



Биотехнология капсулированной жидкофазной БАД «Акибол» из жира нерпы кольчатой *Phoca hispida* (Акиба), добываемой на территории Арктической Якутии

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-97-105>

Научная статья
УДК 606:615.35

Ершова Марианна Михайловна – старший преподаватель Кафедры ветеринарно-санитарной экспертизы и гигиены, Арктический государственный агротехнологический университет, Якутск, Россия

E-mail: ershova678@mail.ru

Подкорытова Антонина Владимировна – Доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела инновационных технологий, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия

E-mail: podkor@vniro.ru

Адреса:

1. Арктический государственный агротехнологический университет – Россия, 677010, г. Якутск, Сергеляхское шоссе 3 км, д. 3

2. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19, с. 1

Аннотация. Нерпа кольчатая Акиба – одна из самых многочисленных и широко распространенных видов обыкновенных тюленей на территории Арктической Якутии, где их добыча не относится к производственному виду хозяйственной деятельности местного населения. Однако продукция, которую можно получить при промысле нерпы (сало, мясо, шкура), играет существенную роль в полунатуральном хозяйстве населения Якутии. Отсутствие экономически обоснованной технологии производства социально важных продуктов переработки ластоногих затрудняет развитие и рост этого вида промысла. Нашими исследованиями показано, что ЖК состав жира из нерпы кольчатой Акиба, добытой на территории Арктической Якутии, представлен 20-ю жирными кислотами, определяющими биологическую ценность жирового сырья из её покровного сала. При этом установлено, что ненасыщенных ЖК в 2,6 раза больше, чем насыщенных. 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. ПНЖК омега-3 ЖК являются необходимыми веществами для жизнедеятельности организма человека. Обнаружена в жире нерпы кольчатой олеиновая кислота (омега-9), которая является онкопротектором. Представлены биотехнология вытапливания жира из покровного сала нерпы кольчатой Акиба; обогащение его БАВ, в процессе получения жидкофазной БАД с ПНЖК омега-3, омега-6 и витаминами А, D₃ и Е; изготовление капсулированной формы БАД «Акибол».

Ключевые слова: нерпа, хоровина, вытапливание жира, жидкофазная БАД, жирнокислотный состав, биологически активная добавка к пище

Для цитирования: Ершова М.М., Подкорытова А.В. Биотехнология капсулированной жидкофазной БАД «Акибол» из жира нерпы кольчатой *Phoca hispida* (Акиба), добываемой на территории Арктической Якутии // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 97-105. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-97-105>

BIOTECHNOLOGY OF ENCAPSULATED LIQUID-PHASE DIETARY SUPPLEMENT "AKIBOL" FROM THE FAT OF RINGED SEAL *PHOCA HISPIDA* (AKIBA) CATCH IN ARCTIC YAKUTIA

Marianna M. Yershova – Senior Lecturer, Department of Veterinary and Sanitary Expertise and Hygiene, Arctic State Agrotechnological University, Yakutsk, Russia

Antonina V. Podkorytova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Department of Innovative Technologies, Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (FGBNU VNIRO)

Addresses:

1. Arctic State Agrotechnological University – Russia, 677010, Yakutsk, Sergelyakhskoye highway 3 km, 3
2. Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography – Russia, 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 19, p. 1

Annotation. The Akiba ringed seal is one of the most numerous and widespread species of common seals in the Arctic Yakutia, where their catch is not a productive economic activity of the local population. However, the products that can be obtained from the seal fishery (fat, meat, skin) play a significant role in the semi-subsistence economy of the population of Yakutia. The lack of economically sound technology for the production of socially important pinniped processing products hinders the development and growth of this type of fishery. Our research has shown that the FA composition of the fat from the Akiba ringed seal caught in the Arctic Yakutia is represented by 20 fatty acids, which determine the biological value of the fatty raw material from its integumentary blubber. It was found that there are 2.6 times more unsaturated FAs than saturated ones. Ringed seal fats contain eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid, which belong to the omega-3 PUFA family and play an important role in the creation of cell membranes and their functioning. In this regard, PUFAs omega-3 fatty acids are essential substances for the functioning of the human body. Oleic acid (omega-9), which is an oncoprotector, was found in ringed seal fat. The biotechnology of melting fat from the sebum of the ringed seal (Akiba), the process of enriching it with Biologically active substances in the production of liquid-phase dietary supplements with PUFA omega-3, omega-6 and Vitamins A, D₃ and E, as well as the manufacture of a capsule form of dietary supplements "Akibol" were presented.

