

УДК 665.215:517

DOI: 10.36038/2307-3497-2021-185-105-112

Научное обоснование получения жира из покровного сала нерпы в условиях промысла на территории Арктической Якутии

*М.М. Ершова*¹,
*А.В. Подкорытова*²

¹ Арктический государственный агротехнологический университет (ФГБОУ ВО «АГАТУ»), г. Якутск

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва

E-mail: ershova678@mail.ru

В статье представлена проблема получения и переработки жиросодержащего сырья из подкожного сала нерпы кольчатой (*Phoca hispida*), обитающей на территории Арктической Якутии. Экстремальные погодные и климатические условия в этой зоне обуславливают биосинтез липидов в покровном сале морских млекопитающих с высоким содержанием насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот (НЖК и ПНЖК). Для организма человека ПНЖК крайне необходимы, так как они являются местными или тканевыми гормонами, моделирующими метаболизм и активность как самой клетки, так и её окружение. Особенностью жира морских млекопитающих и рыб является наличие ПНЖК с двойными связями, которых нет в растительных и некоторых животных липидах. Нерпа кольчатая – самый многочисленный и распространённый вид морских животных на территории Арктической Якутии. При этом особенности химического состава и биоактивных свойств подкожного жира нерпы обуславливают необходимость разработки специфических методов и технологий заготовки жирового сырья из нерпы. Продолжительность сезона отрицательных температур (8 месяцев в году) является существенным препятствием для промышленного промысла морских млекопитающих на территории Якутии. Их заготовка проводилась только в прошлом веке, но промышленных масштабов никогда не достигала. Добывали морского зверя для заготовки шкуры, жира и мяса. В настоящее время в Якутии местное население добывает нерпу кольчатую поштучно, для личных целей, промысел с целью промышленной переработки отсутствует.

Ключевые слова: кольчатая нерпа *Phoca hispida*, хоровина, жир, способы получения жира, состав ПНЖК и НЖК.

ВВЕДЕНИЕ

Народам Севера издревле известны целебные свойства жиров морских млекопитающих, уникальных по своему составу и играющих значительную роль в функционировании организма северного человека. Доказано, что только жиры рыбы и морских млекопитающих содержат ПНЖК с 5 и 6 двойными связями, обладающие высокой биологической активностью. Таких жирных кислот нет в составе липидов наземных животных и растительных масел. Покровное и брюшное сало у различных видов морских млекопитающих несколько отличается по химическому составу и составляет 20–40% от массы туши. Подкожное сало тюленей содержит 75–98% жира. Пищевая ценность подкожного сала характеризуется высоким содержанием триглицеридов – 89,2–90,1% в зависимости от вида тюленя, района и сезона вылова [Боева, Петрова, 2017]. В связи с этим рекомендуется использовать в качестве сырья покровное и брюшное сало тюленей для получения жиров ме-

дицинского, пищевого, ветеринарного, косметического и технического назначений [Мошенский, Владыкина, 2009; Слапогузова, Болтнев, 2016]. С другой стороны, нерпа также может быть источником красивого серебристого меха и пищевого белка, так как мясо нерпы обладает уникальными диетическими свойствами [Подкорытова и др., 2017].

Известны несколько способов получения жира из жиросодержащего сырья морских млекопитающих. Их можно классифицировать в зависимости от вида воздействия на жировую ткань [Привезенцев, 2001].

Механический способ. Механический способ получения жира из жиросодержащего сырья основан на обработке жировых тканей путём механического воздействия, самым распространённым из которых является измельчение. Чем меньше фракция обрабатываемого сырья [Кизеветтер, 1976], тем выход жира более полный. Способ экономичен, так как не требует теплового воздействия, сложного технологического оборудования. Но, при этом выход жира ниже на

10–16% по сравнению с методами термической обработки.

Физические способы. В научной литературе есть данные по воздействию на жировую ткань ультразвуковых волн (300–1500 кГц), способствующих распаду белковых молекул и более полному выходу жира из обрабатываемого сырья. Другим физическим способом получения жира является способ, в котором предусмотрено измельчение жиросодержащего сырья, нагревание измельченной массы до температуры 40 °С и электроимпульсная обработка, вызывающая кавитацию и механохимическую деструкцию до тонкого диспергирования [Лагунов, 1957]. Выход жира составляет до 95%, но для реализации данного метода требуется специальное оборудование.

