

Коллагенсодержащая продукция оленоводства: новые пути рационального использования

Гордиенко Инна Михайловна

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»
Адрес: 109472, Россия, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23
E-mail: inna.gordienko@gmail.com

Белевцова Дарья Валерьевна

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»
Адрес: 109472, Россия, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23
E-mail: aldalisa@mail.ru

Сапожникова Алла Ионовна

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»
Адрес: 109472, Россия, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23
E-mail: fibrilla@mail.ru

Чебакова Галина Викторовна

ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина»
Адрес: 109472, Россия, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23
E-mail: svetlana-podduiev@mail.ru

В статье представлены материалы по изучению возможности и разработке методики получения коллагена из лобашей северного оленя с перспективой использования его в пищевой промышленности. Результаты анализа химического состава и свойств лобашей дают основание сделать положительное заключение, о возможности использования для получения продуктов растворения коллагена (ПРК) рассматриваемого вида сырья, так как они содержат более 90% белка, в том числе 75% коллагена. Подобраны режимы технологических операций, позволяющие получить ПРК методом щелочно-солевой обработки исходного сырья с последующим растворением полуфабриката в уксусной кислоте и диализом полученного продукта. Установлено, что наиболее эффективным является использование щелочно-солевого раствора, содержащего 10% гидроксида натрия. При этом выход конечного продукта по массе в 9 раз превышает массу исходного сырья. Показано, что основным компонентом полученного продукта является коллаген (94 % от массы сухого остатка). Установлено, что по микробиологическим показателям ПРК соответствует требованиям, предъявляемым к пищевым продуктам. Добавление ПРК из лобашей северного оленя в качестве пищевой добавки в образцы мясных колбас и котлет улучшает показатели консистенции и сочности продуктов, что убедительно подтверждают результаты потребительской дегустации и проведенная органолептическая оценка. Таким образом, новый подход к рациональному использованию коллагенсодержащей продукции оленеводства позволит восполнить дефицит пищевого белка за счет экологически чистого сырья, в связи с тем, что олени не подвержены заболеванию губчатой энцефалопатией в отличие от крупного рогатого скота.

Ключевые слова: северный олень, лобаши, коллаген, коллагенсодержащее сырье, щелочно-солевая обработка, продукты растворения коллагена, пищевая добавка

Введение

Проблема рационального использования соединительнотканых белковых ресурсов, в том чис-

ле коллагенсодержащих, по-прежнему остается крайне актуальной и имеет большое значение, как для повышения эффективности производства, так и для решения вопросов, связанных с экологией

(Василевич, Горбачева, Сапожникова, & Гордиенко, 2019).

Соединительная ткань составляет 60-90 % от массы всех органов живого организма и выполняет структурообразующую, защитную и трофическую функции. Она содержит: 57,6-62,9% влаги, 33,4-41,5% белков, 1,0-1,1% жиров, 0,5% минеральных веществ и до 0,9% экстрактивных веществ (Михайлов, 1980).

Во внеклеточном матриксе соединительной ткани наиболее распространенными белками являются коллагеновые. Коллаген – фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани организма (сухожилие, кость, хрящ, дерма и т. п.) и обеспечивающий её прочность и эластичность. Это наиболее распространенный протеин в животном мире, он составляет около 25-35 % полипептидов во всем организме (Михайлов, 1980).

В настоящее время коллаген широко используют в медицине, ветеринарии, в косметологии, в технологии кожевенного и мехового производств (Антипова, Сторублевцев, & Антипов, 2019; Мантурова и др., 2018; Неклюдов & Иванкин, 2007; Николаева & Шеховцов, 2014; Новикова & Сторублевцев, 2012; Ameye & Chee, 2006; Nakima et al., 2021). В последние годы растет интерес к коллагену как ингредиенту в рецептурах пищевых производств (Антипова и др., 2015; Белоусова, 2007; Кажымурат и др., 2017; Неклюдов, 2003; Югай & Бойцова, 2015; Hashim, Mohd Ridzwan, Bakar, & Mat Hashim, 2015; Dybka & Walczak, 2009; Lutfee et al., 2021), используемому для повышения эластичности, улучшения консистенции и стабилизации продуктов, их питательной и оздоровительной ценности. Кроме того, коллаген можно использовать не только в качестве белковой пищевой добавки, но и в качестве матрицы-носителя других пищевых добавок (Антипова, 1997).

Столь широкий перечень направлений использования коллагена обусловлен такими его свойствами как, гелеобразование, сгущение, текстурирование, способность к связыванию воды, образованию эмульсий, пены, стабилизации, адгезии и сцеплению, выполнению защитной коллоидной функции и образованию пленок. Коллаген является хорошим поверхностно-активным агентом и способен проникать в безлипидные границы раздела фаз (Борисенко, 1991).

Нативный коллаген нерастворим в воде, обладает устойчивостью к действию кислот, щелочей и органических растворителей. Коллаген обладает

сродством к воде – способен к поглощению влаги, с увеличением массы до 150-200%. Это обусловлено наличием активных полярных групп в боковых цепях его молекулы. В зависимости от возраста животного и источника получения коллагенсодержащего сырья его изоэлектрическая точка может изменяться в пределах от 6,4 до 7,2 pH. Степень набухания коллагена резко увеличивается при изменении pH водной среды в щелочную или кислотную область: при pH=12 до 800%, при pH = 2,3 до 1200%. Это свойство позволяет регулировать технологические процессы при обработке коллагенсодержащего сырья (Михайлов, 1980).

