

УДК 664.952/957

## К ВОПРОСУ О МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОЛЛАГЕНА, ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ КОЖИ РЫБ

<sup>1</sup>Югай А.В., <sup>2</sup>Бойцова Т.М.<sup>1</sup>ФГБОУ ВПО ВГУЭС, филиал в г. Находке, Находка, e-mail: Ale.chka@yandex.ru;<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО ВГУЭС, Владивосток, e-mail: Tatyana.boytsova@vvsu.ru

В статье рассматриваются различные направления использования коллагена в сферах деятельности человека. Известно, что пищевые волокна – ценные источники клетчатки, которые способствуют хорошей работе желудочно-кишечного тракта, являются природным сорбентом, выводя из организма не только тяжелые металлы, но и радионуклиды. Похожими свойствами обладает коллаген, входящий в состав белков соединительной ткани, которая на 20–35% состоит из коллагена. В последнее время интерес к коллагену как источнику пищевых волокон только возрастает. В статье приведены научные данные о биологических свойствах этого белка, акцентируется внимание на источниках его получения. Показаны основные направления использования коллагена не только с практической стороны, но и с научной точки зрения. В работе использованы данные как диссертационных, так и прикладных исследований.

**Ключевые слова:** коллаген, пищевые волокна, функции коллагена, эмульгирование пищевых продуктов, ранозаживляющие свойства, направления использования коллагена

## TO THE QUESTION OF MULTIFUNCTIONAL USE OF A COLLAGEN RECEIVED FROM SKIN OF FISH

<sup>1</sup>Yugay A.V., <sup>2</sup>Boytsova T.M.<sup>1</sup>Vladivostok State University Economics and Service, Nakhodka, e-mail: Ale.chka@yandex.ru;<sup>2</sup>Vladivostok State University Economics and Service, Vladivostok, e-mail: Tatyana.boytsova@vvsu.ru

This article discusses the different uses of collagen in the spheres of human activity. It is known that dietary fiber is a valuable source of cellulose, which promote the good work of the gastrointestinal tract, are a natural sorbent, deducing from an organism not only heavy metals, and radionuclides. A similar property of collagen, which is part of the proteins of the connective tissue, which is 20–35% is made up of collagen. And interests in collagen as a source of dietary fiber are increase recently. The article provides scientific data on the biological properties of this protein, focuses on the sources of its receipt. The basic directions of use of collagen are not only from the practical side, but also from a scientific point of view. The paper uses data from the dissertation, and applied research.

**Keywords:** collagen, dietary fiber, functions of collagen, emulsification food, wound healing properties, the use of collagen

Актуальность использования коллагена не вызывает сомнений, так как по своей природе коллаген – белок соединительной ткани. Белки соединительной ткани в последнее время рассматриваются как ценные источники пищевых волокон, по своим свойствам не уступающие наземным источникам балластных веществ. Уникальные физико-химические характеристики, присущие белкам, позволяют использовать коллаген в различных направлениях деятельности человека.

**Цель исследования:** провести обзор научной литературы в области использования коллагена – белков соединительной ткани, которые извлекаются из кожи рыб. Показать полифункциональность и необходимость применения в различных сферах человеческой деятельности.

### Материалы и методы исследования

Для проведения обобщающего обзора исследования были научные разработки в области технологии переработки гидробионтов, медицины, фармакологии, косметологии. Проведен теоретический анализ существующих направлений, изложенных и доступных

в открытой печати. В статье используются данные диссертационных исследований.

### Результаты исследования и их обсуждение

По существующей классификации коллаген относят к фибриллярным белкам. Порядка 20–35% из общего количества соединительной ткани приходится на коллаген [2]. Его ценность заключается в том, что при термической обработке значительно изменяются физико-химические свойства, позволяющие получить систему с коллоидными свойствами. Кроме того, главными белками костно-хрящевой ткани (прочность, сохранение формы, структурно-механические свойства и т.д.) также являются коллагеновые белки [11].

Установлено, что для обеспечения нормальных процессов пищеварения в состав пищи должны входить пищевые волокна, участвующие во многих метаболических процессах. Причем это могут быть не только растительные волокна, но и коллагеновые белки. Они существенно улучшают такие процессы, как распределение веществ

внутри кишечной полости, их транспорт, а также выступают в роли адсорбентов многозарядных катионов, таких как соли тяжелых металлов, влагосвязывающих и гелирующих веществ [3, 9].

