

УДК 637.5.037

Влияние процесса консервации на гистохимические показатели специального сырья

Орган по сертификации продукции и услуг КГБУ «Управление ветеринарии Алтайского края по городу Барнаулу»

Е. С. Разумовская

КОРРЕСПОНДЕНЦИЯ:

Разумовская Елена Сергеевна
Адрес: 650043, Россия, г. Барнаул,
улица Шевченко, 158
E-mail: Elenabar83@inbox.ru

ЗАЯВЛЕНИЕ О ДОСТУПНОСТИ ДАННЫХ:
данные текущего исследования
доступны по запросу
у корреспондирующего автора.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Разумовская Е. С. (2022). Влияние процесса консервации на гистохимические показатели специального сырья. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (4), 180–190. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.358>

ПОСТУПИЛА: 25.08.2022

ПРИНЯТА: 09.10.2022

ОПУБЛИКОВАНА: 14.10.2022

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ:

авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.



АННОТАЦИЯ

Введение. Одним из важнейших продуктов убоя сельскохозяйственных животных является эндокринно-ферментное или специальное сырье, так как оно относится к значимым источникам биологически активных веществ. Способ применения в лечебных целях органопрепаратов, изготовленных из органов и тканей животных, получил название «органотерапия». Большая часть таких органопрепаратов широко используется в терапии целого ряда заболеваний. Очевидно, что качество органопрепаратов зависит не только от вида, возраста и условий содержания животных, но и от последующей технологии переработки и хранения сырья. На производстве, для продления сроков хранения продуктов убоя, используются различные методы консервации. Одним из традиционных способов консервирования, является процесс замораживания.

Цель. В настоящей работе представлены исследования физико-химических и морфологических структур органопрепаратов, на примере тимуса и головного мозга крупного рогатого скота, в процессе хранения при отрицательных температурах, для уточнения диапазона низких температур при длительном хранении эндокринно-ферментного сырья.

Материалы и методы. На первом этапе были проведены испытания при помощи лабораторных методов, характеризующие влияние замораживания на показатели качества сырья.

Результаты. Из полученных результатов видно, что физико-химические показатели исследуемых образцов неодинаковы. Как показали результаты эксперимента, в замороженных образцах органов содержание влаги увеличилось в пределах 3%. На втором этапе было определено морфологическое строение органов при обработке холодом. В ходе эксперимента установлено, что исследуемые образцы претерпевают изменения гистологического строения, в сравнении и исходным образцом, а именно: отмечено образование повреждений, разрыхление слоев ткани, образование микропустот в форме кристаллов льда.

Выводы. Полученные результаты воздействия процесса замораживания на исследуемые органопрепараты, свидетельствуют о том, что такой способ консервирования позволяет продолжительное время сохранять ценность биологического сырья без потери его основных качеств. Областью применения полученных результатов являются фундаментальные исследования в области морфологического строения органов и тканей продуктивных животных, результаты которых могут быть внесены в учебный процесс.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

тимус; головной мозг; консервирование; замораживание; показатели качества; морфологическая структура; хранение; микроповреждение тканей; кристаллы льда

The Effect of the Conservation Process on the Histochemical Parameters of Special Raw Materials

Certification body for products and services of the Regional state budgetary institution "Veterinary Administration of the Altai Territory in the city of Barnaul"

CORRESPONDENCE:

Elena S. Razumovskaya

158, Shevchenko st., Barnaul,
650043, Russian Federation
E-mail: Elenabar83@inbox.ru

FOR CITATIONS:

Razumovskaya E. S. (2022). The effect of the conservation process on the histochemical parameters of special raw materials. *Storage and processing of Farm Products*, (4), 180–190. <https://doi.org/10.36107/spfp.2022.358>

RECEIVED: 25.08.2022

ACCEPTED: 09.10.2022

PUBLISHED: 14.10.2022

DECLARATION OF COMPETING

INTEREST: none declared.



Elena S. Razumovskaya

ABSTRACT

Background. One of the most important products of slaughter of farm animals is endocrine-enzymatic or special raw materials, as they are significant sources of biologically active substances. The method of using organ preparations made from animal organs and tissues for medicinal purposes is called "organotherapy". Most of these organic preparations are widely used in the treatment of a number of diseases. It is obvious that the quality of organ preparations depends not only on the type, age and conditions of keeping animals, but also on the subsequent technology of processing and storage of raw materials. In production, to extend the shelf life of slaughter products, various preservation methods are used. One of the traditional ways of canning is the freezing process.

Purpose. This paper presents studies of the physicochemical and morphological structures of organ preparations, using the thymus and brain of cattle as an example, during storage at negative temperatures, to clarify the range of low temperatures during long-term storage of endocrine-enzyme raw materials.

Materials and methods. At the first stage, tests were carried out using laboratory methods, characterizing the effect of freezing on the quality indicators of raw materials.

Results. From the results obtained, it can be seen that the physicochemical parameters of the studied samples are not the same. As the results of the experiment showed, in the frozen samples of organs, the moisture content increased within 3%. At the second stage, the morphological structure of the organs was determined during cold treatment. During the experiment, it was established that the studied samples undergo changes in the histological structure, in comparison with the original sample, namely: the formation of damage, loosening of tissue layers, and the formation of microvoids in the form of ice crystals were noted.

Conclusions. The obtained results of the impact of the freezing process on the studied organ preparations indicate that this method of preservation allows for a long time to preserve the value of biological raw materials without losing its basic qualities. The scope of the results obtained is fundamental research in the field of the morphological structure of organs and tissues of productive animals, the results of which can be introduced into the educational process.