К сожалению, традиционно используемое коллагенсодержащее сырье, которое можно употреблять в пищевых целях, относится к медленно возобновляемым ресурсам. Существующий в настоящее время дефицит пищевого белка может быть восполнен за счет побочной продукции оленеводства, представляющей собой источник экологически чистого сырья в связи с тем, что олени не подвержены заболеванию губчатой энцефалопатией в отличие от крупного рогатого скота (Расказова & Гордиенко, 2020; Пухова, Горбачева, & Сухина, 2019).

Кафедра товароведения, технологии сырья и продуктов животного и растительного происхождения имени С.А. Каспарьянца ФГБОУ ВО МГАВМиБ – МВА имени К.И. Скрябина активно участвует в исследованиях по комплексному использованию продукции оленеводства. В рамках проводимых исследований представляло интерес подтвердить перспективность использования лобашей северного оленя в качестве сырьевого ресурса для получения коллагена.

Северные олени – животные универсальной продуктивности. От них получают самую разнообразную продукцию: к основной относят мясо, к вторичной – шкуры, камусы (части шкуры, снятые с конечностей северного оленя), лобаша (часть шкуры, снятая с головы оленя), щетки (части шкуры, снятые с конечностей в районе копыта), а также шерсть, получаемую при обработке шкур или во время линьки животных (Мухачев, Лайшев, & Зеленский, 2007; Подкорытов, 2004; Реусова, Горбачева, & Новиков, 2019; Углов, Инербаева, Бородай, & Перфильева, 2015).

На сегодняшний день как в российских, так и в зарубежных источниках научной литературы есть данные о получении и применении коллагеновых субстанций различных форм в разных сферах, в том числе и в пищевом производстве (Антипова и

др., 2015; Юрай & Бойцова, 2015; Noorzai, Reinhard Verbeek, Lay, & Swan, 2020; Kumar Pal & Suresh, 2016; Da Silva Araújo et al., 2018), однако информация об использовании лобашей северного оленя в качестве источника получения растворов нативного коллагена отсутствует.

В связи с вышеизложенным, цель исследования – изучение возможности и разработка методики получения коллагена из лобашей северного оленя, с перспективой использования его в пищевой промышленности.

Материалы и методы

Объектами исследования служили:

- лобашки шкур северного оленя, поступившие из МУП «Мясоперерабатывающий комплекс «Паюта» (Ямало-Ненецкий автономный округ); законсервированы мокросолением сухим посолом;
- продукты растворения коллагена (ПРК), полученные из лобашей северного оленя.

Для получения ПРК использовали методику, описанную в Патент 2031597 РФ (1995)¹, суть которой заключается в том, что коллагенсодержащее сырье после измельчения и промывки подвергают щелочно-солевой обработке для разрыхления структуры соединительной ткани и удаления неколлагеновых сопутствующих компонентов с последующим растворением в слабой органической кислоте.

Изучение химического состава исходного сырья и ПРК проводили в соответствии с ГОСТ 38.1-67², ГОСТ 938.2-67³, ГОСТ 25011-2017⁴ и ГОСТ 23041-2015⁵.

Температуру сваривания и значение водородного показателя (рН) экспериментальных образцов

определяли по ГОСТ Р ИСО 3380-2013⁶ и ГОСТ 32089-2013⁷, соответственно.

Оценку микробиологических показателей качества ПРК проводили в соответствии с требованиями ТР ТС 021/2011⁸.

Качество мясных продуктов (котлет и колбас) с добавлением ПРК оценивали по результатам органолептической (ГОСТ 33673-2015⁹, ГОСТ 32951-2014¹⁰) и дегустационной оценки (ГОСТ 9959-2015¹¹).

Процедура исследования

Вначале образцы промывали, отмачивали, очищали механическим путем от прирезей мяса и жира. Затем проводили обезволаживание намазным способом смесью извести (СаО) и сульфида натрия (Na₂S) с последующей пролежкой и механическим снятием шерстного покрова, потерявшего связь с дермой.

С целью освобождения структуры голяя от не связанной извести, гнейста и для нейтрализации осуществляли обеззоливание сульфатом аммония (NH₄)₂SO₄ по стандартной для кожевенного производства методике с последующей промывкой в проточной воде.

Подготовленные образцы подвергали обработке в течение 48 часов в одномолярном растворе сульфата натрия с концентрацией гидроксида натрия (NaOH) 5, 7 и 10 %.

Для оценки эффективности воздействия щелочно – солевого раствора с различными концентрациями гидроксида натрия определяли выход готового продукта по массе.

В процессе проведения всех этапов перевода лобашей северного оленя в растворимое состояние

¹ Каспарьянц, С. А., Сапожникова, А. И., Месропова, Н. В., Гордиенко, И. М., Акопян, В. Б., Петров, П. Е. (1995). РФ Патент № 2031597. Способ получения коллагенового золя. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2031597> (дата обращения: 03.03.2021).

² ГОСТ 38.1-67 (2015). Кожа. Метод определения содержания влаги. М.: Стандартинформ.

³ ГОСТ 938.2-67. (1967). Кожа. Метод определения содержания золы. М.: Госстандарт СССР.

⁴ ГОСТ 25011-2017. (2017). Мясо и мясные продукты. Методы определения белка. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 23041-2015 (2019). Мясо и мясные продукты. Метод определения оксипролина. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ Р ИСО 3380-2013 (2014). Кожа. Физические и механические испытания. Метод определения температуры сваривания кожаной ткани при нагревании до ста градусов Цельсия. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 32089-2013 (2015). Кожа. Метод определения рН. М.: Стандартинформ.

