

Н. Ю. Зарубин, О. В. Бредихина, Г. В. Семёнов, И. С. Краснова

## ПОЛУЧЕНИЕ СУХИХ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ РЫБНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВАКУУМНОЙ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ

Исследуются вопросы рационального использования в пищевой промышленности вторичного сырья рыбоперерабатывающих предприятий – кожи рыб. Предложена технология получения гидролизатов из данного вида сырья с последующей их сублимационной сушкой, обеспечивающая максимальный уровень сохранности нативных свойств и расширение области применения. Представлены результаты сравнительной оценки уровня качества рыбных гидролизатов из кожи нерки (*Oncorhynchus nerka*), трески (*Gadus morhua*) и кеты (*Oncorhynchus keta*) в исходном состоянии и после сублимационной сушки с их предварительной регидратацией. Полученные данные свидетельствуют о том, что такие важнейшие показатели, как химический состав, функционально-технологические и реологические свойства высушенного продукта не претерпевают существенных изменений в сопоставлении соответствующими показателями исходного сырья. По результатам исследований предложен состав пищевой композиции, включающий в себя рыбный гидролизат и сырье растительного происхождения.

**Ключевые слова:** сублимационная сушка, биомодификация, продукт ферментативной обработки, коллагеновый гидролизат, кожа рыб.

### Введение

В связи со всевозрастающими требованиями к уровню качества пищевых продуктов, расширением их ассортимента, приданием им функциональной направленности специалисты пищевой индустрии большое внимание уделяют решению вопросов, касающихся создания продуктов, содержащих жизненно необходимые для организма человека эссенциальные вещества. В первую очередь это микро- и макроэлементы, витамины и незаменимые для организма человека аминокислоты. Одним из перспективных видов сырья, которое целесообразно использовать в пищевых целях, является коллагенсодержащее сырье, получаемое в результате переработки различных видов рыб. По действующим в настоящее время нормативам основная масса поступающей в продажу рыбы должна быть без кожи. В результате на всех крупных рыбоперерабатывающих предприятиях кожа рыб, по сути, является отходами производства, подлежащими утилизации [1–3]. В предлагаемой статье нами рассмотрена проблема получения коллагеновых гидролизатов из кожи нерки (*Oncorhynchus nerka*), трески (*Gadus morhua*) и кеты (*Oncorhynchus keta*). Получаемые рыбные гидролизаты представляют собой плотную гелеобразную структуру с ограниченными сроками хранения.

Использование коллагена в пищевой промышленности ограничивается вследствие его плохой переваримости и усвояемости, а также отсутствия в его составе некоторых незаменимых аминокислот, например триптофана. Известно, что белки соединительной ткани, в частности коллаген, обладают свойствами пищевых волокон, позволяющих улучшить обмен веществ в организме человека в целом, в том числе функционирование желудочно-кишечного тракта. Кроме того, рыбный коллаген является гипоаллергенным, т. к. на 96 % идентичен человеческому белку. Именно поэтому интенсивно разрабатываются способы комплексной переработки коллагенсодержащего сырья, включая рыбное, с целью его использования при производстве безопасной пищевой продукции направленного действия с заданными качественными показателями, в том числе лечебно-профилактического назначения.

Для расщепления межмолекулярных и пептидных связей коллагена используют различные способы обработки сырья с высоким его содержанием: воздействуют протеиназами, щелочами, кислотами или осуществляют физико-химическое воздействие. Данные методы требуют больших затрат времени, применения в работе растворов щелочей, солей и кислот в высоких концентрациях и больших затрат на очистку сточных вод. Наиболее перспективным способом обработки, по нашему мнению, является биомодификация, которая позволяет перевести компоненты соединительной, хрящевой и мышечной ткани в растворимое и легкоусвояемое состояние и тем самым повысить эффективность их использования [3, 4].

