

Биологические ресурсы

УДК 619:579, 543.544.45

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-103-108>

Жирнокислотный состав подкожного жира нерпы кольчатой (*Phoca hispida*) и перспективы его применения

Е.С. Хлебный^{1,*}, Б.М. Кершенгольц¹, М.М. Березкина²

¹Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия

²Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Якутск, Россия

*chicloon@gmail.com

Аннотация. Приведены результаты лабораторных исследований жирнокислотного состава подкожного жира нерпы кольчатой (*Phoca hispida*), добытого в арктических регионах Якутии. Идентификация и определение концентрации жирных кислот в пробах проводились с использованием метода газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором. Метилловые эфиры жирных кислот получали методом кислотного гидролиза серной кислотой в метаноле. Проведено сравнение подкожного жира двух видов нерп (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel* и *Phoca hispida*) и рыбьего жира, как источников омега-3 полиненасыщенных жирных кислот. В жировой ткани нерпы кольчатой (*Phoca hispida*) содержится до 40 % полиненасыщенных жирных кислот от общего числа жирных кислот в жировой ткани, что на 25 % больше, чем в жировой ткани байкальской нерпы (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*), и на 56 % больше, чем в рыбьем жире. Полученные в работе данные указывают на уникальность жира кольчатой нерпы как сырья для создания препаратов, направленных на лечение и профилактику заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: *Phoca hispida*, *Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*, жирные кислоты, рыбий жир, газожидкостная хроматография.

Благодарности. Работа выполнена в рамках проекта VI.62.1.8 «Разработка биопрепаратов из тканей растений и животных Якутии на основе изучения особенностей их биохимического состава и механизмов адаптации к условиям Севера» (0376-2018-0005; рег. номер. АААА-А17-117020110055-3).

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-103-108>

The fatty acid composition of subcutaneous ringed seal fat (*Phoca hispida*) and the prospects for its use

E.S. Khlebnyy¹, B.M. Kershengolts¹, M.M. Berezkina²

¹Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia

²Yakutsk State Agricultural Academy, Yakutsk, Russia

*chicloon@gmail.com

Abstract. The article presents the results of laboratory studies of the fatty acid composition of the subcutaneous fat of ringed seal (*Phoca hispida*), harvested in the Arctic regions of Yakutia. Identification and determination of the concentration of fatty acids in the samples was carried out using the method of gas-liquid chromatography with a mass spectrometric detector; methyl esters of fatty acids were obtained by acid hydrolysis with sulfuric acid in methanol. A comparison of the subcutaneous fat of two types of seals (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel* and *Phoca hispida*) and fish oil, as sources of omega-3 polyunsaturated fatty acids. The adipose tissue of the ringed seal (*Phoca hispida*) contains up to 40 % of the polyunsaturated fatty acids of the total number of fatty acids in the fatty tissue, which is 25 % more than that of the Baikal seal (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*), and 56 % more than in fish oil. The data obtained in this work indicate the uniqueness of the fat of the ringed seal as a raw material for the creation of drugs aimed at the treatment and prevention of diseases of the cardiovascular system.

Key words: *Phoca hispida*, *Phoca (PUSA)*, *Sibirica Gmel*, fatty acids, fish oil, gas-liquid chromatography.

Acknowledgments. The work was carried out as part of project VI.62.1.8 «Development of biological products from the tissues of plants and animals of Yakutia based on studying the characteristics of their biochemical composition and mechanisms of adaptation to the conditions of the North» (0376-2018-0005; reg. No AAAA-A17-117020110055-3).

Введение

Известно, что незаменимые для человека (не синтезируются в организме и поступают только с пищей) омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты (омега-3 ПНЖК) обладают высокой эффективностью в отношении профилактики и лечения атеросклероза и заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС), развивающихся на его основе [1–3].

