

УДК 641.1

## Биомодификация коллагенсодержащего сырья для повышения его усвояемости в рационе пожилых людей

П. П. САРАНЧУК\*, д-р техн. наук А. А. ЗАПОРОЖСКИЙ,  
канд. техн. наук С. П. ЗАПОРОЖСКАЯ, Н. О. ПОГРЕБНЯК

Кубанский государственный технологический университет

\*E-mail: antvga@mail.ru

*В пожилом возрасте снижение синтеза коллагена, обусловленное возрастными изменениями пищеварительной системы и метаболизма, требует создания специализированных продуктов питания для восполнения дефицита этого ключевого структурного белка. Коллаген, богатый незаменимыми аминокислотами — глицином, пролином и гидроксипролином, играет ключевую роль в поддержании целостности соединительной ткани, эластичности кожи, состояния суставов и сосудов, а также обладает детоксицирующими свойствами за счет связывания продуктов окислительного стресса. В данной работе в качестве перспективного коллагенсодержащего сырья рассматриваются петушиные гребни — природный источник высококачественного коллагена I, II типа. Учитывая его жесткую фибриллярную структуру, затрудняющую усвоение, предложена технология модификации сырья, включающая стадию предварительного размягчения под действием органических кислот с последующим ферментативным гидролизом куриным пепсином. Данный подход позволяет эффективно дестабилизировать тройную спираль коллагена, обеспечивая мягкую текстуру конечного продукта при одновременном сохранении биологической ценности белка. Полученный функциональный продукт предназначен для включения в рацион пожилых людей с целью оптимизации усвоения коллагена, стимуляции регенеративных процессов и замедления возрастных изменений, что способствует улучшению качества жизни и поддержанию физиологической работоспособности в пожилом возрасте.*

**Ключевые слова:** геропитание, фибриллярный белок, коллагенсодержащее сырье, протеолитический фермент, ферментативная модификация.

### Информация о статье:

Поступила в редакцию 05.10.2025, одобрена после рецензирования 28.11.2025, принята к печати 14.01.2026

DOI: 10.17586/1606-4313-2026-25-1-55-61

Язык статьи — русский

### Для цитирования:

Саранчук П. П., Запорожский А. А., Запорожская С. П., Погребняк Н. О. Биомодификация коллагенсодержащего сырья для повышения его усвояемости в рационе пожилых людей. // Вестник Международной академии холода. 2026. № 1. С. 55–61. DOI: 10.17586/1606-4313-2026-25-1-55-61

## Biomodification of collagen-containing raw materials to increase its digestibility in the diet of elderly people

P. P. SARANCHUK\*, D. Sc. A. A. ZAPOROZHSKIY, Ph. D. S. P. ZAPOROZHSKAYA, N. O. POGREBANYAK

Kuban State Technological University

\*E-mail: rybikakybik08@gmail.com

*In old age, a decrease in collagen synthesis caused by age-related changes in the digestive system and metabolism requires the development of specialized foods to compensate for the deficiency of this key structural protein. Collagen, rich in essential amino acids glycine, proline, and hydroxyproline, plays a key role in maintaining connective tissue integrity, skin elasticity, joint and vascular health, and has detoxifying properties by binding oxidative stress products. In this work, cockscombs, a natural source of high-quality type I, II collagen, are considered as a promising collagen — containing raw material. Taking into account its rigid fibrillar structure which prevents its absorption, a technology for modifying raw materials is proposed, including a stage of preliminary softening under the action of organic acids followed by enzymatic hydrolysis with chicken pepsin. This approach allows to effectively destabilize the triple helix of collagen, ensuring a soft texture of the final product while preserving the biological value of the protein. The resulting functional product is recommended to be included in the diet of elderly people to optimize collagen absorption, stimulate regenerative processes and slow down age-related changes, which contributes to improving the quality of life and maintaining physiological efficiency in old age.*

**Keywords:** gero-nutrition, fibrillar protein, collagen-containing raw materials, proteolytic enzyme, enzymatic modification.