Проведенными нами исследованиями была доказана возможность получения нового продукта ферментативной обработки (ПФО) путем частичной биомодификации рыбного коллагенсодержащего сырья, а именно кожи нерки (*Oncorhynchus nerka*), трески (*Gadus morhua*) и кеты (*Oncorhynchus keta*) коммерческим ферментным препаратом животного происхождения Протепсин по ТУ 9219-005-42789257-2005. Эта технология открывает возможности рационального использования рыбного сырья с высоким содержанием коллагена в пищевой промышленности. Дополнительно данные гидролизаты были обработаны раствором лимонной кислоты, с целью улучшения их органолептических характеристик, а именно сведению к минимуму неприятного рыбного запаха. Такая модификация рыбного сырья способствует получению ПФО с менее выраженным рыбным запахом и наличием фрагментов коллагенового волокна, которые будут способствовать структурообразованию готового продукта и тем самым улучшат его качественные характеристики.

Поскольку проблема сохранности качества получаемого сырья всегда оставалась и остается одной из определяющих, разрабатываются новые способы его консервирования. На последующем этапе нами решалась задача получения рыбных гидролизатов в сухом виде, измельченных до порошкообразного состояния. Использование продукта в виде сухого порошка открывает обнадеживающие перспективы как по расширению сферы его применения, так и по увеличению сроков сохранности. При выборе способа консервации сырья решалась задача максимальной сохранности органолептических, физико-химических и функционально-технологических показателей, а также обеспечения длительных сроков хранения обработанного сырья. Для достижения этой цели нами использовалась вакуумная сублимационная сушка, позволяющая наилучшим образом выполнить вышеперечисленные условия [4–6].

#### **Объекты и методы исследований**

В качестве объектов исследования использовались ПФО, полученные из кожи нерки, трески и кеты посредством биомодификации коммерческим ферментным препаратом Протепсин с дальнейшей их обработкой раствором лимонной кислоты по следующей технологии:

– исследуемое рыбное коллагенсодержащее сырье, после промывки проточной водой с температурой 18–20 °С в течение 20 минут и зачистки от прирезей мышечной ткани, подвергали измельчению на волчке с диаметром отверстий подрезной решетки 2–5 мм;

– измельченное сырье заливали предварительно растворенным в воде ферментным препаратом Протепсин. Гидромодуль сырье:вода был выбран эмпирически (соответственно 1:2), с учетом полного погружения сырья в раствор. Фильтрат получали посредством механического отделения жидкой субстанции от субстрата через фильтр с диаметром отверстий 0,1 мм.

На основе экспериментальных данных были разработаны следующие режимы ферментативной обработки:

– для кожи нерки: продолжительность воздействия 2,5 часа при концентрации ферментного препарата 0,05 %;

– для кожи трески: продолжительность воздействия 2 часа при концентрации ферментного препарата 0,05 %;

– для кожи кеты: продолжительность воздействия 2,5 часа при концентрации ферментного препарата 0,05 %.

В результате такой обработки получается коллагеновый гидролизат, в который добавляли раствор лимонной кислоты концентрацией 0,3 % от массы гидролизата и настаивали в течение 45 минут при постоянном перемешивании и температуре 20 °С. Соотношение гидролизат:раствор составляло 1:3. Затем раствор сливали и промывали образовавшуюся коллоидную массу водой.

С учетом результатов, полученных при изучении воздействия ферментного препарата Протепсин и раствора лимонной кислоты на кожу нерки, трески и кеты, было исследовано влияние вакуумной сублимационной сушки на качественные показатели и функционально-технологические свойства ПФО из кожи данных видов рыб.

Для проведения экспериментальных исследований по сублимационной сушке нами был использован экспериментальный стенд СВП-0,36, общий вид которого представлен на рисунке. Принципиально значимой особенностью конструкции является наличие двух систем вакуумирования и холодоснабжения. Первая из них позволяет реализовать традиционную вакуумную сублимационную сушку фазовым переходом «лед-пар», вторая – обезвоживание в режиме вакуумного испарения. Эти два режима могут быть совмещены также в рамках единого цикла сушки, при любых сочетаниях длительности каждого из них.