Keywords: seal, chorovina, fat rendering, liquid-phase dietary supplement, fatty acid composition, biologically active food additive

For citation: Ershova M.M., Podkorytova A.V. (2024). Biotechnology of encapsulated liquid-phase dietary supplement "Akibol" from the fat of ringed seal *Phoca hispida* (Akiba) catch in Arctic Yakutia // Fisheries. No. 6. Pp. 97-105. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-97-105>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Кольчатая нерпа *Phoca hispida* (Акиба) обитает на территории Якутии по всему побережью Северного Ледовитого океана. Акиба – типичный пагофильный вид, так как в Якутии лед покрывает море Лаптевых и Восточно-Сибирское море в течение 8 месяцев и, в связи с этим, её жизненный цикл почти круглогодично проходит на ледовом покрове. Питается Акиба рыбой, чем наносит существенный урон местному промышленному рыболовству. В настоящее время регулярную добычу Акибы не проводят. Поэтому местное население до-

бывает нерпу поштучно, для личных целей [2; 7]. Еще в 90-е годы прошлого века были опубликованы данные, что запасы данного вида ластоногих позволяют планировать промышленную добычу и их использование, как дополнительного источника биологически ценного пищевого сырья [9]. Но, по экспертной оценке специалистов ЧукотТИНРО, в 2010-2013 гг. поголовье Акибы, в данном регионе, составляло 200 тыс. голов [11].

Для человека пищевые жиры играют важную роль в нормализации жизнедеятельности организма. Исследования последних лет пока-

зывают, что жирные кислоты с 5-тью и 6-тью двойными связями, обладающие высокой биологической активностью, не содержатся в составе жиров наземных животных и растительных масел [2]. Они содержатся только в жирах морских животных, рыб, беспозвоночных и водорослей [5; 12; 14; 18]. При этом, российский ученый В.И. Вернадский в 1926 г. писал, что по содержанию разнообразных жирных кислот, жир Акибы является уникальным их источником в биологическом отношении [6].

Актуальность и практическая значимость работы основана на разработке научно и экономически обоснованной технологии производства БАД «Акибол» из жира нерпы кольчатой, добываемой на территории Арктической Якутии.

Цель исследований: подготовка научно обоснованного и разработка биотехнологии жидкофазной биологически активной добавки к пище на основе жира нерпы кольчатой, добываемой на территории Якутии.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- выделить и очистить жир из покровного сала нерпы;
- провести исследования на безопасность жира нерпы по микробиологическим показателям и содержанию тяжелых металлов;
- исследовать жирно-кислотный и витаминный состав жира нерпы кольчатой;
- разработать биотехнологию жидкофазной БАД из жирового сырья и процесс её капсулирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для проведения исследований нерпу кольчатую Акиба добывали способом отстрела в весенний сезон и способом отлова сетью в осенний сезон [2]. Туши нерпы разделяли на месте добычи после ледостава и до таяния. На месте промысла, на льду и снегу, проводили первичную обработку туши: отделяли хоровину – шкуру с покровным жиром, от туловища, упаковывали в полиэтиленовые мешки, доставляли в разделочный цех [3] (рис. 1).

Выделение жира из подкожного сала нерпы проводили по следующим методикам, с использованием различных температурных режимов: «на плите» (400 °С); в сушильном шкафу при 100 °С; на водяной бане при температуре 90 °С; при комнатной температуре (табл. 1). Выделенный жир очищали от твердой фракции фильтрацией и разливали в пластмассовые ёмкости [2].

Исследовали выделенный жир из покровного сала нерпы на соответствие ГОСТ 8714 - 2014 «Жир пищевой из рыбы и водных млеко-

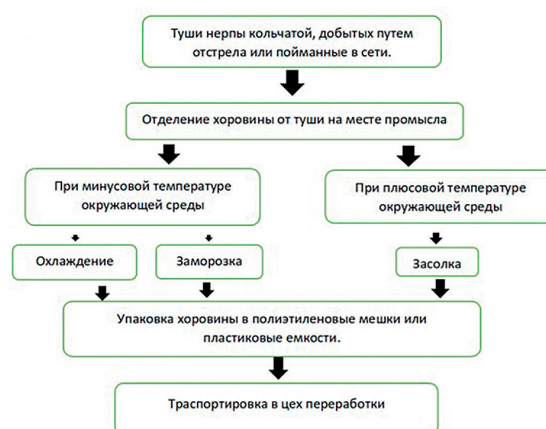


Рисунок 1. Схема технологического процесса разделки туши нерпы в условиях промысла

Figure 1. Scheme of the technological process of cutting up a seal carcass in fishing conditions

питающих». Оценку показателей качества проводили в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 040/2016.

Отбор проб для микробиологических исследований проводили по ГОСТ 21237-75 «Мясо. Методы бактериологического анализа», ГОСТР 57989 – 2017. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов определяли по ГОСТ 26927-86, и ГОСТ 30178-96, ГОСТ 32161-2013, ГОСТ 32163-2013.