KEYWORDS

thymus; brain; organ preparations; biological value; canning; freezing; quality indicators; morphological structure; storage

ВВЕДЕНИЕ

Современное развитие мясоперерабатывающей отрасли требует внедрения безотходных технологий производства не только мясных изделий, но и рациональное использование побочного, малоценного сырья (Лисицин и соавт., 2015; Рогов, 2000).

Одним из важнейших продуктов убоя сельскохозяйственных животных является эндокринно-ферментное и специальное сырье, так как оно относится к значимым источникам биологически активных веществ (Насонова и соавт., 2021). Способ применения в лечебных целях органо-препаратов, изготовленных из органов и тканей животных, получил название «органотерапия» (Гладских, 2011).

Большая часть таких препаратов широко используется в терапии целого ряда заболеваний. Например, препарат «Липоцеребрин», произведенный из головного мозга крупного рогатого скота, применяется при некоторых заболеваниях пищеварительного тракта и печени, а экстракт, полученный из тимуса крупного рогатого скота, обладает выраженным антиоксидантным действием. Очевидно, что качество органов зависит не только от вида, возраста и условий содержания животных, но и от последующей технологии переработки и хранения сырья (Иванкин, 2013).

На производстве для продления сроков хранения продуктов убоя используются различные методы консервации. Одним из традиционных способов консервирования, является процесс замораживания. Обработка органов и тканей продуктивных животных низкими температурами, позволяет сохранить качество и биологическую ценность сырья (Мойсенко, 2019).

Вопрос переработки и хранения эндокринно-ферментного сырья был повсеместным еще в СССР¹. Так, в 1972 году был предложен способ замораживания биопрепаратов путем их выдержки в охлаждающей среде, например, фреоне-12, с последующим воздействием на них ультразвуком (Молдованов, 2021).

В настоящее время доказана эффективность способа консервации путем криообработки сырья с использованием хладогентов и криопротекторов. Среди известных схем криогенного замораживания, наиболее перспективным является метод «обдув+орошение» при помощи жидкого азота (Шегельман и соавт., 2018; Ишевский и соавт., 2009).

Перспективным способом замораживания сырья является, использование твердого гранулированного или жидкого диоксида углерода, при этом температура замораживания варьируется от минус 18 °С до минус 79 °С (Сязин, 2011).

Также, в литературных источниках, можно встретить сведения об использовании комбинированного метода «азот-воздух», которое обеспечивает высокую скорость процесса и позволяет исключить потери массы продукта за счет усушки, так как моментально образующийся замерзший слой, препятствует испарению влаги с поверхности продукта (Феськов & Танченко, 2019).

Из всех существующих способов замораживания органов и тканей убойных животных самым доступным и распространенным является воздушное замораживание (Лобанов и соавт., 2013; Крал и соавт., 2016).

Многолетние работы, как российских, так и зарубежных авторов посвящены изучению воздействия процессов холодильного хранения на качественные, влагоудерживающие и окислительные характеристики сырья животного происхождения (Лисицын и соавт., 2014; Cheng et al., 2018; Augustinska-Preisnar et al., 2018; Sabikun et al., 2019; Ji V. et al., 2021; Ji W. et al., 2021; Wang et al., 2021; Lee et al., 2022; Маковеев & Козак, 2022).

Установлено влияние процессов замораживания на снижение общего количества незаменимых и заменимых аминокислот белков тканей продуктивных животных на 13,5 и 8,2% соответственно (Бройко и соавт., 2020).

Одним из самых достоверных методов оценки, позволяющих судить об особенностях строения эндокринно-ферментного сырья, а так же его при-

¹ Илюхин, В. В., Цюпа, В. И., Титов, Е. И., & Ермаков, Ю. П. (1972). Патент СССР № 395060. *Способ замораживания пищевых продуктов и биопрепаратов*. М.: Московский технологический институт мясной и молочной промышленности.

годности к длительному хранению, является метод микроструктурного анализа (Хвыля и соавт., 2019).

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

В связи с вышеизложенным была сформулирована цель исследования: проанализировать влияние процесса консервирования низкими температурами на показатели морфологических и физико-химических характеристик исследуемых органов убойных животных.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- провести лабораторные исследования физико-химических показателей исследуемых органов крупного рогатого скота до и после процесса замораживания;
- оценить морфологические характеристики побочного сырья на примере тимуса и головного мозга крупного рогатого скота после убоя;
- провести анализ влияния процесса замораживания на показатели качества тимуса и головного мозга крупного рогатого скота.

ИССЛЕДОВАНИЕ

Материалы

Исследовательская работа проведена в период с сентября 2021 г по июль 2022 г. Объектом исследования явилось специальное сырье (головной мозг, тимус), полученное при убое клинически здорового крупного рогатого скота в количестве 12 голов, подвергнутое консервированию согласно СТО 10.11.60–953 — 37676459–2019² на мясоперерабатывающих предприятиях Алтайского края.

Оборудование

Определение белка, жира, влаги и золы проводили с помощью автоматического титратора Titroline 5000/20 M2, производства компании SI Analytics (Германия, 2019), электронных весов AC-121S производства компании «Sartorius» AG, (Германия, 2017) и сушильного шкафа ШС-80–01 СПУ производства компании Смоленское СКТБ СПУ (Россия, 2019).

Методы исследования

В работе использовались физико-химические и гистологические методы оценки качества сырья (Хвыля и соавт., 2011).

Содержание белка проводили согласно ГОСТ 25011³, жира по ГОСТ 23042⁴, влаги по ГОСТ 9793⁵, золы — ГОСТ 31727⁶.

Совместно с общепринятыми методиками исследовали морфологическую структуру сырья по ГОСТ 19496–2013⁷. Для статистической обработки полученных данных вычисляли среднюю арифметическую (M), ошибку средней арифметической ($\pm m$). Полученные данные подвергались биометрической обработке с вычислением критерия достоверности по Стьюденту (t)⁸.