**Article info:**

Received 05/10/2025, approved after reviewing 28/11/2025, accepted 14/01/2026

DOI: 10.17586/1606-4313-2026-25-1-55-61

Article in Russian

**For citation:**

Saranchuk P. P., Zaporozhskiy A. A., Zaporozhskaya S. P., Pogrebnyak N. O. Biomodification of collagen-containing raw materials to increase its digestibility in the diet of elderly people. *Journal of International Academy of Refrigeration*. 2026. No 1. p. 55-61. DOI: 10.17586/1606-4313-2026-25-1-55-61

**Введение**

Для пожилых людей оптимизация усвоения коллагена требует комплексного решения, которое должно учитывать возрастные изменения работы пищеварительной системы и индивидуальные особенности метаболизма. Коллаген — это главный строительный компонент соединительной ткани, особенно важен для питания пожилых людей благодаря богатому содержанию незаменимых аминокислот, таких как глицин, пролин и гидроксипролин. Эти аминокислоты имеют ключевое значение для поддержания здоровья суставов, кожи и всех тканей, которые входят в состав соединительной ткани [1].

Коллаген играет особую роль в организме людей пожилого возраста, замедляя процессы старения и помогая тканям сохранять свою функциональность. Однако с возрастом организм естественным образом снижает синтез собственного коллагена, что негативно сказывается на состоянии кожи, эластичности сосудов, толщине хрящевой ткани и регенеративных способностях организма. Добавление в рацион продуктов, богатых коллагеном, помогает восполнить дефицит этого белка и активизировать процессы регенерации на клеточном уровне.

Важность высокого содержания глицина и пролина в коллагене обусловлена их участием в образовании новых коллагеновых волокон и поддержании целостности соединительной ткани. Эти аминокислоты стимулируют выработку гиалуроновой кислоты, которая придает коже эластичность и увлажненность, а также укрепляют кровеносные сосуды, снижая риск развития сердечно-сосудистых патологий. Увеличение потребления продуктов, содержащих коллаген, может способствовать профилактике возрастных нарушений и замедлить процессы старения кожи.

С возрастом организм сталкивается с ростом окислительного стресса и накоплением продуктов жизнедеятельности. В таких условиях коллаген выполняет важную защитную функцию: его белковая основа способствует связыванию токсинов и побочных продуктов окисления жиров, что помогает снизить их разрушительное воздействие на ткани. Это особенно важно для поддержания нормальной работы внутренних органов и замедления естественного старения.

Коллагеносодержащее сырье богатое коллагеном, становится ключевым элементом диеты, направленной на сохранение здоровья пожилых людей. Регулярное включение его в рацион способствует сохранению подвижности и работоспособности опорно-двигательного аппарата, благотворно влияет на состояние кожи и сосудов, а также повышает общую физическую выносливость. Все это вместе способствует более долгой активной жизни и улучшению общего самочувствия.

Однако, одной из ключевых проблем, ограничивающих использование коллагеносодержащего сырья в пищевых продуктах, является его жесткость. Этот недостаток обусловлен высоким содержанием коллагеновых волокон, которые придают тканям повышенную плотность и снижают их технологическую и органолептическую привлекательность. Структурная устойчивость коллагена, обусловленная наличием тройной  $\alpha$ -спирали и стабильных ковалентных поперечных связей (в частности, десмозиновыми и лизинокрослинками), затрудняет его ферментативную деградацию в желудочно-кишечном тракте, особенно у лиц пожилого возраста, у которых снижена секреторная активность пищеварительных ферментов и замедлены процессы протеолиза. Это существенно снижает биодоступность коллагеновых пептидов и ограничивает их включение в функциональные продукты питания для стареющего организма.

Научная новизна заключается в разработке и обосновании технологии биотрансформации коллагеносодержащего сырья (гребней) с целью повышения его биодоступности в условиях возрастных изменений пищеварительной функции. Предложена двухстадийная модификация коллагена, сочетающая кислотную предварительное размягчение органическими кислотами и последующий ферментативный гидролиз куриным пепсином — природным протеолитическим ферментом, высокоспецифичным к коллагеновым структурам. Данный подход обеспечивает целенаправленную дестабилизацию тройной  $\alpha$ -спирали и ослабление ковалентных поперечных связей без значительного разрушения аминокислотного профиля, что позволяет сохранить биологическую ценность белка и одновременно снизить его структурную жесткость. Полученный функциональный продукт характеризуется улучшенной текстурой, повышенной усвояемостью и адаптирован к особенностям метаболизма пожилых людей, что делает его перспективным компонентом геродиетического питания.

**Цель и задачи исследования**

Целью данного исследования является разработка и оптимизация технологии биотрансформации коллагеносодержащего сырья (петушиные гребни) с целью повышения его биодоступности у пожилых людей с учетом возрастных особенностей пищеварительной системы пожилого человека.