Состав жирных кислот определяли на Хроматографе «Shimadzu GC-9A» с применением капиллярной колонки с внутренним диаметром 0,25 мм, длиной 25 м и нанесенной фазой FFAP, с предварительным метилированием липидов [13].

Для оценки влияния экстракта ягеля и аргона на качественные показатели, жир нерпы с добавками помещали в баночки из темного стекла и хранили в течение 4 месяцев при температуре 20-25 °С до проведения анализов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По содержанию и составу ЖК жиры нерпы разных видов являются уникальным сырьем, используемым для создания биологически активных добавок к пище (БАД).

Исследования влияния различных технологических режимов получения жира нерпы из хоровины (табл. 1) на выход и органолептические характеристики показали, что наилучшими данными характеризуется жир, полученный при комнатной температуре (образец 1, табл. 1), но при этом отмечается минимальный выход жира, составляющий 55-65%. Максимальный выход при вытапливании жира на плите – 95%. Однако этот жир характеризуется

низкими органолептическими показателями, что связано с воздействием высоких температур. Рациональным режимом получения жира из Акибы является вытапливание на водяной бане, что исключает пригорание и позволяет сохранить хорошие органолептические показатели жира (образец 3, табл. 1).

Проведённые исследования по безопасности жира, выделенного из покровного сала Акибы, добываемой на Арктической территории Якутии, показали отсутствие превышений ПДК по содержанию токсичных элементов (табл. 2).

На основании результатов исследований микробиологических показателей жира нерпы установлено, что патогенные микроорганизмы *Clostridium perfringens* не обнаружены. В жире были обнаружены *Escherichia coli*, серологических типов 055, 086, 0125 в количествах не превышающих ПДК. Остальные группы опасных микроорганизмов не обнаружены.

В радиологическом отношении жир нерпы безопасен (табл. 3).

В составе липидов доминирующей группой, среди жирных кислот, являются мононенасыщенные, количество которых составляет 58,2% от общей суммы. Данные таблицы 4 демонстрируют, что в жире нерпы содержится ПНЖК в 2,6 раза больше, чем НЖК [8]. Наличие в жире нерпы элаидиновой кислоты (омега-9-ненасыщенной ЖК), вероятно, можно объяснить тем, что она могла образоваться из олеиновой кислоты при температурном воздействии в процессе вытапливания жира [17].

Кроме того, жир Акибы содержит комплекс полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) семейства омега-3, омега-6 и омега-9 (рис. 4). Жиры нерпы содержат эйкозапентаеновую кислоту и докозагексаеновую кислоту, которые относятся к семейству омега-3 ПНЖК, играют важную роль в строительстве мембран клеток, а также их функционировании

Таблица 1. Физико-химическая характеристика жира нерпы, в зависимости от способа обработки жира-сырца / **Table 1.** Physicochemical characteristics of seal fat, depending on the method of raw fat processing

Характеристика жира	Способ получения жира из хоровины нерпы Акиба, в зависимости от обработки жиросодержащего сырья (хоровины) нерпы Акиба			
	Комнатная температура	Сушильный шкаф, 100 °С	На водяной бане, 90 °С	На плите, 400 °С
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Выход %	55%-65%	85%	88-90%	95%
Цвет	Прозрачный, желтый	Светло-коричневый прозрачный	Светло-коричневый, прозрачный	Коричневый, прозрачный
Запах	Специфический, рыбный	Специфический	Специфический	Специфический

Таблица 2. Содержание токсичных элементов в жире нерпы / **Table 2.** Content of toxic elements in seal fat

№ пробы п/п	Химические элементы			
	Свинец	Кадмий	Ртуть	Мышьяк
мг/кг				
1. Комнатная температура (18-22 °С)	0,016±0,001	0,04±0,001	0,005±0,003	0,014±0,001
2. Сушильный шкаф, 100 °С	0,015±0,002	0,041±0,001	0,003±0,001	0,032±0,001
3. На водяной бане, 90 °С	0,018±0,002	0,055±0,001	0,011±0,001	0,012±0,000
4. На плите, 400 °С	0,015±0,003	0,043±0,001	0,013±0,001	0,058±0,004
ПДК, мг/кг, не более	1,0	0,2	0,3	1,0

Таблица 3. Содержание радионуклидов в жире нерпы / **Table 3.** Content of radionuclides in seal fat

Исследуемый образец	Наименование радионуклида	Значение по ПДК	Фактические данные
Жир нерпы	Цезий - 137	200 Бк/кг	13,7±7,5 Бк/кг
	Стронций - 90	60 Бк/кг	7,3±8,1 Бк/кг

Таблица 4. Содержание витаминов А, D₃ и Е в жире нерпы кольчатой, с разными сроками хранения и сезонами добычи (в мг/кг) / **Table 4.** Content of vitamins А, D₃ and Е in ringed seal fat with different storage periods and seasons of catch (in mg/kg)

