

Антипова Л.В.<sup>1</sup>, Чубирко М.И.<sup>2</sup>, Кульнева Н.Г.<sup>1</sup>, Сторублёвцев С.А.<sup>1</sup>

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ПИЩЕВЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КОЛЛАГЕНОВЫХ БЕЛКОВ

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» Минобрнауки РФ, 394036, Воронеж;

<sup>2</sup>ГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», 394036, Воронеж

**Введение.** Задача представленных в работе исследований состояла в оценке возможности использования модифицированной формы коллагена животного происхождения в качестве аналога пищевого волокна с выраженным детоксицирующим и биокорректирующим эффектами, а также в качестве иммобилизационной матрицы для обогащения пищевых продуктов органической формой йода.

**Материал и методы.** В процессе выполнения экспериментальной части использовались физико-химические методы анализа, полярографический метод при определении сорбционных характеристик гидролизованной формы коллагена в условиях, имитирующих физиологические, были также проведены эксперименты на теплокровных животных в соответствии с рекомендациями, приведёнными в приказе Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики».

**Результаты.** Было установлено, что сорбция катионов в кислой среде составила (мг/г гидролизата коллагена): свинец – 0,213, кадмий – 0,204; в щелочной среде (мг/г гидролизата коллагена): свинец – 0,246, кадмий – 0,224. Алиментарно-корректирующий эффект был подтверждён восстановлением функции щитовидной железы до нормы при экспериментальном гипотериозе.

**Обсуждение.** В ходе проведения исследований были смоделированы условия, схожие с внутренней средой желудочно-кишечного тракта человека по следующим показателям: pH, концентрация пищеварительных ферментов, внутренняя температура. Данные, характеризующие детоксицирующий эффект гидролизата коллагена в отношении ионов тяжёлых металлов, в условиях, имитирующих физиологические, показали, что по способности сорбировать ионы тяжёлых металлов он сопоставим с растительными пищевыми волокнами (целлюлозой). Результаты оценки алиментарно-корректирующих свойств комплекса гидролизат коллагена-йод, используемого в качестве рецептурного компонента йодобогащённых мясных полуфабрикатов, показали возможность устранения йододефицитных состояний в опытах на теплокровных животных.

**Заключение.** Полученный продукт гидролиза коллагена может быть использован в качестве компонента пищевых систем с обеспечением связывания и выведения ионов тяжёлых металлов, а также в качестве иммобилизационной матрицы для доставки в организм биологически активных веществ, например йода.

Ключевые слова: коллагеновый гидролизат; ферментативная модификация; сорбционные свойства; функциональность; физиологический эффект; йододефицит; алиментарная коррекция.

**Для цитирования:** Антипова Л.В., Чубирко М.И., Кульнева Н.Г., Сторублёвцев С.А. Обеспечение безопасности и функциональности пищевых систем на основе сорбционных свойств коллагеновых белков. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(8): 772-777. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-772-777>

**Для корреспонденции:** Сторублёвцев Станислав Андреевич, канд. техн. наук, доц. каф. технологии продуктов животного происхождения ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий». E-mail: [c11111983@yandex.ru](mailto:c11111983@yandex.ru)

Antipova L.V.<sup>1</sup>, Chubirko M.I.<sup>2</sup>, Kulneva N.G.<sup>1</sup>, Storablevtsev S.A.<sup>1</sup>

## ENSURING THE SAFETY OF FOOD SYSTEMS BASED ON THE SORPTION PROPERTIES OF COLLAGEN PROTEINS

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, 394036, Russian Federation;

<sup>2</sup>N.N. Burdenko Voronezh State Medical University, Voronezh, 394036, Russian Federation

In the course of the experimental part, physicochemical methods of analysis were used to assess the qualitative and quantitative composition of the hydrolyzed form of collagen, as well as a polarographic method for determining the sorption characteristics of the hydrolyzed form of collagen in physiological conditions. In determining alimentary correction properties of products enriched with iodinated collagen hydrolyzate there were carried out experiments on warm-blooded animals under conditions of experimental hypothyroidism.

**Results and discussion.** In the course of the research, conditions similar to the internal environment of the human gastrointestinal tract were simulated according to the following parameters: pH, the concentration of digestive enzymes, internal temperature. The sorption of cations in an acidic medium was found to amount to for lead-0.213, cadmium -0.204, in an alkaline medium: lead-0.246, cadmium-0.224. Data describing the detoxifying effect of collagen hydrolyzate in relation to ions of heavy metals in conditions simulating the physiological have shown that the ability to adsorb heavy metals is comparable with plant-characteristic of dietary fibers (cellulose). The possibility of obtaining collagen hydrolyzate-iodine complexes resistant to the action of technological factors are studied. The conditions of iodization of the obtained hydrolyzed form of collagen and the loss of iodine in heat treatment were determined. The results of the evaluation of alimentary-corrective properties of collagen-iodine hydrolyzate complex used as a prescription component of meat in semi-finished products showed the possibility of elimination of iodine-deficient states in experiments on warm-blooded animals.

**Conclusion.** The sorption effect of the hydrolyzed form of collagen of animal origin against heavy metal cations is proved and a hypothetical model of sorption is proposed. The resulting product of hydrolysis of collagen can be used

as a component of food systems, with the binding and excretion of heavy metal ions, as well as an immobilization matrix for the delivery of biologically active substances, such as iodine.