Химические способы. Одним из известных химических способов является экстракция жира органическими растворителями. Было предложено в качестве растворителей использовать ацетон, этанол, дихлорэтан [Лагунов, 1957]. Выход жира составляет до 99%, но необходим контроль остаточного содержания органических растворителей.

Биотехнологические способы. Более мягким по воздействию на жировую ткань является ферментативный способ, основанный на разрушении белковой части сырья воздействием протеолитических ферментов [Боева, 2017]. Данный метод рекомендуется использовать для сырья с высоким содержанием белковых веществ, поэтому для покровного сала его применение нецелесообразно.

Термические способы. Самым доступным и производительным способом обработки жиросодержащего сырья является применение повышенной температуры (80–100 °С), которая вызывает разрушение оболочки жировой клетки, в результате чего выделяется содержащийся в ней жир. При получении жира указанным способом необходимо соблюдать два условия: температуру повышать постепенно для лучшего разрушения оболочек жировых клеток; не допускать образования стойкой эмульсии, снижающей выход жира (эмульсию разрушают добавлением водного раствора электролита, в частности, поваренной соли) [Бодров, 1958].

Учёными ВНИРО был предложен низкотемпературный способ получения жира при минусовой температуре. Этот способ предусматривает измельчение замороженного сырья, прессование, с последующим центрифугированием и сепарированием. При этом жир-сыроток, образующийся при разделывании хоровины, с целью увеличения выхода смешивают с жиром, полученным при прессовании измельченного сала [Боева, Петрова, 2017]. Такой жир характеризуется более высоким качеством по сравнению с жиром,

полученным посредством тепловой обработки сырья. Способ сложен в исполнении в регионах с тёплым климатом, так как это сопряжено с дополнительными расходами на холодильное оборудование. На территории Якутии данный способ доступен в позднесенний и ранневесенний периоды в условиях промысла в связи с естественным низкотемпературным режимом в это время.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Для исследований были отобраны 10 туш нерпы кольчатой Акиба (*Phoca hispida* (Schreber, 1775)), добытых в прибрежной зоне моря Лаптевых в разные периоды года на территории Булунского района Республики Саха Якутия. Исследования массы туши и органов проведены по классической схеме: определение общей массы туши нерпы, массы отдельных частей туши и внутренних органов. Использовались механические и электронные весы с наибольшим пределом взвешивания 150 кг и наименьшим 0,001 г.

Разделку нерпы проводили методом отделения хоровины (шкура с подкожным салом) от туши, так как это наиболее распространённый способ разделки ластоногих в условиях промысла [Рувиль, 2008].

Идентификация и определение концентрации жирных кислот (ЖК) в образцах жира кольчатой нерпы были проведены методом газо-жидкостной хроматографии (ГЖХ) [Ullah et al., 2011]. Для получения метиловых эфиров ЖК использовали метод кислотного гидролиза. Метиловые эфиры ЖК отделяли декантацией из супернатанта. Для анализа отбирали пробы в объёме 200 мкл.

Для анализа использовался хроматограф «МАЭСТРО» 7820/5975, который создан на базе газового хроматографа Agilent 7820 и масс-спектрометрического детектора 5975 того же производителя. Для разделения ЖК использовали капиллярную колонку HP-INNOWax (30 м, 0,25 мм, 0,25 мкм), скорость газа-носителя (гелий) 2 мл/мин. Идентификацию метиловых эфиров ЖК проводили с использованием набора стандартов метиловых эфиров ЖК фирмы Supelco. 37-Component FAME Mix (кат. номер 18919–1MP) и с применением базы данных NIST. Величину концентрации метиловых эфиров ЖК определяли по площадям хроматографических пиков соответствующих соединений по методу внутренней нормализации [Шаповалова, Пирогов, 2007]. Общую площадь пиков метиловых эфиров ЖК принимали за 100% и вычисляли процентную концентрацию отдельных ЖК по отношению к их общему содержанию.

Все аналитические измерения выполнены в трёх повторностях по каждому определяемому показателю.

лю. Результаты экспериментов представлены в виде средней арифметической величины со стандартным отклонением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Специфические экстерьерные и интерьерные признаки каждого биологического вида формируются в зависимости от типа питания, климатической и экологической обстановки, т. е. и от среды обитания. Исследование морфофизиологических данных даёт возможность выявить биологическую специфику вида в зависимости от среды обитания и образа жизни. Экстремальные условия Арктической Якутии определяют высокую выживаемость нерпы. Акиба является типичным пагофильным видом среди морских млекопитающих. Большая часть её жизни проходит на льду, что приводит к образованию защитного толстого слоя подкожного сала. Достаточно много жира содержится в тканях мозга животного. Жировые прослойки на внутренних органах встречаются крайне редко.