⁸ ТР ТС 021/2011. (2019). О безопасности пищевой продукции. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 12.03.2021).

⁹ ГОСТ 33673-2015 (2017). Изделия колбасные вареные. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹⁰ ГОСТ 32951 Полуфабрикаты мясные и мясосодержащие. Общие технические условия. М.: Стандартинформ.

¹¹ ГОСТ 9959-2015 (2017). Мясо и мясные продукты. Общие условия проведения органолептической оценки. М.: Стандартинформ.

осуществляли определение изменения массы образцов после каждой проведенной операции, с целью оценки выхода готового продукта, как одного из показателей эффективности воздействия различных концентраций гидроксида натрия при щелочно-солевом воздействии.

По окончании цикла получения ПРК определяли содержание влаги и сухого остатка в полученном продукте.

На последнем этапе работы проводили органолептическую и дегустационную оценку образцов мясных колбас и котлет, при изготовлении которых в качестве пищевой добавки был использован полученный ПРК.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе исследований с целью установления пригодности лобашей для получения продуктов растворения коллагена определяли содержание влаги, минеральных и жировых веществ, общего белка и коллагена по оксипролину. Кроме того, были определены показатели, косвенно характеризующие состояние сырья – температура сваривания и pH водной вытяжки (Таблица 1).

Проведенный анализ показал, что содержание белка в исследуемых образцах составляло порядка 90% от массы, а количество минеральных и несвязанных жировых веществ в сумме – менее 7 %.

Для парного сырья крупного рогатого скота, не подвергнутого порче показатель температуры сваривания должен соответствовать – 60 - 65°C, pH водной вытяжки – 6-7. Исследуемые образцы были охарактеризованы как качественные, поскольку

температура сваривания была равна 61,5°C, а pH водной вытяжки – 6,8.

Результаты эксперимента позволили сделать вывод о пригодности лобашей северного оленя можно рассматривать в качестве потенциального сырьевого источника для получения продуктов растворения коллагена.

В соответствии с данными литературы (Минкин, 1964; Стешов, 1965), выбор параметров растворения, обуславливающих максимально полную степень перевода исходного сырья в растворенное состояние, является одним из важнейших этапов технологического цикла получения продуктов растворения коллагена из коллагенсодержащего сырья. Подбор режима обработки, необходимого для получения ПРК из лобашей северного оленя был одним из основных этапов работы.

Результаты определения влаги и сухого остатка в образцах ПРК представлены в Таблице 2.

Полученные результаты показывают, что концентрация диализованных ПРК незначительно отличается по сухому остатку в зависимости от варианта концентрации используемых щелочно-солевых растворов.

Данные по изменению массы образцов на этапах подготовительного цикла обработки представлены в Таблице 3.

Установлено, что после обезволаживания, мездрения и обеззоливания масса исходного образца уменьшается почти в два раза. Обусловлено это полным удалением волосяного покрова и подкожно – жировой клетчатки, а также выведением компонентов небелкового происхождения в процессе проведенного цикла операций.

Таблица 1

Химический состав и показатели некоторых свойств исходного сырья

n=5

Образец	Анализируемые показатели							
	Сухой оста- ток, %	Влага, %	в пересчете на а. с. в. *, %				Темпе- ратура сварива- ния, °С	Водород- ный пока- затель (pH)
			Минераль- ные ве- щества	Жировые вещества	Общий белок	В т.ч. кол- лаген		
Лобашей северно- го оленя	93,0±5,5	7,0±0,6	5,5±0,4	1,3±0,1	89,9±5,1	75,0±4,3	61,5±0,2	6,8±0,1

*А.с.в. – абсолютно сухое вещество

Таблица 2

Содержание влаги и сухого остатка в ПРК (ср.знач.)

Образец ПРК	Концентрация NaOH в растворе, %					
	5		7		10	
	Показатели, %					
	Влага	Сухой остаток	Влага	Сухой остаток	Влага	Сухой остаток
	До диализа	99,1	0,9	99,0	1,0	98,8
После диализа	98,5	1,5	98,6	1,4	98,7	1,3

Таблица 3

Масса образцов на подготовительном цикле обработки

Образец	Масса, г	% от исходной массы
Лобаша	1000	100,0
После обезволаживания и мездрения	670	67,0
После обеззоливания	510	51,0

Таблица 4

Зависимость выхода ПРК от варианта щелочно – солевой обработки (ср.знач.)

Образец	Концентрация NaOH в растворе, %					
	5		7		10	
	Анализируемый показатель					
	Масса, г	% от исход- ной массы	Масса, г	% от исход- ной массы	Масса, г	% от исход- ной массы
Исходное сырье	120,0	100,0	120,0	100,0	120,0	100,0
После щелочно- со- левой обработки	159,2	132,7	151,0	125,8	133,5	111,3
После соле- вой обработки	113,6	94,7	123,5	102,9	125,6	104,7
После нейтрализации	135,9	113,3	176,9	147,4	189,6	158
После растворения и гомогенизации	787	655,8	1235,0	1029,2	1785,0	1487,5
После диализа	391,0	367,5	661,0	550,8	1085,0	904,2

Масса образцов меняется также в зависимости от стадии перевода в растворимое состояние (Таблица 4).

