

УДК 664.951

Обоснование и разработка рациональных технологических параметров получения жира из покровного сала водных млекопитающих (тюленей) низкотемпературным способом*Н. П. Боева, М. С. Петрова, Ю. А. Баскакова*

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

E-mail: bav@vniro.ru

Покровное сало водных млекопитающих (тюленей) является источником пищевого жира, богатого биологически активными омега-3 жирными кислотами — эйкозапентаеновой и докозагексаеновой. В работе рассмотрены рациональные технологические параметры получения жира из покровного сала тюленя низкотемпературным способом. Изучено влияние степени измельчения и времени центрифугирования на выход и качество жира. Выявлено, что максимальный выход 85,5% достигается при степени измельчения покровного сала до 2–3 мм при температуре минус 10 — минус 5 °С и времени центрифугирования — 25 мин. Приведена сравнительная характеристика технологических параметров выделения жира различными способами, показывающая, что выход жира при низкотемпературном способе на 11% больше, чем выход жира при тепловом способе. Также тюлений жир, полученный низкотемпературным способом, характеризуется лучшими органолептическими и качественными показателями: имеет светло-жёлтый цвет, вкус и запах, свойственные жиру ластоногих. Кислотное и перекисное числа в 7 и 5 раз меньше, чем в жире, полученном тепловым способом, соответственно. Сравнительный анализ фракционного состава показал, что в жире, полученном тепловым способом, в 7 раз больше свободных жирных кислот, он характеризуется меньшим содержанием триглицеридов — 86,4% в сравнении с жиром, полученным низкотемпературным способом — 90,2%, а также большим количеством продуктов гидролиза триглицеридов. Сравнительный анализ жирнокислотного состава показал, что жир, полученный низкотемпературным способом, содержит на 12% больше полиненасыщенных жирных кислот, в т.ч. 17,5% эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот, т.е. сохраняет свою биологическую ценность.

Ключевые слова: жир, водные млекопитающие, тюлени, эйкозапентаеновая кислота, докозагексаеновая кислота, омега-3, полиненасыщенные жирные кислоты, низкотемпературный способ.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на многочисленность способов извлечения жира из жиросодержащего сырья водных биологических ресурсов (ВБР) наиболее распространённым в отечественной рыбной промышленности по-прежнему является тепловой способ получения жира, имеющий ряд недостатков: высокие энергозатраты, низкий вы-

ход и плохое качество получаемого жира. Реже применяются химические способы (способ щелочного или кислотного гидролиза), импульсный способ, т.к. несмотря на высокое качество полученного жира, его выход при данных способах составляет не более 80%. Электроимпульсный и ферментативный способы не нашли широкого применения в рыбной промышленно-

сти, поэтому чаще используются как предварительная операция в целях выделения жира при производстве кормовой муки и гидролизатов. Трудность внедрения ультразвукового способа в производство связана с отрицательным влиянием ультразвука на человека и трудностями подбора оборудования. С развитием биотехнологической промышленности в последние годы ферментативный способ находит более широкое применение [Боева и др., 2015, 2016].

Общеизвестно, что традиционный способ получения жира из покровного сала тюленя — тепловой. При данном способе выход жира не превышает 70–75% от его содержания в сале, причём, из-за неизбежного пригорания белковых осадков к стенке котла и местных перегревов, жир получается низкого качества: тёмный, с неприятным запахом и высоким кислотным числом [Сафронова, Шендерюк, 2001; Технология..., 2006].

Для повышения выхода, улучшения качества и ускорения процесса получения жира из покровного сала тюленей нами было предложено изучить низкотемпературный способ выделения жира, включающий в себя: измельчение сала в мороженом виде, слив жира-сыротока — жира, выделяющегося из сала в результате измельчения, центрифугирование измельчённого сала и жира-сыротока с целью отделения жира от белкового остатка и прочих примесей и сепарирование для разделения жировой эмульсии на жир и водную фракцию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКИ

Для исследований было заготовлено 65 кг покровного сала охотоморских тюленей, по 5 кг покровного сала гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandica* (Erxleben, 1777)) и каспийского тюленя (*Phoca caspica* Gmelin, 1788). Забой и разделывание тушек каспийских тюленей осуществляли в районе о. Малый Жемчужный в осенне-зимний период с 1 по 30 ноября 2005–2006 гг., гренландских тюленей — в районах Белого моря, тушек охотоморских тюленей — на береговом предприятии «Океанбиоэкопродукт» (Магадан) в осенне-зимний период с 1 ноября по 1 декабря 2006–2008 гг.