Наименование пробы	Витамин D ₃ , мг/кг	Витамин А экв. ретинолу, мг/кг	Витамин Е, мг/кг
Жир свежий из нерпы весенней добычи	285 ± 72	30,6 ± 6,1	60±15
Жир из нерпы осенней добычи, 1 год хранения	180 ± 45	Менее 0,9	20±5
Жир из нерпы весенней добычи, 2 года хранения	125 ± 25	26,0 ±5,1	45±9
Рекомендуемая норма потребления витаминов, ПДК	600 мкг	700-900 мкг	15 мкг

и являются жизненно необходимыми компонентами для активной жизнедеятельности человека [18]. Также в большом количестве содержится пальмитолеиновая кислота (омега-7), которая участвует в процессе поддержания нормального веса, предотвращении развития сердечно-сосудистых заболеваний, защищает желудочно-кишечный тракт [10]. В наибольшем количестве обнаружена олеиновая кислота (омега-9), обладающая онкопротекторными свойствами [16].

Как показали исследования, жир морских животных содержит витамины А, Е, Д (табл. 4). В связи с этим, жир Акибы является их источником, и может быть использован в качестве компонента БАД.

Таким образом, было установлено, что по содержанию и составу ЖК, а также витаминов А, D3 и Е жиры нерпы Акибы разных периодов добычи являются уникальным сырьем для производства биологически активной добавки к пище. На основании полученных данных можно рекомендовать дозу приёма БАД «Акибол» 3 г в сутки, для удовлетворения суточной нормы потребления витаминов. С другой стороны, жир Акибы может быть использован в качестве сырья в фармацевтическом и косметическом производствах [15; 19]. В то же время исследование показало, что в процессе хранения жирорастворимые витамины разрушаются, поэтому для получения сырья для БАД с высокой витаминной активностью рекомендуется использовать жир со сроком хранения не более 1 года. Липиды, не прошедшие

контроль по безопасности, после дополнительной обработки могут быть использованы в технических целях.

Для дальнейших исследований был использован образец 3 (табл. 1). При осуществлении технологического процесса получения жидкофазной БАД, вытопленный и отфильтрованный жир нерпы был обогащён экстрактом из ягеля (БАД «ЯГЕЛЬ» и БАД «Ягель-Детокс»), а также насыщен консервирующим газом Е-938. БАД «Ягель» – это водно-спиртовой экстракт из слоевищ лишайников рода Cladonia, полученным методом сверхкритической CO₂ – экстракции [1]. Слоевища лишайников содержат лишайниковые кислоты, главным образом – усниновую кислоту, обладающую противовирусной, антибиотической, анальгетической, противотуберкулёзной и инсектицидной активностью.

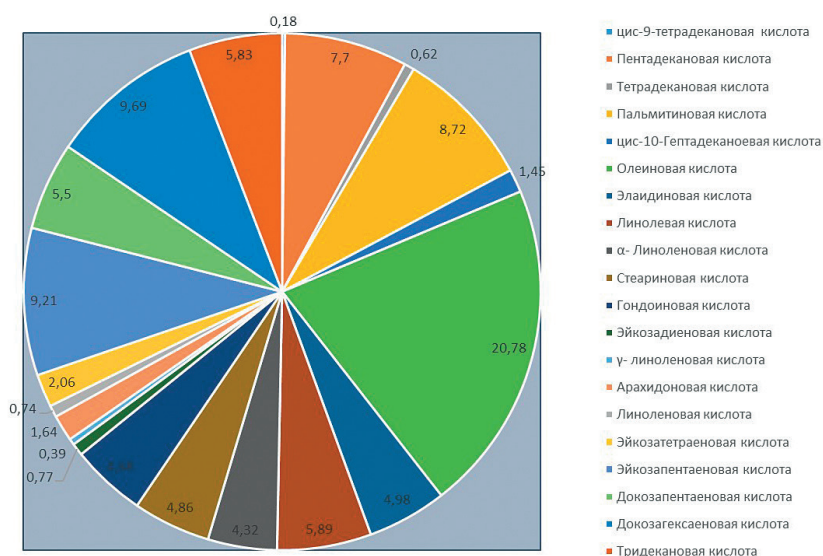


Рисунок 2. Жирно-кислотный состав липидов, полученных из тканей нерпы Акиба

Figure 2. Fatty acid composition of lipids obtained from the tissues of the Akiba seal

Таблица 5. Концентрация биологически активных компонентов, вносимых в БАД «Ягель» и БАД «Ягель»-Детокс / **Table 5.** Concentration of biologically active components added to BAA "Yagel" and BAA «Yagel»- Detox

