазана; *d* – толстолобика [5]

Figure 1. The microstructure of the dermal layers of the skins in cross-section. Magnification  $\times 200$ . Staining Golgi. Split skin: *a* – cattle; *b* – pike; *c* – pike; *d* – carp [5]

При микропировании нативных образцов шкур сазана, щуки и толстолобика без применения красителя выявили плотную архитектуру дермальной части кожи щуки.

В случае препаратов шкур рыб толстолобика значительную часть занимают межструктурные пространства, что характеризует рыхлость ткани.

В отличие от известных до этого времени гидролизатов, получаемых из коллагенов высококорядных, волоконных (обычно из рогатого скота), нативный, выделенный непосредственно из ткани донора, тропоколлаген (то есть коллаген молекулярный) сохраняет трехспиральную структуру, присущую лишь белкам в живом организме, и, следовательно, сохраняет биологическую активность [6].

#### *Коллаген в пищевой промышленности*

На сегодняшний день мало теоретических исследований, современных технических решений в области глубокой переработки значительных объемов накапливаемого побочного и малоценного сырья рыбного происхождения. Отсутствует отечественное производство. Не изучены возможности для комбинирования с пищевыми источниками растительного и животного происхождения [7].

Продукты, полученные из источников рыбного происхождения, имеют ряд преимуществ:

- прозрачность, эластичность, при снятии с подложки не рвется;
- безопасность (отсутствие губчатой энцефалопатии (болезнь бешенства крупного рогатого скота), значительно снизившей объемы производства коллагенов животного происхождения);
- лучшая восприимчивость органами и тканями человека в сравнении с животными коллагенами (коллаген рыбного происхождения максимально подобен человеческому);

- гипоаллергенность;
- возможность получения функциональных белков (коллагенов) в виде гидратов, позволяющих сохранять биологическую активность вне живого организма.

Биополимерные пленочные покрытия в качестве упаковочных материалов придают функциональность (пищевая добавка), увеличивают сроки хранения и повышают качество пищевых продуктов [8].

#### *Коллагеновые материалы в косметологии*

Коллаген и его гидролизаты часто входят в рецептуры разнообразных кремов и эликсиров, пленочных покрытий как влагоудерживающие и питательные компоненты.

Для подтверждения эффективности данных средств была проведена апробация. Испытания были проведены в форме открытого исследования в группе здоровых добровольцев с нормальной здоровой кожей. Под наблюдением находилось 30 добровольцев (женщины) европеоидной расы в возрасте от 20 до 48 лет [9].

По результатам исследования, увлажненность кожи головы после использования данного средства уменьшилась на 9%.

Анализируя данные, полученные в результате исследования шампуня с коллагеновым гелем, следует отметить, что данное средство положительно влияет на увлажненность кожи головы, остальные показатели остаются практически неизменными [9].

В результате использования крема с глицерином уровень увлажненности кожи увеличился на 20%. В то же время, несколько увеличился уровень покраснения кожных покровов, тогда как степень шелушения осталась неизменной. Согласно субъективным оценкам респондентов упругость и увлажненность кожи несколько увеличилась, а степень выраженности морщин – снизилась.

Согласно данным аппаратных исследований показатели увлажненности кожи увеличились на 41%, тогда как степень покраснения кожных покровов и степень шелушения несколько снизилась. Что касается субъективных оценок, то состояние кожи после использования крема с коллагеновым гелем несколько улучшилось – упругость и увлажненность кожи увеличилась, а степень выраженности морщин значительно снизилась.

Также в качестве косметических средств предлагается пленочное покрытие. Эффективность таких материалов объясняется тем, что гигроскопическая коллагеновая пленка действует наподобие влажного компресса [10], а значит снижается трансэпидермальная потеря воды кожей. Благодаря гигроскопическим свойствам коллагена повышается влажность

рогового слоя кожи, что дает основания считать косметический крем или эликсир с коллагеном надежным защитным средством, а следовательно, геронтопротектором [10].

#### Коллагеновые материалы в медицине

Коллаген рыбного происхождения особое значение имеет в хирургии, дерматологии, а также в качестве ранозаживляющего средства для местного лечения.

Одной из перспективных форм таких продуктов являются полимерные материалы природного происхождения – пленки, которые хорошо приспособлены для вышеобозначенных целей.

Коллаген выполняет формообразующую основу покрытия, он не вызывает аллергических реакций, не оказывает раздражающего действия и абсолютно безвреден для организма, что доказано в опытах *in vitro* на животных и биотестах [11].