Для подготовки экономического обоснования промысла нерпы с целью получения биологически активного жира было определено процентное соотношение массы хоровины к общей массе туши (табл. 1).

Первые три нерпы были добыты в осенний период года, остальные семь – в мае месяце, в брачный период. Все особи были взрослые. Как видно из табл. 1, самый высокий показатель хоровины от общей массы у нерпы № 4 – 44,4%, а наименьший – 25,6% у нерпы № 7. В то же время масса туши нерпы № 4 не самая большая и составляла 63,800 кг. Тогда как масса туши самой крупной нерпы № 5 – 81,100 кг, а масса туши нерпы № 7 – 39,500 кг, что является самым низким показателем среди исследованных животных. Очевидно, что масса туши зависит от возраста животного. При этом средний показатель составляет 38,5%, что соответствует ранее опубликованным данным [Подкорытова и др., 2017].

Существуют несколько способов заготовки жирового и кожевенного сырья морских млекопитающих. Наиболее распространённым на территории России является посол: хоровины консервируют солью в ко-

личестве 20–30% от их массы. Транспортируют в неметаллических ёмкостях и упаковках, так как металл способствует окислению жира.

В Арктической Якутии консервирование сырья солью можно применять летом. Экстремальные климатические условия в этой местности мало способствуют развитию промысла морского зверя, но в то же время данный факт может стать отправной точкой для организации современного промысла и заготовки высококачественного жирового сырья из морских млекопитающих: суровые арктические зимы продолжительностью 9 месяцев создают благоприятные условия для заготовки мороженого жиросодержащего сырья из морских млекопитающих. Прямо на месте промысла можно отделить хоровину и упаковать в полиэтиленовые мешки. Низкотемпературный режим (от минус 20 до минус 45 °С и ниже) в осенне-зимне-весенний сезоны позволяет исключить применение дополнительного консервирования, так как всё сырьё замораживают в естественных условиях. В замороженном виде жировое сырьё морских млекопитающих хранится до 6 месяцев и без потери своих биологически активных свойств. В дальнейшем покровное сало подвергают технологической обработке, в процессе которой получают жир и расфасовывают в неметаллические ёмкости. Для наших исследований была использована хоровина, содержание жира в которой составляло 95,0±1,5%. Для получения жира были использованы следующие термические параметры его вытопки: способ «на плите» при температуре вытапливания жира 130±5 °С, в сушильном шкафу при 100±5 °С, на водяной бане при температуре 80±5 °С и при комнатной температуре 20±2 °С (табл. 2). Нагревание проводили при перемешивании до получения однородной серой массы. Среднее время вытапливания составляло 15 мин. Вытопленный жир был очищен от белковых примесей и шварок путём фильтрации [Березкина, Хлебный, 2017]. Температура плавления жира нерпы составляет 18 °С [Ершова, Малтугуева, 2013], что предполагает высокое содержание ПНЖК, низкую степень окисления и его лёгкую усвояемость.

Таблица 1. Показатели нерпы по массам туш и хоровин из 10 особей, в кг

Измеряемые показатели	№ п/п туш нерпы									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Масса туши	47,150	44,200	45,300	63,800	82,100	47,300	39,500	51,800	60,200	42,750
Масса хоровины	19,900	17,100	17,500	28,300	32,200	15,500	10,100	22,500	25,430	16,200
Хоровина от общей массы туши	42,2%	38,7%	38,6%	44,4%	39,2%	32,8%	25,6%	43,4%	42,2%	37,9%

В процессе определения жирнокислотного состава была установлена разница в содержании жирных кислот полученных проб жира по суммарной площади пиков ЖК, так как объём пробы и способ пробоподготовки для всех вариантов были одинаковыми. Наиболее богатым ЖК оказался жир нерпы, вытопленный при высоких температурах: 130 ± 5 °C и 100 ± 5 °C (табл. 2).