Известен ряд механизмов влияния омега-3 ПНЖК на течение атеросклероза и, следовательно, на риск заболеваний ССС. Они нормализуют липидный спектр крови – происходит снижение уровня триацилглицеридов (ТАГ) крови на 21–79 %, общего холестерина (ОХ) – на 34–65 %, значительно снижается уровень липопротеидов очень низкой плотности (ЛПОНП), повышается уровень холестерина липопротеидов высокой плотности (ХС ЛПВП) до 18 %. Соответственно, коэффициент атерогенности уменьшается в 2,5–5,5 раз [4]. Уменьшение уровня ТАГ и ЛПОНП в плазме крови происходит за счет снижения под воздействием омега-3 ПНЖК синтеза ТАГ и аполипопротеина в печени, интенсификации удаления из кровотока ЛПОНП как печенью, так и периферическими тканями, и увеличения экскреции желчных кислот – продуктов катаболизма ХС с кишечным содержанием [5]. Омега-3 ПНЖК ингибируют рост атеросклеротической бляшки, замедляя прогрессирование коронарного атеросклероза [6–8]. В свете современных представлений о роли воспаления в атерогенезе важными являются противовоспалительные свойства омега-3 ПНЖК, заключающиеся в способности снижать продукцию противовоспалительных цитокинов (в частности, интерлейкина 1 и фактора некроза опухоли «а» [7]). Таким образом, запускаются молекулярные механизмы стабилизации атеросклеротической бляшки.

Омега-3 ПНЖК являются предшественниками преимущественно эйкозаноидов и других биологически активных веществ с противовоспалительными свойствами, также они подавляют образование лейкотриена В₄, являющегося сильной хемотаксической и хемокинетической субстанцией нейтрофилов. При достаточном поступлении омега-3 ПНЖК в организм происходит удлинение времени свертывания крови, уменьшение агрегационной способности тромбоцитов за счет конкурентного вытеснения из клеточных мембран арахидоновой кислоты – основного субстрата синтеза простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов, а

значит, снижения уровня тромбоксана А₂, мощного вазоконстриктора и индуктора агрегации тромбоцитов. Происходит также уменьшение вязкости цельной крови, повышение текучести оболочки и самих эритроцитов, усиление фибринолиза вследствие увеличения уровня тканевого активатора плазминогена и уменьшения активности его ингибитора, снижение уровня таких протромбогенных компонентов плазмы, как фибриноген, фактор VIII, фактор Виллебранда. Под действием омега-3 ПНЖК происходит снижение экспрессии адгезивных молекул на поверхности эндотелия и их содержания в циркулирующей плазме, что также уменьшает активацию тромбоцитов и блокирует замкнутый каскад реакций, приводящих к тромботическим осложнениям. Они восстанавливают также нарушенную сосудодвигательную функцию эндотелия за счет стимуляции выработки эндотелий-зависимого фактора релаксации, снижают вазоспастический ответ на действие катехоламинов и, возможно, ангиотензина [1].

Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты не содержатся в значительных количествах ни в животных жирах, ни в растительных маслах [9,10], в значительном количестве они содержатся только в жирах рыб, морских беспозвоночных и морских млекопитающих [11].

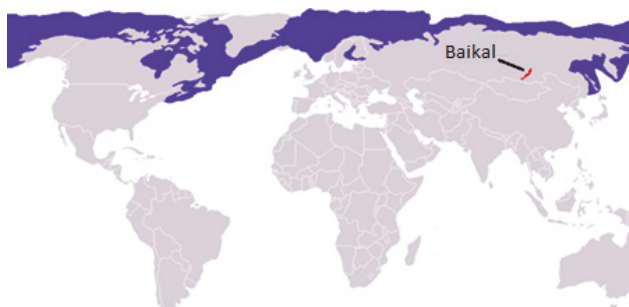
Известным источником омега-3 ПНЖК является рыбий жир, особенно жир рыб северных морей – до 15 мас.% от общего содержания жирных кислот (ЖК) [12]. Вместе с тем жир нерпы байкальской (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*) содержит в 1,4 раза больше омега-3 ПНЖК, чем жир рыб северных морей, при том, что жировая ткань составляет до 60 % от массы этого пресноводного тюленя [13–15]. Жир нерпы кольчатой (*Phoca hispida*), несмотря на намного большую распространённость (рисунок), в отличие от байкальской мало изучен и практически не используется.