На базе Воронежского государственного аграрного университета и Воронежского государственного медицинского института проведены токсикологические и гистологические опыты на теплокровных животных (рисунок 2).



Рисунок 2. Эффект ранозаживления от использования пористых материалов на основе коллагена: *a* – результат до применения пористых материалов; *b* – результат после применения пористых материалов

Figure 2. Wound healing effect from the use of porous materials based on collagen: *a* – result before the use of porous materials; *b* – result after application of porous materials

Основной механизм влияния коллагена – в осуществлении репаративной функции соединительной ткани.

Введение в состав препаратов коллагена способствует продлению действия лекарственных средств, поскольку данная основа обладает высокой осмотической активностью, обеспечивающей дегидратирующее действие на ткани в очаге воспаления. Такие препараты могут использоваться в качестве эффективного раневого покрытия [7].

Салфетки на основе коллагена, пропитанные антибиотиками, обладают хорошей совместимостью с кожными тканями благодаря низкой аллергенности и биодеструкции коллагена. Например, лучшие результаты хирургического

лечения были получены при апробации в Республике Адыгея, г. Майкоп на базе Адыгейской республиканской клинической больницы. В ходе исследований наблюдались 10 пациентов с разными диагнозами, такие, как: острый парапроктит, острый остеомиелит, послеоперационные рубцы, ожоги и трофические язвы др.

При наложении салфетки на основе коллагена в качестве повязки пациентам с острым парапроктитом наблюдалось удовлетворительное состояние пациента, без побочных терапевтических эффектов, отсутствие некроза, образование грануляционной ткани, с положительными результатами ранозаживления (рисунок 3).

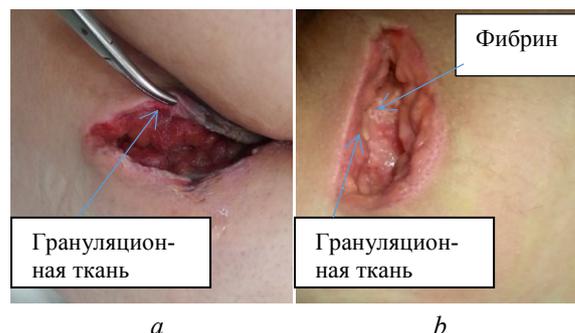


Рисунок 3. Динамика лечения с применением салфеток на основе коллагена (3 дня): *a* – результат до применения коллагена; *b* – результат после применения коллагена

Figure 3. Dynamics of treatment with collagen-based wipes (3 days): *a* – to the result before the collagen; *b* – the result after the application of collagen

Салфетки на основе коллагена были нанесены на раны острого остеомиелита, возникшего после ампутации ступни нижней конечности (рисунок 4). Результаты имеют положительный характер. У пациента наблюдалась удовлетворительная динамика, без побочных терапевтических эффектов, с образованием грануляционной ткани.



Рисунок 4. Динамика лечения с применением салфеток на основе коллагена (25-й день): *a* – результат до применения коллагена; *b* – результат после применения коллагена

Figure 4. Dynamics of treatment with collagen-based wipes (25 days): *a* – to the result before the collagen; *b* – the result after the application of collagen

Для лечения послеоперационных рубцов применяли пленочное покрытие на основе коллагена. У пациента наблюдалась положительная динамика, без побочных эффектов, удовлетворительный результат ранозаживления наблюдался на 5-е сутки. Наложение пленки представлено на рисунке 5.



Рисунок 5. Применение коллагеновой пленки  
Figure 5. Application of collagen film

Предлагаемое покрытие позволяет хорошо и быстро лечить раны, ожоги, язвы, может использоваться при лечении кровоточащих травматических повреждений, плоских гранулирующих вялотекущих ран в стадии регенерации, трофических язв, пролежней, при заживлении донорских участков. Пленка ранозаживляющего средства обладает стабилизирующими свойствами и надежно сохраняется в течение достаточно долгого времени.

Представлены результаты заживления на 6-е сутки с применением материалов на основе коллагена рыбного происхождения (таблица 3).

Таблица 3.

Результаты заживления на 6-е сутки

Table 3.