Комплексный анализ данных, представленных в табл. 2, показывает, что при высокой температуре вытапливания достигается максимальный выход жира (более 90%), но жир характеризуется наихудшими органолептическими показателями и имеет признаки

окисления. Рациональным параметром получения жира из покровного сала тюленя является вытапливание его на водяной бане при температуре 80 ± 5 °C, что обеспечит выход не менее 86% и качественные органолептические характеристики.

По содержанию и составу ЖК жир нерпы разных видов является уникальным сырьём для создания биологически активной добавки к пище или же он может быть использован в качестве сырья в фармацевтическом и косметическом производствах, а также для технических целей [Аверина, 2003]. В жире нерпы, как видно из данных табл. 3, содержатся все три разновидности ЖК. В наибольшем количестве обнару-

Таблица 2. Физико-химическая характеристика жира нерпы, в зависимости от способа обработки сала

Выход и характеристика жира	Способ обработки сала нерпы			
	Температура окружающей среды, 20 ± 2 °C	Сушильный шкаф, 100 ± 5 °C	На водяной бане, 80 ± 5 °C	На плите, 130 ± 5 °C
Выход жира, % от общего содержания	55 ± 5	85 ± 5	88 ± 2	95 ± 1
Цвет	Прозрачный, желтый	Светло-коричневый прозрачный	Светло-коричневый, прозрачный	Коричневый, прозрачный
Запах	Слабый специфичный	Специфичный рыбный	Слабый специфичный	Специфичный рыбный с признаками окисления
Сумма ЖК*	$1,20 \pm 0,06$	$1,41 \pm 0,07$	$1,22 \pm 0,06$	$1,49 \pm 0,07$

Примечание: * – общее содержание ЖК оценивалось по сумме площадей пиков индивидуальных ЖК. Данные представлены как площадь пиков (в отн. ед. $\times 10^9$).

Таблица 3. Жирнокислотный состав липидов, выделенных из покровного сала нерпы

Название ЖК	Характеристика	Содержание, % от общей концентрации ЖК
цис-9-тетрадекановая кислота	ненасыщенная	$0,18 \pm 0,01$
цис-10-тетрадеценная кислота	ненасыщенная	$1,45 \pm 0,02$
Стеариновая кислота	насыщенная	$4,86 \pm 0,08$
Пентадекановая кислота	насыщенная	$7,70 \pm 0,12$
Тетрадекановая кислота	насыщенная	$0,62 \pm 0,01$
Пальмитиновая кислота	насыщенная	$8,72 \pm 0,14$
Стеариновая кислота	насыщенная	$4,86 \pm 0,08$
Тридекановая кислота	насыщенная	$5,83 \pm 0,09$
Гондоиновая кислота	омега-9	$4,68 \pm 0,07$
Олеиновая кислота	омега-9	$20,78 \pm 0,33$
Элаидиновая кислота	омега-9	$4,98 \pm 0,08$
Линоленовая кислота	омега-6	$1,13 \pm 0,01$
Арахидоновая кислота	омега-6	$1,64 \pm 0,03$
Линолевая кислота	омега-6	$5,89 \pm 0,09$
Эйкозодиеновая кислота	омега-6	$0,77 \pm 0,01$
α -Линоленовая кислота	омега-3	$4,32 \pm 0,07$
Эйкозатетраеновая кислота	омега-3	$2,06 \pm 0,03$
Эйкозопентаеновая кислота	омега-3	$9,21 \pm 0,15$

Название ЖК	Характеристика	Содержание, % от общей концентрации ЖК
Докозапентаеновая кислота	омега-3	5,50±0,09
Докозагексаеновая кислота	омега-3	9,69±0,15
∑ ненасыщенные (ПНЖК)		72,27±14,54
∑ насыщенные (НЖК)		27,73±5,58

жена олеиновая кислота (омега-9), которая проявляет онкопротекторные свойства [Рождественский, 2014].

Как видно из табл. 3, ПНЖК в 2,6 раза больше, чем НЖК. Наличие элаидиновой кислоты в жире нерпы, вероятно, можно объяснить тем, что она могла образоваться из олеиновой кислоты при температурном воздействии в процессе вытапливания жира [Аверина, 2003].

Жиры нерпы кольчатой содержат эйкозапентаеновую кислоту и докозагексаеновую кислоту, относящиеся к семейству омега-3 ПНЖК и играющие важную роль в строительстве мембран клеток и их функционировании. В связи с этим ПНЖК омега-3 являются жизненно необходимыми веществами для активной деятельности человека.