Цель данного исследования – изучение жирнокислотного состава подкожного жира нерпы кольчатой (*Phoca hispida*), добытого на территории Якутии.

Материалы и методы

Материалом данного исследования явились туши нерпы кольчатой, добытой на территории Булунского улуса Республики Саха (Якутия), в количестве 5 штук самцов и 4 штук самочек.

Для исследований был использован растопленный жир акибы. В промышленности существуют



Ареал нерпы байкальской (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*) – о. Байкал и нерпы кольчатой (*Phoca hispida*)

Area of Baikal seal (*Phoca (PUSA) Sibirica Gmel*) – Baikal lake and ringed seal (*Phoca hispida*)

несколько способов вытопки жира животных, которые подробно описаны в ГОСТ 25292-82 «Жиры животные топленые пищевые. Технические условия» [16]. Вытопленный жир был очищен от остатков твердого жира и шкварок путем процеживания через фильтровальную бумагу.

Определение жирнокислотного состава жира нерпы. Идентификацию и определение концентрации жирных кислот (ЖК) в образцах жира кольчатой нерпы проводили методом газожидкостной хроматографии [17–19]. Для получения метиловых эфиров ЖК использовали метод кислотного гидролиза, 10 мкл жира нерпы помещали в герметичные контейнеры, добавляли 1 мл 2,5 % метанольного раствора H_2SO_4 и помещали на 1 ч в термошейкер при 80 °С и 1000 об./мин. После охлаждения до комнатной температуры (20 °С) к полученному раствору добавляли 1 мл 0,9 % раствора NaCl. Далее метиловые эфиры жирных кислот экстрагировали 0,5 мл гексана. Полученную смесь помещали в шейкер на 1 мин, затем центрифугировали 1 мин при 6,5 г. Метиловые эфиры жирных кислот отбирали декантацией из супернатанта. Для анализа отбирали 200 мкл.

Гексановый экстракт эфиров ЖК помещали в автосамплер хроматографа «МАЭСТРО» 7820/5975, построенного на базе газового хроматографа Agilent 7820 и масс-спектрометрического детектора 5975 того же производителя. Для разделения использовали капиллярную колонку HP-INNOWax (30 м, 0,25 мм, 0,25 мкм), скорость газа-носителя (гелий) 2 мл/мин. Для ввода пробы объемом 10 мкл применяли лайнер без деления потока, температура инжектора 270 °С. Температурная программа разделения: 40 °С (5 мин); 250 °С (4 °С/мин, 5 мин). Температура линии, соединяющей хроматограф и масс-спектрометр, – 270 °С, температура источника ионов – 230 °С, температура детектора – 150 °С. Регистрацию осуществляли по полному ионному току (режим SCAN).

Идентификацию метиловых эфиров ЖК прово-

дили с использованием набора стандартов метиловых эфиров ЖК фирмы «Supelco». 37-Component FAME Mix (кат. номер 18919-1MP) и с применением базы данных NIST. Концентрацию метиловых эфиров ЖК определяли по площадям хроматографических пиков соответствующих соединений по методу внутренней нормализации [20, 21]. Общую площадь пиков метиловых эфиров ЖК принимали за 100 % и вычисляли процентную концентрацию отдельных жирных кислот по отношению к их общему содержанию.

Все аналитические измерения выполнены в трех повторностях. Результаты экспериментов представлены в виде средней арифметической величины и ее стандартного отклонения. Расчет проводился с помощью пакета StatPlus от компании AnalystSoft. StatPlus – программа статистического анализа, v.2007.

Результаты и обсуждение

Жирнокислотный состав вытопленного жира кольчатой нерпы, очищенного от остатков твердого жира (сосудистой и соединительной ткани) фильтрацией, в сравнении с рыбьим жиром и жиром байкальской нерпы отражен в таблице.