Процедура исследования

Для проведения физико-химических исследований были отобраны образцы органов от каждой туши целым куском массой нетто не менее 200 грамм, спустя не более трех часов после охлаждения, а также от замороженных блоков с сроком хранения 6 месяцев.

Образцы замораживали с помощью традиционного метода в холодильной камере POLAIR KXH-6,61 (Россия, 2020), при температуре воздуха минус

² ТУ 10.11.60–953-37676459–2019. (2019). *Сырье специальное. Технические условия*. <https://kupi-tu.ru/сырье-специальное-2>

³ ГОСТ 25011–2017. (2017). *Мясо и мясные продукты. Методы определения белка*. М.: Стандартинформ.

⁴ ГОСТ 23042–2015. (2015). *Мясо и мясные продукты. Методы определения жира*. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 9793–2016. (2016). *Продукты мясные. Методы определения влаги*. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 31727–2012. (2013). *Мясо и мясные продукты. Метод определения массовой доли общей золы*. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 19496–2013. (2013). *Мясо и мясные продукты. Метод гистологического исследования*. М.: Стандартинформ.

⁸ Лакин, Г. Ф. (1990). *Биометрия: Учебное пособие*. М.: Высшая школа.

18 °С, скорости его движения 0,1–0,2 м/с и относительной влажности воздуха 90–95 %. Время на замораживание составило 35–40 ч, скорость замораживания — 0,2–1,0 см/ч.

Для гистологического анализа кусочки полученных органов размером не более 1,0 × 1,0 × 0,5 см, подвергались фиксации в 10–12 %-ном растворе формалина после 3-х часового охлаждения, а так же спустя 6 месяцев после консервации путем замораживания при температуре — 18 °С.

Фиксированный и промытый материал подвергали дальнейшему обезвоживанию в восходящих спиртах согласно схеме Меркулова с дальнейшей их заливкой в парафиновые блоки. С каждого блока получали серийные срезы толщиной не более 9 мкм⁹.

Для изготовления парафиновых срезов использовали ротационный микротом МПС-2 (Россия, 2014). Полученные гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином¹⁰. Окрашенные препараты переносили на предметные стекла, с последующим заключением в канадский бальзам, далее помещали под покровные стекла. Изучение микропрепаратов и их дальнейшее фотографирование осуществлялось на световом бинокулярном микроскопе Micros MC 100 XP (Австрия, 2016) при помощи линзового адаптера TourTek Photonics FMA050 (Китай, 2018), соединяющего микроскоп и цифровую камеру AxioCam MRc 5 (Германия, 2016). При последующей обработке полученного видеоизображения и морфометрических данных использовалась программное обеспечение Tour View 4.10 (США, 2016).

Анализ данных

Физико-химические показатели сырья, исследовались в химико-токсикологическом отделе аккредитованной испытательной лаборатории КГБУ «Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике болезней животных» (г. Барнаул).

Гистологические исследования выполнялись на кафедре общей биологии, физиологии и морфологии животных биолого-технологического факультета ФГБОУ Алтайского ГАУ (г. Барнаул).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты показателей качества исследуемых органов убойных животных охлажденных в течении 3 часов при t 0–6 °С и замороженных в течении 6 месяцев при t — 18 °С, приведены в Таблице 1.

Анализ данных, полученных в ходе эксперимента, свидетельствует о происходящих качественных изменениях физико-химических свойств в органах под воздействием замораживания и дальнейшего хранения (Petrovic et al., 1993; Hergenreder et al., 2011; Горбунова, 2013).

Наибольшее содержание белка отмечено в образце головного мозга крупного рогатого скота ($10,2 \pm 0,01$), что свидетельствует о его принадлежности к ценному белковому сырью, а по содержанию массовой доли жира превосходит тимус ($24,2 \pm 0,01$). Показатель наличия золы (0,1–1,2 %) свидетельствует о присутствии в органах минеральных веществ.

Исследование показателей физико-химического состава сырья свидетельствуют о том, что не смотря на разное морфологическое строение, органы имеют общий химический состав.

Наряду с содержанием белка, не менее важным показателем является показатель влаги. Как показали результаты эксперимента, в замороженных образцах органов содержание влаги увеличилось в пределах 3 %. Сравнительная оценка результатов показателей доли воды согласуется с исследованиями, применяемыми к мясу крупного рогатого скота, где расчетные данные повышаются до 3,5 % (Герасимов, 2021).

В целом, данные, полученные в ходе проведенного исследования по воздействию низких темпера-

⁹ Меркулов, Г. А. (1969). Курс патологистологической техники. Л.: Медицина.

¹⁰ Домницкий, И. Ю. (2017). Секционный курс и методы патогистологических исследований: метод: Пособие по выполнению лабораторных работ для студентов по специальности 36.05.01 Ветеринария. Саратов: Саратовский ГАУ.

Таблица 1

Изменения физико-химических показателей тимуса и головного мозга клинически здорового крупного рогатого скота в процессе хранения при температуре минус 18 °С

№ п/п	Наименование органо-препарата	Показатели качества				
		Ед. изм.	Белок	Зола	Массовая доля жира	Влага
Результат испытаний до процесса замораживания						
1	Тимус	%	2,8	0,1***	22,1	37,6***
2	Головной мозг	%	10,2**	1,2	5,2***	77,8
Результат испытаний после хранения при температуре минус 18 °С						
3	Тимус	%	2,60	0,024	24,2**	40,5
4	Головной мозг	%	9,81**	1,1***	3,2	80,8

Примечание: достоверность разницы * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

тур на сырье, служат свидетельством сохранности всех исследуемых показателей химического состава органов.

