

УДК 637.56

Профессор Л.В. Антипова, доцент С.А. Сторублевцев,  
аспирант С.Б. Болгова

(Воронеж. гос. ун-т. инж. технол.) кафедра технологии продуктов животного происхождения  
тел. +7(473)255-27-65  
E-mail: Ruteneya@yandex.ru

Professor L.V. Antipova, associate Professor S.A. Storublevtsev,  
graduate S.B. Bolgova

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of technology of products  
of animal origin. phone (473)255-27-65  
E-mail: Ruteneya@yandex.ru

## Создание коллагеновых продуктов из рыбного сырья

### Creation of collagen products fish raw material

*Реферат.* Целенаправленное применение белков соединительных тканей основано, прежде всего, на структурно-механических и физико-химических свойствах коллагена, его физиологичности организму человека. Традиционным источником коллагена является спилкок шкур крупного рогатого скота (КРС), но ввиду объективных причин (губчатая энцефалопатия, сокращение поголовья скота) возникла необходимость в поиске альтернативных источников. Особый интерес и популярность коллагеновые белки представляют в биомедицинских технологиях: при получении хирургических шовных материалов, ранозаживляющих средств, пролонгаторов лекарственных препаратов, искусственных органов и тканей, имплантатов. Новые сведения по использованию коллагенсодержащих источников непосредственно связаны с расширением сырьевой базы перерабатывающих отраслей АПК на основе глубокой переработки биологических ресурсов и их максимального вовлечения в основное и специальное производство при значительном росте выхода полезных продуктов с единицы сырья. В связи с этим проведены исследования микроструктуры шкур и фракционного состава белков объектов исследования, получены сведения об общем химическом составе и содержании коллагена в них. Экспериментальные данные показали, что наиболее перспективным источником коллагена из исследуемых рыб внутренних водоемов является шкура толстолобика, что обусловлено высоким содержанием целевого вещества – коллагена, невысоким содержанием жира. Обоснована и реализована в лабораторных условиях технология получения коллагеновых субстанций с высокими технологическими характеристиками, позволяющими применять их в производстве медицинских материалов. Сравнительный анализ показал, что субстанции из спилка шкур КРС и толстолобика имеют одинаковый набор аминокислот, но характеризуются разным содержанием отдельных аминокислот.

*Summary.* Purposeful use of proteins of connecting fabrics is based first of all on structural and mechanical and physical and chemical properties of collagen, his physiology to a human body. Traditional source of collagen is the split of skins of the cattle, but in view of the objective reasons (spongy encephalopathy, reduction of a livestock of cattle), there was a need for search of alternative sources. The particular interest and popularity represent collagenic proteins in biomedical technologies, when receiving surgical sutural materials, wound healing means, prolongator of medicines, artificial organs and fabrics, implantant. New data on use the collagen containing of sources are directly connected with expansion of a source of raw materials of processing industries of agrarian and industrial complex on the basis of deep processing of biological resources and their maximum involvement in the main and special production with significant growth in an exit of useful products from raw materials unit. In this regard, researches of a microstructure of skins and fractional composition of proteins of objects of research are conducted; data on the general chemical composition and the content of collagen in them are received. Experimental data showed that the most perspective source of collagen from the studied fishes of internal reservoirs is the skin of a silver carp that is caused by the high content of target substance collagen, the low content of fat. The technology of receiving collagenic substances with the high technical characteristics allowing to apply them in production of medical materials is proved and realized in vitro. The comparative analysis showed that substances from a split of skins of cattle and a silver carp have an identical set of amino acids, but are characterized by the different content of separate amino acids.

*Ключевые слова:* белок, коллаген, дисперсия.

Keywords: protein, collagen, dispersion.

Спилкок шкур крупного рогатого скота (КРС) традиционный источник коллагена в мире. Однако губчатая энцефалопатия (болезнь бешенства КРС) стала настолько серьезной проблемой, что коллаген животного происхождения полностью снят с производства

в западных странах [1, 2]. К тому же, в России количество спилка шкур КРС резко упало из-за сокращения поголовья скота и соответственно мяса говядины [3].