Для реализации поставленной цели были сформулированы и поставлены следующие задачи.

1. Провести сравнительное исследование эффективности различных органических кислот (молочная, яблочная, лимонная и уксусная) в режимах предварительного размягчения коллагеносодержащего сырья с целью опре-

деления оптимального агента и условий обработки, обеспечивающих максимальную дестабилизацию тройной  $\alpha$ -спирали коллагена при сохранении его аминокислотного состава.

2. Осуществить биомодификацию предварительно обработанного сырья с использованием куриного пепсина, оценить степень гидролиза коллагена, изменение реологических и текстурных свойств продукта, а также определить оптимальные параметры ферментативного процесса (температура, pH, продолжительность, соотношение фермент — субстрат) для достижения высокой степени биодоступности и улучшения органолептических характеристик конечного продукта.

### Объекты и методы исследования

Объектом исследования являлись петушиные гребни, как коллагенсодержащий источник высокомолекулярного коллагена I, II типа и гиалуроновой кислоты. Благодаря уникальному составу сырье обладает выраженной биологической активностью, способствует поддержанию структурной целостности соединительной ткани, эластичности кожи и функционального состояния суставов, что определяет его перспективность для использования в геродиетическом питании [2, 3, 4].

Исследования проводились в лаборатории кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения факультета биотехнологии и пищевых производств Кубанского государственного технологического университета (г. Краснодар, Россия).

Для достижения поставленных задач использовались следующие методы.

#### Определение усилия резания.

Усилие резания образцов оценивали с помощью текстурного анализатора «Brookfield CT3», который оснащен датчиком силы, регистрирующим усилие, необходимое для прокола или разрушения образца. Перед началом эксперимента каждый образец фиксировался в зажимном устройстве прибора таким образом, чтобы обеспечить равномерное приложение силы. После установки образца запускался процесс измерения, и прибор автоматически записывал значение силы  $P$ , достигнутое в момент разрушения ткани.

Образцы вырезали в виде параллелепипедов с площадью поперечного сечения  $A=2\text{ см}^2$ . Усилие резания ( $F$ ) выражали в Н/см и рассчитывали по формуле:

$$F=P/A, \quad (1)$$

где  $P$  — сила, необходимая для разрушения тканей, Н;  $A$  — площадь поперечного сечения образца,  $\text{см}^2$ .

#### Определение кислотности (pH).

Кислотность (pH) определяли с использованием pH-метра модели 940-pH2023, предварительно прокаленного стандартным буферным раствором.

#### Анализ накопления небелкового азота (НБА).

Метод основан на отделении небелковых азотистых веществ от белковых путем осаждения последних трихлоруксусной кислотой. Определение НБА проводили по ме-

тоду Кьельдаля, позволяющему количественно оценить общее содержание азота в образце, с последующим вычислением доли небелкового азота как разницы между общим азотом и азотом, связанным с белковой фракцией. Данный опыт обеспечивает высокую точность и воспроизводимость результатов, что особенно важно при исследовании процессов денатурации и протеолиза коллагена под действием мягкой кислотной обработки и ферментативного гидролиза. Массовая доля небелкового азота ( $X_{\text{НБА}}$ ) в процентах вычислялась по формуле:

$$X_{\text{НБА}} = \frac{V_1 K \cdot 0,0014 V_2 V_4 \cdot 100}{m \cdot V_3 V_5}, \quad (2)$$

где  $V_1$  — объем раствора гидроксида натрия 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, используемый для титрования серной кислоты в контрольном анализе,  $\text{см}^3$ ;

$V_2$  — объем водной вытяжки в мерной колбе,  $\text{см}^3$ ;

$V_3$  — объем водной вытяжки, взятый для осаждения белков,  $\text{см}^3$ ;

$V_4$  — объем водной вытяжки, взятый для осаждения белков с учетом объема трихлоруксусной кислоты,  $\text{см}^3$ ;

$V_5$  — объем фильтрата, взятый для минерализации,  $\text{см}^3$ ;

$K$  — коэффициент пересчета на точный раствор гидроксида натрия, 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, г;

0,0014 — количество азота эквивалентное 1  $\text{см}^3$  гидроксида натрия 0,1 моль/дм<sup>3</sup>, г;

$m$  — навеска исследуемой пробы, г.