Разрезанное на куски размером 40×30 см покровное сало тюленей поступало в лабора-

торию замороженным до температуры минус 18 °С. Для проведения экспериментов сало размораживали до температуры минус 5 °С в толще сала.

Отбор проб для проведения анализов осуществляли по ГОСТ 31339. Органолептические показатели жира определяли по ГОСТ 7631. Определение общего химического состава объектов исследования, показателей окислительной порчи липидов покровного сала тюленей производили в соответствии с ГОСТ 7636. Пересчёт значений перекисного числа на ммоль активного кислорода / кг осуществляли по ГОСТ 26593. Для определения показателей окислительной порчи, фракционного и жирнокислотного состава выделение липидов проводили по методу Блайя-Дайера с использованием бинарного растворителя хлороформ-этанола в соотношении 2:1. Состав жирных кислот липидов определяли на хроматографе «Shimadzu GC-9A» на капиллярной колонке с внутренним диаметром 0,25 мм, длиной 25 м и нанесённой фазой FFAР с предварительным метилированием липидов. Метилловые эфиры получали в результате реакции переэтерификации липидов в присутствии абсолютизированного метанола и хлористого ацетила. Для идентификации компонентов жирных кислот полученных хроматограмм применяли стандарты MEFA. Фракционный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии на пластинках с тонким слоем силикагеля фирмы MERCK последовательно в системе растворителей диэтиловый эфир — гексан 1:4 и диэтиловый эфир — гексан 1:1, а также диэтиловый эфир — гептан 1:3. Идентификацию пятен осуществляли сравнением со стандартами [Кейтс, 1975].

Для разработки рациональных технологических параметров получения жира низкотемпературным способом проводили следующие операции: сало тюленя измельчали на электромясорубке или гомогенизаторе до размеров кусков 15–20, 5–10 и 2–3 мм при различных температурах: 18–20 °С, минус 5–0 °С, минус 15 — минус 5 °С, центрифугировали в течение 5, 15, 25 и 35 минут при 3000 об/мин и сепарировали для разрушения эмульсии. Выход жира-сыротока оценивался после прессования сала.

При тепловом способе сало предварительно измельчали при температуре 18–20 °С до размера 15–20 мм, подвергали тепловой обработке в реакторе с паровой рубашкой в течение 2–5 ч при температуре 75–85 °С и сепарировали.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

С целью разработки рациональных технологических параметров получения жира из покровного сала тюленя низкотемпературным способом были проведены технологические эксперименты по изучению влияния степени измельчения, температуры измельчаемого сырья и времени центрифугирования на выход и качество жира. Результаты проведённых исследований представлены в табл. 1.

Анализируя результаты исследования, можно отметить, что уменьшение размеров кусочков сала от 20 до 2 мм, обеспечивающее увеличение удельной поверхности измельчаемого сырья, приводит к повышению выхода жира-сыротока от 58,3 до 64,7% от общего его содержания в сырье. В то же время степень измельчения сырья незначительно сказывается на показателях качества жира-сыротока, которые изменились в пределах погрешности определения (табл. 1).

Уменьшение температуры измельчения также способствует разрушению клеток жировой ткани, что подтверждается нашими исследованиями: измельчение сырья в мороженом виде

при температуре минус 10 — минус 5 °С способствует увеличению выхода жира-сыротока на 10% от общего содержания по сравнению с выходом жира, полученного при температуре 18–20 °С, и позволяет сохранить качественные показатели жира за счёт предотвращения процессов гидролиза и окисления (табл. 2). Следует также отметить, что в процессе измельчения температура мороженого сала повысилась до минус 1–0 °С [Бодров и др., 1958; Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2007].