Как следует из данных Таблицы 4, при обработке щелочно-солевым раствором, содержащим 5, 7 и 10% NaOH масса образцов увеличивается приблизительно на 33; 26 и 11 % соответственно. Это можно объяснить тем, что раствор с низким содержанием щелочи, вызывает боль-

шую степень набухания, чем растворы с более высоким содержанием щелочи, хотя они оказывают на структуру коллагенового белка более интенсивное деструктирующее воздействие, что подтверждает переход образцов в диспергированное состояние. Масса диализованных ПРК, полученных после обработки 5, 7 и 10%-ным раствором NaOH, выше в 3,7; 5,5 и 9 раз, соответственно, в сравнении с массой исходных образцов.

По результатам проведенного исследования для включения в технологическую схему в качестве рабочего выбран вариант обработки щелочно-солевым раствором, содержащим 10 % NaOH.

Некоторые показатели, характеризующие качество ПРК, полученных по предлагаемой технологической схеме, представлены в Таблице 5.

Анализируя данные, представленные в таблице, следует отметить, что основным компонентом полученного продукта является белок – свыше 97% массы сухого остатка, причем порядка 94% от этого количества составляет коллаген. рН полученного продукта – 6,36.

На следующем этапе исследований оценивали ПРК из лобашей северного оленя по микробиологическим показателям согласно требованиям ТР ТС 021/2011, по которым количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов не должно превышать 1×10^5 КОЕ/г. Полученные результаты анализа показали, что наличие указанной микрофлоры в исследованном образце составило 1×10^3 КОЕ/г, что соответствует вышеуказанным требованиям.

Далее в процессе проведения работы были изготовлены по три образца мясных колбас и котлет, в

которых в качестве пищевой добавки был использован полученный ПРК:

№ образца	Вид продукта	Добавка ПРК, %
1	колбаса	0
2	колбаса	0,25
3	колбаса	0,5
4	котлета	0
5	котлета	0,25
6	котлета	0,5

Контрольные образцы 1 и 4 были изготовлены по традиционной рецептуре.

Исходя из предположения, что добавление ПРК увеличит водосвязывающую способность фарша, была проведена определение содержания влаги в исследуемых образцах (Таблица 6).

Как следует из представленных данных, добавление ПРК в мясной фарш несколько увеличивает массовую долю влаги в продуктах, из него изготовленных, что должно сказаться на повышении сочности и увеличении выхода готовой продукции.

Качество полученных продуктов оценивали по результатам органолептической и дегустационной оценки.

Таблица 5

Показатели некоторых свойств ПРК из лобашей северного оленя

n=5

Образец	Показатели				
	Влага, %	Сухой остаток, %	В пересчете на абсолютно сухое вещество, %		
			Минеральные вещества	Общий белок	В т.ч. коллаген
Отдизализованный ПРК	98,6±4,7	1,4±0,1	1,6±0,2	97,8±5,8	93,8±5,1
					6,4±0,1

Таблица 6

Массовая доля влаги в образцах колбас и котлет с добавлением ПРК (ср.знач.)

№ образца	Вид продукта	Добавка ПРК, %	Содержание массовой доли влаги, %
1	колбаса	0	53,3
2	колбаса	0,25	53,8
3	колбаса	0,5	54,7
4	котлета	0	61,0
5	котлета	0,25	58,0
6	котлета	0,5	59,1

Согласно результатам органолептической оценки показателей мясных колбас, как контрольный, так и опытные образцы соответствовали требованиям ГОСТ 33673-2015. Проведенное исследование позволяет констатировать, что опытные образцы имели более плотную и упругую консистенцию по сравнению с контрольными. Это, вероятно, обусловлено добавлением ПРК.

Органолептическая оценка членами дегустационной комиссии изготовленных образцов котлет также показала соответствие всех проверенных образцов требованиям ГОСТ 32951-2014.

Результаты дегустационной оценки качества экспериментальных образцов продукции представлены в Таблицах 7 и 8.

По результатам дегустационной оценки, можно сделать вывод, что в среднем проанализированные показатели опытных образцов колбас и котлет выше, чем у контрольных образцов. При этом по таким показателям как сочность и консистенция разница весьма существенна и составляет по первому показателю для колбас от 50 до 200 %, для котлет – от 20 до 30% и по второму – для колбас от 10 до 35%, для котлет от 1 до 18%, соответственно.

Полученные результаты указывают на возможность и целесообразность использования ПРК из лобашей северного оленя в качестве влагоудерживающего компонента в рецептурах колбас и мясных кулинарных изделий и согласуются с мнением других исследователей, использовавших субстанции коллагена в пищевом производстве (Антипова, 2015).

Таблица 7
Дегустационная оценка качества колбас

n=6

Наименование показателя	Оценка продуктов по 9-бальной шкале		
	Анализируемый образец		
	1	2	3
Внешний вид	7,8	7,6	7,6
Консистенция	5,6	6,2	7
Вид на разрезе	7,0	7,2	7,0
Запах и вкус	6,8	7,2	7,6
Сочность	3,8	5,8	7,8
Общая оценка	6,2	6,8	7,4

Таблица 8
Дегустационная оценка качества котлет

n=6

Наименование показателя	Оценка продуктов по 9-бальной шкале		
	Анализируемый образец		
	4	5	6
Внешний вид	8,3	8,3	8,2
Вид на срезе	8,3	8,5	8,6
Цвет, запах, вкус	7,6	8,3	7,6
Сочность	6,3	8,3	7,6
Общая оценка	7,7	8,4	7,9

Выводы

Результаты анализа химического состава и свойств лобашей позволяют сделать вывод о том, что данный вид сырья можно рассматривать как

потенциальный источник для получения продуктов растворения коллагена.

