



Технология переработки водных биоресурсов

Пищевая ценность и диетическая значимость натуральных консервов из скумбрии японской

Л.В. Шульгина, К.Г. Павель, Е.А. Солодова, Е.В. Якуш

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), пер. Шевченко, 4, г. Владивосток, 690091

E-mail: lvshulgina@mail.ru

Цель работы: оценить натуральные консервы из скумбрии японской как специализированные продукты для диетического питания на основе показателей пищевой и биологической ценности, а также пищевых индексов качества липидов.

Методы: были исследованы пищевая (химический состав) и биологическая ценность консервов из скумбрии японской, состав липидов и жирных кислот, на основе которых рассчитаны липидные индексы атерогенности, тромбогенности и гипохолестеринемический коэффициент, характеризующие диетические свойства консервов из скумбрии японской.

Результаты: установлено, что процесс высокотемпературного консервирования скумбрии японской не вызывает значительных изменений нутриентного состава продукта. Консервы из скумбрии японской характеризуются высоким содержанием фосфолипидов ($7,80 \pm 1,1$ от общей суммы липидов или $1,41 \pm 0,3$ г в 100 г продукта) и ПНЖК семейства омега-3 ($32,26\%$ от числа жирных кислот). Индекс атерогенности липидного профиля консервов составил $0,57$, тромбогенности – $0,16$, и гипохолестеринемический коэффициент – $2,80$.

Заключение. Консервы из скумбрии японской характеризуются высокой пищевой и биологической ценностью, являются богатым источником эссенциальных липидов. Липидные индексы консервов из скумбрии японской характеризуют положительное воздействие продукта на липидный обмен у человека при развитии заболеваний сердечно-сосудистой системы.

Новизна работы: на основе методологического подхода к оценке липидного профиля консервов из скумбрии японской показано возможное положительное действие продукта на холестериновый обмен и скорость тромбообразования в кровеносных сосудах человека.

Практическая значимость: натуральные консервы из скумбрии японской могут быть рекомендованы для включения в рацион отдельных групп населения как специализированные продукты для диетического профилактического и лечебного питания.

Ключевые слова: скумбрия японская, консервы, пищевая и биологическая ценность, липидные индексы.

Nutritional value and dietary significance of natural canned Japanese mackerel

Liliya V. Shulgina, Konstantin G. Pavel, Elena A. Solodova, Evgeniy V. Yakush

Pacific branch of VNIRO («ТИНРО»), 4, per. Shevchenko, Vladivostok, 690091, Russia

The aim: evaluate natural canned Japanese mackerel as specialized products for dietary nutrition based on indicators of nutritional and biological value, as well as lipid health indices.

The methods: The nutritional (chemical composition) and biological value of canned Japanese mackerel, the composition of lipids and fatty acids were studied, on the basis of which lipid indices of atherogenicity, thrombogenicity and hypocholesterolemic coefficient were calculated, characterizing the dietary properties of canned Japanese mackerel.

The results: It has been established that the process of high-temperature preservation of Japanese mackerel does not cause significant changes in the nutrient composition of the product. Canned Japanese mackerel is characterized by a high content of phospholipids (7.80 ± 1.1 of the total lipids or 1.41 ± 0.3 g per 100 g of the product) and PUFAs of the omega-3 family (32.26% of the number of fatty acids). The index of atherogenicity of the lipid profile of canned food was 0.57 , thrombogenicity – 0.16 , and hypocholesterolemic coefficient – 2.80 .

Conclusions: Canned Japanese mackerel are characterized by high nutritional and biological value and are a rich source of essential lipids. The lipid indices of canned Japanese mackerel characterize the potential for the product to normalize lipid metabolism in humans and reduce the risk of developing diseases of the cardiovascular system.

The newness: Based on a new methodological approach to assessing the lipid profile of canned Japanese mackerel, a possible positive effect of the product on cholesterol metabolism and the rate of thrombus formation in human blood vessels was shown.

The practical significance: Natural canned food from Japanese mackerel can be recommended for inclusion in the diet of certain population groups as specialized products for dietary preventive nutrition.