Увеличение кислотного числа в 2 раза и перекисного числа в 3 раза в жире, измельчённом при температуре 18–20 °С, связано с процессом гидролиза, которому способствуют липаза, вода и положительная температура в процессе размораживания [Ржавская, 1976].

Таким образом, при измельчении подкожного сала до размера частиц 2–3 мм при температуре минус 10 — минус 5 °С можно достичь максимального выхода жира-сыротока до 75% от общего содержания с лучшими показателями его качества [Попова, Боева, 2006].

Покровное сало, измельчённое до частиц размером 2–3 мм при температуре минус 10 — минус 5 °С, центрифугировали при 3000 об/мин от 5 до 35 минут. Результаты эксперимента по влиянию времени центрифугирования на выход и качество жира представлены в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что при увеличении времени центрифугирования от 5 до 25 минут выход жира возрастает на 8%, а дальней-

Таблица 1. Влияние степени измельчения сала на выход и качество жира-сыротока

Степень измельчения покровного сала тюленей, мм	Выход жира-сыротока, %	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг
15–20	58,3±0,5	0,95	2,58
5–10	60,8±0,6	0,93	2,58
2–3	64,7±0,6	0,94	2,57

Таблица 2. Влияние температуры измельчаемого сала на выход и качество жира-сыротока

Температура измельчаемого сала, °С	Выход жира-сыротока, %	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг
18–20	64,7±0,6	0,94	2,57
минус 5–0	72,7±0,7	0,46	0,73
минус 10 — минус 5	74,7±0,7	0,45	0,73

Таблица 3. Влияние времени центрифугирования на выход и качество жира

Время центрифугирования при 3000 об/мин, мин	Выход жира, %	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль активного кислорода / кг
5	77,4±0,7	0,46	0,81
15	83,2±0,8	0,53	1,15
25	85,8±0,8	0,61	2,05
35	85,9±0,8	0,78	2,43

шее увеличение времени центрифугирования до 35 минут практически не влияет на выход жира. Также при увеличении времени центрифугирования от 5 до 25 минут увеличиваются значения показателей качества: в 1,5 раза кислотное число и в 3 раза перекисное число, что объясняется гидролизом за счёт нагрева жира в процессе обработки [Ржавская, 1976; Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2007].

Сравнительная характеристика технологических параметров выделения жира различными способами представлена в табл. 4. Из представленных данных видно, что выход жира, полученного низкотемпературным способом на 11% больше, чем выход жира при тепловом способе.

Органолептические и качественные показатели жира ластоногих, полученного низкотемпературным и тепловым способами, представлены в табл. 5.

Сравнительный анализ данных табл. 5 показал, что жир, полученный низкотемператур-

ным способом, по сравнению с жиром, полученным тепловым способом, характеризуется лучшими органолептическими показателями: прозрачный и светло-жёлтого цвета с запахом, свойственным жиру ластоногих, и лучшими показателями качества: кислотное и перекисное числа в 7 и 5 раз меньше, чем в жире, полученном тепловым способом, соответственно. Органолептические и качественные показатели жира, полученного низкотемпературным способом, соответствуют требованиям, предъявляемым к пищевым жирам из млекопитающих, предъявляемыми ГОСТ 8714, Едиными санитарно-эпидемиологические и гигиенические требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) и ЕАЭС 040/2016 [Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2007].