Наименование показателей	БАД «Ягель»	БАД «Ягель-Детокс»
β-олигосахариды	3,0±0,3 мг/мл	4,2±0,3 мг/г
Лишайниковые ароматические кислоты флавоноидного типа антибактериального действия	3,3±0,3 мг/мл	1,7±0,1 мг/г
Витамин В ₁₂	0,12±0,02 мкг/мл	0,50±0,04 мкг/г
Фолиевая кислота (витамин В ₉)	4,0±0,1 мкг/мл	8,0±0,4 мкг/г

ми антибактериального действия. Поэтому получаемые препараты с БАД «Ягель» обладают естественной стерильностью и описанными эффектами, что способствует длительному хранению без окислительной порчи жира. При этом биологическая активность БАД, получаемой из жира Акибы, увеличивается за счет введения усниновой кислоты в состав БАД «Ягель».

В таблице 5 представлен композиционный состав БАД «Ягель» и БАД «Ягель-Детокс», содержащие в различных сочетаниях и количествах консервирующие добавки, включая инертный газ аргон, а также вещества антибактериального действия.

Концентрация аргона 33 мл/л, которая является насыщающей, вносилась в БАДы «Ягель» и «Ягель-Детокс» в количествах, соответствующих оптимальному соотношения «эффект/концентрация», т.е. при уменьшении концентрации эффект снижается, а увеличение не оказывает заметного влияния.

Из данных таблицы 6 следует, что введение в жир нерпы БАД «Ягель» в концентрации 5 мл/л и барботирование инертного газа аргона до концентрации 33 мл/л заявляемой композиции (условия барботирования: 10 минут со скоростью 5 мл/мин в 1 л заявляемой композиции) обеспечивают 100% сохранность омега-3 полиненасыщенных жирных кислот при хранении в течение 4 месяцев.

В таблице 7 приведены данные по качеству жира Акибы, которые обязательны для их оценки.

Пищевая и биологическая ценность жиров морских животных и БАД на их основе определяется уникальным природным составом липидов [4]. Калорийность жира нерпы составляет 899,00 ккал или 3763 кДж, однако для получения суточной нормы ПНЖК омега-3 достаточно употребить не более 3 г БАД на основе жира нерпы.

Таким образом, на основании проведенных исследований, разработана биотехнология и схема изготовления жидкофазной БАД из жира нерпы с высоким содержанием жирных кислот, витаминами и компонентов БАД «Ягель» (рис. 3).

Капсулирование жиров имеет свою специфику, так как жир – это густая, вязкая масса и поэтому требуется установка подогрева бака для уменьшения его вязкости. Иногда после подогрева жира наблюдаются выпадение в осадок крупных частиц. В связи с этим, как и при капсулировании масла, в котором размешивают порошки или лекарственное сырьё, необходимо установить низкооборотную мешалку в бак для смешивания жира с наполнителями. Низкая скорость перемешивания требуется, в первую очередь, для предотвращения образования пузырьков воздуха в массе. Обычно перемешивания жира с наполнителями на низких оборотах достаточно для равномерного распределения жирового и обогащающего материалов.

С учетом всех требований разработана биотехнология производства капсулирован-

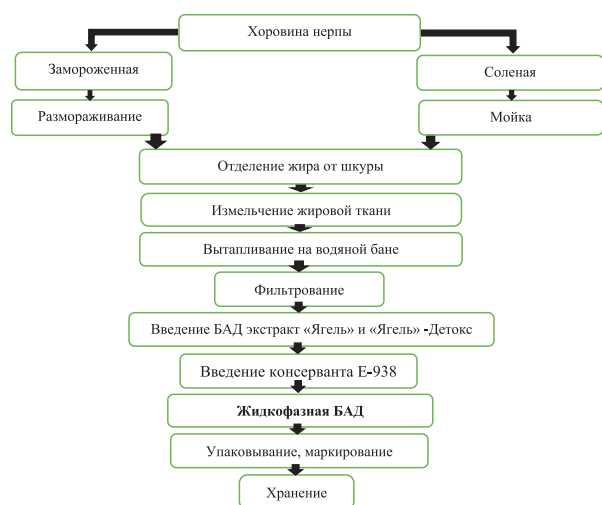


Рисунок 3. Технологическая схема производства жидкофазной БАД из жира нерпы кольчатой / **Figure 3.** Technological scheme of liquid-phase production BAA from ringed seal fat

Таблица 6. Влияние различных добавок, введённых в БАД «Ягель» и «Ягель»-Детокс, на сохранность омега-3 полинепредельных жирных кислот в БАД при хранении в течение 4 месяцев / **Table 6.** Effect of various additives introduced into dietary supplements "Yagel" and «Yagel»-Detox on the preservation of omega-3 polynepredelic fatty acids in dietary supplements during storage for 4 months