Общий вид лабораторного комплекса СВП-0,36 для изучения процессов вакуумного обезвоживания: 1 – вакуумная камера; 2 – холодильная станция – 2 шт.; 3 – вакуумная станция; 4 – пульт управления; 5 – пульт управления среднетемпературной холодильной машиной; 6 – пульт управления низкотемпературной холодильной машиной; 7 – персональный компьютер оператора

Экспериментальный стенд имеет следующие технические параметры: производительность по испаренной влаге – до 3,5 кг/цикл; общая площадь рабочих полок – 0,48 м<sup>2</sup>; температура нагрева электронагревателей – до 200 °С; температура охлаждения плит десублиматора – до –40 °С; остаточное давление в камере (в зависимости от температуры поверхности десублиматора и мощности теплоотвода к высушиваемому сырью) для сублимационной сушки – от 0,1 до 0,5 мм рт. ст. (от 13,33 до 66,65 Па).

Процесс сушки осуществляли следующим образом. Продукты ферментативной обработки, полученные из кожи рыб, раскладывали на противни слоем толщиной  $5 \pm 1$  мм и подвергали предварительному замораживанию в камере с естественной циркуляцией воздуха при средней температуре –20 °С. Затем противни с замороженным сырьем помещались в сушильную камеру. К объекту сушки в противнях осуществлялся двусторонний энергоподвод: кондуктивный (через днище противня) и радиационный – от электрических нагревателей над слоем продукта. В проводимых экспериментах температура сублимации поддерживалась на уровне  $-30 \pm 2$  °С. Такой уровень отрицательной температуры обеспечивал переход в кристаллическое состояние порядка 90 % воды и удаление ее фазовым переходом «лед-пар». На этапе досушивания, соответствующем удалению связанной влаги, температура продукта повышалась до 40 °С. Общая длительность сушки составляла, в зависимости от вида сырья, 7–9 часов. Конечная влажность высушенного продукта была на уровне 1,7–2,1 %.

Полученный продукт имел форму пластины толщиной 3–6 мм, обладал незначительной пористостью (поры были распределены равномерно по всему его объёму) и имел прочную ломающуюся структуру. Этот факт говорит о том, что в продукте будут медленней проходить окислительные и гидролитические процессы, благодаря чему срок его хранения увеличится, а благодаря равномерности пор он будет лучше впитывать влагу, которая, в свою очередь, повлияет на степень гидратации. Высушенные пластины продукта измельчали до порошкообразного состояния.

Были выполнены комплексные исследования по изучению физико-химических и функционально-технологических свойств самих сублимированных (сухих) ПФО из кожи рыб, а также свойств после их регидратации. Исследования проводились согласно общепринятым методикам.

### Результаты исследований и их обсуждение

При разработке новых белоксодержащих продуктов особое внимание уделяется качественным показателям, и прежде всего химическому составу, поэтому нами были проведены эксперименты по определению химического состава сухих ПФО из кожи рыб (табл. 1).

Таблица 1

#### Химический состав сублимированных продуктов ферментативной обработки из кожи рыб

Показатель	НФО*	ТФО**	КФО***
Содержание влаги, %	4,93 ± 0,21	7,88 ± 0,33	6,62 ± 0,28
Содержание белка, %	66,58 ± 0,73	67,96 ± 0,75	68,10 ± 0,75
Содержание соединительнотканых белков, % от общего белка в том числе коллаген, %	81,06 ± 0,89	68,20 ± 0,75	83,66 ± 0,92
Содержание жира, %	3,99 ± 0,17	0,87 ± 0,04	2,86 ± 0,12
Содержание золы, %	24,53 ± 1,03	23,29 ± 0,97	22,42 ± 0,94

\* Кожа нерки ферментативной обработки; \*\* кожа трески ферментативной обработки; \*\*\* кожа кеты ферментативной обработки. Эти же обозначения используются во всех следующих таблицах.