Полученные в ходе эксперимента данные, не противоречат аналогичным результатами соавтугов авторов, а лишь подтверждают наличие содержания исследуемых химических веществ (Улзытуева, 2018; Заико и соавт., 2014). При анализе влияния процессов заморозки, особое внимание уделяется параметрам жидкости, содержащейся в тканях и этапам формирования льда (Баранов, 2014; Эрлихман & Фатыхов, 2018; Дибирасулаев и соавт., 2018; Березовский и соавт., 2018).

Установлено, что морфологическая структура тимуса до замораживания представлена дольками,

состоящими из мозгового вещества, клеток-тимочитов и кровеносных сосудов. Каждая доля разделена междольковой соединительной тканью.

В результате процесса замораживания произошли заметные изменения органа в сравнении с контрольным образцом. Несмотря на сохранность структурных элементов образца, было установлено расслоение ткани органа, сдавливание долек и кровеносных сосудов замерзшей влагой, образовавшейся под действием отрицательных температур (Рисунок 1).

При обработке холодом исследуемый образец головного мозга также претерпел изменения гистологического строения, в сравнении с исходным образцом, а именно: отмечено образование пустот,

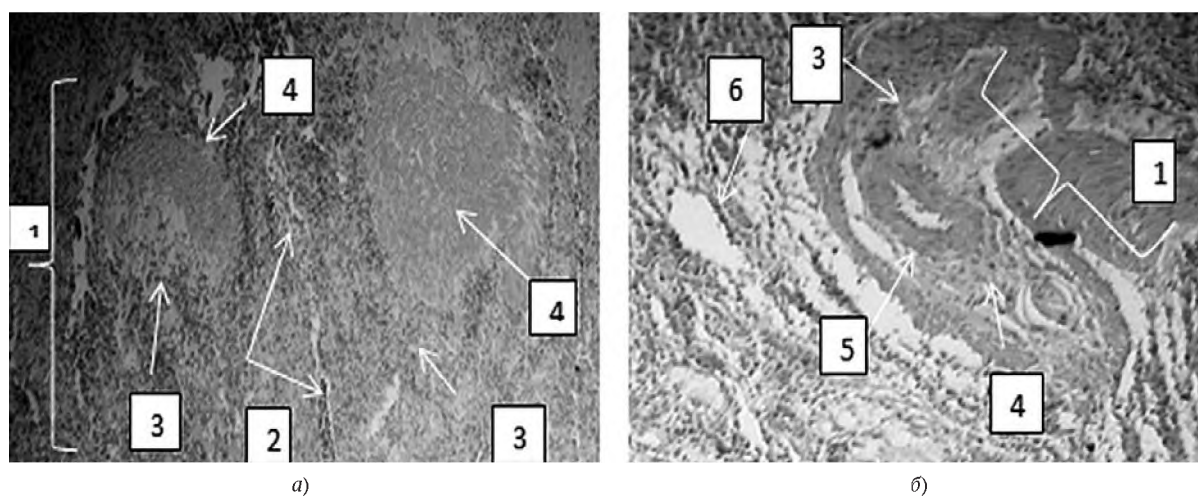
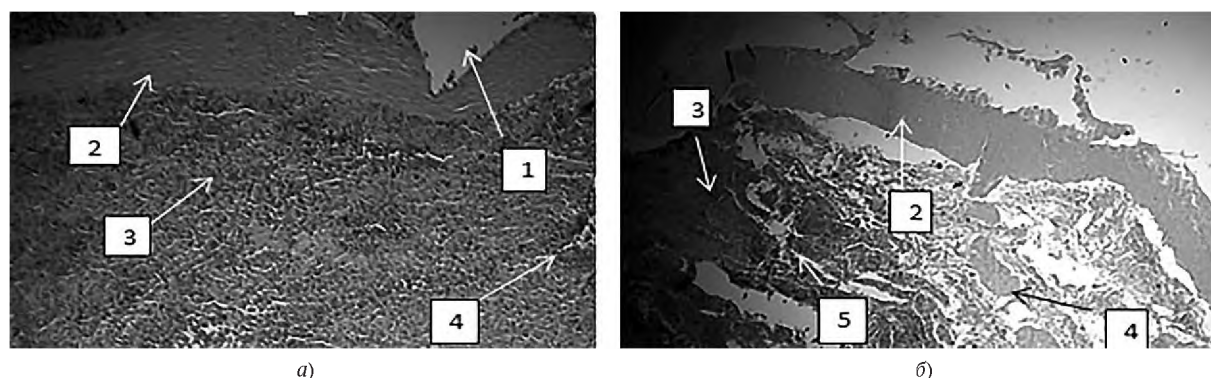


Рисунок 1

Тимус крупного рогатого скота, 18 месяцев. Гематоксилин с эозином. Ув. 40 раз: а) до замораживания (контрольный образец); б) спустя 6 месяцев после замораживания. 1 – долька; 2 – междольковая соединительная ткань; 3 – клетки-тимочиты коркового вещества; 4 – мозговое вещество; 5 – кровеносный сосуд; 6 – поврежденная структура органа кристаллами льда

**Рисунок 2**

Головной мозг крупного рогатого скота, 18 месяцев. Гематоксилин с эозином. Ув. 40 раз:

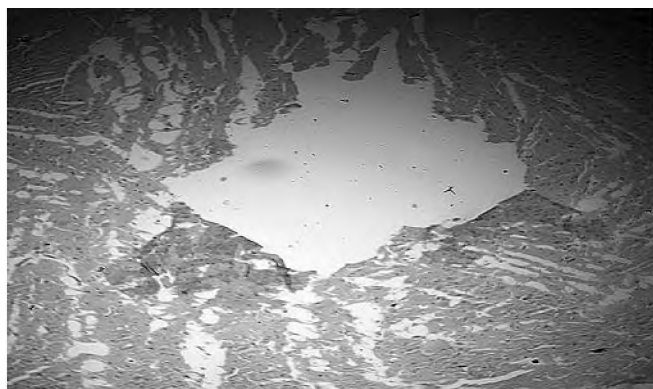
а) до замораживания (контрольный образец); б) спустя 6 месяцев после замораживания. 1 – просвет борозды между извилинами; 2 – молекулярный слой (большое количество волокон, малое количество клеток); 3 – наружный зернистый слой (высокая концентрация мелких пирамидальных клеток); 4 – кровеносный сосуд; 5 – поврежденная структура органа кристаллами льда

разрыхление зернистого слоя, образование повреждений в форме кристаллов льда (Рисунок 2).