Выраженное противомикробное действие достигается при использовании гелей коллагена и гиалуроновой кислоты в сочетании с гидрофильными полимерами. Для большей эффективности применяют низкомолекулярные производные белка, так как в этом случае существенно повышается скорость проникновения препаратов через клеточные мембраны [24].

Полипептиды с низкой молекулярной массой, получаемые путем гидролиза с помощью протеазы микробиологического происхождения (*Bacillus subtilus*) из коллагена и эндопептидазы (*Bacillus licheiformis*) из эластина являются основой для получения антивозрастных косметических препаратов наружного применения [24]. Так, в косметологии натуральный коллаген применяется давно [17]. Изначально он выделялся из кожи крупного рогатого скота, а позже из кожи рыб. Область применения коллагена достаточно разнообразна: косметические импланты, растворимый шовный материал, составная часть мазевых лекарственных препаратов и так далее [7, 12].

Научные исследования показали, что наиболее ценные биологические препараты выделяются из кожи рыб. В сравнении с коллагеном, полученным из шкуры животных, рыбный коллаген обладает большей способностью проникать вглубь эпителия и обеспечивать процессы восстановления, омоложения кожи. Использование рыбного коллагена в технологии пищевых продуктов также обусловлено высокими функциональными свойствами и скоростью преобразования при термической обработке в желатинообразные соединения (растворимый глютин). Технология получения коллагена предусматривает заморозку рыбы, обесшкуривание, специальную обработку. Далее кожу предварительно обрабатывают и выделяют коллаген. Его очищают через белковые фильтры, в качестве которых применяются фиброины тутового шелкопряда [14]. Способность полученного таким образом коллагена к впитыванию уникальна. Через 30 минут после наложения на эпидермис коллаген начинает встраиваться в клетки собственной кожи, способствуя ее регенерации и восстановлению.

Терапевтическая эффективность препаратов на основе коллагена определяется как действием входящих в их состав лекарственных препаратов, так и действием

уникального по своим биологическим свойствам коллагена. Являясь основным белком соединительной ткани, коллаген играет ведущую роль в осуществлении ее функций, а в особенности важнейшей из них – репаративной, то есть способности к заживлению. Основным пластическим материалом, участвующим в этом процессе, является коллаген. Стоит отметить, что коллаген используется как основа препаратов для лечения ран, ожогов и язв, в которых этот белок часто комбинируют с другими высокомолекулярными веществами растительного или животного происхождения. Довольно широко коллаген в сочетании с гиалуроновой кислотой используют для дезинфекции и регенерации эпителия [13].

Экспериментально доказано, что коллаген на основе кожи рыб может быть использован при лечении пародонтоза, кожной аллергии, псориаза, прыщей, перхоти, дерматозов, облысения, воспалительных процессов в суставах [16]. Препарат на основе рыбного коллагена смягчает края послеоперационных швов, ускоряет заживление ран, используется в профилактике целлюлита, растяжек кожи и так далее [5, 6].

Другое его качество – направленность действия. Оно также обусловлено уникальными свойствами белков, так как именно коллаген стимулирует спонтанную агрегацию тромбоцитов и является эффективным гемостатиком, легко образуя комплексы со многими лекарственными средствами и биологически активными веществами [20–23].

Коллагенсодержащие отходы могут применяться в качестве добавки при производстве формованных рыбных изделий [19]. Внесение концентрата коллагена способствует хорошей консистенции за счет повышения показателя водоудерживающей и жирудерживающей способности.

Таким образом, коллагеновые белки играют роль пищевых волокон [15], что позволяет позиционировать коллагенсодержащие пищевые продукты как полноценные и полифункциональные [15]. Дополнительным аргументом в пользу применения коллагеновых белков служат их гелеобразующие свойства, что в настоящее время широко применяется в пищевой промышленности [8]. Примером использования коллагена из отходов при переработке гидробионтов являются работы Козыревой О.Б. и Слуцкой Т.Н. [4].