Keywords: Japanese mackerel, canned food, nutritional and biological value, lipid indices.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из основных причин роста и развития неинфекционных хронических заболеваний (атеросклероза, артериальной гипертензии, сахарного диабета, онкологической патологии и др.), снижающих физиологическую активность организма человека и сокращающих продолжительность жизни являются дефициты макро- и микронутриентов [Сергеев и др., 2016; Тутельян и др., 2002; Челнакова, Позняковский, 2015]. Важную роль в профилактике и лечении различных заболеваний играют эссенциальные липиды, а именно полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) семейства омега-3 и фосфолипиды [Плотникова и др., 2018; Mori, 2017; Mocellin et al., 2018].

Богатым источником биологически значимых ПНЖК являются жирные виды рыб, из которых осуществляют выпуск массовой продукции, в том числе консервов [Шульгина и др., 2017; Shulgina et al., 2020]. Скумбрия японская *Scomber japonicus* (Houttuyn, 1782) является одним из таких видов рыб дальневосточного бассейна, содержание жира в которой в зависимости от возраста и размера может достигать 23,0% и более, а доля ПНЖК в липидах мышечной ткани скумбрии составляет около 36,0% от общей суммы жирных кислот [Шульгина и др., 2019].

Допустимый объем изъятия скумбрии японской в последние годы составляет около 130,0 тыс. т [Состояние..., 2021]. Выловленная скумбрия японская направляется в мороженом виде на производство консервов, пресервов, копченых, вяленых и кулинарных продуктов. Следует отметить, что консервирование рыбы по сравнению с некоторыми другими видами обработки имеет ряд преимуществ. Консервы традиционно стерилизуют в закрытых банках или пакетах под вакуумом при температуре 115–120 °С, что значительно ниже температуры кулинарной обработки (160–240 °С). В консервах в герметично закрытой банке в отсутствие кислорода при стерилизации не происходит окислительных и гидролитических процессов, исключается накопление продуктов перекисного окисления липидов, а также потеря питательных веществ [Давлетшина и др., 2019]. Инактивация микроорганизмов и ферментов при стерилизации позволяет хранить рыбные консервы длительное время (до 3 лет) в нерегулируемых температурных условиях без изменения качества. Кулинарная же обработка любой рыбы (например, обжаривание, варка, запекание и др.) осуществляется при более высокой температуре в присутствии кислорода, что влияет на состав липидов в результате их гидролиза и окисления. В рыбных пресервах при хранении также происходят

гидролитические и окислительные процессы, снижающие качество продукции и ограничивающие сроки годности.

Считается, что при добавлении рыбных продуктов или рыбного жира в рацион питания лицам из группы риска или больным с сердечно-сосудистыми и другими неинфекционными заболеваниями проявляется их защитное действие на организм человека [Васильев, Стрельцова, 2017; Кулина и др., 2012; Плотникова, Сухих, 2016; Пристром и др., 2017; Kaizer et al., 1989; Sampath, Ntambi, 2005]. Однако обзоры результатов рандомизированных исследований по оценке эффективности применения рыбы и ПНЖК для профилактики осложнений этих заболеваний показали отсутствие положительного эффекта [O. van de Rest et al., 2008; Pradalier et al., 2001; Toft et al., 2000]. В этой связи использование рыбного жира и рыбных продуктов в питании, следует рассматривать как приблизительную оценку диетического воздействия рациона. По-видимому, прогнозирование положительного эффекта потребляемых жиров на здоровье человека во многом зависит от их качества. Кроме того, известно, что содержание и соотношение жирных кислот в липидах разных видов рыб сильно варьирует [Soriquer et al., 1997; Gogus, Smith, 2010].