Известно, что от способа получения жира из подкожного сала зависит его жирнокислотный и фракционный составы [Ржавская, 1976]. В связи с этим, нами был изучен фрак-

Таблица 4. Сравнительная характеристика технологических параметров выделения жира различными способами

Технологические параметры	Низкотемпературный способ	Тепловой способ
Измельчение	Измельчение мороженого сала с температурой минус 10-минус 5 °С до размера частиц 2–3 мм	Грубое измельчение сала с температурой 18–20 °С до размера частиц 15–20 мм
Выделение жира	Центрифугирование (отделение жира от граксы) с целью получения жира при 3000 об/мин в течение 25 мин	Тепловая обработка в течение 2–5 час в котле с паровой рубашкой при температуре 75–85 °С
Сепарирование	При наличии в очищенном жире белковых примесей и воды жир пропустить через жировой сепаратор [Сборник технологических инструкций..., 1992]	
Конечный выход жира, % от его общего содержания	86	75

Таблица 5. Органолептические и качественные показатели жира ластоногих, полученного различными способами

Показатель	Фактическое содержание в жире, полученном		ПДК
	тепловым способом	низкотемпературным способом	
Вкус и запах	прогорклый вкус и запах окисленного жира	свойственные жиру	свойственные жиру, без прогорклости
Прозрачность	мутный	прозрачный	прозрачный
Цвет	темно-жёлтый	светло-жёлтый	от светло-жёлтого до жёлтого
Кислотное число, мг КОН на г, не более	6,8	0,7	4,0
Перекисное число, ммоль акт. кислорода на кг, не более	12,1	2,6	10,0
Альдегидное число, мг коричневого альдегида на 100 г, не более	8,12	3,0	14,0

ционный состав жиров, полученных различными способами (табл. 6).

Результаты представленных данных (табл. 6) свидетельствуют о том, что в значимых количествах во всех жирах присутствуют триглицериды, причём в жире, полученном низкотемпературным способом, они достигают 90%, что свидетельствует о более высокой пищевой ценности жира в отличие от жира, полученного тепловым способом, где

на триглицериды приходится лишь 86% от суммы фракций. Нужно также отметить, что в жире, выделенном тепловым способом, сумма свободных жирных кислот (СЖК) в 7 раз превышает сумму СЖК в жире, полученном низкотемпературным способом. Это связано с более интенсивным протеканием гидролитических процессов, происходящих в жире под действием температурной обработки, и подтверждается более высокими значениями кис-

Таблица 6. Фракционный состав жира из покровного сала тюленей, полученного различными способами, % от суммы фракций

Наименование фракции	Жир из покровного сала, выделенный		Жир-сыроток
	тепловым способом	низкотемпературным способом	
Триглицериды	86,4	90,2	90,1
Диглицериды	2,6	0,9	1,0
Моноглицериды	2,5	1,0	0,7
Свободные жирные кислоты	1,4	0,2	0,2
Фосфолипиды	1,7	2,3	2,7
Гликолипиды	1,0	1,0	1,1
Углеводороды	0,9	0,6	0,7
Холестерин	0,6	0,4	0,3
Прочие	2,9	3,4	3,2
Сумма	100	100	100

лотного числа [Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2007].

Для определения биологической ценности жиров, полученных различными способами, был изучен их жирнокислотный состав. Данные состава жирных кислот представлены в табл. 7.

Анализ жирнокислотного состава показал, что в жире, выделенном низкотемпературным способом, в значимых количествах присутствуют кислоты (% от суммы кислот): пальмитиновая (16:0) до 8,3, пальмитолеиновая (16:1) до 20,0, олеиновая (18:1) до 26,0, эйкозапентае-

новая (ЭПК) (20:5) до 6,8 и докозагексаеновая (ДГК) (22:6) до 10,6 [Боева и др., 2006, Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2007]. Жир, полученный тепловым способом, отличается от жира, полученного низкотемпературным способом, повышенным содержанием насыщенных кислот и мононенасыщенных кислот на 7 и 5%, соответственно, и меньшим содержанием ПНЖК: на 12%, в т.ч. содержание биологически активных ПНЖК омега-3 (ЭПК и ДГК) меньше на 8%. Это обусловлено тем, что в при тепловой обработке происходят гидролитическими процессы, в результате которых про-

Таблица 7. Жирнокислотный состав жира из покровного сала тюленей, полученного различными способами, % от суммы жирных кислот