Проведенный эксперимент подтверждает факт образования кристаллов льда вследствие переохлаждения воды (Li & Sun, 2002; Онищенко и соавт., 2011), что приводит к повреждению окружающих тканей, тем самым деформируя и образуя микропустоты (Рисунок 3).

Далее, с помощью программного обеспечения Tour View 4.10 была измерена порозность замороженных образцов органов.

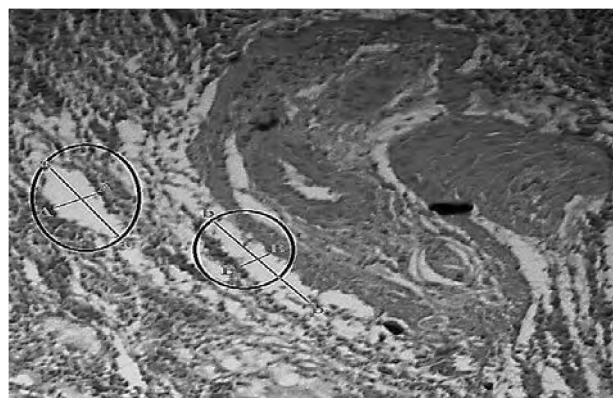
Площадь микропустот в замороженных образцах различна и зависит от вида исследуемого органа. Так, средняя площадь порозности ткани тимуса

**Рисунок 3**

Головной мозг крупного рогатого скота, 18 месяцев. Гематоксилин с эозином. Ув. 100 раз: 1 – микропустоты; 2 – поврежденная ткань органа в виде микротрещин

са крупного рогатого скота составила 1841,9 мкм² (1,8 мм), а площадь, занимаемая микротрещинами в ткани головного мозга крупного рогатого скота после замораживания равна 6820,0 мкм² (6,8 мм) (Рисунки 4 и 5).

Исходя из того, что значения перечисленных показателей качества исследуемых замороженных органов носит незначительное отклонение от исходного образца, следует, что данный метод консервации может быть рекомендован, как эффективный способ сохранности продуктов убоя.

**Рисунок 4**

Измерение порозности ткани тимуса крупного рогатого скота, подвергнутого замораживанию:

A-A (ширина) - 25,4 мкм;

a-a (длина) - 68,54 мкм; B-B (ширина) - 17,98 мкм;

b-b (длина) - 108,61 мкм



Рисунок 5

Измерение порозности ткани головного мозга крупного рогатого скота, подвергнутого замораживанию:

А-А (ширина) – 47,8 мкм; а-а (длина) – 171,2 мкм;

В-В (ширина) – 26,9 мкм; b-b (алина) – 38,8 мкм;

С-С (ширина) - 46,0 мкм; с-с (длина) - 244,2 мкм.

ВЫВОДЫ

Очевидно, что в процессе консервации низкими температурами происходят некоторые изменения, характеризующиеся увеличением количества влаги на 3 %, при этом физико-химический состав не ухудшается по отношению с контрольным образцом. Степень изменения микроструктуры зависит от исходного строения испытываемого образца.

ЛИТЕРАТУРА

- Баранов, П. Н. (2014). К вопросу о факторах, влияющих на низкотемпературную обработку пищевых продуктов. В Наука ЮУрГУ: Материалы 66-й научной конференции. Секции экономики, управления и права (с. 307–310). Челябинск: Южно-Уральский государственный университет.
- Березовский, Ю. М., Королёв, И. А., & Саранцев, Т. А. (2018). Анализ и совершенствование подходов определения доли вымороженной воды в мясе. *Хранение и переработка сельхозсырья*, (4), 20–28. <https://www.doi.org/10.36107/spfp.2018.36>
- Бройко, Ю. В., Колодязная, В. С., Бараненко, Д. А., Кипрушкина, Е. И., & Шестопалова, И. А. (2020). Влияние замораживания на динамику аминокислотного состава белков телятины. *Холодильная техника*, 109(3), 49–55. <https://doi.org/10.17816/RF104082>
- Герасимов, А. В. (2021). *Разработка технологии мясопродуктов, обогащенных растительными антиоксидантами* [Кандидатская диссертация, Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления]. Улан-Удэ, Россия.
- Горбунова, Н. А. (2013). Влияние холодильной обработки на качество и безопасность сырья. *Все о мясе*, (3), 44–46.
- Гладских, Л. В. (2011). Новые подходы биомедицины к коррекции адаптационных механизмов оздоровления и омоложения. *Пластическая хирургия и косметология*, (2), 321–325.
- Дибирасулаев, М. А., Белозеров, Г. А., Дибирасулаев, Д. М., & Орловский, Д. Е. (2016). Влияние субкриоскопической температуры хранения на количество вымороженной воды в пог и DFD говядине. *Теория и практика переработки мяса*, (2), 18–24.
- Заико, М. В., Павлова, Л. А., & Козин, С. В. (2014). История и перспективы медицинского применения сырья животного происхождения на примере органопрепаратов селезенки свиньи. *Традиционная медицина*, (1), 42–48.
- Ишевский, А. А., Шульга А. С., Гришина И. В., & Родионова А. Л. (2009). Криогенное замораживание пищевых продуктов. *Мясные технологии*, (4), 30–32.