### Результаты исследования и их обсуждение

Для оптимизации размягчения сырья исследовали воздействие органических кислот (лимонной, молочной, яблочной, уксусной) в концентрациях 1%, 1,5% и 2% с учетом их способности дестабилизировать тройную  $\alpha$ -спираль коллагена при сохранении его функциональных свойств. Концентрации были выбраны на основе предварительных расчетов и физико-химических характеристик кислот, обеспечивающих эффективную, но не деструктивную модификацию белковых структур.

Органолептическая оценка показала нецелесообразность использования уксусной кислоты (резкий запах) и яблочной (побурение поверхности). Дальнейшие исследования были сосредоточены на лимонной и молочной кислотах.

Определение оптимального гидромодуля (соотношение сырье: кислота) осуществлялось в соотношениях: 0,5:1; 1:1; 1,5:1 и 2:1. Наиболее интенсивное воздействие наблюдалось при соотношении (0,5:1), однако оно приводило к чрезмерной денатурации коллагена и ухудшению качества продукта. Соотношение (2:1) оказалось недостаточно эффективным для размягчения соединительной ткани. Оптимальными параметрами стали соотношения 1:1 и 1,5:1, обеспечивающие умеренное снижение жесткости при сохранении органолептических свойств. В результате был выбран гидромодуль 1,5:1, который лег в основу дальнейших исследований при концентрациях кислот 1%, 1,5% и 2%.

Для оценки степени размягчения тканей под действием органических кислот измеряли усилие резания мяса гребней с помощью текстурного анализатора. Молочная кислота показала наибольшую эффективность,

Таблица 1  
Влияние концентрации и времени обработки органических кислот на усилие резания коллагенсодержащего сырья

Table 1  
Effect of organic acid concentration and treatment time on the cutting force for collagen-containing raw materials

| Органические кислоты: | Концентрация, % | Время обработки, ч | Сила, Н | Усилие резания, Н/см |
|-----------------------|-----------------|--------------------|---------|----------------------|
| Контроль              | —               | —                  | 56      | 28                   |
| Лимонная              | 1               | 2                  | 44      | 22                   |
|                       |                 | 4                  | 36      | 18                   |
|                       |                 | 6                  | 28      | 14                   |
|                       | 1,5             | 2                  | 40      | 20                   |
|                       |                 | 4                  | 32      | 16                   |
|                       |                 | 6                  | 24      | 12                   |
|                       | 2               | 2                  | 36      | 18                   |
|                       |                 | 4                  | 28      | 14                   |
|                       |                 | 6                  | 20      | 10                   |
| Молочная              | 1               | 2                  | 40      | 20                   |
|                       |                 | 4                  | 32      | 16                   |
|                       |                 | 6                  | 24      | 12                   |
|                       | 1,5             | 2                  | 36      | 18                   |
|                       |                 | 4                  | 28      | 14                   |
|                       |                 | 6                  | 20      | 10                   |
|                       | 2               | 2                  | 32      | 16                   |
|                       |                 | 4                  | 24      | 12                   |
|                       |                 | 6                  | 16      | 8                    |

снижая усилие резания до 8 Н/см при концентрации 2% и времени обработки 6 часов. Лимонная кислота обеспечила снижение усилия до 10 Н/см, что уступает молочной кислоте. Результаты подтверждают необходимость модификации коллагенсодержащего сырья для улучшения текстуры продукта [5, 6].

Результаты измерений представлены в табл. 1.

На основе данных, представленных в табл. 1, были построены графики (рис. 1, 2), демонстрирующие влияние различных концентраций (1 %, 1,5 %, 2 %) молочной и лимонной кислот на усилие резания мяса гребней.

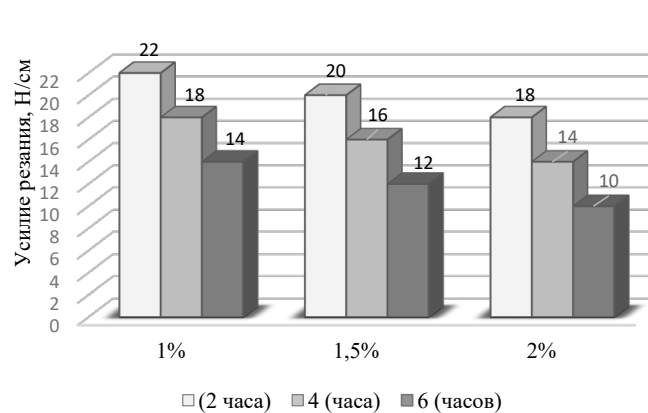


Рис. 1. График зависимости усилия резания коллагенсодержащего сырья от концентрации лимонной кислоты

Fig. 1. Dependence of the cutting force for collagen-containing raw materials on citric acid concentration

Текстурный анализ подтвердил эффект кислотного воздействия на коллагеновую матрицу. Концентрация 2% вызывает чрезмерное снижение pH, что может ухудшить органолептику и структуру продукта. Оптимальной была выбрана концентрация 1,5%, обеспечивающая оптимальное размягчение при сохранении качества белков и текстуры.