Подобраны режимы технологических операций, позволяющие получить ПРК методом щелочно-со-

левой обработки исходного сырья с последующим растворением полуфабриката в уксусной кислоте и диализом полученного продукта.

Показано, что основным компонентом полученного продукта является коллаген.

Установлено, что по микробиологическим показателям ПРК соответствует требованиям ТР ТС 021/2011, предъявляемым к пищевым продуктам.

Проверка целесообразности использования ПРК из лобашей северного оленя в качестве пищевой добавки в образцах мясных колбас и котлет по результатам органолептической и потребительской дегустационной оценки показала, что добавление ПРК существенно улучшает показатели консистенции и сочности продуктов.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о целесообразности нового направления рационального использования такого вида побочной продукции оленеводства, как лобаши, в качестве экологически чистого источника сырья для получения из них продуктов растворения коллагена, что позволит заменить традиционно используемые для этих целей недубленые отходы кожевенного производства.

Литература

- Антипова, Л. В. (1997). *Основы рационального использования вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности*. Воронеж: Воронежская государственная технологическая академия.
- Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., Антипов, С. С. (2019). *Коллагены: Источники, свойства, применение*. СПб.: Гиорд.
- Антипова, Л. В., Сторублевцев, С. А., Болгова, С. Б., Сухов, И. В., Матасова, К. В., Жданова, И. Ю., & Майорова, К. В. (2015). Применение коллагеновых субстанций в отраслях экономики. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 10(4), 601-604.
- Белоусова, Н. И. (2007). Комплексное использование сырья на предприятиях мясной промышленности. *Пищевая промышленность*, 7, 38-41.
- Борисенко, Л. Н. (1991). Утилизация кожевенных отходов и эффективность их использования в народном хозяйстве. *Кожевенная промышленность*, 2, 37.
- Василевич, Ф. И., Горбачева, М. В., Сапожникова, А. И., & Гордиенко, И. М. (2019). Комплексная экологически безопасная утилизация (рециклинг) вторичной продукции и отходов животного происхождения: Инновационные технические решения. В *Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии: Сборник научных трудов Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина* (с. 394-396). М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина.
- Кажымурат, А. Т., Уажанова, Р. У., Ахметсadyков, Н. Н., Айдарова, М. М., Абдел, З. Ж., & Тютенов, К. С. (2017). Перспективы применения коллагена в пищевой промышленности. В *Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков: Сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции* (с. 7-14). Новосибирск: Центр развития научного сотрудничества.
- Мантурова, Н. Е., Иконникова, Е. В., Стенько, А. Г., Чайковская, Е. А., Петинати, Я. А., & Болгарина, А. А. (2018). Клиническая оценка эффективности коллагенотерапии в коррекции и профилактике инволютивных изменений кожи. *Клиническая дерматология и венерология*, 17(6), 107-115. <https://doi.org/10.17116/klinderma201817061107>
- Минкин, Е. В. (1964). *Влияние предварительной обработки коллагена на его растворение* [Дисс. канд. техн. наук, Моск. технол. ин-т легкой пром-сти]. М., Россия.
- Михайлов, А. Н. (1980). *Химия и физика коллагена кожного покрова: Монография*. М.: Легкая индустрия.
- Мухачев, А. Д., Лайшев, К. А., & Зеленский, В. М. (2007). *Мир северного оленя*. СПб.: Сибирское отделение Россельхозакадемии: ГНУ НИИСХ Крайнего Севера.
- Неклюдов, А. Д. (2003). Пищевые волокна животного происхождения. Коллаген и его фракции как необходимые компоненты новых и эффективных пищевых продуктов. *Прикладная биохимия и микробиология*, 39(3), 261-272.
- Неклюдов, А. Д., & Иванкин, А. Н. (2007). *Коллаген: Получение, свойства и применение: Монография*. М.: Изд-во Московского гос. ун-та леса.
- Николаева, Т. И., & Шеховцов, П. В. (2014). Гидролизаты коллагена в профилактике и лечении заболеваний суставов. *Фундаментальные исследования*, 12(3), 524-528.
- Новикова, И. С., & Сторублевцев, С. А. (2012). Применение коллагена в медицинских целях. *Успехи современного естествознания*, 6, 136.
- Подкорытов, Ф. М. (2004). *Северное оленеводство*. М.: Аграрная Россия.