Авторами установлено, что специфические особенности коллагенов покровных тканей кальмара и осьминога (кожа головоногих моллюсков) [4] позволяют применять их для получения стабильных эмуль-

сий с содержанием растительного масла от 20 до 50%, что в обычных условиях без использования эмульгаторов или загустителей химической природы невозможно. Это созвучно исследованиям, в результате которых предложено использование гидролизатов коллагенсодержащих материалов животного происхождения не только как эмульгирующих и гелеобразных компонентов, но и как источников питательных веществ [8].

Результаты исследований, выраженные в трудах [1, 10] ученых, показали целесообразность использования вторичных ресурсов, как источника коллагеновых веществ. В частности, кальцийсодержащее сырье (хребты, кости, кожа, плавники и т.д.) возможно использовать для производства рыбных концентратов, которые применяются для профилактики остеопороза. Известно, что рыба – ценный источник кальция и витамина D<sub>3</sub>, необходимого для его усвоения, – практически не используется для создания функциональных продуктов питания. В костях рыбы кальций присутствует в наиболее биологически совместимой с человеческим организмом форме гидроксиапатита – минерального вещества, являющегося одним из составляющих костной ткани в организме человека. Кроме того, в рыбе содержатся витамины, макро- и микроэлементы, способствующие его лучшему усвоению [10, 18]. То есть в процессе переработки вторичного рыбного сырья, обладающего желирующими свойствами за счет наличия белков соединительной ткани, в частности, коллагена, возможно получение пищевых продуктов, обогащенных жирорастворимыми витаминами.

Обобщая вышесказанное, можно сделать вывод, что коллаген – перспективное сырье в различных областях человеческой деятельности. Многогранность использования делает его незаменимым компонентом в производстве эмульсионных и формованных пищевых продуктов, в технологии переработки вязочных и шовных материалов.

Уникальные свойства, которые проявляет коллаген в регенерации кожи и репаративные функции позволяют считать его ценным перспективным материалом третьего тысячелетия. Вовлекая в современные технологии производства коллаген, обретает решение одна из важнейших задач рыбоперерабатывающей отрасли – более рациональная переработка гидробионтов.