Жирные кислоты	Содержание, % от общего количества ЖК, исходное и через 4 месяца хранения						
	Исходное	Вносимые добавки					
		Без добавок	+аргон, 33 мл/л	+ягель-детокс, 1 гр/л	+аргон, 33 мл/л + ягель-детокс, 1 гр/л	+ягель (ж), 5 мл/л	+аргон, 33 мл/л + ягель (ж) 5 мл/л
Насыщенные жирные кислоты	27,7 ±0,6	45,2±0,6	37,4±0,6	36,4±0,6	34,0±0,6	31,4±0,6	27,4±0,6
Мононенасыщенные жирные кислоты	32,1 ±0,6	25,7±0,6	28,6±0,6	28,9±0,6	29,5±0,6	30,8±0,6	32,2±0,6
Полиненасыщенные жирные кислоты	40,2 ±0,8	29, ±0,61	34,0±0,6	34,7±0,6	36,5±0,6	37,8±0,6	40,4±0,6
		В том числе:					
ω-3	30,8±0,7	22,3±0,6	26,1±0,6	26,6±0,6	28,0±0,6	29,0±0,6	30,9±0,7
		Включая:					
ω-Линоленовая кислота	4,3±0,1	3,1±0,1	3,6±0,1	3,7±0,1	3,9±0,1	4,0±0,1	4,2±0,1
Эйкозатетраеновая кислота	2,1±0,1	1,5±0,1	1,8±0,1	1,8±0,1	1,9±0,1	2,0±0,1	2,2±0,1
Эйкозапентоеновая кислота	9,2±0,2	6,7±0,2	7,9±0,2	7,9±0,2	8,4±0,2	8,7±0,2	9,3±0,2
Докозапентоеновая кислота	5,5±0,1	4,0±0,1	4,6±0,1	4,8±0,1	5,0±0,1	5,2±0,1	5,4±0,1
Докозагексоеновая кислота	9,7±0,2	7,0±0,2	8,2±0,2	8,4±0,2	8,8±0,2	9,1±0,2	9,8±0,2

ной БАД «Акибол» с ПНЖК омега-3, омега-6 и витаминами А, D₃ и Е из жидкофазной фракции жира нерпы кольчатой Акиба. Технологическая схема процесса представлена на рисунке 4.

На основе обобщения результатов исследований, разработанная технология запатентована: Патент РФ N2662316 «Жидкофазная композиция с повышенным содержанием природных устойчивых к окислению омега-3 полинепредельных жирных кислот».

Разработаны технические документы на производство БАД из жира нерпы: ТИ – «Технологическая инструкция по производству жидкофазной липидной фракции из подкожного жира нерпы в условиях промысла»; ТИ – «Технологическая инструкция по производству биологически активной добавки к пище (БАД) на основе жидкофазной липидной фракции из подкожного жира нерпы»; ТУ – Жир нерпы – сырье; ТУ 10.41.12-001-00497207-2023; проект: Технические условия, ТУ 10.89.19-002-00497207-2023 – биологически активная добавка к пище «Жир нерпы».



Рисунок 4. Биотехнологическая схема изготовления БАД «Акибол»

Figure 4. Biotechnological scheme of BAA «Akibol» manufacturing

Таблица 7. Показатели качества жира из покровного сала нерпы кольчатой /
Table 7. Indicators of the quality of fat from the encircling lard of the ringed seal

Наименование показателей	Жир кольчатой нерпы	ПДК по СанПиН 2.3.2.1078 ТР ЕАЭС 040/2016
Перекисное число, ммоль/кг, не более	2,5	10,0
Кислотное число, мг/г, не более	2,4	4,0

ВЫВОДЫ

1. Разработана технология заготовки жирового сырья в условиях промысла, с учетом климатических особенностей Арктической Якутии. Технологический процесс основывается на использовании естественного холода для консервации жирового сырья, что является экономически эффективным и практически простым способом заготовки.

2. Разработан способ выделения жидкофазной фракции липидов из жирового сырья и получения жидкофазной БАД. Исследованы разные температурные режимы получения жира из сала нерпы кольчатой, с установлением наиболее эффективного в плане сохранения биологической активности сырья.

3. Показано, что ЖК состав жира нерпы кольчатой Акиба, добытой на территории Арктической Якутии, представлен 20 жирными кислотами, определяющими биологическую ценность жирового сырья из её покровного сала. При этом жиры нерпы кольчатой содержат эйкозапентаеновую кислоту и докозагексаеновую кислоту, относящиеся к семейству омега-3 ПНЖК, являющиеся необходимыми веществами для жизнедеятельности человека. Показано, что обнаруженная в жире нерпы кольчатой олеиновая кислота (омега-9) является онкопротектором.

4. Установлено, что по содержанию витаминов А, D₃ и Е жиры нерпы Акибы разных периодов добычи являются уникальным сырьем для производства БАД к пище.