**Key words:** collagen hydrolysate; enzymatic modification; sorption properties; functionality; physiological effect; iodine deficiency; alimentary correction.

**For citation:** Antipova L.V., Chubirko M.I., Kulneva N.G., Storublevtsev S.A. Ensuring the safety of food systems based on the sorption properties of collagen proteins. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(8): 772-777. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-8-772-777>

**For correspondence:** Stanislav A. Storublevtsev, MD, Ph.D., senior lecturer of the Department of technology of products of animal origin of the Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, 394036, Russian Federation. Email: [c1111983@yandex.ru](mailto:c1111983@yandex.ru)

**Information about authors:**

Antipova L.V. <https://orcid.org/0000-0002-1416-0297>; Storublevtsev S.A., <https://orcid.org/0000-0003-0099-9814>;

Chubirko M. I. <https://orcid.org/0000-0002-4886-5674>; Kulneva N.G. <https://orcid.org/0000-0003-3802-9071>.

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

Received: 01 March 2018

Accepted: 02 July 2018

## Введение

Значение трофических цепей на конечный химический состав пищевого сырья и пищевых продуктов широко обсуждается в научных кругах. Известно, что кроме полезных основных питательных веществ в составе, как правило, присутствуют природные антиаллиментарные компоненты, а контакт с воздухом, водой, почвой приводит к проникновению в них чужеродных веществ, таких как ионы тяжёлых металлов, радионуклиды, пестициды и др. С помощью технологических режимов действующих условий производства пищевых продуктов становится возможным в той или иной степени снизить контаминацию и антиаллиментарность, однако вопрос не решается кардинально. В современных условиях жизни человека ставится задача разработки специальных технологических решений, в рамках которых следует предусмотреть возможность обеспечения безопасности пищевых продуктов и повышения стойкости организма к воздействию неблагоприятных факторов [1, 2].

В связи со снижением сопротивляемости организма и ухудшением здоровья человеку требуется коррекция его состояния алиментарным путём. Такие обстоятельства вызывают необходимость разработки новых подходов и целенаправленного проектирования рецептур, поиска новых источников пищи, где объективно получили распространение и весьма популярны биологически активные добавки. С их помощью можно устранить дефицит либо избыток разного рода соединений в организме человека при сохранении достаточно высоких потребительских свойств.

Современные тенденции в производстве пищевых продуктов связаны с необходимостью обогащения компонентами, обладающими технологической функциональностью и оказывающими положительное действие на те или иные функции организма человека. Одним из таких перспективных компонентов может служить модифицированная соединительная ткань, а именно collagen, эластин. Как и полимеры углеводной природы, соединительные тканевые белки обладают хорошими сорбционными свойствами и содействуют выведению из организма токсикантов [3–5].

Нельзя не отметить, что в организме млекопитающих collagen – самый распространённый протеин, составляющий 1/3 от общей массы белков тела [6]. Благодаря трехспиральной структуре, нативный collagen как никакой другой белок обладает особой прочностью [7–9]. Для раскрытия его уникальных функциональных свойств нередко прибегают к его модификации различными способами: химическими, биотехнологическими, комбинированными [10]. Благодаря своей биосовместимости, collagen применяется как биоматериал в медицине, косметологии [11–15].

Применение соединительнотканевых белков ограничивается прежде всего их несбалансированностью аминокислотного состава. Collagen не содержит таких жизненно необходимых аминокислот, как триптофан и цистин, в то же время в их структуре входят редкие нестандартные аминокислоты. Кроме того, в

немодифицированной форме белки соединительной ткани практически не поддаются действию ферментов пищеварительного тракта. Однако в определённом сочетании (до 20%) с мышечными белками, продукты, содержащие соединительнотканевое сырьё, не уступают по биологической ценности мясопродуктам, вырабатываемым из мяса первых и высших сортов [2, 16, 17].

Возвращаясь к проблематике повышения функциональности пищевых продуктов, нельзя обойти стороной дефицит микро- и макроэлементов, в том числе йододефицитные состояния.

Причиной этого является нарушение структуры питания, прекращение мероприятий, способствующих устранению и недопущению дефицита такого важнейшего микроэлемента, как йод, и ухудшение экологической обстановки в ряде регионов в целом [18–21].

Известно, что недостаточное поступление в организм йода провоцирует образование различного рода патологий и хронических заболеваний. Этого можно избежать путём увеличения йодопротективных мероприятий. Использование йодированной соли – одно из наиболее распространённых профилактических мероприятий по устранению йододефицита, однако при её применении из-за нестабильности этого соединения невозможно контролировать достоверность попадания йода в организм [22–24].

Другим вектором направлений профилактики йодной недостаточности является включение в рацион источников питания, содержащих органическую форму йода. Данный результат можно достичь путём получения соответствующих биологически активных добавок, в том числе используя органические иммобилизационные матрицы.

## Материал и методы

Объектом исследования являлся гидролизат collagena, полученный по патенту РФ № 2409216 [25].

Были проведены исследования по способности связывать ионы тяжёлых металлов в условиях имитирующих физиологические. В модельном опыте определяли сорбционную способность collagенового гидролизата *in vitro* по отношению к ионам кадмия и свинца.

Способность collagеновых продуктов к сорбции и выведению чужеродных веществ из продуктов в процессе пищеварения обусловлено тем, что в их структуре содержится значительное количество диамино- и аминокислотных кислот и, следовательно, большого количества боковых полярных групп молекул [27].