Данные табл. 1 свидетельствуют о том, что в образце ТФО после сублимационной сушки содержится 7,88 % влаги, что на 2,95 и 1,26 % больше, чем в образце НФО и КФО. Большее содержания влаги в ТФО можно объяснить тем, что до сублимации в ней содержалось большее количество влаги, чем в других образцах. Удаление большей части влаги из ПФО во время сушки приводит к увеличению других показателей химического состава в общей системе, особенно это заметно по содержанию белка: самое большое его количество наблюдается в КФО – 68,10 %, в КФО содержится также большее количество соединительнотканых белков, в том числе и коллагена – 77,53 %. Наименьшее количество коллагена содержится в ТФО. Наибольшее содержание золы наблюдается в НФО, что связано с особенностями кожного покрова рыб и большим содержанием минеральных веществ в коже. Наименьшее содержание жира имеет ТФО – на 3,12 и 1,99 % меньше, чем НФО и КФО.

На следующем этапе были определены основные функционально-технологические свойства сухих ПФО из кожи рыб. Так как полученные ПФО относятся к белковым препаратам, изучались свойства, характеризующие их. Экспериментальные данные представлены в табл. 2.

Согласно данным табл. 2, у ТФО значение влагосвязывающей способности (ВСС) больше, чем у НФО и КФО – на 0,98 и 0,94 % соответственно. Наибольшие значения показателей жиросвязывающей и жироземмульгирующей способности (ЖСС и ЖЭС) наблюдаются у КФО – на 1,16 и 0,45 % и на 5,3 и 1,8 % больше, чем у НФО и ТФО. Эта закономерность обусловлена содержанием белковых веществ в ПФО (в частности, коллагена), что непосредственно влияет на функционально-технологические свойства. Наибольшая пенообразующая способность (ПОС) наблюдается у ТФО, но показатель стабильности пены (СП) у ТФО наименьший (ТФО < КФО < НФО). Критическая концентрация гелеобразования (ККГ) находится в прямой зависимости от содержания белка и с его повышением уменьшается, наименьшее значение ККГ наблюдается у КФО – 19,50 %. По показателю степени набухания преобладает ТФО, данный показатель на 47,5 и 51,0 % больше, чем у НФО и КФО.

Введение сухого продукта в рецептуры пищевых изделий затруднительно с технологической точки зрения, в связи с чем требуется его предварительная гидратация. Нами были определены условия регидратации сухих ПФО. Для этого образцы тщательно измельчали в ступке и заливали дистиллированной водой. Воду в ПФО добавляли с шагом 0,5 мл, пока образцы не перестали связывать влагу. В итоге степень гидратации НФО составила 1:3, ТФО – 1:4,5 и КФО – 1:3. При этих значениях образцы прочно связывали влагу, отделения воды при размещении образцов на решетке не наблюдалось.

Таблица 2

**Функционально-технологические свойства  
сублимированных продуктов ферментативной обработки из кожи рыб**

Показатель	НФО	ТФО	КФО
ВСС, г/г	2,21 ± 0,09	3,19 ± 0,13	2,25 ± 0,09
ЖСС, г/г	4,08 ± 0,17	4,75 ± 0,20	5,24 ± 0,22
ЖЭС, %	54,00 ± 2,26	57,50 ± 2,40	59,30 ± 2,48
ПОС, %	114,28 ± 3,78	175,24 ± 5,32	115,51 ± 3,82
СП, %	92,31 ± 2,85	87,23 ± 2,64	89,55 ± 2,76
ККГ, %	23,00 ± 1,00	21,50 ± 0,50	19,50 ± 1,00
А (степень набухания), %	62,50 ± 1,61	110,00 ± 3,59	59,00 ± 1,46
Степень гидратации (ПФО:вода)	1:3	1:4,5	1:3

После регидратации определяли также химический состав и функционально-технологические свойства ПФО и сравнивали их со свойствами ПФО до сублимационной сушки, с целью определения эффективности данного вида консервирования и оценки качества полученного продукта. Результаты исследований представлены в табл. 3.