Исследования по безопасности жира нерпы Акиба показали отсутствие превышений ПДК по микробиологическим показателям и тяжелым металлам.

5. Разработана биотехнология изготовления и капсулирования БАД «Акибол» с ПНЖК омега-3, омега-6 и витаминами А, D₃ и Е из жира нерпы кольчатой, добываемой на территории Арктической Якутии. Технология изготовления БАД содержит такие процессы, как заготовка сырья, с учетом климатических особенностей, введение в БАД экстракта «Ягель» и консервирование.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад в работу авторов: М.М. Ершова – идея статьи,

сбор и анализ данных, подготовка обзора литературы, подготовка статьи; А.В. Подкорытова – идея статьи, корректировка текста статьи и ее окончательная проверка и редактирование.

The authors declare that there is no conflict of interest.
Contribution to the work of the authors: M.M. Ershova – the idea of the article, data collection and analysis, preparation of the literature review, preparation of the article; A.V. Podkorytova – the idea of the article, correction of the article text and its final review and editing.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Аньшакова В.В. Биотехнологическая механохимическая переработка лишайников рода *Cladonia* [Текст]: монография: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям 020201.65 – «Фундаментальная и прикладная химия», 240100.62. «Химическая технология», 020400.62 – «Биология»; Рос. акад. естествознания. – Москва: Акад. Естествознания. 2013. 115 с.
2. Березкина (Ершова) М.М., Хлебный Е.С., Малтугуева М.Х. Особенности жирнокислотного состава подкожного жира нерпы кольчатой (Акибы), добываемой на территории Якутии. // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 4 (127). С. 152-158.
3. Бодров В.А. Григорьев С.Н., Тверьянович В.А. Техника и технология обработки морских млекопитающих (киты, дельфины и ластоногие) – Москва: Пищепромиздат. 1958. 589 с.
4. Боева Н.П., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. Показатели качества и биологическая ценность жиров морских млекопитающих. // Труды ВНИРО Технология переработки водных биоресурсов. 2017. Том 168. Стр.198-208.
5. Боева Н.П., Петрова М.С., Баскакова Ю.А. Обоснование и разработка рациональных технологических параметров получения жира из покровного сала водных млекопитающих (тюленей) низкотемпературным способом. // Труды ВНИРО. 2017 Том 16. С.188-196.
6. Вернадский В.И. Биосфера. – Ленинград: Науч. химико-техн. изд-во, Науч.-технич. отд.ВСНХ. 1926. 146 [1] с.
7. Ершова М.М., Малтугуева М.Х. Некоторые качественные показатели мяса и жира нерпы в условиях Крайнего Севера. // Инновации в науке. 2013. № 27. С. 77-82.
8. Ершова М.М., Подкорытова А.В. Научное обоснование получения жира из покровного сала нерпы в условиях промысла на территории Арктической Якутии // Труды ВНИРО. 2021. Т. 185. С. 105-110.