Сорбционная активность пищевых волокон может быть представлена в виде количества ионов тяжёлого металла, сорбированных одним граммом collagенового гидролизата. Стандартные методики по определению сорбционной способности отсутствуют.

Условия сорбции соответствовали кислой среде желудка (рН составил 1,2–1,5) и щелочной среде кишечника (рН – 8), время и температура контакта также соответствовали условиям желудочно-кишечного тракта [28, 29].

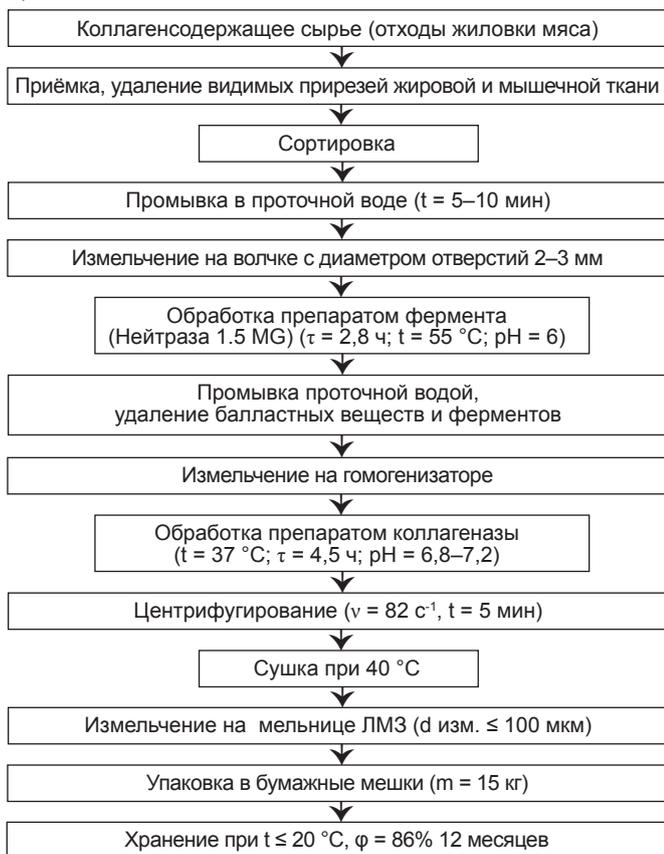


Рис. 1. Технологические этапы получения гидролизованного коллагена.

В сосуды со значением водородного показателя равным 1,2 и 8 и концентрацией ионов тяжёлых металлов равной 0,3 мг/дм<sup>3</sup> вносили 1 г коллагенового гидролизата. Количество сорбированных гидролизатом коллагена ионов определяли полярографически по разности между первоначальной (0,3 мг/дм<sup>3</sup>) и остаточной концентрацией ионов свинца и кадмия после термостатирования в течение трёх часов при температуре 37°С. Определение концентраций ионов осуществляли на полярографе марки ПУ-1.

Наличие в структуре значительного числа реакционно-способных групп также позволяет использовать различные модификации коллагена как носителя различного рода биологически активных компонентов [30, 31].

Способность к иммобилизации может быть реализована в получении комплексов коллаген-функционального компонента.

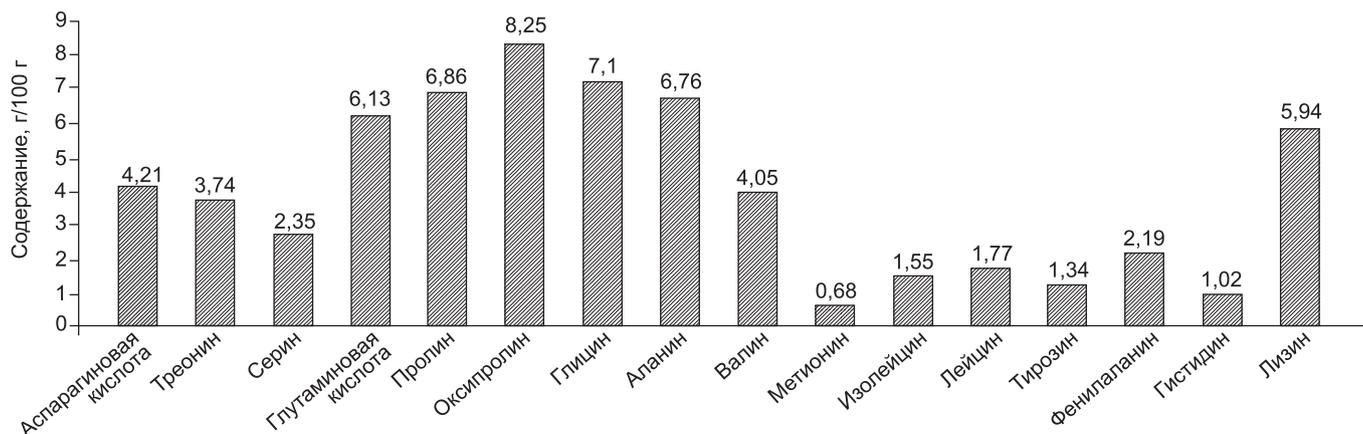


Рис. 2. Аминокислотный состав коллагенового гидролизата, г/100 г.