Для оценки влияния концентрации органических кислот на pH мяса гребней проводили измерения после обработки растворами молочной и лимонной кислот (1 %, 1,5 %, 2 %) при 4–6 °С. Исходный pH сырого сырья составлял 6,4 pH.

Анализ зависимости pH и усилия резания от концентрации и времени обработки выявил преимущество молочной кислоты: она обеспечивает постепенную и равномерную модификацию белковой структуры, улучшая текстурные и технологические свойства сырья. В связи с этим молочная кислота признана наиболее перспективной для дальнейшего использования в модификации коллагенсодержащих продуктов, в том числе при разработке геродиетических продуктов.

На основании проведенных исследований установлено, что обработка коллагенсодержащего сырья молочной кислотой в концентрации 1,5–2% обеспечивает наиболее эффективную модификацию белковой матрицы. Данный режим способствует снижению усилия резания до 8–10 Н/см, что свидетельствует о формировании мягкой, легкоусвояемой текстуры и стабилизации pH — оптимальных условиях для последующего ферментативного гидролиза.

Далее на фоне предварительной кислотной модификации молочной кислотой была проведена биотрансформация коллагенсодержащего сырья под действием куриного пепсина. Для обеспечения оптимальных условий работы пепсина была проведена обработка сырья молочной кислотой в соотношении 1,5:1, выбранном на основе экспериментальных данных как наиболее сбалансированное по воздействию на коллаген — оно позволило добиться более мягкого снижения pH до уровня 4,2–4,5, достаточного для частичной денатурации, но не вызывающего полной деструкции белковых структур. Поскольку оптимальная активность куриного пепсина проявляется в бо-

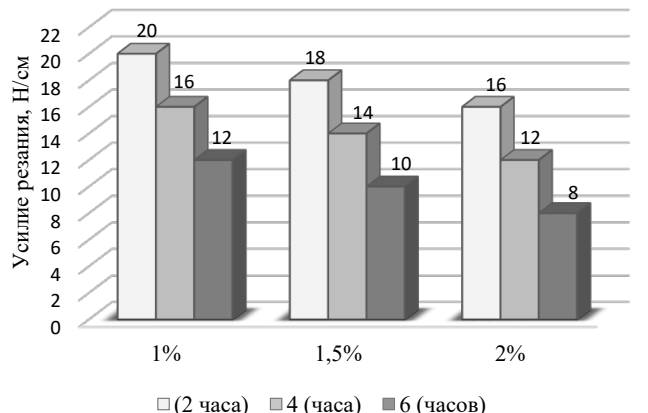


Рис. 2. График зависимости усилия резания коллагенсодержащего сырья от концентрации молочной кислоты

Fig. 2. Dependence of the cutting force for collagen-containing raw materials on the concentration of lactic acid

Таблица 2

Влияние концентрации и времени обработки куриного пепсина на усилие резания мяса гребней

Table 2

The effect of concentration and processing time of chicken pepsin on the cutting force of cockscomb meat

| Концентрация пепсина, % | Время обработки, мин | Усилие резания, Н/см |
|-------------------------|----------------------|----------------------|
| 0,1                     | 30                   | 16                   |
|                         | 45                   | 14                   |
|                         | 60                   | 12                   |
| 0,2                     | 30                   | 15                   |
|                         | 45                   | 13                   |
|                         | 60                   | 10                   |
| 0,3                     | 30                   | 12                   |
|                         | 45                   | 10                   |
|                         | 60                   | 7                    |

лее кислой среде (рН 2,8–3,3), перед внесением фермента проводили дополнительную коррекцию кислотности среды до целевого значения рН  $3,3 \pm 0,6$ . Это соотношение стало основой для последующего применения ферментов, так как обеспечивало сохранение структурной целостности коллагена и создавало благоприятные условия для активации протеолитического действия пепсина. Для предотвращения избыточного гидролиза использовали пепсин в дозировках 0,1–0,3% от массы сырья при температуре 37–38 °С. Такой подход обеспечивает эффективную модификацию белковых структур с сохранением

достаточного количества нативного коллагена для поддержания текстурных свойств продукта [7].