The results of wound healing on day 6

Пациент	Площадь раны (см)	Заживление на 1 сутки	Заживление на 2 сутки	Заживление на 3 сутки	Заживление на 4 сутки	Заживление на 5 сутки	Заживление на 6 сутки
№1 (хронический остеомиелит)	5×3×3	5×3×3	4,5×2,5×3	4,5×2,5×2,5	4×2×2,5	4×2×2	2,5×1×1
№2 (острый парап्राктит)	9×5×5	9×5×5	8,5×4,5×4,5	8,5×4×4	8×4×4	7,5×3×3	6,5×2,5×2,5
№3 (острый парап्राктит)	7×4×4	7×3,5×4	7×3×3,5	6,5×3×3,5	6,5×3×3	6×3×3	6×2,5×2,5
№4 (ЭКХ без абсцедирования)	13	Заживление швов с покраснением	Заживление швов с покраснением	Заживление без покраснением			Полное заживление

### Выводы

Новые экологически чистые источники для производства коллагена – актуальная научно-техническая задача современности, поскольку он популярен и зарекомендовал себя в биомедицинских технологиях, составе специализированного питания для реабилитации и в послеоперационные и посттравматические периоды. Чрезвычайную востребованность он имеет в косметологии при производстве косметических средств различной функциональности: в составе шампуней, кремов и т.п. для восстановления и улучшения структуры волос, увеличения их объема, омоложения кожи.

Исследование свойств и характеристика уникальных биополимеров коллагеновой природы

### ЛИТЕРАТУРА

- Shoulders M.D., Raines R.T. Collagen structure and stability // The Annual Review of Biochemistry. 2009. № 78. P. 929–958. doi: 10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833.
- Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Болгова С.Б., Сухов И.В. Получение, идентификация и сравнительный анализ рыбных коллагенов с аналогами животного происхождения // Фундаментальные исследования. 2015. № 8–1. С. 9–13.

позволит управлять технологиями в производстве пищевых, косметических и медицинских продуктов и препаратов, увеличить сегмент и стабилизировать положение России на международном рынке, расширить ассортимент и области применения продуктов разделки рыбы.

Таким образом, можно утверждать, что получение коллагена из побочного рыбного сырья отвечает принципам рационального природопользования и является экономически выгодным. Его применение конкурентоспособно и перспективно как в оригинальном виде, так и для производства пищевых продуктов, медицинских препаратов и косметических средств на внутреннем и мировом рынках.

- Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясopодуkтов: учебное пособие. М.: Колос, 2004. 571 с.

- Батечко С.А., Ледзевиров–Колечково А.М. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. 2010. 244 с.

- Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Бобрешова М.В. Шкуры рыб – как объект для получения коллагеновых субстанций // Научные труды Университета пищевых технологий. Пловдив: 2012. С. 976–978.

6 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А. Коллагены: источники, свойства, применение. Воронеж: ВГУИТ, 2014. 512 с.

7 Пат. 2139937, RU, C14C 13/00, C14C 1/08, C08H 1/06. Способ обработки коллагеносодержащего сырья / Титов А.О., Титов О.П., Хантургаева В.Г., Кожевникова Н.М. и др. № 98122080/12; Заявл. 98122080; Опубл. 20.10.1999.

8 Новикова И.С., Сторублевцев С.А. Применение коллагена в медицинских целях // Успехи современного естествознания. 2012. № 6. С. 136–136.

9 Болгова С.Б., Антипова Л.В. Идентификация Литература коллагенов на основании электронно-микроскопического анализа // Международный студенческий научный вестник. 2015. № 3–2. URL: <http://eduherald.ru/ru/article/view?id=12446>

10 Сторублевцев С.А., Антипова Л.В., Попов В.И., Стукало О.Г. и др. Оценка бактериостатического эффекта иммобилизованных на коллагеновом носителе антибиотиков и ионов серебра в обеспечении асептики // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 9. С. 54–56.

11 Антипова Л.В., Сторублевцев С.А. Сравнительные свойства коллагеновых белков рыбного и животного происхождения // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2016. № 4. С. 37–38.

#### REFERENCES

1 Shoulders M.D., Raines R.T. Collagen structure and stability. The Annual Review of Biochemistry. 2009. no. 78. pp. 929–958. doi: 10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833.

2 Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Bolgova S.B., Sukhov I.V. Obtaining, identification and comparative analysis of fish collagens with analogues of animal origin. *Fundamental'nye issledovaniya* [Fundamental research]. 2015. no. 8–1. pp. 9–13. (in Russian).