- Пухова, И. Д., Горбачева, М. В., & Сухинина, Т. В. (2019). Характеристика современного оленеводства российской федерации: Перспективы и вектор развития отрасли. В *Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии и биотехнологии: Сборник научных трудов Международной учебно-методической и научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня основания ФГБОУ ВО МГАВМиБ - МВА имени К. И. Скрябина* (с. 414-417). М.: Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина.
- Рассказова, Ю. Н., & Гордиенко, И. М. (2020). Лобаш северного оленя, как сырье для получения продуктов растворения коллагена. В *Инновации в пищевой промышленности: Образование, наука, производство: Материалы 4-й всероссийской научно-практической конференции* (с. 118-122). Благовещенск: Дальневосточный государственный аграрный университет.
- Реусова, Т. В., Горбачева, М. В., & Новиков, М. В. (2019). Оценка качества и поиск нового подхода к сортировке невыделанных шкур северного оленя для рационального их использования и переработки. *Ветеринария, зоотехния и биотехнология*, 7, 41-48. <https://doi.org/10.26155/vet.zoo.bio.201907006>
- Стешов, Г. И. (1965). *Влияние щелочно-солевых обработок на изменение структуры коллагена и его растворимость* (Автореф. дис. канд. техн. наук). М.
- Углов, В. А., Инербаева, А. Т., Бородай, Е. В., & Перфильева, С. Н. (2015). Основные проблемы переработки продукции северного оленеводства и пути их решения. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*, 9(1), 31-34.
- Югай, А. В., & Бойцова, Т. М. (2015). К вопросу о многофункциональном использовании коллагена, получаемого из кожи рыб. *Фундаментальные исследования*, 2(4), 704-707.
- Dybka, K., & Walczak, P. (2009). Гидролизат коллагена как новая диетическая добавка. *Научный вестник лодзинского технического университета. Пищевая химия и биотехнология*, 73(1058), 83-92.
- Ameys, L. G., & Chee, W. S. S. (2006). Osteoarthritis and nutrition. From nutraceuticals to functional foods: A systematic review of the scientific evidence. *Arthritis Research and Therapy*, 8(4), R127. <https://doi.org/10.1186/ar2016>
- Da Silva Araújo, I. B., Bezerra, T. K. A., do Nascimento, E. S., de Almeida Gadelha, C. A., Santi-Gadelha, T., & Madruga, M. S. (2018). Optimal conditions for obtaining collagen from chicken feet and its characterization. *The Journal of Food Science and Technology*, 38(1), 167-173. <https://doi.org/10.1590/fst.27517>
- Hakima, T. R., Pratiwia, A., Jamharia, J., Fitriyanto, N. A., Rusman, R., Abidin, M. Z., Matulesnya, D. N., & Erwanto, Y. (2021). Extraction of collagen from the skin of Kacang goat and production of its hydrolysate as an inhibitor of angiotensin converting enzyme. *Tropical Animal Science Journal*, 44(2), 222-228. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.2.222>
- Hashim, P., Mohd Ridzwan, M. S., Bakar, J., & Mat Hashim, D. (2015). Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal*, 22(1), 1-8.
- Kumar Pal, G. K., & Suresh, P. V. (2016). Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>
- Lutfee, T., Alwan, N. F., Alsaffar, M. A., Rahman Abdel Ghany, M. A., Mageed, A. K., & AbdulRazak, A. A. (2021). An overview of the prospects of extracting collagens from waste sources and its applications. *Chemical Papers*, 75, 6025-6033. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01768-8>
- Noorzai, S., Reinhard Verbeek, C. J., Lay, M. C., & Swan, J. (2020). Collagen extraction from various waste bovine hide sources. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 5687-5698 <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00843-2>

-Collagen-containing Products of Reindeer Husbandry: New Ways of Rational Use

Inna M. Gordienko

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow
State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin»
23, Akademika Skryabina str., Moscow, 109472, Russian Federation
E-mail: inna.gordienko@gmail.com*

Darya V. Belevtcova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow
State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin»
23, Akademika Skryabina str., Moscow, 109472, Russian Federation
E-mail: aldalisa@mail.ru*

Alla I. Sapozhnikova,

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State
Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin»
23, Akademika Skryabina str., Moscow, 109472, Russian Federation
E-mail: fibrilla@mail.ru*

Galina V. Chebakova

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State
Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K.I. Skryabin»
23, Akademika Skryabina str., Moscow, 109472, Russian Federation
E-mail: svetlana-podduev@mail.ru*

The article presents materials on the study of the possibility and development of a method for obtaining collagen from reindeer brow skin with the prospect of its use in the food industry. The results of the analysis of the chemical composition and properties of reindeer brow skin make it clear that this type of raw material can be considered as a potential source for the production of collagen dissolution products (CDP), since they contain more than 90% protein, including 75% collagen. Modes of technological operations are selected, which allow to obtain CDP by method of alkaline-salt treatment of initial raw material with subsequent dissolution of semi-finished product in acetic acid and dialysis of the obtained product. It has been found that the most effective is the use of an alkaline saline solution containing 10% sodium hydroxide. The yield of the final product is 9 times the weight of the raw material. Collagen (94% by weight of dry residue) has been shown to be the main component of the resulting product. According to microbiological indicators, the CDP meets the requirements for food products. Checking the feasibility of using CDP from reindeer brow skin as a food additive in samples of meat sausages and cutlets according to the results of an organoleptic and consumer tasting assessment showed that the addition of CDP significantly improves the consistency and juiciness of products. Thus, the new approach to the rational use of collagen-containing reindeer herding products will make it possible to compensate for the shortage of food protein through environmentally friendly raw materials, due to the fact that reindeer are not susceptible to spongy encephalopathy unlike cattle.