---

© Антипова Л.В., Сторублевцев С.А., Болгова С.Б., 2015

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

В последнее время появились сведения [2] о возможности получения коллагеновых белков из рыбных верхних покровов. Из-за особенностей структурно-функциональных свойств коллагены рыбного происхождения могут выступить мощным и эффективным заменителем спилка шкур КРС.

Однако производство рыбного коллагена пока еще не развито. Научные данные часто противоречивы, а в отдельных случаях малоубедительны, не обобщены сведения, позволяющие оценить перспективность источников из числа пресноводных, морских и океанических водоемов.

Знание структуры и функций рыбных биополимеров коллагеновой природы во многом позволяет развить фундаментальные представления о белках, а развитие коллагеновой индустрии создаст импортозамещающие условия создания отечественных производств.

Целью работы является исследование гистоморфологических и биохимических свойств рыбных источников для производства коллагеновых основ высокого качества и отвечающего требованиям косметологии.

Объектами исследования служили замороженные шкуры рыб внутренних водоемов Центрального округа России (ЦЧР), а также прибрежных морских зон на примере наиболее распространенных видов на отечественном рынке рыбопродуктов.

Для оценки потенциальных возможностей шкур пресноводных и морских рыб в получении коллагеновых субстанций определяли количество суммарного белка – по Кьельдалю [4, 6], в наибольшей степени позволяющего определить перспективность каждого вида рыбного шкурсырья в получении коллагеновых субстанций.

Данные по содержанию общего белка представлены на рисунке 1.

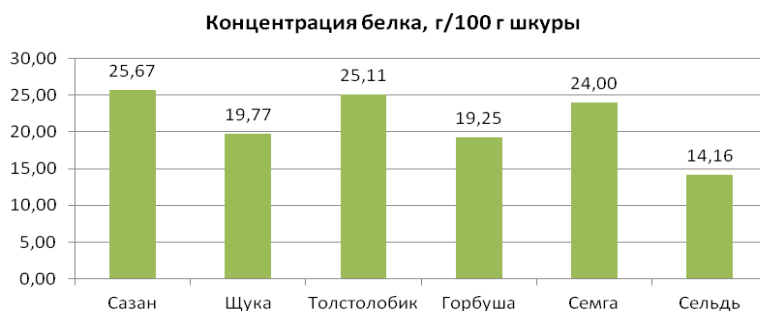


Рисунок 1. Содержание общего белка в шкурах рыб

Как видно на рисунке 1, массовая доля белка варьируется в зависимости от вида рыбы. Наименьшая массовая доля белка отмечается в шкуре сельди, наибольшее – в сазане и толстолобике. Остальные имеют промежуточные значения. Данные об общем содержании белковых веществ в шкурах использовали для

определения фракционного состава белков – последовательным экстрагированием водо-, соле- и щелочерастворимых белков соответственно дистиллированной водой, соевым раствором Вебера и раствором гидроксида натрия с последующим количественным определением по биуретовой реакции.



Рисунок 2. Фракционное распределение белков в шкурах рыб

На диаграмме (рисунок 2) видно, что во всех случаях преобладающей фракцией является щелочерастворимая, максимальное содержание которой отмечается в шкуре толстолобика, наименьшее – в шкуре сельди. Как известно [1] эта группа белков объединяет протеиноидные белки, главным образом коллаген. В целом же массовая доля протеиноидной фракции (щелочерастворимой) варьируется в пределах 80,18 - 90,73 % относительно общего содержания белков в объектах исследования. Данные подтверждены гистоморфологическим анализом – путем получения ультратонких срезов с дальнейшим окрашиванием по методу импрегнации серебром по Шульце в модификации Гольджи [6].