На основе выбранных параметров проведены исследования влияния куриного пепсина на усилие резания мяса гребней при концентрациях 0,1%, 0,2% и 0,3% от массы сырья и времени обработки 30, 45 и 60 мин. Эксперименты выполнялись при температуре 38 °С — в условиях, обеспечивающих протеолитическую активность фермента.

Анализ данных табл. 2 показал, что обработка пепсином в концентрациях 0,1–0,3% способствует заметному снижению усилия резания мяса гребней. Оптимальный эффект достигается при концентрации 0,2%: обеспечивается контролируемое размягчение структурной целостности коллагена.

На основе полученных результатов был построен график (рис. 3), отражающий изменения жесткости образцов в зависимости от типа обработки. На диаграмме представлены данные по контрольной группе, а также опытным образцам, подвергнутым воздействию молочной кислоты (в оптимальной концентрации — 1,5%) и комбинированному методу, сочетающему действие кислоты и пепсина.

Для оценки эффективности комбинированной обработки гребней молочной кислотой и куриным пепсином были проведены исследования, направленные на анализ динамики накопления небелкового азота (НБА) — показателя, отражающего степень денатурации белковых структур (рис. 4). Исследования проводились с использованием концентраций молочной кислоты в сочетании с различными процентами пепсина: 0,1%, 0,2% и 0,3% от массы сырья, при этом время обработки варьировалось от 30 до 60 мин [8].

Анализ накопления небелкового азота (НБА) показал, что наиболее интенсивный гидролиз происходит в первые 30 мин обработки. Концентрация пепсина 0,3% обеспечивает максимальный уровень НБА, свидетельствуя о высокой степени гидролиза. Однако концентрация 0,2% демонстрирует оптимальный баланс: достигается значительное накопление НБА, сопоставимое с 0,3%, при сохранении структурной устойчивости белков и минимальном риске их чрезмерной денатурации. Концентрация 0,1% проявляет недостаточную эффективность, особенно после 60 мин, что делает ее малоприменимой для модификации коллагена.

Далее были проведены исследования для оценки влияния комбинации молочной кислоты и куриного пепсина на кислотность (рН) коллагенсодержащего сырья (рис. 5). Особое внимание уделялось концентрации пепсина 0,2%, которая ранее была определена как наиболее оптимальная для модификации белковых структур без значительного их разрушения. Исследования проводились аналогично при временных интервалах обработки: 30, 45 и 60 мин.

Анализ динамики изменения рН в ходе биотрансформации показал, что комбинированное воздействие молочной кислоты и куриного пепсина обеспечивает контролируемое снижение кислотности, необходимое для активации фермента. Исходное значение рН контрольного образца — 6,4. После 30 мин обработки рН снизился до 3,4, через 45 мин — до 3,2, а к 60 мин стаби-

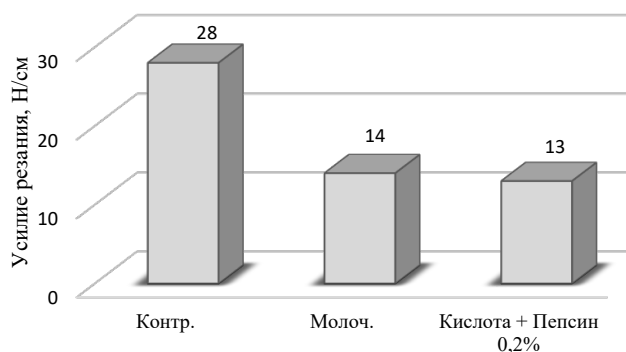


Рис. 3. Влияние методов обработки на изменение усилия резания коллагенсодержащего сырья

Fig. 3. Effect of processing methods on changes in the cutting force for collagen-containing raw materials