Keywords: reindeer, brow skin, collagen, collagen-containing raw materials, alkaline-salt treatment, collagen dissolution products, food additive

References

- Antipova, L. V. (1997). *Osnovy ratsional'nogo ispol'zovaniya vtorichnogo kollagensoderzhashchego syr'ya myasnoi promyshlennosti* [Fundamentals of the rational use of secondary collagen-containing raw materials in the meat industry: Monograph]. Voronezh: Voronezhskaya gosudarstvennaya tekhnologicheskaya akademiya.
- Antipova, L. V., Storublevtsev, S. A., Antipov, S. S. (2019). *Kollageny: Istochniki, svoistva, primeneniye*

- Monografiya [Collagens: Sources, properties, application: Monograph]*. S-Petersburg: Giord.
- Antipova, L. V., Storublevtsev, S. A., Bolgova, S. B., Sukhov, I. V., Matasova, K. V., Zhdanova, I. Yu., & Maiorova, K. V. (2015). *Primenenie kollagenovykh substantsiy v otraslyakh ekonomiki [The use of collagen substances in the sectors of the economy]. Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy [International Journal of Applied and Basic Research]*, 10(4), 601-604.
- Belousova, N. I. (2007). *Kompleksnoe ispol'zovanie syr'ya na predpriyatiyakh myasnoi promyshlennosti [Complex use of raw materials at meat industry enterprises]. Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry]*, 7, 38-41.
- Borisenko, L. N. (1991). *Utilizatsiya kozhevennykh otkhodov i effektivnost' ikh ispol'zovaniya v narodnom khozyaistve [Utilization of leather waste and the efficiency of their use in the national economy]. Kozhevennaya promyshlennost' [Leather Industry]*, 2, 37.
- Vasilevich, F. I., Gorbacheva, M. V., Sapozhnikova, A. I., & Gordienko, I. M. (2019). *Kompleksnaya ekologicheski bezopasnaya utilizatsiya (retsikling) vtorichnoi produkt-sii i otkhodov zhivotnogo proiskhozhdeniya: Itekhnicheskie resheniya [Integrated environmentally friendly disposal (recycling) of secondary products and animal waste: Innovative technical solutions]. In Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny, zootehnii i biotekhnologii: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoi uchebno-metodicheskoi i nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu so dnya osnovaniya FGBOU VO MGAVMiB - MVA imeni K. I. Skryabina [Actual problems of veterinary medicine, zootechnology and biotechnology. Collection of scientific papers of the International educational-methodical and scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the founding of the FSBEI HE MGAVMiB - MBA named after K. I. Skryabin] (pp. 394-396). Moscow: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya «Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny i biotekhnologii - MVA imeni K.I. Skryabina».*
- Kazhymurat, A. T., Uazhanova, R. U., Akhmetsadykov, N. N., Aidarova, M. M., Abdel, Z. Zh., & Tyutenov, K. S. (2017). *Perspektivy primeneniya kollagena v pishchevoi promyshlennosti [Prospects for the use of collagen in the food industry]. In Sel'skokhozyaistvennyye nauki i agropromyshlennyyi kompleks na rubezhe vekov: Sbornik materialov XVIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Agricultural sciences and agro-industrial complex at the turn of the century: Proceedings of the 18th International scientific and practical conference] (pp. 7-14). Novosibirsk: Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennost'yu "Tsentr razvitiya nauchnogo sotrudnichestva".*
- Manturova, N. E., Ikonnikova, E. V., Sten'ko, A. G., Chaikovskaya, E. A., Petinati, Ya. A., & Bolgarina, A. A. (2018). *Klinicheskaya otsenka effektivnosti kollagenoterapii v korrektsii i profilaktike involutivnykh izmenenii kozhi [Clinical assessment of the effectiveness of collagen therapy in the correction and prevention of involutive skin changes]. Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya [Clinical Dermatology and Venereology]*, 17(6), 107-115. <https://doi.org/10.17116/klinderma201817061107>
- Minkin, E. V. (1964). *Vliyanie predvaritel'noi obrabotki kollagena na ego rastvorenie [Candidate dissertation, Moscow Technological Institute of Light Industry]. Moscow, Russia.*
- Mikhailov, A. N. (1980). *Khimiya i fizika kollagena kozhnogo pokrova: Monografiya [Chemistry and Physics of Skin Collagen: Monograph]*. Moscow: Legkaya industriya.
- Mukhachev, A. D., Laishev, K. A., & Zelenskii, V. M. (2007). *Mir severnogo olenya [Reindeer world]. S-Petersburg: Sibirskoe otd-nie Rossel'khozakademii: GNU NIISKh Krainego Severa.*
- Neklyudov, A. D. (2003). *Pishchevye volokna zhivotnogo proiskhozhdeniya. Kollagen i ego fraktsii kak neobkhodimye komponenty novykh i effektivnykh pishchevykh produktov [Dietary fiber of animal origin. Collagen and its fractions as essential components of new and effective food products]. Prikladnaya biokhimiya i mikrobiologiya [Applied Biochemistry and Microbiology]*, 39(3), 261-272.
- Neklyudov, A. D., & Ivankin, A. N. (2007). *Kollagen: Poluchenie, svoistva i primeneniye: Monografiya [Collagen: Obtaining, properties and application: Monograph]*. Moscow: Izd-vo Moskovskogo gos. un-ta lesa (MGUL), 2007.
- Nikolaeva, T. I., & Shekhovtsov, P. V. (2014). *Gidrolizaty kollagena v profilaktike i lechenii zabolevanii sustavov [Collagen hydrolysates in the prevention and treatment of joint diseases]. Fundamental'nye issledovaniya [Basic Research]*, 12(3), 524-528.
- Novikova, I. S., & Storublevtsev, S. A. (2012). *Primenenie kollagena v meditsinskikh tselyakh [Collagen medicinal uses]. Uspekhi sovremenno-go estestvoznaniya [Advances in Modern Natural Science]*, 6, 136.
- Podkorytov, F. M. (2004). *Severnoe olenevodstvo [Reindeer Husbandry]*. Moscow: Agrarnaya Rossiya.
- Pukhova, I. D., Gorbacheva, M. V., & Sukhinina, T. V. (2019). *Kharakteristika sovremennogo olenevodstva rossiiskoi federatsii: Perspektivy i vektor razvitiya*