#### Список литературы

1. Белая О.В. Обоснование и разработка технологии рыбного концентрата для функциональных продуктов питания в профилактике остеопороза: дисс....канд. техн. наук. – Владивосток, 2005. – 175 с.
2. Белки пищевого сырья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vareologija.ru/knigi/aspekti-polnocennogo-pitaniya-petrov/belki-pishevogo-sirya>. (дата обращения 10.12.2014).
3. Киселев В.И. Коллагенсодержащее сырье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kollagen.ru/index> (дата обращения 14.10.2010).
4. Козырева О.Б. Обоснование условий протеолиза кровных тканей головоногих моллюсков с целью получения пищевых эмульсий / О.Б. Козырева, Т.Н. Слуцкая // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 338–343.
5. Коновалов В.Н. Совсем другая медицина / В.Н. Коновалов, Э.К. Жолонз. – М.: «Будь здоров», 1997. – 176 с.
6. Леви Р. Липопротеиды высокой плотности и атеросклероз / Р. Леви. – М.: – Медицина. – 1983. – С. 3–13.
7. Мазуров В.И. Биохимия коллагеновых белков / В.И. Мазуров. – М., 1974. – 300 с.
8. Неклюдов А.Д., Иванкин А.Н. Свойства и применение белковых гидролизатов / А.Д. Неклюдов, А.Н. Иванкин, А.В. Бердугина // Прикл. биохим. и микроб. – 2000. – Т. 36, № 5. – С. 525–534.
9. Ноздрин Т.Д. Влияние ферментов на качество говядины / Т.Д. Ноздрин // Мясная пром-ть. – 1995. – № 5. – С. 11–12.
10. Оглобин Н.А. Оценка факторов риска развития алиментарнозависимого остеопороза у различных групп населения: автореф. дис... канд. мед. наук / Н.А. Оглобин. – М., 2006. – 23 с.
11. Райх Г. Коллаген / Г. Райх. – Изд. «Легкая индустрия». – М., 1985. – 325 с.
12. Розанцев Г.Г. Жизнь и биологически активные добавки к пище / Г.Г. Розанцев // М., 2003. – 40 с.
13. Толстых П.И., Стекольников Л.И. и др. Лекарственные препараты для наружного применения (обзор) / П.И. Толстых, Л.И. Стекольников, В.В. Рыльцев, Т.Е. Игнатюк, В.Н. Филатов, Т.С. Карпов // Химико-физический журнал. – 1991. – Т. 25, № 4. – С. 83–87.
14. Фержтек О. Косметология. Теория и практика / О. Фержтек, В. Фежтекова, Д. Шрамек. – Прага MAXDORF, 2002. – 379 с.
15. Функциональные продукты на основе рыбного фарша и овощей / Л.В. Антипова, И.Н. Толпыгина, В.В. Батищев // Изв. вузов. Пищевая технология. – 2003. – № 1. – С. 32–34.
16. Хворостинка В.Н. Состояние аминокислотного обмена у больных атеросклеротическим кардиосклерозом / В.Н. Хворостинка, А.М. Рябчикова // Врач. дело. – 1987. – № 9. – С. 23–24.
17. Хилькин А.М. Коллаген и его применение в медицине / А.М. Хилькин, А.Б. Шехтер, Л.П. Истратов. – М.: Медицина, 1976. – 250 с.
18. Шабров А.В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи / Под ред. проф. В.А. Дадали. – М.: Авваллон, 2003. – 184 с.
19. Югай А.В. К вопросу актуальности использования нетрадиционных видов рыб на примере бычков семейства Cottidae // Новые технологии переработки сельскохозяйственного сырья в производстве продуктов общественного питания. Сборник материалов международной конференции с элементами научной школы для молодежи. – Владивосток, ТГЭУ, 2010. – С. 56–60.
20. Browder I.W., Litwin M.S. Use of absorbable collagen for hemostasis in general surgical patients // Am. Surg. – 1986. – Vol. 52, № 9. – P. 492–494.
21. DeLustro F., Dasch J., Keefe J., Ellingsworth L. Immune responses to allogeneic and xenogeneic implants of collagen and collagen derivatives // Clin. Orthop. – 1990. – Vol. 260. – P. 263–279.
22. Evans B.E. Local hemostatic agents (and techniques) // Scand. J. Haematol. – 1984. – Vol. 33, Suppl. 40. – P. 417.

23. Haemostasis and Thrombosis / Eds. A.L. Bloom, D.P. Thomas. London: Churchill Livingstone, 1987. – P. 614–615.
24. Langmaier E., Mladek M., Collagenous hydrolysates from untraditional sources of proteins. Reaction condition and the yield of enzymatic hydrolysis of short cattle tendons / E. Langmaier, M. Mladek, K. Kolomaznik, S. Sukop // International journal of cosmetic science. – 2001. – T. 23. – P. 201–206.