Таблица 1

Состав коллагенового гидролизата [3]

Наименование компонента	Содержание
Протеин общий, %	81,2
Фракции белков по растворимости, % к общей массе протеина:	
водорастворимый	26,4
солерастворимый	10,4
щелочерастворимый	62,2
Молекулярная масса, кДа, в пределах	96-210
Характеристика фракционного состава, % к общему белку:	
протеины	58,4
пептидная фракция	29,3
аминокислоты	12,3
Липиды	0,30
Минеральные компоненты	1,70
Вода	15,8

Нами были проведены исследования по получению стабильных при технологической обработке соединений йода с полученным гидролизатом коллагена.

Для йодирования гидролизата коллагена использовали химически чистый KI. Такой выбор обусловлен тем, что его безопасность не требует дополнительного подтверждения и он используется для обогащения йодом широкого спектра пищевых продуктов.

Для выяснения взаимодействия аниона – йодида с полученным гидролизатом коллагена проведён ряд экспериментов на модельных средах.

В модельных опытах гидролизат коллагена обрабатывали раствором KI различной концентрации. По истечении 24 ч определяли содержание микроэлемента. Раствор KI готовили растворением в воде. Процесс йодирования проводили при t = 0–4 °С в течение 24 ч. Количество связанного йода определяли роданидно-нитритным методом [24].

Оценку способности восполнять дефицит йода путём введения в состав пищевых продуктов полученного комплекса гидролизат коллагена-йод, проводили на примере мясных полуфабрикатов рубленых, обогащённых комплексом гидролизат коллагена-йод.

В модель биологических исследований были включены:

1) контрольные группы – животные с моделью дефицита йода (введение мерказолила 25 мг/кг массы животного);

2) опытные группы – животным до приёма пищи на фоне модели йодной недостаточности вводили ФП – полуфабрикаты мясные рубленые, обогащённые йодом в количестве 50, 200,

2000 мкг/кг массы тела. Количество групп животных для каждой исследуемой дозировки – 2. Количество животных в группе – 10. Продолжительность эксперимента составляла 28 сут.

Концентрация вводимого йода рассчитывалась на массу животного и соответствовала 200 мкг йода/1 кг массы тела. Также рассматривали дозы ниже (50 мкг/1 кг массы тела) и выше (2000 мкг/1 кг массы тела).

Данные дозировки обусловлены тем, что в организме сельскохозяйственных животных, птицы и человека концентрация йода в среднем составляет 50–200 мкг/кг массы, т. е.  $0,5-2 \cdot 10^{-5} \%$ , однако этот показатель может варьировать в больших пределах в зависимости от содержания йода в рационе (А.А. Алиев, 1993).

Работа с лабораторными животными проводилась в соответствии с рекомендациями, приведёнными в приказе Минздрава России от 01.04.2016 г. № 199н «Об утверждении Правил надлежащей лабораторной практики».

Для моделирования признаков гипотиреоза использовали мерказолил в дозе 25 мг/кг массы животного. Мерказолил способствует выведению соединений из щитовидной железы, блокируя пероксидазу и угнетая процессы йодирования тирозина с образованием трийодтиронина и тироксина, что приводит к увеличению размеров щитовидной железы.

Введение мерказолила и исследуемых образцов при кормлении производили перорально через металлический зонд.

По окончании эксперимента животных подвергали эвтаназии посредством передозировки эфира (крысы) и с помощью цервикальной дислокацией шейных позвонков в случае эвтаназии мышей.

Показателем тиреоидной недостаточности является изменение уровня гормонов в сыворотке крови. Регуляция синтеза и секреции осуществляется по принципу отрицательной обратной связи: повышенный уровень тироксина (Т4) и трийодтиронина (ТТ3) способствует подавлению выделения тиреотропного гормона (ТТГ), а пониженный – стимулирует.

В экспериментах регистрировали уровень тиреотропных гормонов в сыворотке крови опытных животных на фоне гипотиреоза и при последующей коррекции с использованием полуфабрикатов рубленых, обогащенных йодированным гидролизатом коллагена.

**Определение уровня гормонов.** Для изучения функционального состояния щитовидной железы определяли уровень тиреоидных гормонов – тироксина (Т4), трийодтиронина (Т3), тиреотропного гормона гипофиза (ТТГ) методом иммуно-ферментного анализа на микропланшетном ридере DRG E-Liza-Mat Pro X (DRG International inc, США) с использованием диагностических наборов Т-4, Т-3, ТТГ (DRG International inc, Германия). Принцип работы наборов основан на конкуренции гормонов за центры связывания специфических к гормонам антител, иммобилизованных на поверхности лунок полистиролового планшета. Количество связавшегося конъюгата выявляют с помощью раствора субстрата. Интенсивность окраски продуктов ферментативной реакции обратно пропорциональна концентрации гормонов Т4, Т3 и прямо пропорциональна концентрации ТТГ, содержащихся в анализируемой пробе.

## Результаты

Исходным сырьём для получения коллагенового гидролизата служили побочные продукты жиловки мяса сельскохозяйственных животных – жилки, сухожилия КРС, фасции мышечной ткани. Технологический процесс включает в себя этапы, представленные на схеме (рис. 1).

Химический состав функционального коллагенового гидролизата оценивали в соответствии со стандартными методиками [26], результаты представлены в табл. 1.