Основные кислоты (код)	Жир из покровного сала, выделенный		Жир-сырток
	тепловым способом	низкотемпературным способом	
14:0	5,66	3,10	2,90
15:0	1,40	0,60	0,71
16:0	12,12	8,30	8,67
16:1 ω-7	10,74	19,45	19,40
16:3 ω-4	0,67	0,30	0,15
16:4 ω-7	0,38	0,65	1,15
18:0	5,21	5,30	4,80
18:1 ω-9	27,65	25,60	24,06
18:2 ω-6	1,45	3,49	2,23
18:3 ω-3	0,67	1,80	2,30
18:4 ω-3	0,07	0,15	0,50
20:1 ω-9	13,18	5,40	5,96
20:4 ω-6	0,22	1,62	1,53
20:5 ω-3	3,35	6,86	6,98
22:1 ω-11	5,85	1,30	1,87
22:2 ω-6	0,12	0,14	0,17
22:4 ω-6	0,44	0,45	0,40
22:5 ω-3	4,18	4,55	4,61
22:6 ω-3	6,23	10,64	10,94
24:1	0,41	0,39	0,38
Насыщенные кислоты	24,39	17,30	17,08
Мононенасыщенные кислоты	57,83	52,14	51,67
ПНЖК	17,78	30,65	30,96
ПНЖК ω-3, в т.ч. ЭПК и ДГК	14,50	24,00	25,33
	9,58	17,50	17,92

исходит расщепление молекул триглицеридов [Ржавская, 1976; Боева и др., 2006; Попова, Боева, 2006]. Таким образом, можно заключить, что получение жира низкотемпературным способом позволяет сохранить биологически активные ПНЖК омега-3 и тем самым повысить биологическую ценность жира.

На основании технологических экспериментов и аналитических исследований была разра-

ботана Технологическая схема получения жира пищевого и жира ветеринарного из покровного сала ластоногих (рис. 1) [Боева и др., 2016].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведённых исследований, показали, что низкотемпературный способ получения жира из покровного сала тюленей имеет следующие рациональные