Из представленных данных видно, что содержание мононенасыщенных жирных кислот в подкожном жире изученных видов нерп и рыбьем жире находится на одном уровне, разница между ними составляет не более 4 %. Доля не мононенасыщенных жирных кислот в жире кольчатой нерпы значительно меньше (в среднем на 20,8 % ниже, чем в остальных изученных жирах), такое низкое содержание мононенасыщенных жирных кислот в жире данного вида нерп компенсируется более высоким содержанием ПНЖК, по суммарному содержанию полиненасыщенных жирных кислот жир нерпы кольчатой превышает жир байкальской нерпы на 25 %, а по содержанию отдельных ПНЖК – до 1,8 раз [22 – 23].

Такая большая разница в содержании ПНЖК в разных видах нерп может быть объяснена различными условиями обитания этих видов. Ареал кольчатой нерпы находится значительно севернее ареала байкальской нерпы – в зоне Арктики и Субарктики, при этом кольчатая нерпа, в отличие от байкальской, совершает длительные миграции на север, что также отражается на разнице в биохимическом составе их тканей.

Выводы

В жировой ткани нерпы кольчатой (*Phoca hispida*) содержится 40,2±0,8 % полиненасыщенных жирных кислот, в том числе 30,8±0,7 % омега-3 полиненасыщенных жирных кислот, которые обладают антиатерогенным действием. Помимо этого, содержащиеся в жире кольчатой ПНЖК уча-

Жирнокислотный состав рыбьего жира, жира байкальской и кольчатой нерпы

Fatty acid composition of fish oil, Baikal and ringed seals fat

№	Кислота	Содержание, % от общего количества ЖК		
		рыбий жир [22]*	жир байкальской нерпы [23]*	жир кольчатой нерпы
1	Насыщенная жирная	22,6±0,6	18,9±0,7	27,7±0,6
2	Мононенасыщенная жирная	54,9± 0,7	50,9±0,7	32,1±0,6
3	Полиненасыщенная жирная	22,5±0,6	30,2±0,5	40,2±0,8
3.1	Омега-3 ПНЖК	14,6±0,6	20,4±0,6	30,8±0,7
3.1.1	α-линоленовая	0,9±0,1	2,6±0,1	4,3±0,1
3.1.2	Эйкозатетраеновая	0,7±0,1	1,3±0,1	2,1±0,1
3.1.3	Эйкозапентаеновая	5,2±0,3	4,9±0,2	9,2±0,2
3.1.4	Докозапентаеновая	0,9±0,1	3,3±0,2	5,5±0,1
3.1.5	Докозагексаеновая	6,9±0,4	8,3±0,2	9,7±0,2

*Представлены пересчитанные данные из литературных источников.

ствуют в регуляции обмена вещества в организме человека, работе желудочно-кишечного тракта и мозговой деятельности.

Наличие в составе жира нерпы кольчатой столь ценных полиненасыщенных жирных кислот и большая распространенность данного животного делают жир кольчатой нерпы уникальным сырьем для создания биологически активных добавок к пище или же служат сырьем в фармацевтической промышленности для создания препаратов, направленных на лечение и профилактику заболеваний, связанных с нарушением работы сердечно-сосудистой системы, прежде всего атеросклероза.

Литература

1. Васильева А.Д. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в профилактике и лечении атеросклероза // Российский медицинский журнал. 2007. №9. С. 752–757.
2. Marguerite M. Engler . Role of Dietary Omega-3 Fatty Acids in Hypertension // Annals of Nursing and Practice 4(1): 1077 (2017). P. 1–9. doi: 10.3390/nu6104058.
3. Ethan M. Balk and Alice H. Lichtenstein. Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Summary of the 2016 Agency of Healthcare Research and Quality Evidence Review // Nutrients. 2017. 9. 865. doi: 10.3390/nu9080865.
4. Аронов Д.М. Сердечно-сосудистая система и омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты

// Русский медицинский журнал. 2006. Т. 14, № 4. С. 192–197.

5. Hu F.B., Bronner L., Willett W.C., et al. Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. JAMA. 2002. 287. P. 1815–1821.