- ya otrasli [Characteristics of modern reindeer husbandry in the Russian Federation: Prospects and development vector of the industry]. In *Aktual'nye problemy veterinarnoi meditsiny, zootekhnii i biotekhnologii: Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnoi uchebno-metodicheskoi i nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 100-letiyu so dnya osnovaniya FGBOU VO MGAVMiB - MVA im. K. I. Skryabina* [Actual problems of veterinary medicine, zootechnology and biotechnology: Proceedings of the International educational-methodical and scientific-practical conference dedicated to the 100th anniversary of the founding of the MBA named after K. I. Skryabin] (pp. 414-417). Moscow: Federal'noe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya "Moskovskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoi meditsiny i biotekhnologii - MVA imeni K. I. Skryabina".
- Rasskazova, Yu. N., & Gordienko, I. M. (2020). Lobash severnogo olenya, kak syr'e dlya polucheniya produktov rastvoreniya kollagena [Reindeer Lobash as Raw Material for Collagen Dissolution Products]. In *Innovatsii v pishchevoi promyshlennosti: Obrazovanie, nauka, proizvodstvo: Materialy 4-i vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Innovations in the food industry: Education, science, production: Materials of the 4th all-Russian scientific and practical conference] (pp. 118-122). Blagoveshchensk: Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet.
- Reusova, T. V., Gorbacheva, M. V., & Novikov, M. V. (2019). Otsenka kachestva i poisk novogo podkhoda k sortirovke nevydelannykh shkur severnogo olenya dlya ratsional'nogo ikh ispol'zovaniya i pererabotki [Quality assessment and search for a new approach to sorting uncut reindeer skins for their rational use and processing]. *Veterinariya, zootekhnika i biotekhnologiya* [Veterinary, Animal Science and Biotechnology], 7, 41-48. <https://doi.org/10.26155/vet.zoo.bio.201907006>
- Steshov, G. I. (1965). *Vliyanie shchelochno-solevykh obrabotok na izmenenie struktury kollagena i ego rastvorimost'* (Avtoref. dis. kand. tekhn. nauk) [Influence of alkaline-salt treatments on changes in the structure of collagen and its solubility (Master's thesis)]. Moscow.
- Uglov, V. A., Inerbaeva, A. T., Borodai, E. V., & Perfil'eva, S. N. (2015). Osnovnye problemy pererabotki produktsii severnogo olenovodstva i puti ikh resheniya [The main problems of processing products of reindeer husbandry and ways to solve them]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Basic Research], 9(1), 31-34.
- Yugai, A. V., & Boitsova, T. M. (2015). K voprosu o mnogofunktsional'nom ispol'zovanii kollagena, poluchaemogo iz kozhi ryb [On the question of the multifunctional use of collagen obtained from fish skin]. *Fundamental'nye issledovaniya* [Basic Research], 2(4), 704-707.
- Dybka, K., & Walczak, P. (2009). Gidrolizat kollagena kak novaya dieticheskaya dobavka. Nauchnyi vestnik lodzinskogo tekhnicheskogo universiteta [Collagen hydrolyzate as a new dietary supplement]. *Pishchevaya khimiya i biotekhnologiya* [Scientific Bulletin of the Lodz Technical University. Food chemistry and biotechnology], 73(1058), 83-92.
- Ameeye, L. G., & Chee, W. S. S. (2006). Osteoarthritis and nutrition. From nutraceuticals to functional foods: A systematic review of the scientific evidence. *Arthritis Research and Therapy*, 8(4), R127. <https://doi.org/10.1186/ar2016>
- Da Silva Araújo, I. B., Bezerra, T. K. A., do Nascimento, E. S., de Almeida Gadelha, C. A., Santi-Gadelha, T., & Madruga, M. S. (2018). Optimal conditions for obtaining collagen from chicken feet and its characterization. *The Journal of Food Science and Technology*, 38(1), 167-173. <https://doi.org/10.1590/fst.27517>
- Hakima, T. R., Pratiwia, A., Jamharia, J., Fitriyanto, N. A., Rusman, R., Abidin, M. Z., Matulessya, D. N., & Erwanto, Y. (2021). Extraction of Collagen from the Skin of Kacang Goat and Production of its Hydrolysate as an Inhibitor of Angiotensin Converting Enzyme. *Tropical Animal Science Journal*, 44(2), 222-228. <https://doi.org/10.5398/tasj.2021.44.2.222>
- Hashim, P., Mohd Ridzwan, M. S., Bakar, J., & Mat Hashim, D. (2015). Collagen in food and beverage industries. *International Food Research Journal*, 22(1), 1-8.
- Kumar Pal, G. K., & Suresh, P. V. (2016). Sustainable valorisation of seafood by-products: Recovery of collagen and development of collagen-based novel functional food ingredients. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 37, 201-215. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.03.015>
- Lutfee, T., Alwan, N. F., Alsaffar, M. A., Rahman Abdel Ghany, M. A., Mageed, A. K., & AbdulRazak, A. A. (2021). An overview of the prospects of extracting collagens from waste sources and its applications. *Chemical Papers*, 75, 6025-6033. <https://doi.org/10.1007/s11696-021-01768-8>
- Noorzai, S., Reinhard Verbeek, C. J., Lay, M. C., & Swan, J. (2020). Collagen Extraction from Various Waste Bovine Hide Sources. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 5687-5698. <https://doi.org/10.1007/s12649-019-00843-2>