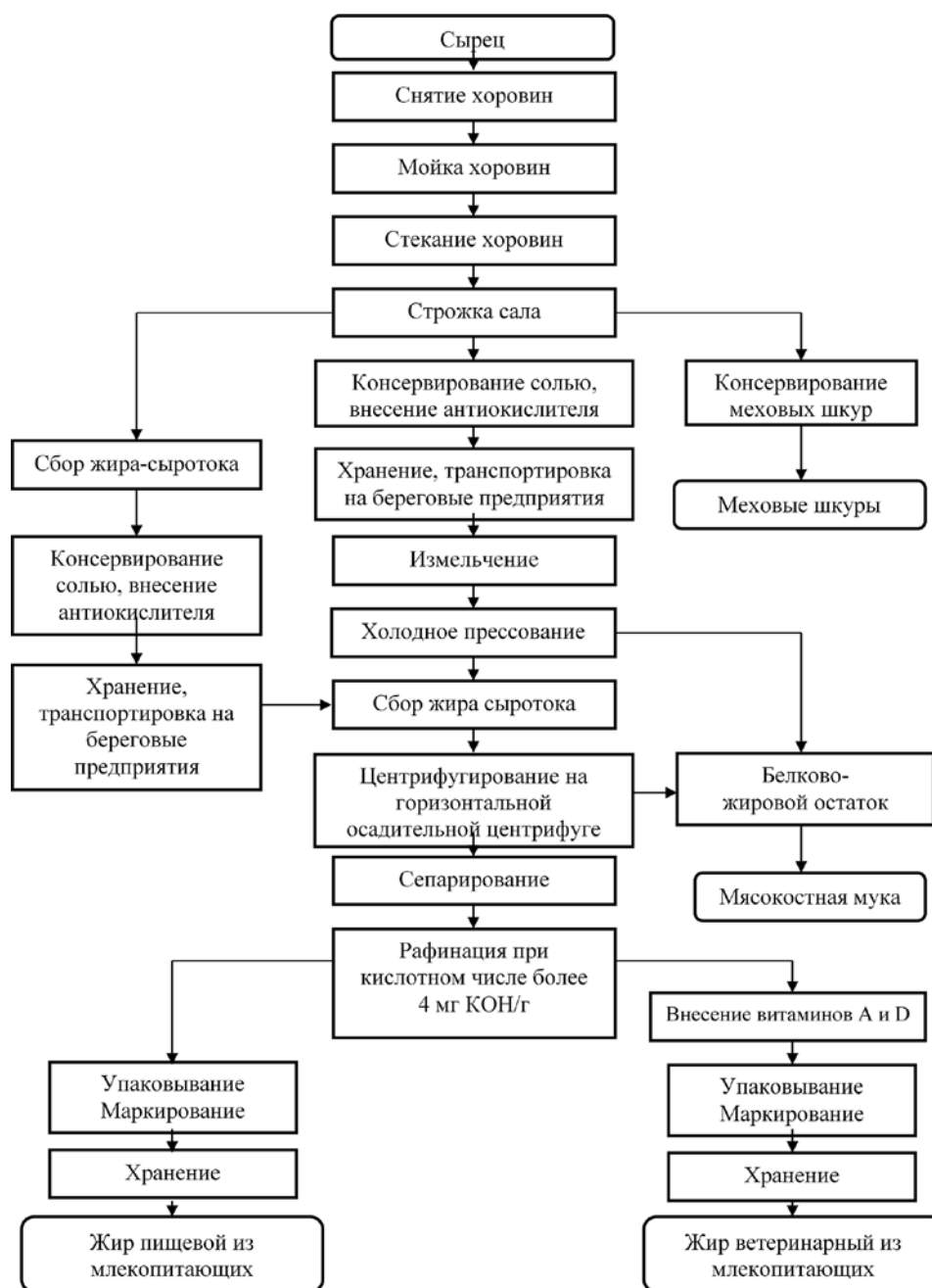


Рис. 1. Технологическая схема получения пищевого и ветеринарного жира из водных млекопитающих

технологические параметры: измельчение подкожного сала до размера частиц 2–3 мм с температурой минус 10 — минус 5 °С, центрифугирование при 3000 об/мин в течение 25 мин с последующим сепарированием, что позволяет повысить выход жира до 86% от его общего содержания. Преимуществом низкотемпературного способа является то, что он позволяет сократить производственный цикл переработки подкожного сала тюленя в жир, а также уменьшить необходимость в дополнительных производственных площадях и затратах на расход пара и воды [Харьков, 1938; Попова, Боева, 2006; Боева и др., 2006, 2007].

Проведённые сравнительные исследования органолептических и качественных показателей жира свидетельствуют, что низкотемпературный способ выделения жира из подкожного сала тюленя позволяет получить жир с лучшими значениями показателей качества: кислотное число — 0,7 мг КОН/г, перекисное число — 2,6 ммоль активного кислорода / кг, высокой биологической ценностью: ПНЖК до 30%, в т.ч. до 18% ПНЖК омега-3 и хорошими органолептическими показателями: прозрачный, светло-жёлтого цвета, запах, свойственный жиру ластоногих.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 26593. 1985 Масла растительные. Метод измерения перекисного числа (с Изменением N1). М.: Стандартинформ, 2008. 11 с.
- ГОСТ 31339. 2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб (с Изменениями № 1, 2). М.: Стандартинформ, 2010. 29 с.
- ГОСТ 7631. 2008 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. М.: Стандартинформ, 2010. 24 с.
- ГОСТ 7636. 1985 Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа (с Изменением № 1). М.: Стандартинформ, 2010. 180 с.
- ГОСТ 8714. 2014. Жир пищевой из рыбы и водных млекопитающих. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2015. 11 с.
- Бодров В. А., Григорьев С. Н., Тверьянович В. А. 1958. Техника и технология обработки морских млекопитающих. М.: Пищепромиздат. 250 с.