6. M. James, R. Gibson, L. Cleland. Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production, The American Journal of Clinical Nutrition, 2000, V. 71. P. 343–348.

7. Magnus Bäck. Omega-3 fatty acids in atherosclerosis and coronary artery disease // Future Sci OA. 2017 Nov; 3(4). doi: 10.4155/fsoa-2017-0067.

8. Chuchun L. Chang and Richard J. Deckelbaum. Omega-3 fatty acids: mechanisms underlying “protective effects” in atherosclerosis // Curr Opin Lipidol. 2013 Aug; 24(4): 345–350. doi: 10.1097/MOL.0b013e3283616364.

9. Wilfried Le Goff. A new piece in the puzzling effect of n-3 fatty acids on atherosclerosis? // Atherosclerosis. 2014. Vol. 235, issue 2, P.358–362. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.03.038.

10. National Heart Foundation of Australia, 2015 ABN 98 008 419 761 Canadian Nutrient File, 2015.

11. Isolation of lipid classes from nutritional marine oils: improved extraction strategy and discrimination studies based on the positional distribution of omega-3 polyunsaturated fatty acids on triacylglycerol structures using liquid chromatography tandem mass spectrometry and principal component analysis. Ephrem Tilahun Woldemariam. Master degree thesis for the European

Master in Quality in Analytical Laboratory, Bergen, Norway, March 2014.

12. *Ржавская Ф.М.* Жиры рыб и морских млекопитающих М.: Пищевая промышленность, 1976. 473 с.

13. *Раднаева Л.Д., Пестерева О.В., Чиркина Т.Ф., Аверина Е.С., Бодоев Н.В.* Исследование химического состава жира байкальской нерпы // Химия в интересах устойчивого развития. 1999. № 7. С. 713–717.

14. *Аверина Е.С.* Исследование жирнокислотного состава жира байкальской нерпы *Phoca (PUSA) Sibirica Gmel* и разработка новых путей его применения: Дис. ... к. х. н. Улан-Удэ, 2003. 149 с.

15. *Грахл-Нилсен О., Бодоев Н. В., Аверина Е.С., Раднаева Л.Д., Пронин Н. М.* Сравнительный анализ состава жиров байкальской нерпы (*Phoca Sibirica*) и морских тюленей (*Phoca hispida*) // Материалы Второго Международного симпозиума «Экологически эквивалентные и экзотические виды гидробионтов в великих и больших озерах мира». Улан-Удэ, 2002. С. 35–38.

16. *ГОСТ 25292-82* «Жиры животные топлёные пищевые. Технические условия».

17. *Rahmat Ullah, Brett Murphy, Brian Dorich, Bruce Richter, Kannan Srinivasan.* Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction // *J. Agric. Food Chem.* 2011. 59. P. 2169–2174. doi: 10.1021/jf104001d.

18. *Wang Jun, Wu Weiwei, Wang Xudong, Wang Min, Wu Fuan.* An effective GC method for the determination of the fatty acid composition in silkworm pupae oil using a two-step methylation process // *Journal of the Serbian Chemical Society.* 2015. V. 80, №1. P. 9–20(12). doi: 10.2298/JSC140401073W.

19. *Mohamed A. Zayed, Mamoun S. M. Abd El-Kareem, N. H. S. Zaky,* Gas Chromatography-Mass Spectrometry Studies of Waste Vegetable Mixed and Pure Used Oils and Its Biodiesel Products // *J. Pharm. Appl. Chem. Journal of Pharmaceutical and Applied Chemistry.* 2017. 3, №2, P.109–116. doi:10.18576/jpac/030204.

20. *Шановалова Е.Н., Пурогов А.В.* Хроматографические методы анализа. М., 2007. 109 с.

21. *Mingjie Chen, R Shyama Prasad Rao, Yiming Zhang, Cathy Xiaoyan Zhong, and Jay J Thelen.* A modified data normalization method for GC-MS-based metabolomics to minimize batch variation // *Springerplus.* 2014. doi: 10.1186/2193-1801-3-439.