Как видно из данных таблицы, продукт гидролиза представлен в основном щёлочерастворимым белком.

Аминокислотный состав (рис. 2), который характеризуется высоким содержанием глицина, пролина, глутаминовой и аспарагиновой

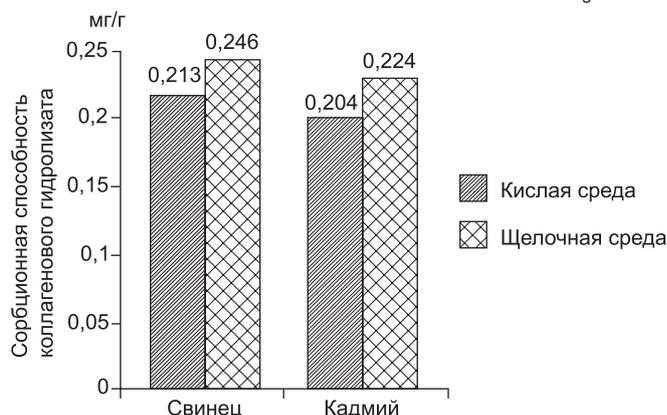


Рис. 3. Сорбционная способность коллагенового гидролизата.

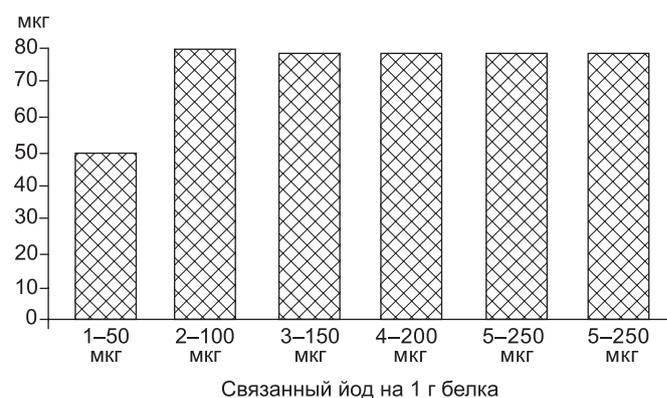


Рис. 4. Связывание йода гидролизатом коллагена.

кислотами и особенно оксипролина характеризует структурную принадлежность к белкам коллагенового типа. Наличие большого количества функциональных групп объясняет высокую активность субстанции в химических взаимодействиях.

Расчётные данные по определению сорбционной способности модифицированного коллагена (в процентах от внесённого количества тяжёлых металлов) представлены в табл. 2 и рис. 3.

Данные по содержанию сорбированных ионов йода в зависимости от внесённого йодида калия представлены на рис. 4.

При внесении 50 мкг йода гидролизат коллагена связывал все ионы. При концентрации 100 мкг йода процент связывания составил около 82%, при внесении 150 мкг – 60,6%, а при 200 мкг – 42,8%, что при пересчёте на микроэлемент соответствует 82 мкг йода.

Поскольку разработанный ингредиент будет применён для обогащения йодом пищевых продуктов, предполагающих тепловую обработку, оценивали термостабильность полученных комплексов. Результаты оценки приведены на рис. 5.

Полученная гидролизованная форма коллагена в комплексе с йодом была успешно реализована в технологии мясопродуктов (рубленых полуфабрикатов), которые, в свою очередь, были апробированы в качестве функционального продукта с доказанным физиологическим эффектом в опытах на теплокровных животных в рамках выполнения ФЦП по тематике «Молекуляр-

Таблица 2

Процент связанных коллагеновым гидролизатом тяжёлых металлов

Природный сорбент	Свинец, %		Кадмий, %	
	Кислая среда (pH = 1,2)	Щелочная среда (pH = 7,8)	Кислая среда (pH = 1,2)	Щелочная среда (pH = 7,8)
Биомодифицированный коллаген	71	82	68	75

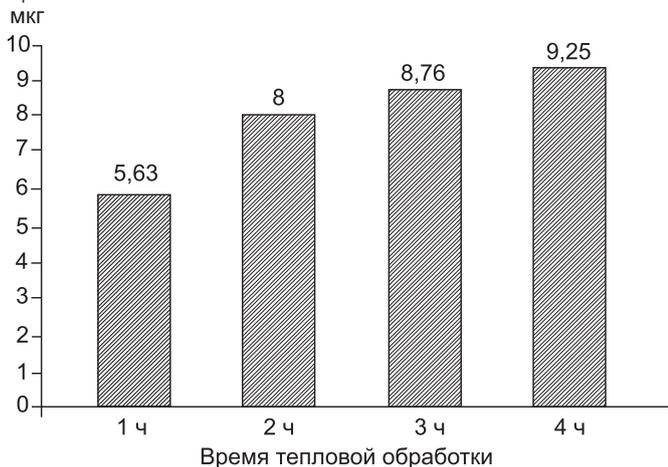


Рис. 5. Потери йода гидролизатом коллагена при тепловой обработке (100 °С).