В прибрежных зонах территории Арктической Якутии нерпа кольчатая достаточно широко распространена и имеет промысловое значение. На основании установленного рекомендуемого вылова нерпы в 2020 г. [Новости рыболовства, 2021] (для нерпы моря Лаптевых в количестве 551 экз. (0,019 тыс. т), из которых можно получить не менее 180 кг высококачественного биологически ценного жира, очевидна необходимость организации промысла с целью её переработки).

При организации промысла и переработки нерпы в Якутии это направление может стать дополнительным источником дохода для охотников и местных общин. Поэтому восстановление промысла морских ластоногих для его комплексной переработки является производственной и социальной необходимостью. Проведённые исследования позволили нам подготовить технико-экономическое обоснование для создания промысла нерпы и её глубокой комплексной переработки на территории Арктической Якутии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании исследований соотношений масс хоровины к общей массе туши установлен средний выход хоровины из нерпы кольчатой, составляющий 38,5–44,4% от общей массы тела, что является показателем экономической эффективности заготовки жирового сырья и изготовления из него биологически активных добавок к пище (БАД).

Установлено, что суммарное содержание ПНЖК в жире нерпы составляет 72,27±14,54% от общей концентрации, НЖК – составляет 27,73±5,58%. Высокое содержание ПНЖК обусловливается рыбным рационом нерпы и экстремально долгими низкотемпературными сезонами года в Арктике. Этот же показатель ПНЖК обуславливает получение жира из покровного сала нерпы и его использование в качестве БАД.

ЛИТЕРАТУРА

- Аверина Е.С. 2003. Исследование жирнокислотного состава жира байкальской нерпы *Phoca (Pusa) sibirica* Gmel и разработка новых путей его применения. Дисс. ... канд. хим. наук. Улан-Удэ. СоРАН БИП. 149 с.
- Березкина М.М., Хлебный Е.С., Малтугуева М.Х. 2017. Особенности жирнокислотного состава подкожного жира нерпы кольчатой (акибы), добываемой на территории Якутии // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. № 4 (127). С. 152–158.
- Бодров В.А., Григорьев С.Н., Тверьянович В.А. 1985. Техника и технология обработки морских млекопитающих. М.: Пищепромиздат. 250 с.
- Боева Н.П., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. 2017. Обоснование и разработка рациональных технологических параметров получения жира из покровного сала водных млекопитающих (тюленей) низкотемпературным способом // Труды ВНИРО. Т. 16. С. 188–196.
- Боева Н.П., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. 2017. Показатели качества и биологическая ценность жиров морских млекопитающих // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 198–208.
- Ершова М.М., Малтугуева М.Х. 2013. Некоторые качественные показатели мяса и жира нерпы в условиях Крайнего Севера // Инновации в науке. № 27. С. 77–82.
- Кизеветтер И.В., Макарова Т.И., Зайцев В.П., Миндер Л.П., Подсёвалов В.Н., Лагунов Л.Л. 1976. Технология обработки водного сырья. М.: Пищевая промышленность. 696 с.
- Лагунов Л.Л. 1950. Получение жиров водных животных с высоким содержанием витаминов. М.: Пищепромиздат. 72 с.
- Мошенский А.А., Владыкина Т.В. 2009. Основные результаты изучения медико-биологических аспектов пищевого использования морских млекопитающих отряда ластоногих // Тихоокеанский медицинский журнал. № 1. С. 67–79.
- Нечаев А.П., Траубенберг С.Е., Кочеткова А.А. 2003. Пищевая химия. 2-е изд. СПб.: ГИОРД. 640 с.