- Боева Н. П., Бредихина О. В., Петрова М. С., Баскакова Ю. А. 2016. Технология жиров из водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО. 107 с.
- Боева Н. П., Петрова М. С., Артёмова А. Г., Баскакова Ю. А. 2015. Новые подходы к технологии пищевого рыбного жира из голов лососёвых рыб рода *Oncorhynchus* // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 162–166.
- Боева Н. П., Сидоров Н. Н., Макарова А. М., Попова М. С. 2007. Технология БАД к пище «Тюленол» из покровного сала тюленей // Мат. науч.-практ. конф. III Всерос. форума «Здоровье нации — основа процветания России». М. Т. 2. Ч. 1. С. 31–33.
- Боева Н. П., Сидоров Н. Н., Попова М. С. 2006. Изучение жирнокислотного состава липидов морских млекопитающих // Рыбная промышленность. № 3. С. 28–29.
- Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Доступно через: (http://www.tsouz.ru/KTS/KTS17/Pages/P2_299.aspx). 03.06.2017.
- Кейтс М. 1975. Техника липидологии. М.: Мир. 322 с. (Kates M. 1972. Techniques of lipidology. North-Holland Publishing Company. Amsterdam. L. American Elsevier Publishing Co., Inc. N-Y).
- Попова М. С., Боева Н. П. 2006. Низкотемпературный способ получения жира из покровного сала ластоногих // Мат. V Межд. науч. конф. студентов и молодых учёных «Живые системы и биологическая безопасность населения». М.: МГУПБ. С. 59–62.
- Ржавская Ф. М. 1976. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищевая промышленность. 470 с.
- Сафронова Т. М., Шендерюк В. И. 2001. Технология продуктов из гидробионтов. М.: Колос. 487 с.
- Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. 1992 / Под редакцией А. Н. Белогурова, М. С. Васильевой. Т. 2. М.: Колос. 590 с.
- Технология рыбы и рыбных продуктов. 2006 / Под редакцией А. М. Ершова. СПб.: ГИОРД. С. 768–774.
- ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции». Доступно через: (http://www.novotest.ru/upload/iblock/8d3/TR_EAES_040-2017.pdf). 03.06.2017.
- Харьков И. И. 1938. Технология обработки морского зверя. Владивосток: ТИПРО. 144 с.

REFERENS

- GOST 26593. 1985 Masla rastitel'nye. Metod izmereniya perekisnogo chisla (s Izmeneniem N1) [Vegetable