Анализируя степень воздействия процесса замораживания на исследуемые органопрепараты, можно сделать вывод, что такой способ консервирования позволяет продолжительное время сохранять структуру биологического сырья без потери его основных качеств.

Данные, полученные в результате научного исследования, могут быть применимы для уточнения диапазона низких температур при длительном хранении эндокринно-ферментного сырья. Целесообразность проведения дальнейших исследований в данном направлении, не вызывает сомнения и обусловлена выбором оптимального способа консервации, предназначенного для сохранения биологической ценности исследуемого сырья.

АВТОРСКИЙ ВКЛАД

Разумовская Е. С.: концептуализация, разработка методологии исследования, работа с программным обеспечением, подготовка черновика рукописи, проведение исследования, валидация данных, редактирование рукописи.

- Иванкин, А. Н. (2013). Переработка животного сырья в пищевые и технические продукты. *Все о мясе*, (3), 28–30.
- Крал, К., Хонзиркова, М., Поспич, Б., Тремлова, М., & Здарский, М. Влияние традиционного или шокового замораживания на потери при размораживании и структурно-механические характеристики говядины. *Теория и практика переработки мяса*, (1), 6–9.
- Лисицын, А. Б., Иванкин, А. Н., Вострикова, Н. Л., & Становова, И. А. (2014). Изучение фракционного состава белков мяса в процессе длительного холодильного хранения. *Все о мясе*, (2), 36–40.
- Лисицын А. Б., Небурчилова, Н. Ф., Петрунина, И. В., & Чернова, А. С. (2015). Использование субпродуктов в медицинских целях. *Все о мясе*, (2), 6–9.
- Лобанов, Д. А., Беднарская, Е. А., & Мишта, Е. А. (2013). Современные способы замораживания пищевых продуктов. Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции в условиях ВТО. В *Материалы международной научно-практической конференции* (с. 310–311). Волгоград: Волгоградский государственный технический университет.
- Маковеев, И. И., & Козак, С. С. (2022). Влияние субкриотической температуры хранения на срок годности охлажденного мяса бройлеров. В *Наука о Земле и окружающей среде: IOP Conference series* (Article 012047). London: IOP Publishing.
- Молдованов, Г. Г. (2021). Видовая идентификация эндокринно-ферментного сырья крупного рогатого скота и свиней. *Пищевые системы*, 4(3S), 204–207. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-204-207>
- Мойсеенко, Р. А. (2019). Краткий обзор патентов в области консервирования пищевых продуктов методами охлаждения и замораживания. *NovaUm.Ru*, (18), 23–25.
- Насонова, В. В., Моговилина, А. А., Бабурин, М. И., & Иванкин, А. Н. (2021). Нетрадиционные источники эндокринно-ферментного сырья для производства варёных колбасных изделий. *Мясная индустрия*, (1), 42–45. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-01-42-45>
- Онищенко, В. П., Желиба, Ю. А., & Зинченко, В. Д. (2011). Состояние воды в мясе говядины при его замораживании и размораживании. *Вестник Международной академии холода*, (2), 39–42.
- Рогов Н.А., Забашта А.Г., & Казюлин, Г. П. (2000). Общая технология мяса и мясopодуков. М.: Колос.
- Сязин, И. Е. (2011). Особенности криоконсервирования и криосепарации пищевого сырья. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*, (2), 572–583.
- Улзытуева, Д. А. (2018). Разработка технологии пептидного биорегулятора из тимуса свиней [Кандидатская диссертация, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики]. СПб., Россия.
- Феськов, О. А., & Танченко, Т. Н. (2019). Перспективы использования комбинированного метода замораживания пищевых продуктов. *Молодой ученый*, (21), 120–124.
- Хвыля, С. И., Пчелкина, В. А., & Бурлакова, С. С. (2011). Стандартизованные гистологические методы оценки качества мяса и мясных продуктов. *Все о мясе*, (6), 32–35.
- Шегельман, И. Р., Васильев, А. С., & Смирнова, Л. О. (2018). Перспективные технологии охлаждения и замораживания пищевых продуктов. В *Новое слово в науке: Стратегии развития: Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции* (с. 112–114). Чебоксары: Интерактив плюс.
- Эрлихман, В. Н., & Фатыхов Ю. А. (2018). Методика расчета скорости усушки пищевого продукта в зависимости от активности воды в процессах холодильной технологии. *Вестник Международной академии холода*, (4), 10–14.
- Augustinskaya-Preisnar, A., Ormian, M., & Sokolovich, Z. (2018). Physico-chemical and organoleptic properties of broiler chicken breast meat when stored frozen and thawed in various ways. *Journal of Food Quality*, 2018, Article 6754070. <https://doi.org/10.1155/2018/6754070>
- Cheng, W., Song, D.-W., Po, H., & Wei, X. (2018). Heterospectral two-dimensional correlation analysis with hyperspectral imaging in the near infrared range for monitoring oxidative damage to pork myofibrils during frozen storage. *Food Chemistry*, 248, 119–127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.050>
- Hergenreder, J. E., Hosch, J. J., Varnold, K. A., Haack, A. L., Senaratne, L. S., Pokharel, S., Beauchamp, C., Lobaugh, B., & Calkins, C. R. (2011). The effects of freezing and thawing rates on tenderness and sensory quality of beef subprimals. *Journal of Animal Science*, 91(1), 483–490. <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5223>
- Ji, V., Bao, Y., Wang, K., Yin, L., & Zhou, P. (2021). Protein changes in shrimp (*Metapenaeus ensis*) frozen during storage at different temperatures, and the relationship with water retention capacity. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(8), 3924–3937. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15009>
- Ji, W., Bao, L., Wang, K., Ping, L., & Zhou, P. (2021). Protein changes in shrimp (*Metapenaeus ensis*) frozen during storage at various temperatures, and their ability to retain water. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(8), 3924–3937. <https://doi.org/10.1111/ijfs.15009>
- Lee, S., Jo, K., Jeong, H. G., & Choi, Y.-S. (2022). Freeze-induced denaturation of myofibrillary proteins in frozen meat. *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*, 2022, Article 2116557. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2116557>
- Li, B., & Sun, D.-W. (2002). Novel methods for rapid freezing and thawing of foods — a review. *Journal of Food Engineering*, 54(3), 175–182. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(01\)00209-6](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(01)00209-6)
- Petrovic, L., Grujić, R., & Petrovic M. (1993). Definition of the optimum freezing rate-2. Investigation of the physico-chemical properties of beef m. longissimusdorsi frozen at different freezing rates. *Meat Science*, 33(3), 319–331.