22. *Аверина Е.С., Пинтаева Е.Ц., Раднаева Л.Д.* Жирнокислотный состав подкожного жира байкальской нерпы разного возраста // Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2009. №3. С. 61–66.

23. *USDA SR-23* USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2016.

References

1. *Vasil'eva A.D.* Omega-3 polinenasyschennye zhirnye kisloty v profilaktike i lechenii aterosklero-

za // *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal.* 2007. №9. S. 752–757.

2. *Marguerite M. Engler.* Role of Dietary Omega-3 Fatty Acids in Hypertension // *Annals of Nursing and Practice* 4(1): 1077 (2017). P. 1–9. doi: 10.3390/nu6104058.

3. *Ethan M. Balk and Alice H. Lichtenstein.* Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Summary of the 2016 Agency of Healthcare Research and Quality Evidence Review // *Nutrients.* 2017. 9. 865. doi: 10.3390/nu9080865.

4. *Aronov D.M.* Serdechno-sosudistaya sistema i omega-3 polinenasyschennye zhirnye kisloty // *Russkiy meditsinskiy zhurnal.* 2006. T. 14, № 4. S. 192–197.

5. *Hu F.B., Bronner L., Willett W.C., et al.* Fish and omega-3 fatty acid intake and risk of coronary heart disease in women. *JAMA.* 2002. 287. 1815–1821.

6. *M. James, R. Gibson, L. Cleland.* Dietary polyunsaturated fatty acids and inflammatory mediator production, *The American Journal of Clinical Nutrition,* 2000, V. 71, P. 343–348.

7. *Magnus Bäck.* Omega-3 fatty acids in atherosclerosis and coronary artery disease // *Future Sci OA.* 2017 Nov; 3(4). doi: 10.4155/fsoa-2017-0067.

8. *Chuchun L. Chang and Richard J. Deckelbaum.* Omega-3 fatty acids: mechanisms underlying “protective effects” in atherosclerosis // *Curr Opin Lipidol.* 2013 Aug; 24(4): 345–350. doi: 10.1097/MOL.0b013e3283616364.

9. *Wilfried Le Goff.* A new piece in the puzzling effect of n-3 fatty acids on atherosclerosis? // *Atherosclerosis.* 2014. Vol. 235, issue 2. P.358–362. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2014.03.038.

10. *National Heart Foundation of Australia,* 2015 ABN 98 008 419 761 Canadian Nutrient File, 2015.

11. *Isolation of lipid classes from nutritional marine oils: improved extraction strategy and discrimination studies based on the positional distribution of omega-3 polyunsaturated fatty acids on triacylglycerol structures using liquid chromatography tandem mass spectrometry and principal component analysis.* Ephrem Tilahun Woldemariam. Master degree thesis for the European Master in Quality in Analytical Laboratory, Bergen, Norway March 2014.

12. *Rzhavskaya F.M.* Zhiry ryb i morskikh mlekopitayushchikh. М.: Pishchevaya promyshlennost', 1976. 473 s.

13. *Radnaeva L.D., Pestereva O.V., Chirkina T.F., Aверина Е.С., Бодоев Н.В.* Issledovanie khimicheskogo sostava zhira baykal'skoy nerpy // *Khimiya v interesakh ustoychivogo razvitiya.* 1999. № 7. S. 713–717.

14. *Averina E.S.* Issledovanie zhirnokislotnogo sostava zhira baykal'skoy nerpy *Phoca (PUSA) Sibirica Gmel* i razrabotka novykh putey ego primeneniya: Dis. ... k. kh. n. Ulan-Ude, 2003. 149 s.

15. *Grakhl-Nilsen O., Bodoev N. V., Aверина Е.С., Radnaeva L.D., Pronin N. M.* Sravnitel'nyy analiz

sostava zhirov baykal'skoy nerpy (*Phoca Sibirica*) i morskikh tyulenyey (*Phoca hispida*) // Materialy Vtorogo Mezhdunarodnogo simpoziuma «Ekologicheski ekvivalentnye i ekzoticheskie vidy gidrobiontov v velikikh i bol'shikh ozerakh mira». Ulan-Ude, 2002. S. 35–38.