- Новости рыболовства*. Доступно через: https://fishnews.ru/_img/docs/1320/morskie.pdf 22.07.2021.
- Подкорытова А.В., Игнатова Т.А., Родина Т.В.* 2017. Пищевая и биологическая ценность мышечных тканей морских млекопитающих и их использование // Труды ВНИРО. Т. 168. С. 156–187.
- Привезенцев А.В.* 2001. К вопросу комплексной переработки каспийского тюленя // Мат. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». Краснодар: Изд-во КрасНИИРХ. С. 294–295.
- Ржавская Ф.М.* 1980. Состав и свойства липидов гидробионтов // Использование биологических ресурсов океана. М.: Наука, С. 189–210.
- Рождественский Д.А., Бокий В.А.* 2014. Клиническая фармакология омега-3 полиненасыщенных жирных кислот // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. № 3 (9). Доступно через: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskaya-farmakologiya-omega-3-polinenasyschennyh-zhirnyh-kislot> 22.07.2021.
- Рувиль В.С.* 2008. Морской зверобойный промысел – традиционный вид деятельности прибрежных территорий Севера // Вестник РАСХН. № 6. С. 18–19.
- Слапогузова З.В., Болтнев А.И., Абдурахманов А.Г., Вафина Л.Х.* 2016. Морские млекопитающие как сырье для производства пищевой продукции // Труды ВНИРО. Т. 159. С. 87–94.
- Шаповалова Е.Н., Пирогов А.В.* 2007. Хроматографические методы анализа. М.: МГУ. 109 с.
- Ullah R., Murphy B., Dorich B., Richter B., Srinivasan K.* 2011. Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction // J. Agric. Food Chem. 59. Pp. 2169–2174.

*Поступила в редакцию 18.05.2021 г.
Принята после рецензии 01.09.2021 г.*

Scientific substantiation of obtaining lipids from the ringed seal fat under the conditions of fishing in the territory of Arctic Yakutia

*M.M Ershova*¹,
*A.V. Podkorytova*²

¹ Arctic State Technical University («AGATU») Yakutsk, Russia

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), Moscow, Russia

The article presents the problem of receiving and processing fat-containing raw materials from the covering fat of ringed seal (*Phoca hispida*) inhabiting the territory of Arctic Yakutia. The extreme weather and climatic conditions of Arctic Yakutia determine the high content of saturated and unsaturated fatty acids (PUFAs) in the covering fat of marine mammals. For the human body, these fatty acids are essential because PUFAs are local or tissue hormones that modulate the metabolism and activity of both the cell itself and its environment. A special feature of marine mammal and fish fat is the presence of PUFA acids with double bonds, which are not found in plant and animal lipids. Ringed seal is the most numerous and widespread type of marine animals on the territory of the Arctic Yakutia. The specific features of the chemical composition and bioactive properties of the seal blubber make it necessary to develop specific methods and technologies for fishing, harvesting and complex processing of this animal type in this territory. The duration of the season of negative temperatures (8 months a year) is a significant difficulty for commercial fishing of marine mammals in the territory of Yakutia. They were harvested only in the last century, but never on an industrial level. The seals were harvested for hides, fat and meat. Nowadays in Yakutia, the local population produces ringed seals by the piece, for personal purposes, and there is no commercial processing.

Keywords: ringed seal seals *Phoca hispida*, rawhide, fat, methods of receiving fat, fatty acid composition.

REFERENCES

- Averina E.S.* 2003. Issledovanie zhirkokislotojnogo sostava zhira bajkal'skoj nerpy *Phoca (Pusa) sibirica* Gmel i razrabotka novykh putej ego primeneniya [Investigation of fatty acid composition of Baikal seal fat *Phoca (Pusa) sibirica* Gmel and development of its application new ways]. Diss. ... kand. khim. nauk. Ulan-Udeh. SoRAN BIP. 149 s.
- Berezkina M.M., Khlebnij E.S., Maltugueva M. Kh.* 2017. Osobennosti zhirkokislotojnogo sostava podkozhnogo zhira nerpy kol'chatoj (akiby), dobyvaemoj na territorii Yakutii [Peculiarities of fatty acid composition of blubber fat of ringed seals (akiba) harvested in Yakutia] // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. № 4 (127). S. 152–158.
- Bodrov V.A., Grigor'ev S.N., Tver'yanovich V.A.* 1985. Tekhnika i tekhnologiya obrabotki morskikh mlekopitayushchikh [Marine mammal processing techniques and technology]. M.: Pishchepromizdat. 250 s.
- Boeva N.P., Petrova M.S., Baskakova Yu.A.* 2017. Obosnovanie i razrabotka ratsional'nykh tekhnologicheskikh parametrov polucheniya zhira iz pokrovnogo sala vodnykh mlekopitayushchikh (tyulenej) nizkotemperaturnym sposobom [Justification and development of rational technological parameters for obtaining fat from the cover fat of aquatic mammals (seals) by low-temperature method] // Trudy VNIRO. T. 16. S. 188–196.
- Boeva N.P., Petrova M.S., Baskakova Yu.A.* 2017. Pokazateli kachestva i biologicheskaya tsennost' zhirov morskikh mlekopitayushchikh [Quality indicators and biological value of marine mammal fats] // Trudy VNIRO. T. 168. S.198–208.
- Ershova M.M., Maltugueva M. Kh.* 2013. Nekotorye kachestvennye pokazateli myasa i zhira nerpy v usloviyakh Krajnego Severa [Some quality indicators of seal meat and fat in the Far North conditions] // Innovatsii v nauke. № 27. S. 77–82.
- Kizevetter I.V., Makarova T.I., Zajtsev V.P., Minder L.P., Podsevalov V.N., Lagunov L.L.* 1976. Tekhnologiya obrabotki vodnogo syr'ya [Technology of water raw material processing]. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 696 s.
- Lagunov L.L.* 1950. Poluchenie zhirov vodnykh zhivotnykh s vysokim sodержaniem vitaminov [Obtaining fats of aquatic animals with a high content of vitamins]. M.: Pishchepromizdat. 72 s.
- Moshenskij A.A., Vladykina T.V.* 2009. Osnovnye rezul'taty izucheniya mediko-biologicheskikh aspektov pishchevogo ispol'zovaniya morskikh mlekopitayushchikh otr'yada lastonogikh [The main results of medical and biological aspects study for the food use of marine mammals from the order of pinnipeds] // Tikhookeanskij meditsinskij zhurnal. № 1. S.67–79.