Sabikun, N., Bakhsh, A., Ismail, S., Hwan, Y.-H., Rahmanson, M. S., & Joo, S.-T. (2019). Changes in the physico-chemical characteristics and oxidative stability of frozen chicken muscles before and after freezing during storage in the refrigerator. *Journal of Food Science and Technology*, 56(11), 4809–4816. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03941-0>

Wang, J., Wang, H., Potoroko, I., & Tsiurlnichenko, L. (2021). The effect of storage conditions on the texture of beef. *Bulletin of the South Ural State University*, 9(2), 65–74.

REFERENCES

- Baranov, P. N. (2014). K voprosu o faktorakh, vliyayushchikh na nizkotemperaturnuyu obrabotku pishchevykh produktov [On the issue of factors affecting the low-temperature processing of food products]. In *Nauka YuUrGU: Materialy 66-i nauchnoi konferentsii. Sektsii ekonomiki, upravleniya i prava* [SUSU Science: Materials of the 66th Scientific Conference. Economics, Management and Law Sections] (pp. 307–310). Chelyabinsk: Yuzhno-Ural'skii gosudarstvennyi universitet.
- Berezovskii, Yu. M., Korolev, I. A., & Sarantsev, T. A. (2018). Analiz i sovershenstvovanie podkhodov opredeleniya doli vymorozhennoi vody v myase [Analysis and improvement of approaches for determining the proportion of frozen water in meat]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya* [Storage and Processing of Farm Products], (4), 20–28. <https://www.doi.org/10.36107/spfp.2018.36>
- Broiko, Yu. V., Kolodyaznaya, V. S., Baranenko, D. A., Kiprushkina, E. I., & She-stopalova, I. A. (2020). Vliyanie zamorazhivaniya na dinamiku aminokislotnogo sostava belkov telyatiny [The effect of freezing on the dynamics of the amino acid composition of chicken proteins]. *Kholodil'naya tekhnika* [Refrigeration Equipment], 109(3), 49–55. <https://doi.org/10.17816/Rf104082>
- Dibirasulaev, M. A., Belozarov, G. A., Dibirasulaev, D. M., & Orlovskii, D. E. (2016). Vliyanie subkrioskopicheskoi temperatury khraneniya na kolichestvo vymorozhennoi vody v nor i DFD govyadine [The effect of subcryoscopic storage temperature on the amount of frozen water in nor and DFD beef]. *Teoriya i praktika pererabotki myasa* [Theory and Practice of Meat Processing], (2), 18–24.
- Erlikhman, V. N., & Fatykhov Yu. A. (2018). Metodika rascheta skorosti usushki pishchevogo produkta v zavisimosti ot aktivnosti vody v protsessakh kholodil'noi tekhnologii [The method of calculating the rate of shrinkage of a food product depending on the activity of water in the processes of refrigeration technology]. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda* [Bulletin of the International Cold Academy], (4), 10–14.
- Fes'kov, O. A., & Tanchenko, T. N. (2019). Perspektivy ispol'zovaniya kombinirovannogo metoda zamorazhivaniya pishchevykh produktov [Prospects of using the combined method of freezing food products]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], (21), 120–124.
- Gerasimov, A. V. (2021). Razrabotka tekhnologii myasoproduktov, obogashchennykh rastitel'nymi antioksidantami [Development of technology of meat products enriched with plant antioxidants] [Candidate Dissertation, Vostochno-Sibirskii gosudarstvennyi universitet tekhnologii i upravleniya]. Ulan-Ude, Russia.
- Gladskikh, L. V. (2011). Novye podkhody biomeditsiny k korektsii adaptatsionnykh mekhanizmov ozdorovleniya i omolozheniya [New approaches of biomedicine to the correction of adaptive mechanisms of recovery and rejuvenation]. *Plasticheskaya khirurgiya i kosmetologiya* [Plastic Surgery and Cosmetology], (2), 321–325.
- Gorbunova, N. A. (2013). Vliyanie kholodil'noi obrabotki na kachestvo i bezopasnost' syrya [The influence of refrigeration treatment on the quality and safety of raw materials]. *Vse o myase* [All about Meat], (3), 44–46.
- Ishevskii, A. A., Shul'ga A. S., Grishina I. V., & Rodionova A. L. (2009). Kriogennoe zamorazhivanie pishchevykh produktov [Cryogenic freezing of food products]. *Myasnye tekhnologii* [Meat Technologies], (4), 30–32.
- Ivankin, A. N. (2013). Pererabotka zhivotnogo syrya v pishchevye i tekhnicheskie produkty [Processing of animal raw materials into food and technical products]. *Vse o myase* [All about Meat], (3), 28–30.
- Khvylya, S. I., Pchelkina, V. A., & Burlakova, S. S. (2011). Standartizovannye gistologicheskie metody otsenki kachestva myasa i myasnykh produktov [Standardized histological methods for assessing the quality of meat and meat products]. *Vse o myase* [All about Meat], (6), 32–35.
- Kral, K., Khonzirkova, M., Pospich, B., Tremlova, M., & Zdarskii, M. Vliyanie traditsionnogo ili shokovogo zamorazhivaniya na poteri pri razmorazhivani i strukturno-mekhanicheskie kharakteristiki govyadiny [The effect of traditional or shock freezing on losses during freezing and structural and mechanical characteristics of beef]. *Teoriya i praktika pererabotki myasa* [Theory and Practice of Meat Processing], (1), 6–9.
- Lisitsyn A. B., Neburchilova, N. F., Petrunina, I. V., & Chernova, A. S. (2015). Ispol'zovanie subproduktov v meditsinskikh tselyakh [The use of by-products for medical purposes]. *Vse o myase* [All about Meat], (2), 6–9.
- Lisitsyn, A. B., Ivankin, A. N., Vostrikova, N. L., & Stanovova, I. A. (2014). Izuchenie fraktsionnogo sostava belkov myasa v protsesse dlitel'nogo kholodil'nogo khraneniya [The study of the fractional composition of meat proteins in the process of long-term storage]. *Vse o myase* [All about Meat], (2), 36–40.
- Lobanov, D. A., Bednarskaya, E. A., & Mishta, E. A. (2013). Sovremennye sposoby zamorazhivaniya pishchevykh produktov. Innovatsionnye tekhnologii v proizvodstve i pererabotke sel'skokhozyaistvennoi produktsii v usloviyakh VTO [Modern methods of freezing food products. Innovative technologies in the production and processing of agricultural products in the WTO]. In *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*