Таблица 3

**Химический состав, функционально-технологические и реологические свойства  
продуктов ферментативной обработки из кожи рыб до и после сублимационной сушки**

Показатель	НФО		ТФО		КФО	
	До	После	До	После	До	После
Содержание влаги, %	70,27 ± 2,94	68,12 ± 2,84	71,01 ± 2,96	70,15 ± 2,93	67,69 ± 2,83	67,12 ± 2,81
Содержание белка, %	25,33 ± 0,28	28,45 ± 1,19	25,68 ± 0,28	27,17 ± 0,30	29,34 ± 0,32	30,28 ± 0,33
Содержание жира, %	0,15 ± 0,01	0,12 ± 0,01	0,13 ± 0,01	0,04 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,06 ± 0,01
Содержание золы, %	4,25 ± 0,18	3,31 ± 0,13	3,18 ± 0,13	2,64 ± 0,11	2,86 ± 0,12	2,54 ± 0,10
ВСС, % к общей влаге	81,03 ± 3,39	80,11 ± 3,34	54,32 ± 2,27	52,37 ± 2,18	72,99 ± 3,05	68,16 ± 2,85
ВУС, % к общей влаге	165,11 ± 4,02	146,15 ± 3,86	341,28 ± 8,79	283,64 ± 6,74	221,49 ± 5,43	185,97 ± 4,76
ЖУС, % к общему содержанию жира	457,03 ± 13,10	432,74 ± 11,24	219,49 ± 5,83	210,51 ± 5,17	292,01 ± 9,15	287,64 ± 8,25
Пластичность, 10 <sup>-2</sup> см <sup>2</sup> /г	1,23 ± 0,05	1,25 ± 0,05	1,84 ± 0,08	1,91 ± 0,08	1,37 ± 0,06	1,46 ± 0,06
Предельное напряжение сдвига, Па	226,45 ± 5,46	217,62 ± 5,12	219,32 ± 6,11	213,24 ± 5,84	232,11 ± 5,68	227,85 ± 5,56

Сравнительная оценка химического состава ПФО до и после сублимационной сушки показала, что предлагаемый способ консервации практически не влияет на химический состав образцов. Таким образом, целесообразность использования сублимационной сушки в технологии получения сухих рыбных гидролизатов очевидна. Во всех образцах ПФО наблюдается небольшое уменьшение влажности (в среднем на 1,5 %). Наибольшие потери влаги наблюдались у КФО – 2,15 %. Уменьшение количества влаги в ПФО из кожи рыб после сублимационной сушки приводит к увеличению количества в системе общего белка: в НФО количество белка увеличилось на 3,12 %, в ТФО – на 1,49 и КФО – на 0,94 %. Содержание золы и жира в регидратированных образцах ПФО также претерпевает небольшие изменения в меньшую сторону. Данное обстоятельство связано, по нашему мнению, с изменением структуры сухого продукта, а именно межмолекулярных и пептидных связей между белками, в частности коллагена, что приводит к уменьшению некоторых показателей химического состава.

Результаты исследования показали, что ПФО до и после сублимационной сушки имели практически одинаковые функционально-технологические показатели. Уменьшение было отмечено только для ВСС – в среднем на 2,57 % и для ВУС и ЖУС – в среднем на 37,38 и 12,54 % соответственно. Это можно объяснить тем, что тепловое воздействие, оказываемое сушкой, изменило внутреннюю структурную организацию веществ, присутствующих в ПФО. Изменения, происходящие в структуре коллагена, приводят к потере гидрофильных и липофильных свойств, о чем свидетельствуют изменения не только функционально-технологических свойств, но и реологических, в частности структурно-механических: по данным табл. 3 видно, что предельное напряжение сдвига претерпевает небольшие изменения и после регидратации ПФО уменьшается. В случае пластичности наблюдается обратная динамика – после регидратации сублимированных ПФО пластичность увеличивается.