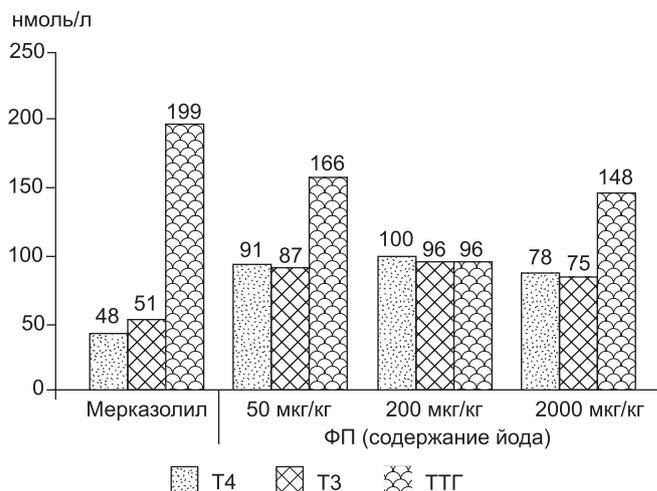


Рис. 6. Изменение концентрации тиреотропных гормонов при разных концентрациях микроэлемента в полуфабрикате мясном рубленом, обогащенным йодированным гидролизатом коллагена.

ная коррекция химического состава пищевых систем на основе сорбционных свойств коллагеновых белков» (государственный контракт № 14.512.11.0039) [32].

В частности, были получены результаты, свидетельствующие о восстановлении нормального функционирования щитовидной железы исследуемых животных при экспериментальном гипотиреозе.

При поедании полуфабриката с йодированным гидролизатом коллагена с содержанием йода 50 мкг, уровень тиреотропного гормона снизился на 16,6%, уровни тироксина – Т4 и трийодтиронина – Т3 увеличились соответственно на 89,6 и 70,6% по отношению к показателям, полученных от исследования на крысах, которые получали тиреостатик мерказолил (рис. 6).

Поступление йода в анионной форме позволяет привести уровень гормонов щитовидной железы в норму.

## Обсуждение

Гидролизированный коллаген представляет собой белковые и пептидные фракции с большим количеством реакционно-способных групп, наличие которых позволяет разработанной модифицированной форме вступать во взаимодействие с компонентами пищи, образуя недиссоциирующие соединения белок – металл. Это свойство может использоваться при создании функциональных пищевых продуктов как совместно, так и взамен неусваивающихся полисахаридов.

Гипотетический механизм связывания гидролизатом ионов тяжелых металлов точно не установлен, но известно, что для

белковых молекул свойственна способность к их неспецифической адсорбции. Способ получения гидролизата, предусматривающий ферментативную модификацию коллагена, предполагает разрыв пептидных связей, делая более таким образом доступными функциональные группы для реакции с ионами металлов (рис. 7).

Результаты, характеризующие получение комплекса гидролизат коллагена-йод позволили разработать технологию получения функционального ингредиента для обогащения пищевых систем.

## Заключение

Оценивая сорбционные характеристики исследуемого гидролизата коллагена, можно обозначить два основных приложения его функциональных характеристик в технологии функциональных пищевых продуктов: 1) применение в качестве аналога пищевых волокон; 2) использование в качестве иммобилизационной матрицы для биологически активных компонентов.

Сорбционная способность полученного продукта биомодификации коллагена сопоставима с аналогичными показателями пищевых волокон растительного происхождения (например, с целлюлозой), сорбция ионов свинца для которых находится в интервале 0,10–0,20 мг/г [2].

Следовательно, глубокая переработка соединительной ткани животных позволяет получить биополимеры с широким спектром функциональных характеристик для производства пищевых продуктов направленного спектра действия.

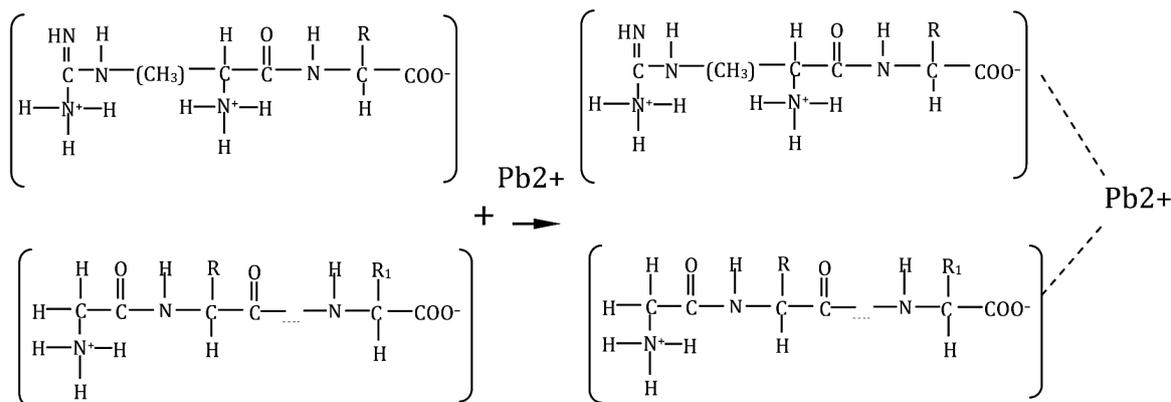


Рис. 7. Гипотетическая модель образования ионной связи между аминокислотами аргинином, глицином и катионом свинца.