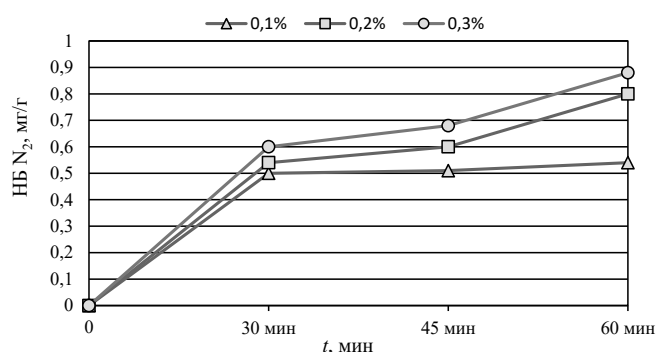


Рис. 4. Динамика накопления небелкового азота

Fig. 4. Dynamics of non-protein nitrogen accumulation



Рис. 5. Влияние времени биотрансформации на кислотность (pH) коллагенсодержащего сырья

Fig. 5. Effect of biotransformation time on the acidity (pH) of collagen-containing raw materials

лизировался на уровне 3,0. Снижение pH способствует активации пепсина, однако дальнейшее уменьшение может привести к избыточной денатурации коллагена.

Результаты исследований показали, что куриный пепсин и молочная кислота образуют синергетическую систему для модификации белковых структур мяса гребней.

## Литература

1. Становова И. А., Вострикова Н. Л., Курзова А. А. и др. Методические подходы к определению количественного содержания коллагена в животных белках // Все о мясе. 2017. № 3. С. 11–13.
2. Кулишев Б. В., Соколова Л. А., Михневич Л. В. Исследование физико-химического и морфологического состава куриных гребней в целях расширения ассортимента пищевых продуктов с их использованием // Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц. 2010. С. 74–79.
3. Соколова Л. А., Красюков Ю. Н., Козак С. С. Физико-химические и микробиологические показатели готовой продукции на основе куриных гребней, содержащих биологически активный компонент — гиалуроновую кислоту // Новое в технике и технологии переработки птицы и яиц. 2015. С. 93–99.
4. Patsera N., Voytsekhivska L., Verbytskyi S. Poultry comb-based food products: approaches to shelf-life prediction and quality assessment. // Agricultural Sciences. 2024. No. 2. P. 85–90. <https://doi.org/10.55505/sa.2024.2.10>
5. Будаева А. Е., Баженова Б. А., Данилов А. М. Модификация коллагенсодержащего сырья для применения его в производстве мясопродуктов // Все о мясе. 2015. № 1. С. 31–55.
6. Герасимова Н. Ю., Голованева Т. В. Оптимизация функционально-технологических свойств мяса кролика путём воздействия на него молочной сыворотки и яблочной кислоты // Политематический сетевой электронный научный журнал кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 85. С. 154–163.
7. Никитина М. А., Боcharова И. Г. Конструирование функциональной композиции из коллагенсодержащего сырья // Все о мясе. 2024. № 2. С. 18–23. DOI: 10.21323/2071-2499-2024-2-18-23.

ней. Молочная кислота обеспечивает оптимальный pH для активации фермента, который гидролизует коллаген, сохраняя его функциональность. Комплексная обработка эффективно размягчает ткани и повышает биодоступность коллагеновых пептидов, что делает продукт перспективным для применения в геродиетическом и функциональном питании.

## Выводы

Разработана и научно обоснована технология биомодификации коллагенсодержащего сырья (гребней) с целью повышения его усвояемости в рационе пожилых людей. Установлено, что двухстадийная обработка, включающая предварительное размягчение 1,5% молочной кислотой (гидро модуль 1,5:1) с последующим ферментативным гидролизом куриным пепсином (0,2% от массы сырья, 45 мин, 38 °C, pH 3,2), обеспечивает эффективное размягчение тканей, сохранение структурной целостности коллагена и повышение биодоступности низкомолекулярных пептидов. Полученный продукт характеризуется оптимальными текстурными, реологическими и биохимическими показателями, что делает его перспективным компонентом геродиетического и функционального питания, направленного на компенсацию возрастного дефицита коллагена, улучшение состояния соединительной ткани, суставов и кожи, а также на поддержание физиологической работоспособности пожилых людей.