9. Исаев В.А. Рыбные продукты и перспективы их производства // Известия вузов. Пищевая технология. 1990. №5. С. 7.
10. Мошенский А.А., Владыкина Т.В. Основные результаты изучения медико-биологических аспектов пищевого использования морских млекопитающих отряда ластоногих // Тихоокеанский медицинский журнал. 2009. №1. С.67-79.
11. Мясников, В.Г., Литовка Д.И., Блохин С.А. и др. Исследования морских млекопитающих ФГУП «ТИНРО-Центром» в 2012-2013 гг. // Морские млекопитающие Голарктики: Сборник научных трудов по материалам VIII международной конференции. 2015. С. 322-329.
12. Подкорытова А.В. Морские водоросли – макрофиты и травы. – М.: Изд-во ВНИРО. 2005. 175 с.
13. Подкорытова А.В., Кадникова И.А. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3. // Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: Изд-во ВНИРО. 2009. 108 с.
14. Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Морские бурые водоросли – перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО. 2021 г. Т. 186 № 4 С. 156-172.
15. Рождественский Д.А., Бокий В.А. Клиническая фармакология омега-3 полиненасыщенных жирных кислот // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. 2014. №3 (9).
16. Физер Л, Физер М. Органическая химия. Углубленный курс. Том II. // Пер. с англ. под ред. д-ра хим. наук Н.С. Вульфсона – М.: Химия. 1966. 786 с.
17. Хотимченко С.В. Липиды морских водорослей-макрофитов и трав. Структура, распределение, анализ. – Владивосток: Дальнаука. 2003. 230 с.
18. Ethan M. Balk and Alice H. (2017). Lichtenstein Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Summary of the 2016 Agency of Healthcare Research and Quality Evidence Review // Nutrients. 9, 865. doi:10.3390/nu9080865.
19. Ohshima T. (1998). Recovery and use of nutraceutical products from marine resources // Food technology. Vol. 52. № 6. P. 50-54.
4. Boeva N.P., Petrova M.S., Baskakova Yu.A. (2017). Quality indicators and biological value of marine mammal fats. // Proceedings of VNIRO Technology of processing aquatic biological resources. Volume 168. Pp. 198-208. (In Russ).
5. Boeva N.P., Petrova M.S., Baskakova Yu.A. (2017). Substantiation and development of rational technological parameters for obtaining fat from the sebum of aquatic mammals (seals) by a low-temperature method. // Proceedings of VNIRO. Volume 16. Pp.188-196. (In Russ).
6. Vernadsky V.I. (1926). Biosphere. – Leningrad: Scientific. chemical engineering. Publishing house, Scientific and Technical Department of the Supreme Economic Council. 146 [1] p. (In Russ).
7. Ershova M.M., Maltugueva M.H. (2013). Some qualitative indicators of seal meat and fat in the conditions of the Far North. // Innovations in science. No. 27. Pp. 77-82. (In Russ).
8. Ershova M.M., Podkorytova A.V. (2021). Scientific substantiation of obtaining fat from the seal's sebum in fishing conditions on the territory of Arctic Yakutia // Proceedings of VNIRO. Vol. 185. Pp. 105-110. (In Russ).
9. Isaev V.A. (1990). Fish products and prospects for their production // News of universities. Food technology. No. 5. p. 7. (In Russ).
10. Moshovskiy A.A., Vladykina T.V. (2009). The main results of the study of the biomedical aspects of the food use of marine mammals of the order pinnipeds // Pacific Medical Journal. No.1. Pp.67-79. (In Russ).
11. Myasnikov, V.G., Litovka D.I., Blokhin S.A. and others. (2015). Studies of marine mammals by FSUE TINRO-Center in 2012-2013 // Marine mammals of the Holarctic: A collection of scientific papers based on the materials of the VIII International conference. Pp. 322-329. (In Russ).
12. Podkorytova A.V. (2005). Marine algae – macrophytes and herbs. – М.: Publishing house VNIRO. 175 p. (In Russ)
13. Podkorytova A.V., Kadnikova I.A. (2009). Quality, safety and methods of analysis of products from hydrobionts. Issue 3. // Guide to modern methods of research of seaweed, herbs and products of their processing. – М.: Publishing house VNIRO. 108 p. (In Russ).
14. Podkorytova A.V., Roshchina A.N. (2021). Marine brown algae is a promising source of BAS for medical, pharmaceutical and food applications // Proceedings of VNIRO. Vol. 186 No. 4 Pp. 156-172. (In Russ).
15. Rozhdestvensky D.A., Boki V.A. (2014). Clinical pharmacology of omega-3 polyunsaturated fatty acids // International reviews: clinical practice and health. №3 (9). (In Russ).
16. Fizer L, Fizer M. (1966). Organic chemistry. Advanced course. Volume II. // Translated from English. edited by Dr. N.S. Wolfson, Chemical Science City, Moscow: Chemistry. 786 p. (In Russ).
17. Khotimchenko S.V. Lipids of macrophyte algae and grasses. Structure, distribution, analysis. – Vladivostok: Dalnauka. 2003. 230 p.
18. Ethan M. Balk and Alice H. (2017). Liechtenstein omega-3 fatty acids and cardiovascular diseases: a review of the evidence of the Agency for Research and Quality of Healthcare in 2016 // Nutrients. 9. 865. doi:10.3390/nu9080865.
19. Ohshima T. (1998). Obtaining and using nutraceutical products from marine resources // Food technologies. Volume 52. No. 6. Pp. 50-54.

REFERENCES AND SOURCES

1. Anshakova V.V. (2013). Biotechnological mechanochemical processing of lichens of the genus *Cladonia* [Text]: monograph: textbook for students of higher educational institutions studying in the specialties 020201.65 – "Fundamental and applied Chemistry", 240100.62. "Chemical Technology", 020400. 62 – "Biology"; Russian Academy of Sciences. natural sciences. – Moscow: Akad. Natural sciences. 115 p. (In Russ).
2. Berezkina (Ershova) M.M., Khlebny E.S., Maltugueva M.H. (2017). Features of the fatty acid composition of the subcutaneous fat of the ringed seal (*Akiba*), mined in Yakutia. // Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University. No. 4 (127). Pp. 152-158. (In Russ).
3. Bodrov V.A. Grigoriev S.N., Tveryanovich V.A. (1958). Technique and technology of processing marine mammals (whales, dolphins and pinnipeds) – Moscow: Pishchepromizdat. 589 p. (In Russ).

Материал поступил в редакцию/ Received 08.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 02.11.2024