**Финансирование.** Исследование не имело финансовой поддержки.  
**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

## Л и т е р а т у р а

(пп. 4, 6–9, 11-17, 27, 30, 31 см. References)

1. Чернуха, И.М. Функциональные продукты – методологические, технологические и трофологические аспекты производства // Мясная индустрия. – 2002. – № 2. – С. 21-22.
2. ГОСТ Р 55577-013 Продукты пищевые специализированные функциональные
3. Антипова, Л. В. Коллагены: источники, свойства, применение // Л. В. Антипова, С.А. Сторублевцев / Воронеж: ВГУИТ. – 2014.-512 с.
5. Анисимова Ю.А. Изучение возможности использования пищевых волокон пшеничных отрубей в качестве пищевой добавки при производстве мясопродуктов// Ю.А. Анисимова, В.В. Садовой — Вестник СевКавГТУ, серия «Продовольствие». № 1 - 2003 г. - С.38-42.
10. Васильев, М. П. Коллагеновые нити, волокнистые и пленочные материалы: Монография. – Спб.: СПГУТД, 2004. – 397 с.
18. Герасимов, Г.А. Йоддефицитные заболевания в России. Простое решение сложной проблемы [Текст] / Г. А. Герасимов, В. В. Фадеев, Н. Ю. Свириденко, Г. А. Мельниченко, И. И. Дедов. – М.:Адамант. 2002. 168 с.
19. Дедов, И. И. Стратегия ликвидации йоддефицитных заболеваний в Российской Федерации [Текст] / И. И. Дедов, И. Ю. Свириденко. // Проблемы эндокринологии. – 2001. – №6. – Т.46. – С.3-11.
20. Битуева Э.Б. Восстановление микроэлементарного баланса организма на примере коррекции йодной недостаточности [Текст] / Э. Б. Битуева, Ю. А. Капустина, С. Д. Жамсаранова // Фундаментальные исследования. – 2004. – № 2.– С. 45
21. Онищенко, Г. Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи [Текст] / Г. Г. Онищенко. Гигиена и санитария. 2003. № 1. С. 3-10.
22. Применение медикаментозных средств не дают должного эффекта. Касаткина, Э. П. Йоддефицитные заболевания: генез, профилактика, лечение [Текст] / Э. П. Касаткина. // Фарматека. – 2003. – №8. – С.10-13.
23. Шабров, А. В. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи [Текст] / А. В. Шабров, В. А. Далали, В. Г. Макаров. – М.: Аввалон, 2003. – 184 с.
24. Дудкин, М. С. Комплексы белков и пищевых волокон, обогащенные йодом [Текст] / М. С. Дудкин, Т. В. Сагайдак, Л. Ф. Щелкунов. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – №2-3. – С.18-21.
25. Способ получения функционального коллагенового гидролизата. Патент РФ № 2409216. Заяв. № 2009118048/13. приор. от. 20.11.2010. Оpubl. 20.11.2010. Бул. № 2.
26. Антипова, Л. В. Современные методы исследования сырья и продуктов животного происхождения. Л. В. Антипова, С.А. Сторублевцев. Воронеж: ВГУИТ. - 2016.-545 с.
28. Золотарева А.М. Исследование функциональных свойств облепихового пектина / А.М. Золотарева [и др.] // Химия растительного сырья. - 1998. - N 1. - С. 29-32.
29. Хотимченко Ю.С. Применение энтеросорбентов в медицине / Ю.С. Хотимченко, А.В. Кропотов // Медикофармацевтический вестник Приморья. – 1998. – № 4. - С. 99-107.
32. Сторублевцев, С.А. Молекулярная коррекция химического состава пищевых систем на основе сорбционных свойств коллагеновых белков //Материалы ЛII отчетной научной конференции за 2013 год: В 3 ч. Ч.1. Воронеж. гос. ун-т инж. технол. – Воронеж, 2014. – С.75-81.

## References

1. Chernuha, I. M. Functional foods – the methodological, technological and nutritional aspects of production // Meat industry. - 2002. - № 2. - P. 21-22.
2. GOST R 55577-013 food specialized and functional.
3. Antipova, L. V. the Collagens: sources, properties, applications /L. V. Antipova, S. A. Storublevtsev / Voronezh: VSUET. - 2014.-512 S.
4. Antipova, L. V. Prospects of acquiring and applying wound healing materials based on fish collagen L. V. Antipova, S. A. Storublevtsev, S. B. Bolgova, L. V. Kozhanova Materials of 1st International Congress Industrial-academic networks in cooperation activities for pharmaceutical, chemical and food fields”, 2014. p. 3. 116-120.
5. Anisimov, Y. A. Study of the potential use of dietary fiber of wheat bran as a food additive in the manufacture of meat products// Yu. A. Anisimov, V. V., Sadovoy — Herald SevKavgtu, a series of “Food”. No. 1 - 2003 - Pp. 38-42.
6. Patino M. G., Neiders M. E., Andrea S., Noble, B., Cohen, R. E., Collagen: An overview. Implant Dent. 2002, 11, 280-285
7. Zhang, Z., Li, G., Shi, B. L., Physicochemical properties of collagen,