- oils. Method for measurement of peroxide value]. M.: Standartinform, 2008. 11 s.
- GOST 31339. 2006 Ryba, nerybnye ob»ekty i produktsiya iz nikh. Pravila priemki i metody otbora prob (s Izmeneniyami N1, 2) [Fish, non-fish objects and products of their processing. Acceptance rules and sampling methods]. M.: Standartin-form, 2010. 29 s.
- GOST 7631. 2008 Ryba, nerybnye ob»ekty i produktsiya iz nikh. Metody opredeleniya organolepticheskikh i fizicheskikh pokazatelej [Fish, non fish objects and products from them. Methods of sensory and physical characteristics identification]. M.: Standartinform, 2010. 24 s.
- GOST 7636. 1985 Ryba, morskije mlekoopitayushchie, morskije bespozvonochnye i produkty ikh pererabotki. Metody analiza (s Izmeneniyami N1) [Fish, marine mammals, invertebrates and products of their processing. Methods of analysis]. M.: Standartinform, 2010. 180 s.
- GOST 8714. 2014. Zhir pishchevoj iz ryby i vodnykh mlekoopitayushchikh. Tekhnicheskie usloviya [Fish and aquatic mammals food oil. Specifications]. M.: Standartinform, 2015. 11 s.
- Bodrov V.A., Grigor'ev S.N., Tver'yanovich V.A.* 1958. Tekhnika i tekhnologiya obrabotki morskikh mlekoopitayushchikh [Technique and technology of marine mammal processing]. M.: Pishchepromizdat. 250 s.
- Boeva N.P., Sidorov N.N., Popova M.S.* 2006. Izuchenie zhirnokislотного состава lipidov morskikh mlekoopitayushchikh [Study of the fatty acid composition of lipids of marine mammals] // Rybnaya promyshlennost'. № 3. S. 28–29.
- Boeva N.P., Sidorov N.N., Makarova A.M., Popova M.S.* 2007. Tekhnologiya BAD k pishche «Tyulenol» iz pokrovnogo sala tyulenej [Technology of dietary supplements to food «Tulenol» from blubber of seals] // Mat. nauch.-prakt. kongr. III Vseros. foruma «Zdorov'e natsii — osnova protsvetaniya Rossii». M. T. 2. Ch. 1. S. 31–33.
- Boeva N.P., Petrova M.S., Artemova A.G., Baskakova Yu.A.* 2015. Novye podkhody k tekhnologii pishchevogo rybnogo zhira iz golov lososevykh ryb roda *Oncorhynchus* [New technology of food fish oil from heads of salmon (*Oncorhynchus*)] / Trudy VNIRO. T. 158. S. 162–166.
- Boeva N.P., Bredikhina O.V., Petrova M.S., Baskakova Yu.A.* 2016. Tekhnologiya zhиров iz vodnykh biologicheskikh resursov [Technology of oils from aquatic biological resources]. M.: Izd-vo VNIRO. 107 s.
- Popova M.S., Boeva N.P.* 2006. Nizkotemperaturnyj sposob polucheniya zhira iz pokrovnogo sala lastonogikh [Low-temperature method for obtaining oil from the blubber of seal] // Mat. V mezhd. nauchn. konf. studentov i molodykh uchenykh «Zhivye sistemy i biologicheskaya bezopasnost' naseleniya». M.: MGUPB. S. 59–62.
- Rzhavskaya F.M.* 1976. Zhiry ryb i morskikh mlekoopitayushchikh [Oils of fish and marine mammals]. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 470 s.
- Safronova T.M., Shenderyuk V.I.* 2001 Tekhnologiya produktov iz gidrobiontov [Technology of products from hydrobionts]. M: Kolos. 487 s.
- Sbornik tekhnologicheskikh instruktsij po obrabotke ryby.* 1992 / Pod redaktsiej A. H. Belogurova, M. S. Vasil'evoy. [Compilation of technological instructions for fish processing]. M.: Kolos. T. 2. 590 s.
- Tekhnologiya ryby i rybnykh produktov.* 2006 [Technology of fish and fish products] / Pod redaktsiej A.M. Ershova. SPb.: GIORD. S. 768–774.
- Khar'kov I.I.* 1938. Tekhnologiya obrabotki morskogo zverya [Technology of processing sea animals]. Vladivostok: TINRO. 144 s.

Поступила в редакцию 14.07.2017 г.
Принята после рецензии 08.09.2017 г.

The rational technological parameters of oil from seal blubber by a low-temperature method

N. P. Boeva, M. S. Petrova, Ya. A. Baskakova

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

Marine animal oil is a source of biological activity edible oil. It is rich of biologically active omega-3 fatty acids — eicosapentaenoic and docosahexaenoic. The rational technological parameters of oil from seal blubber by a low-temperature method were investigated. The influence of the degree of grinding and the time of centrifugation on yield and oil quality was studied. The maximum yield of 85,5% is achieved with a degree of grinding of the seal blubber to 2–3 mm at a temperature of minus 10 — minus 5 °C and a centrifugation time of 25 minutes. It was found that the yield of food oil obtained with the use of a low-temperature method is 11% higher than that obtained with the use of thermal. By organoleptic and qualitative characteristics seal oil obtained by a low-temperature method is characterized by better qualities. It has a light yellow coloration and flavour and smell characteristic of the oil of marine mammals. Acid value and peroxide value of seal oil obtained by a low-temperature method is 7 and 5 times less than in oil obtained by thermal method, respectively. The fractional composition of seal oil was studied. Content of triglycerides is 90.2%, content of free fatty acids is 7 times less in seal oil obtained by a low-temperature method than in oil obtained by thermal method. The fatty acid composition of seal oil was studied. In seal oil obtained by a low-temperature method content of eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acids is 12 times more than in oil obtained by thermal method.

Key words: oil, marine animal, seal, eicosapentaenoic, docosahexaenoic, omega-3, polyunsaturated fatty acids, low-temperature method.