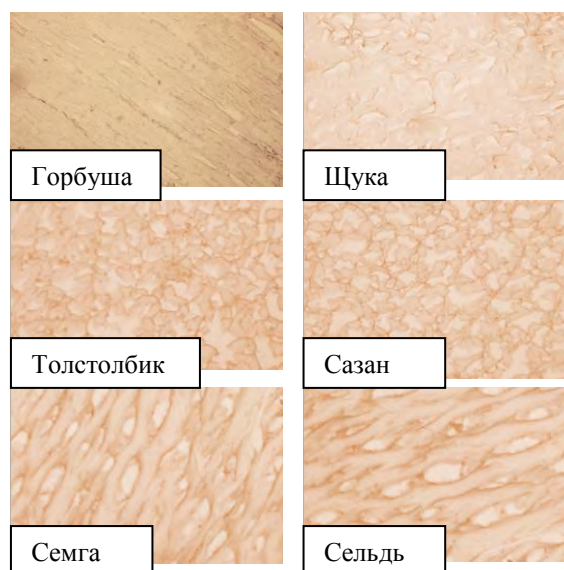


Рисунок 3. Гисто-морфологическое строение шкур рыб

Т а б л и ц а 1

Сравнительные характеристики субстанций из спилка КРС и шкур рыб

Показатель	Субстанция рыбного происхождения	Субстанция из спилка КРС
Подлинность	Окрашивание в фиолетовый цвет	Окрашивание в фиолетовый цвет
Прозрачность	0,1 % раствор не превышает по мутности эталон III	0,1% раствор превышает по мутности эталон III
Цветность	0,1% раствор коллагена в воде бесцветный	0,1% раствор не бесцветный
Вязкость	5,2	6,4
Массовая доля сухих веществ, %	1,85	1,94
Массовая доля коллагена, %	1,8	1,7

На рисунках видны отличия в строении шкур, в частности, коллагеновых белков. Они выражены в случае толстолобика и имеют заметно более тонкую структуру в случае сельди.

На основании полученных данных в качестве сырья для получения коллагеновой субстанции отобрана шкура толстолобика из-за ценовой целесообразности, доступности сырья и количественного содержания целевого белка.

Для предварительной оценки технологической пригодности коллагенов реализовали в лабораторных условиях усовершенствованную технологию получения дисперсии [5].

Сравнительные данные по реализации усовершенствованной технологии коллагеновой дисперсии из рыбного сырья и дисперсии, полученной из спилка шкур крупного рогатого скота, представлены в таблице 1. При этом использовали методы: подлинность – качественная реакция; прозрачность, цветность, вязкость, массовая доля сухих веществ - ГФ XI; рН - ГФ XI и потенциометрически, массовая доля коллагена – ГОСТ 23401-78 «Метод определения оксипролина» [7, 8].

Как видно из данных таблицы 1, дисперсии близки по свойствам, но имеют и некоторые отличия, связанные, по всей вероятности, с особенностями структуры коллагенов.

Аминокислотный состав коллагеновых дисперсий, определенный на автоматическом анализаторе ААА-881, подтверждает возможные структурные отличия, связанные с происхождением белков (таблица 2).

Т а б л и ц а 2

Сравнительная характеристика аминокислотного состава коллагеновых субстанций

Аминокислоты, мг/100г	Субстанция 2%-ный раствор (спилки КРС)	Субстанция 2%-ный раствор (шкура толстолобика)	Отклонения
1	2	3	4
Аспарагиновая кислота	6,26	7,12	+0,86
Треонин	1,96	2,46	+0,50
Серин	2,96	4,57	+1,61
Глутаминовая кислота	9,79	11,36	+1,57

Продолжение табл. 2

1	2	3	4
Пролин	13,10	11,67	-1,43
Оксипролин	10,82	12,93	+2,11
Глицин	6,03	6,72	+0,69
Аланин	6,43	10,51	+3,92
Валин	1,98	2,65	+1,33
Метионин	1,54	1,03	-0,51
Изолейцин	2,86	3,83	+0,94
Лейцин	2,21	1,98	-0,23
Тирозин	0,85	0,99	+0,13
Фенилаланин	2,35	2,49	+0,14
Гистидин	1,22	0,77	-0,45
Лизин	5,42	4,16	-1,36
Аргинин	6,8	8,33	+1,53

## ЛИТЕРАТУРА

1 Батечко С.А., Ледзевиров А.М. Коллаген. Новая стратегия сохранения здоровья и продления молодости. Колечково, 2010. 244 с. What is fish collagen? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.wisegeek.com/what-is-fish-collagen.htm> (15 марта 2015).