- gelatin and collagen hydrolysate derived from bovine limed split wastes. Soc. Leather Technol. Chem. 2006. - № 90, P. 23-28.
8. Pati, F., Adhikari, B., Dhara, S., Isolation and characterization of fish scale collagen of higher thermal stability. Bioresour. Technol. - 2010, №101.- P. 3737-3742.
9. Usha, R., Ramasami, T., Structure and conformation of intramolecularly cross-linked collagen. Colloids Surf. B Biointerfaces.- 2005. - №41.- P. 21-24.
10. Vasiliev, M. P. Collagen filaments, fibrous and film materials: Monograph. – SPb.: Spgud, 2004. - 397 C.
11. Fonseca, M. J., Alsina, M. A., Reig, F., Coating liposomes with collagen (Mr 50 000) increases uptake into liver. Biochim. Biophys. Acta 1996, 1279, 259-265.
12. Gelse, K., Pöschl E., Aigner, T., Collagens – Structure, function, and biosynthesis. Adv. Drug Deliver. Rev. 2003. - №55-P. 1531-1546.
13. Brodsky, B., Eikenberry, E. F., Characterization of fibrous forms of collagen. Methods Enzymol.1982. - №82-P. 127-174.
14. Gentile, P., Chiono, V., Tonda-Turo, C., Ferreira, A. M., Ciardelli, G., Polymer-ic membranes for guided bone regeneration. Biotechnol. J. 2011. - 6-P. 1187-1197.
15. Francesco, A., Rocasalbas, G., Touriño, S., Mattu, C. et al., Crosslinked collagen sponges loaded with plant polyphenols with inhibitory activity towards chronic wound enzymes. Biotechnol. J. 2011. - №6-P. 1208-1218.
16. Antipova, L. V. Prospects of acquiring and applying wound healing materials based on fish collagen Materials of 1st International Congress Industrial-academic net-works in cooperation activities for pharmaceutical, chemical and food fields / L. V. Antipova, S. A. Storublevtsev, S. B. Bolgova / 2014. - P. 116-120.
17. Antipova, L.V. Protein Additives - Valuable Ingredient in the Composition of New Generation Meat Products/ L. V. Antipova, S. V. Polianskikh, I. A. Glotova // international Ecological Congress: Procedure, Section: Health and Environment, September 22-28, 1996, Voronezh, Russia. - Voronezh, 1996. - P. 37-38.
18. Gerasimov, G. A. Iodine deficiency diseases in Russia. A simple solution to a complex problem [Text] / G. A. Gerasimov, V. V. Fadeyev, N. Y. Sviridenko, G. A. Melnichenko, I. I. Dedov. - M.: Adamant. - 2002. - 168 p.
19. Dedov, I. I. Strategy for elimination of iodine deficiency diseases in the Russian Federation [Text] / I. I. Dedov, I. Y. Sviridenko. // Problems of endocrinology. - 2001. - №6. - Vol. 46. - P. 3-11.
20. Batueva E.B. Recovery of micro elementary balance of the body, for example the correction of iodine deficiency [Text] / E. B. Batueva, J. A. Kapustin, S. D. Zhamsaranova // Fundamental research. - 2004. - № 2.- P. 45.
21. Onishchenko, G.G. the influence of the environment on the health of the population. Unsolved problems and problems [Text] / G. G. Onishchenko. // Hygiene and sanitation. - 2003. - № 1. – P. 3 - 10.
22. The use of drugs do not give the desired effect. Kasatkina, E. p. iodine Deficiency diseases: Genesis, prevention, treatment [Text] / E. p. Kasatkina. // Pharmateca. - 2003. - №8. - P. 10-13.
23. Shabrov, V. A. Biochemical bases of the action of micro-components, the p-soup [Text] / A. V. Shabrov, V. A. Given, V. G. Makarov. - M.: Avvalon, 2003. - 184 p.
24. Dudkin, M.S. Complexes of proteins and dietary fiber, fortified with iodine [Text] / M.S. Dudkin, T. V. Sagaidak, L. F. Shchelkunov. // News universities. Food technology. - 2001. - №2-3. - P. 18-21.
25. A method for producing functional collagen hydrolysate. Patent RF № 2409216. Application. No. 2009118048/13. prior. from. 20.11.2010. Publ. 20.11.2010. Bul. No. 2.
26. Antipova, L.V. Modern methods of research of raw materials and products of animal origin / L.V. Antipova, S. A. Storublevtsev/ – Voronezh.:UGUET. - 2016.-545 S.
27. Antipova, L.V. Realization of bio-potential minor collagen raw materials in processing branches of agricultural and industrial Biotechnology in Agriculture, Industry and Medicine L. V. Antipova, I. A. Glotova, S. A. Storublevtsev, 2011. - pp. 159-169.
28. Zolotarev A. M. Investigation of the functional properties of sea-buckthorn pectin / A. M. Zolotarev [et al.] // Chemistry of vegetable raw materials. - 1998. - N 1. - С. 29-32.
29. Khotimchenko Yu. s. Application of chelators in medicine / Y. S. Ho Timchenko, A. V. Kropotov // Medicopharmaceutical journal of Primorye. - 1998. - №4.- P. 99-107.
30. Christiansen, D. L., Huang, E. K., Silver, F. H., Assembly of type I collagen: Fusion of fibril subunits and the influence of fibril diameter on mechanical properties. Matrix Biol. 2000, 19, P. 409-420.
31. Cisneros, D. A., Hung, C., Franz, C. M., Muller, D. J., Observing growth steps of collage self-assembly by time-lapse high-resolution atomic force microscopy. J. Struct. Biol. 2006, 154, P. 232-245.
32. Storublevtsev S. A. t Molecular correction of the chemical composition of PI-sevich systems based on sorption properties of collagen proteins // proceedings of the LII scientific conference of the reporting for 2013: 3 h. h. 1. VSUET. - Voronezh, 2014. - P. 75-81.