## References

1. Stanovova I. A., Vostrikova N. L., Kurzova A. A. and others. Methodological approaches to determining the quantitative content of collagen in animal proteins. *All about meat*. 2017. No. 3. pp. 11–13. (in Russian)
2. Kulishev B. V., Sokolova L. A., Mikhnevich L. V. Investigation of the physico-chemical and morphological composition of chicken combs in order to expand the range of food products using them. *New in the technique and technology of processing poultry and eggs*. 2010. pp. 74–79. (in Russian)
3. Sokolova L. A., Krasnyukov Yu. N., Kozak S. S. Physico-chemical and microbiological parameters of finished products based on chicken combs containing a biologically active component — hyaluronic acid. *New in engineering and technology of poultry and egg processing*. 2015. pp. 93–99. (in Russian)
4. Patsera N., Voytsekhivska L., Verbytskyi S. Poultry comb-based food products: approaches to shelf-life prediction and quality assessment. *Agricultural Sciences*. 2024. No. 2. P. 85–90. <https://doi.org/10.55505/sa.2024.2.10>
5. Budaeva A. E., Bazhenova B. A., Danilov A. M. Modification of collagen-containing raw materials for its use in the production of meat products. *All about meat*. 2015. No. 1. pp. 31–55. (in Russian)
6. Gerasimova N. Yu., Golovaneva T. V. Optimization of functional and technological properties of rabbit meat by exposing it to whey and malic acid. *Polythematic online electronic scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2013. No. 85. pp. 154–163. (in Russian)
7. Nikitina M. A., Bocharova I. G. Designing a functional composition from collagen-containing raw materials. *All about meat*. 2024. No. 2. pp. 18–23. DOI: 10.1323/2071-2499-2024-2-18-23. (in Russian)

8. Полятинчук В. В., Патишина М. В. Биомодификация свойств куриных желудков в технологии реструктурированных ветчин. // Сб. трудов конф. «Низкотемпературные и пищевые технологии в XXI веке». 2019. Т. 2. С. 109–112.

8. Polyatinchuk V. V., Patshina M. V. Biomodification of properties of chicken stomachs in the technology of restructured hams. *Proceedings of the conference «Low-temperature and food technologies in the 21st century»*. 2019. Vol. 2. pp. 109–112. (in Russian)

### Сведения об авторах

#### Саранчук Павел Павлович

Соиск. уч. степени, ассистент кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, antvga@mail.ru. ORCID 0009-0001-4915-9691

#### Запорожский Алексей Александрович

Д. т. н., профессор кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, Zappo76@mail.ru. ORCID 0000-0003-0154-3333

#### Запорожская Светлана Павловна

К. т. н., доцент кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2, kaf\_mmpr@mail.ru

#### Погребняк Никита Олегович

Аспирант кафедры биотехнологии и продуктов питания животного происхождения, Кубанский государственный технологический университет, 350072, Россия, г. Краснодар, ул. Московская, 2.

### Information about authors

#### Saranchuk Pavel P.

Candidate of academic degree, Assistant of the Department of Biotechnology and Animal-Based Food Products, Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya St., Krasnodar, 350072, Russia. antvga@mail.ru. ORCID 0009-0001-4915-9691

#### Zaporozhskiy Alexey A.

D. Sc., Professor of the Department of Biotechnology and Animal-Based Food Products, Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya St., Krasnodar, 350072, Russia. Zappo76@mail.ru. ORCID 0000-0003-0154-3333

#### Zaporozhskaya Svetlana P.

Ph. D., Associate Professor of the Department of Biotechnology and Animal-Based Food Products, Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya St., Krasnodar, 350072, Russia. kaf\_mmpr@mail.ru

#### Pogrebnyak Nikita O.

Postgraduate student of the Department of Biotechnology and Animal-Based Food Products, Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya St., Krasnodar, 350072, Russia.



Статья доступна по лицензии  
Creative Commons «Attribution-NonCommercial»



## XXXIII годичное собрание МАХ

**МАХ приглашает на ежегодное собрание  
и академические чтения, посвященные 95-летию  
ЛТИХП/СПбГУНиПТ  
("Ленинградская холодилька")**

**21 апреля 2026 г.** в Санкт-Петербурге состоится ежегодная встреча ведущих ученых, инженеров и предпринимателей в области холодильной и криогенной техники, низкотемпературной энергетики, кондиционирования воздуха, переработки и хранения пищевых продуктов, экологии, экономики и криомедицины.

На мероприятии обсуждаются актуальные вопросы и проблемы холодильной отрасли, устанавливаются деловые контакты, происходит обмен опытом, а также в торжественной обстановке проводится избрание новых коллективных и индивидуальных членов академии.

Собрание будет проходить в очном и дистанционном формате.

Подробная информация о мероприятии размещена на сайте: <https://www.maxiar.spb.ru>