2 Производство мяса в России несколько сократилось [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://meatinfo.ru/news/proizvodstvo-myasa-v-rossii-neskolko-sokratilos-332538> (11 февраля 2015).

3 Определение общего количества азота по Кьельдалю [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://newgreenfield.ru/biohimiya-myasa/3363-opredelenie-obschego-kolichestva-azota-po-keldalyu.html> (13 марта 2015).

4 Титов А.О., Титов О.П., Хантургаева В.Г., Кожевникова Н.М. и др. Способ обработки коллагеносодержащего сырья [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://freepatent.ru/patents/2139937> (10 февраля 2015).

5 Антипова Л.В., Глотова И.А., Рогов И.А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. М.: Колос, 2001. 548 с.

6 Государственная фармакопея СССР XI издание выпуск 1. Общие методы анализа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-deyatelnost/promyshlennost/35/gosudarstvennaja-farmakopeja-sssr---izdanie--vypusk-1--obschie-metody-analiza.html> (13 марта 2015).

7 ГОСТ 23041-78 Мясо и продукты мясные. Метод определения оксипролина. М.: Стандартинформ, 2010.

Как видно из данных таблицы 2, коллагеновые субстанции различного происхождения имеют одинаковый набор аминокислот, но характеризуются разным содержанием отдельных аминокислот, что предполагает различия в структуре, а следовательно, в свойствах.

## REFERENCES

11 Batechko S.A., Ledzevirov A.M. Novaya strategiya sokhraneniya zdorov'ya i prodleniya mladosti [Collagen. The new strategy of maintaining health and prolonging youth]. Koleschkovo, 2010. 244 p. (In Russ.).

2 What is fish collagen? Available at: <http://www.wisegeek.com/what-is-fish-collagen.htm> (Accessed 15 March 2015).

3 Proizvodstvo myasa v Rossii neskol'ko sokratilos' [Meat production in Russia declined slightly]. Available at: <http://meatinfo.ru/news/proizvodstvo-myasa-v-rossii-neskolko-sokratilos-332538> (Accessed 02 November 2015). (In Russ.).

4 Opredelenie obschego kolichestva azota po K'el'dalyu [Determination of total Kjeldahl nitrogen]. Available at: <http://newgreenfield.ru/biohimiya-myasa/3363-opredelenie-obschego-kolichestva-azota-po-keldalyu.html> (Accessed 13 March 2015). (In Russ.).

5 Titov S.A., Titov O.P., Khanturgaeva V.G., Kozhevnikov N.M. et al. Spособ obrabotki kollagensoderzhashchego syr'ya [A method of processing collagen containing raw]. Available at: <http://freepatent.ru/patents/2139937> (Accessed 10 February 2015). (In Russ.).

6 Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Metody issledovaniya myasa i myasnykh produktov [Research methods of meat and meat products]. Moscow: Kolos, 2001. 548 p. (In Russ.).

7 Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR XI zdanie vypusk 1. Obschie metody analiza [State Pharmacopoeia of the USSR XI edition release 1. General methods of analysis]. Available at <http://www.alppp.ru/law/hozjajstvennaja-deyatelnost/promyshlennost/35/gosudarstvennaja-farmakopeja-ussr---izdanie--vypusk-1--obschie-metody-analiza.html> (Accessed 03 March 2015). (In Russ.).

8 GOST 23041-78 Myaso i produkty myasnye. Metod opredeleniya oksiprolina [State standard 23041-78. Meat and meat products. Method for determination of hydroxyproline]. Moscow: Standartinform, 2010. (In Russ.).