### Заключение

Использование кожи рыб, подвергнутой ферментативной обработке, позволяет получить высококачественные коллагеновые препараты. Последующая сублимационная сушка обеспечивает высокий уровень длительной сохранности всех активных начал данного вида продукта, а также позволяет измельчить его до порошкообразного состояния. Следует отметить, что ведущие зарубежные фирмы, занимающиеся выпуском аналогичной продукции, представляют ее в виде сухого порошка.

В ходе дальнейших исследований нами будет разработана композиция на основе сублимированных ПФО из кожи нерки, трески и кеты и сырья растительного происхождения, такого как мука из семян льна и клубней топинамбура, имеющего в своем составе дополнительный белок (в связи с неполноценностью коллагена), и инулин, который является естественным пребиотиком, позволяющим улучшить моторику желудочно-кишечного тракта, а также повысить иммунную защиту организма за счёт фруктозы, входящей в его состав. Создание такой композиции позволит улучшить качественные показатели готового продукта, получить продукт с заданной структурой за счет фрагментов коллагенового волокна и решить проблему, связанную с дефицитом пищевых веществ, полезных для организма человека.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрусенко П. И. Малоотходная и безотходная технология при обработке рыбы. М.: Агропромиздат, 1988. 112 с.
2. Глотова И. А. Развитие научных и практических основ рационального использования коллагеносодержащих ресурсов в получении функциональных добавок, продуктов и пищевых покрытий: дис. ... д-ра техн. наук. Воронеж, 2003. 172 с.
3. Литвинова Е. В., Зарубин Н. Ю., Кидяев С. К., Сашина И. А. Свойства биологически активных композитов на основе сублимированного биомодифицированного продукта из рубца // Перспективные ферментные препараты и биотехнологические процессы в технологиях продуктов питания и кормов: сб. науч. тр. М.: ВНИИПБТ, 2014. С. 390–396.
4. Васильева И. О. Разработка технологии мясных продуктов с использованием биологически активного композита на основе модифицированного коллагена и минорного нутриента: автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 2014. 24 с.
5. Семенов Г. В., Касьянов Г. И. Вакуумная сублимационная сушка. Основы теории и практическое применение. М.: МГУПБ; Краснодар: КубГТУ, 2001. 108 с.
6. Семенов Г. В. Основы теории, техники и технологии сублимационной сушки. М.: МГУПБ, 2003. 89 с.

Статья поступила в редакцию 11.05.2016

### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

**Зарубин Никита Юрьевич** – Россия, 125080, Москва; Московский государственный университет пищевых производств; аспирант кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения; zar.nickita@yandex.ru.

**Бредихина Ольга Валентиновна** – Россия, 109004, Москва; Московский государственный университет технологии и управления им. К. Г. Разумовского (Первый казачий университет); д-р техн. наук, доцент; зав. кафедрой технологии продуктов питания; zar.nickita@yandex.ru.

**Семёнов Геннадий Вячеславович** – Россия, 125080, Москва; Московский государственный университет пищевых производств; д-р техн. наук, профессор; профессор кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения; zar.nickita@yandex.ru.

**Краснова Ирина Станиславовна** – Россия, 125080, Москва; Московский государственный университет пищевых производств; канд. техн. наук, старший научный сотрудник кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения; zar.nickita@yandex.ru.