3 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya myasa i myasoproduktov: uchebnoe posobie [Methods of research of meat and meat products: a textbook]. Moscow, Kolos, 2004. 571 p. (in Russian).

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Людмила В. Антипова** д.т.н., профессор, главный научный сотрудник, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [antipova.l54@yandex.ru](mailto:antipova.l54@yandex.ru)

**Станислав А. Сторублевцев** к.т.н., доцент, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [c11111983@yandex.ru](mailto:c11111983@yandex.ru)

**Марина А. Пискова** аспирант, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, [mari-mari-mari.ya@yandex.ru](mailto:mari-mari-mari.ya@yandex.ru)

**Юрий З. Химишев** врач-хирург, Адыгейская Республиканская Клиническая Больница, ул. Жуковского, 4, г. Майкоп, Республика Адыгея, 385000, Россия, [himish92@mail.ru](mailto:himish92@mail.ru)

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Людмила В. Антипова** консультация в ходе исследования  
**Станислав А. Сторублевцев** обзор литературных источников по исследуемой проблеме

**Марина А. Пискова** провела эксперименты, выполнила расчеты

**Юрий З. Химишев** провел эксперименты, выполнил расчеты

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.09.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 20.11.2018

4 Batechko S.A., Ledzevirov–Kolechkovo A.M. Kollagen. Novaya strategiya sohraneniya zdorov'ya i prodleniya molodosti [Collagen. A new strategy for preserving health and prolonging youth]. 2010. 244 p. (in Russian).

5 Antipova L.V., Storublevtsev S.A., Bobresova M.V. Skins of fish – as an object for obtaining collagen substances. Nauchnye trudy Universiteta pishchevyh tekhnologij [Scientific laborer University for the preservation of technology]. Plovdiv, 2012. pp. 976–978. (in Russian).

6 Antipova L.V., Storublevtsev S.A. Kollageny: istochniki, svoystva, primeneniye [Collagens: sources, properties, application]. Voronezh, VSUET, 2014. 512 p. (in Russian).

7 Titov A.O., Titov O.P., Khanurgayeva V.G., Kozhevnikova N.M. et al. Sposob obrabotki kollagenosoderzhashchego syr'ya [The method of processing collagen-containing raw materials]. Patent RF, no. 2139937, 1999.

8 Novikova IS, Storublevtsev S.A. Application of collagen for medical purposes. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern natural science]. 2012. no. 6. pp. 136–136. (in Russian).

9 Bolgova S.B., Antipova L.V. Identification of collagens on the basis of electron-macroscopic analysis. *Mezhdunarodnyj studencheskij nauchnyj vestnik* [International Student Scientific Bulletin]. 2015. no. 3–2. Available at: <http://eduherald.ru/en/article/view?id=12446> (in Russian).

10 Storublevcev S.A., Antipova L.V., Popov V.I., Stukalo O.G. et al. Evaluation of the bacteriostatic effect of antibiotics and silver ions immobilized on a collagen carrier in providing aseptic. *Gigiya i sanitariya* [Hygiene and Sanitation]. 2015. vol. 94. no. 9. pp. 54–56. (in Russian).

11 Antipova L.V., Storublevtsev S.A. Comparative properties of collagen proteins of fish and animal origin. *Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya*. [Vestnik VSU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy]. 2016. no. 4. pp. 37–38. (in Russian).

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Lyudmila V. Antipova** Dr. Sci. (Engin.), chief researcher, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [antipova.l54@yandex.ru](mailto:antipova.l54@yandex.ru)

**Stanislav A. Storublevtsev** Cand. Sci. (Engin.), associate professor, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, [c11111983@yandex.ru](mailto:c11111983@yandex.ru)

**Marina A. Piskova** graduate student, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19, Voronezh, 394036, Russia, [mari-mari-mari.ya@yandex.ru](mailto:mari-mari-mari.ya@yandex.ru)

**Yuriy Z. Himishev** surgeon, Adyghe Republican Clinical Hospital, Zhukovsky Street, 4, Maikop, Adyghe Republican 385000, Russia, [himish92@mail.ru](mailto:himish92@mail.ru)

#### CONTRIBUTION

**Lyudmila V. Antipova** consultation during the study

**Stanislav A. Storublevtsev** review of the literature on an investigated problem

**Marina A. Piskova** conducted an experiment, performed computations

**Yuriy Z. Himishev** conducted an experiment, performed computations

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 1.27.2018

ACCEPTED 11.20.2018