### References

1. Belaja O.V. Obosnovanie i razrabotka tehnologii rybnogo koncentra ta dlja funkcional'nyh produktov pitaniya v profilaktike osteoporoza: diss....kand. tehn. nauk. Vladivostok, 2005. 175 p.
2. Belki pishhevogo syr'ja [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://valeurlogija.ru/knigi/aspekti-polnocennogo-pitaniya-petrov/belki-pishevogo-sirya>. (data obrashhenija 10.12.2014).
3. Kiselev V.I. Kollagensoderzhashhee syr'e [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://kollagen.ru/index> (data obrashhenija 14.10.2010).
4. Kozyreva O.B. Obosnovanie uslovij proteoliza pokrovnyh tkanej golovonogih molljuskov s cel'ju poluchenija pishhevyh jemul'sij / O.B. Kozyreva, T.N. Sluckaja // Izv. TINRO. 1999. T. 125. pp. 338–343.
5. Konovalov V.N. Sovsem drugaja medicina / V.N. Konovalov, Je.K. Zholonz. M.: «Bud' zdorov», 1997. 176 p.
6. Levi R. Lipoproteidy vysokoj plotnosti i ateroskleroz / R. Levi. M.: Medicina. 1983. pp. 3–13.
7. Mazurov V.I. Biohimija kollagenovyh belkov / V.I. Mazurov. M., 1974. 300 p.
8. Nekljudov A.D., Ivankin A.N. Svoystva i primenenie belkovykh gidrolizatov / A.D. Nekljudov, A.N. Ivankin, A.V. Berdutina // Prikl. biohim. i mikrob. 2000. T. 36, no. 5. pp. 525–534.
9. Nozdrina T.D. Vlijanie fermentov na kachestvo govjadiny / T.D. Nozdrina // Mjasnaja prom-t'. 1995. no. 5. pp. 11–12.
10. Oglobin N.A. Ocenka faktorov riska razvitija alimentarnozavisimogo osteoporoza u razlichnyh grupp naselenija: avtoref. dis... kand. med. nauk / N.A. Oglobin. M., 2006. 23 p.
11. Rajh G. Kollagen / G. Rajh. Izd. «Legkaja industrija». M., 1985. 325 p.
12. Rozancev G.G. Zhizn' i biologicheski aktivnye dobavki k pishhe / G.G. Rozancev // M., 2003. 40 p.
13. Tolstyh P.I., Stekol'nikov L.I. i dr. Lekarstvennye preparaty dlja naruzhnogo primenenija (obzor) / P.I. Tolstyh, L.I. Stekol'nikov, V.V. Ryl'cev, T.E. Ignatjuk, V.N. Filatov, T.S. Karpov // Himiko-fizicheskij zhurnal. 1991. T. 25, no. 4. pp. 83–87.
14. Ferzhtek O. Kosmetologija. Teorija i praktika / O. Ferzhtek, V. Fezhtekova, D. Shramek. Praga MAXDORF, 2002. 379 p.
15. Funkcional'nye produkty na osnove rybnogo farsha i ovoshhej / L.V. Antipova, I.N. Tolpygina, V.V. Batishhev // Izv. vuzov. Pishhevaja tehnologija. 2003. no. 1. pp. 32–34.
16. Hvorostinka V.N. Sostojanie aminokislotnogo obmena u bol'nyh ateroskleroticheskim kardiosklerozom / V.N. Hvorostinka, A.M. Rjabchikova // Vrach. delo. 1987. no. 9. pp. 23–24.
17. Hil'kin A.M. Kollagen i ego primenenie v medicine / A.M. Hil'kin, A.B. Shehter, L.P. Istranov. M.: Medicina, 1976. 250 p.
18. Shabrov A.V. Biohimicheskie osnovy dejstvija mikrokomponentov pishhi / Pod red. prof. V.A. Dadali. M.: Avvalon, 2003. 184 p.
19. Jugaj A.V. K voprosu aktual'nosti ispol'zovanija netradicionnyh vidov ryb na primere bychkov semejstva Cottidae // Novye tehnologii pererabotki sel'skohozjajstvennogo syr'ja v proizvodstve produktov obshhestvennogo pitaniya. Sbornik materialov mezhdunarodnoj konferencii s jelementami nauchnoj shkoly dlja molodezhi. Vladivostok, TGJeU, 2010. pp. 56–60.
20. Browder I.W., Litwin M.S. Use of absorbable collagen for hemostasis in general surgical patients // Am. Surg. 1986. Vol. 52, no. 9. pp. 492–494.
21. DeLustro F., Dasch J., Keefe J., Ellingsworth L. Immune responses to allogeneic and xenogeneic implants of collagen and collagen derivatives // Clin. Orthop. 1990. Vol. 260. pp. 263–279.
22. Evans B.E. Local hemostatic agents (and techniques) // Scand. J. Haematol. 1984. Vol. 33, Suppl. 40. p. 417.
23. Haemostasis and Thrombosis / Eds. A.L. Bloom, D.P. Thomas. London: Churchill Livingstone, 1987. pp. 614–615.
24. Langmaier E., Mladek M., Collagenous hydrolysates from untraditional sources of proteins. Reaction condition and the yield of enzymatic hydrolysis of short cattle tendons / E. Langmaier, M. Mladek, K. Kolomaznik, S. Sukop // International journal of cosmetic science. 2001. T. 23. pp. 201–206.

### Рецензенты:

Наумов Ю.А., д.г.н., профессор кафедры дизайна и сервиса, ФГБОУ ВПО ВГУЭС, филиал в г. Находке, г. Находка;

Старкова Г.П., д.т.н., профессор, проректор по научной работе, ФГБОУ ВПО ВГУЭС, г. Владивосток.

Работа поступила в редакцию 19.02.2015.