- [The materials of the international scientific and practical conference] (pp. 310–311). Volgograd: Volgogradskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet.
- Makoveev, I. I., & Kozak, S. S. (2022). Vliyanie subkrioskopicheskoi temperatury khraneniya na srok godnosti okhlazhdenogo myasa broilerov [The effect of subcritical storage temperature on the shelf life of chilled broiler meat]. In *Nauka o Zemle i okruzhayushchei srede: IOP Conference series [Earth and Environmental Science: IOP Conference series]* (Article 012047). London: IOP Publishing.
- Moiseenko, R. A. (2019). Kratkii obzor patentov v oblasti konservirovaniya pishchevykh produktov metodami okhlazhdeniya i zamorazhivaniya [A brief overview of patents in the field of food preservation by cooling and freezing methods]. *NovaUm.Ru [NovaUm.Ru]*, (18), 23–25.
- Moldovanov, G. G. (2021). Vidovaya identifikatsiya endokrinno-fermentnogo syr'ya krupnogo rogatogo skota i svinei [Species identification of endocrine-enzyme raw materials of cattle and pigs]. *Pishchevye sistemy [Food Systems]*, 4(3S), 204–207. <https://doi.org/10.21323/2618-9771-2021-4-3S-204-207>
- Nasonova, V. V., Motovilina, A. A., Baburina, M. I., & Ivankin, A. N. (2021). Netraditsionnye istochniki endokrinno-fermentnogo syr'ya dlya proiz-vodstva varenykh kolbasnykh izdelii [Non-traditional sources of endocrine-enzyme raw materials for the production of boiled sausages]. *Myasnaya industriya [Meat Industry]*, (1), 42–45. <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2021-01-42-45>
- Onishchenko, V. P., Zheliba, Yu. A., & Zinchenko, V. D. (2011). Sostoyanie vody v myase govyadiny pri ego zamorazhivani i razmorazhivani [The state of water in beef meat during its freezing and thawing]. *Vestnik Mezhdunarodnoi akademii kholoda [Bulletin of the International Academy of Cold]*, (2), 39–42.
- Rogov N.A., Zabashta A.G., & Kazyulin, G. P. (2000). *Obshchaya tekhnologiya myasa i myasoproduktov [General technology of meat and meat products]*. Moscow: Kolos.
- Shegel'man, I. R., Vasil'ev, A. S., & Smirnova, L. O. (2018). Perspektivnye tekhnologii okhlazhdeniya i zamorazhivaniya pishchevykh produktov [Promising technologies for cooling and freezing food products]. In *Novoe slovo v nauke: Strategii razvitiya: Materialy VI Vserossiiskoi nauch-no-prakticheskoi konferentsii [A new word in science: development strategies: Materials of the 6th all-russian scientific and practical conference]* (pp. 112–114). Cheboksary: Interaktiv plyus.
- Syazin, I. E. (2011). Osobennosti kriokonservirovaniya i krioseparatsii pishche-vogo syr'ya [Features of cryopreservation and cryoseparation of food raw materials]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta [The thematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University]*, (2), 572–583.
- Ulzytueva, D. A. (2018). Razrabotka tekhnologii peptidnogo bioregulyatora iz timusa svinei [Development of peptide bioregulator technology from pig thymus] [Candidate Dissertation, Sankt-Peterburgskii natsional'nyi issledovatel'skii universitet informatsionnykh tekhnologii, mekhaniki i optiki]. S-Petersburg, Russia.
- Zaiko, M. V., Pavlova, L. A., & Kozin, S. V. (2014). Istoriya i perspektivy me-ditsinskogo primeneniya syr'ya zhivotnogo proiskhozhdeniya na primere or-ganopreparatov selezenki svin'i [The history and prospects of medical use of raw materials of animal origin on the example of organopreparations of pig spleen]. *Traditsionnaya meditsina [Traditional Medicine]*, (1), 42–48.