- Nechaev A.P., Traubenberg S.E., Kochetkova A.A.* 2003. Pishchevaya khimiya [Food chemistry]. 2-e izd. SPb.: GIORD. 640 s.
- Novosti rybolovstva* [Fishing News]. Accessible via: https://fishnews.ru/_img/docs/1320/morskie.pdf 22.07.2021.
- Podkorytova A.V., Ignatova T.A., Rodina T.V.* 2017. Pishchevaya i biologicheskaya tsennost' myshechnykh tkanej morskikh mlekopitayushchikh i ikh ispol'zovanie [Nutritional and biological value of marine mammal muscle tissues and their use] // *Trudy VNIRO*. T. 168. S. 156–187.
- Privezentsev A.V.* 2001. K voprosu kompleksnoj pererabotki kaspijskogo tyulenyia [On the issue of Caspian seal complex processing] // *Mat. nauch.-prakt. konf. «Problemy i perspektivy razvitiya akvakul'tury v Rossii»*. Krasnodar: Izd-vo KrasNIIRKH. S. 294–295.
- Rzhavskaya F.M.* 1980. Sostav i svojstva lipidov gidrobiontov [Composition and properties of hydrobiont lipids] // *Ispol'zovanie biologicheskikh resursov okeana*. M.: Nauka, S.189–210.
- Rozhdestvenskij D.A., Bokij V.A.* 2014. Klinicheskaya farmakologiya omega-3 polinenasyshchennykh zhirnykh kislot [Clinical pharmacology of omega-3 polyunsaturated fatty acids] // *Mezhdunarodnye obzory: klinicheskaya praktika i zdorov'e*. № 3 (9). Accessible via: <https://cyberleninka.ru/article/n/klinicheskaya-farmakologiya-omega-3-polinenasyshchennyh-zhirnyh-kislot> 22.07.2021.
- Ruvil' V.S.* 2008. Morskoj zverobojnyj promysel – traditsionnyj vid deyatel'nosti pribrezhnykh territorij Severa [Sea hunting is a traditional activity in the coastal areas of the North] // *Vestnik RASKHN*. № 6. S. 18–19.
- Slapoguzova Z.V., Boltnev A.I., Abdurakhmanov A.G., Vafina L. Kh.* 2016. Morskie mlekopitayushchie kak syr'e dlya proizvodstva pishchevoj produktsii [Marine mammals as raw materials for food production] // *Trudy VNIRO*. T. 159. S. 87–94.
- Shapovalova E.N., Pirogov A.V.* 2007. *Khromatograficheskie metody analiza* [Chromatographic methods of analysis]. M.: MGU. 109 s.
- Ullah R., Murphy B., Dorich B., Richter B., Srinivasan K.* 2011. Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction // *J. Agric. Food Chem.* 59. P. 2169–2174.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Indicators of seals by mass of carcasses and rawhide from 10 individuals, in kg

Table 2. Physical and chemical characteristics of seal lipids, depending on the method of processing fat

Table 3. Fatty acid composition of lipids isolated from the seal's sebum