16. GOST 25292-82 «Zhiry zhivotnye toplenye pishchevye. Tekhnicheskie usloviya»

17. Rahmat Ullah, Brett Murphy, Brian Dorich, Bruce Richter, Kannan Srinivasan. Fat extraction from acid- and base-hydrolyzed food samples using accelerated solvent extraction // J. Agric. Food Chem. 2011. 59. P. 2169–2174. doi: 10.1021/jf104001d.

18. Wang Jun, Wu Weiwei, Wang Xudong, Wang Min, Wu Fuan. An effective GC method for the determination of the fatty acid composition in silkworm pupae oil using a two-step methylation process // Journal of the Serbian Chemical Society. 2015. V. 80, №1. P. 9–20(12). doi: 10.2298/JSC140401073W.

19. Mohamed A. Zayed, Mamoun S. M. Abd El-Ka-

reem, N. H. S. Zaky, Gas Chromatography-Mass Spectrometry Studies of Waste Vegetable Mixed and Pure Used Oils and Its Biodiesel Products // J. Pharm. Appl. Chem. Journal of Pharmaceutical and Applied Chemistry. 2017. 3, №2, R. 109–116. doi:10.18576/jpac/030204.

20. Shapovalova E.N., Pirogov A.V. Khromatograficheskie metody analiza. M., 2007. 109 s.

21. Mingjie Chen, R Shyama Prasad Rao, Yiming Zhang, Cathy Xiaoyan Zhong, and Jay J Thelen. A modified data normalization method for GC-MS-based metabolomics to minimize batch variation // Springerplus. 2014. doi: 10.1186/2193-1801-3-439.

22. Averina E.S., Pintaeva E.Ts., Radnaeva L.D. Zhirnokislotsnyy sostav podkozhnogo zhira baykal'skoy nerpy raznogo vozrasta // Vestnik Buryatskogo gosudarstvennogo universiteta. Khimiya. Fizika. 2009. №3 S. 61–66.

23. USDA SR-23 USDA National Nutrient Database for Standard Reference, 2016.

Поступила в редакцию 16.01.2019

Принята к публикации 19.02.2019

Об авторах

ХЛЕБНЫЙ Ефим Сергеевич, кандидат биологических наук, и.о. зав. лаборатории, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41, <https://orcid.org/0000-0003-1119-7235>, chicloon@gmail.com;

КЕРШЕНГОЛЬЦ Борис Морисеевич, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Россия, 677980, г. Якутск, пр. Ленина, 41,

<https://orcid.org/0000-0001-8823-3981>, kerschen@mail.ru;

БЕРЕЗКИНА Марианна Михайловна, ассистент, Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Россия, 677007, г. Якутск, ул. Красильникова, 15, ershova678@mail.ru.

About the authors

KHLEBNYY Efim Sergeevich, Candidate of Biological Sciences, Acting Head of Laboratory, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, pr. Lenina, Yakutsk, 677980, Russia, <https://orcid.org/0000-0003-1119-7235>, chicloon@gmail.com;

KERSHENGOLTS Boris Moiseevich, Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41, pr. Lenina, Yakutsk, 677980, Russia, <https://orcid.org/0000-0001-8823-3981>, kerschen@mail.ru;

BEREZKINA Marianna Mikhailovna, Assistant, Yakutsk State Agricultural Academy, 15, Krasilnikova st., Yakutsk, 677007, Russia, ershova678@mail.ru.

Информация для цитирования:

Хлебный Е.С., Кершенгольц Б.М., Березкина М.М. Жирнокислотный состав подкожного жира нерпы кольчатой (*Phoca hispida*) и перспективы его применения // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2019. Т. 24, № 1. С. 103–108. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-103-108>.

Citation:

Khlebnyy E.S., Kershengolts B.M., Berezkina M.M. The fatty acid composition of subcutaneous ringed seal fat (*Phoca hispida*) and the prospects for its use // Arctic and Subarctic natural resources. 2019. V. 24, no. 1. P. 103–108. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2019-24-1-103-108>.