N. Yu. Zarubin, O. V. Bredikhina, G. V. Semenov, I. S. Krasnova

## RECEIVING DRY HIGH-QUALITY FISH HYDROLYZATES WITH USE OF VACUUM SUBLIMATION DRYING

**Abstract.** The paper considers the questions of rational use in the food industry of secondary raw materials of the fish processing enterprises – fish skin. The technology of receiving hydrolyzates from this type of raw materials with their subsequent sublimation drying, providing the maximum level of safety of native properties and expansion of the scope, is offered. The results of the comparative assessment of the level of quality of fish hydrolyzates from skin of salmon (*Oncorhynchus nerka*), cod (*Gadus morhua*) and Siberian salmon (*Oncorhynchus keta*) in the initial state and after sublimation drying with their preliminary rehydration are presented. The received data demonstrate that such major indicators as chemical composition, functional and technological and rheological properties of do not undergo essential changes in the dried-up product comparing with the same indicators of the initial raw materials. On the basis of the results of the conducted researches, the structure of the food composition, including fish hydrolyzates and raw materials of phytogenesis, is offered.

**Key words:** sublimation drying, biomodification, product of enzymatic processing, collagenic hydrolyzate, fish skin.

### REFERENCES

1. Andrusenko P. I. *Malootkhodnaia i bezotkhodnaia tekhnologiya pri obrabotke ryby* [Low-waste and waste-free technology when processing fish]. Moscow, Agropromizdat, 1988. 112 p.
2. Glotova I. A. *Razvitie nauchnykh i prakticheskikh osnov ratsional'nogo ispol'zovaniia kollagensoderzhashchikh resursov v poluchenii funktsional'nykh dobavok, produktov i pishchevykh pokrytii* [Development of scientific and practical bases of rational use of collagen containing resources while receiving functional additives, products and food coverings.]. Voronezh, 2003. 172 p.
3. Litvinova E. V., Zarubin N. Iu., Kidiaev S. K., Sashina I. A. *Svoistva biologicheski aktivnykh kompozitov na osnove sublimirovannogo biomodifitsirovannogo produkta iz rubtsa* [Properties of biologically active composites on the basis of the sublimated biomodified product from hem]. *Perspektivnye fermentnye preparaty i biotekhnologicheskie protsessy v tekhnologiiakh produktov pitaniia i kormov. Sbornik nauchnykh trudov*. Moscow, VNIIPBT, 2014. P. 390–396.
4. Vasil'eva I. O. *Razrabotka tekhnologii miasnykh produktov s ispol'zovaniem biologicheski aktivnogo kompozita na osnove modifitsirovannogo kollagena i minornogo nutrienta. Avtoreferat dis. ... kand. tekhn. nauk* [Development of technology of meat products with the use of biologically active composite on the basis of the modified collagen and minor nutrient. Abstract of dis. cand. tech. sci.]. Moscow, 2014. 24 p.
5. Semenov G. V., Kas'ianov G. I. *Vakuunnaia sublimatsionnaia sushka. Osnovy teorii i prakticheskoe primeneniye* [Vacuum sublimation drying. Theoretical bases and practical application]. Moscow, MGUPB; Krasnodar, KubGTU, 2001. 108 p.
6. Semenov G. V. *Osnovy teorii, tekhniki i tekhnologii sublimatsionnoi sushki* [Bases of the theory, equipment and technology of sublimation drying]. Moscow, MGUPB, 2003. 89 p.

The article submitted to the editors 11.05.2016

### INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

**Zarubin Nikita Yurievich** – Russia, 125080, Moscow; Moscow State University of Food Production; Postgraduate Student of the Department of Technology and Biotechnology of Food of Animal Origin; zar.nickita@yandex.ru.

**Bredikhina Olga Valentinovna** – Russia, 125080, Moscow; Moscow State University of Technologies and Management named after K. G. Razumovsky (First Cossack University); Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Technology of Food Products; zar.nickita@yandex.ru.

**Semenov Gennadiy Vyacheslavovich** – Russia, 125080, Moscow; Moscow State University of Food Production; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of the Technology and Biotechnology of Food of Animal Origin; zar.nickita@yandex.ru.

**Krasnova Irina Stanislavovna** – Russia, 125080, Moscow; Moscow State University of Food Production; Candidate of Technical Sciences; Senior Researcher of the Department of Technology and Biotechnology of Food of Animal Origin; zar.nickita@yandex.ru.