Для оценки диетической значимости пищевых продуктов с учётом профиля жирных кислот ряд исследователей обосновали, разработали и предложили специальные индексы качества липидов, или, как их часто указывают в научной литературе – липидные индексы здоровья («health lipid indices») [Ulbricht, Southgate, 1991; Calabrò et al., 2015; Garaffo et al., 2011; Ghaeni et al., 2013; Chen, Liu, 2020; Gómez-Limia et al., 2020; Fernandes et al., 2014], при использовании которых можно определить потенциальный положительный эффект продукта в рационе питания при риске и развитии заболеваний. Так, индекс атерогенности (*IA*) показывает в липидном профиле продукта взаимосвязь между общим количеством основных насыщенных жиров (проатерогенных, обеспечивающих адгезию липидов к клеткам иммунной и кровеносной систем), и общим количеством основных ненасыщенных жиров (антиатерогенных, подавляющих образование бляшек и снижающих уровень этерифицированных жирных кислот и холестерина). Низкое значение индекса *IA* показывает высокую ценность липидного компонента продукта и его способность снижать риск развития микро- и макрокоронарных патологий. Индекс тромбогенности (*IT*) характеризует способность жирных кислот продукта влиять на процесс свёртываемости крови у человека. Протромбогенными являются насыщенные жирные кислоты (C12:0,

C14:0 и C16:0), а антитромбогенными – мононенасыщенные и ПНЖК семейств ω -3 и ω -6. Более низкое значение индекса *IT* указывает на участие липидов продукта в снижении скорости тромбообразования в сосудах. Для оценки влияния продукта на общий уровень холестерина в крови человека рекомендован показатель *h/H*, представляющий отношение гипохолестеринемических и гиперхолестеринемических жирных кислот. Повышенное значение его характеризует высокую ценность липидов продукта и способность их снизить риск развития нарушений липидного обмена и сердечно-сосудистых заболеваний.

Исследований по изучению липидных индексов для оценки диетической значимости натуральных консервов из жирных рыб дальневосточного региона, в том числе из скумбрии японской, не проводилось.

Целью настоящей работы являлась оценка натуральных консервов из скумбрии японской как специализированных продуктов для диетического питания на основе показателей пищевой и биологической ценности, а также липидных индексов здоровья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для выполнения работы были использованы образцы неразделанной мороженой скумбрии японской производственной выработки, из которой были изготовлены натуральные консервы. Скумбрия японская была выловлена в Южно-Курильской зоне в сентябре 2021 г и заморожена в блоках по 10,0 кг, срок её хранения до переработки на консервы составил 2 мес. при температуре минус 18°C. Длина особей скумбрии составляла 25,4±4,1 см, масса тела – 242,6±79,5 г.

Изготовление натуральных консервов проводили традиционным методом [Сборник..., 2012], включающим размораживание рыбы, разделку с удалением головы и внутренностей, мойку, порционирование на куски размером 4,0–4,3 см, укладку в банки № 6 поперечным срезом к донышку и крышке, добавление соли и пряностей, вакуумупоривание, мойку банок, стерилизацию, охлаждение. Масса нетто консервов в банке № 6 составляла 245 г. Образцы консервов содержали кусочки скумбрии японской (99,0%), хлорид натрия (1,0%) и душистый горошек. Стерилизацию консервов осуществляли паром в автоклаве АВ-2 при температуре 120°C, охлаждение – водой с противодавлением (0,20 МПа). Стерилизующий эффект составил 7,4 усл. мин., который обеспечивал промышленную стерильность консервов. Всего было изготовлено 48 банок консервов.

При выполнении работы для сравнения одновременно проводили аналитические определения показателей качества и липидного профиля готовых кон-

сервов из скумбрии японской и сырой рыбы (полуфабриката) перед фасованием в банки. Для обеспечения достоверности полученных данных определения проводились в 3-кратной повторности.

Подготовку проб к анализу и определение содержания воды, белков, жира и минеральных веществ осуществляли стандартными методами [ГОСТ 7636–85¹].

Аминокислотный состав белков определяли с использованием автоматического аминокислотного анализатора L-8800 (Hitachi, Япония). Подготовку проб для анализа аминокислотного состава белков осуществляли методом кислотного гидролиза 6 N соляной кислотой. Сбалансированность белков оценивалась по индексам незаменимых аминокислот, представляющим отношение фактического уровня их в белках продукта к рекомендованным в стандартном белке FAO/WHO [Dietary..., 2013].

Фракционный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии на аналитических пластинках «Sorbfil» («Сорбполимер», Россия) в системе растворителей гексан: диэтиловый эфир: уксусная кислота – 70:30:2 (по объёму) в качестве элюента. Для проявления хроматограмм применяли 10%-ный спиртовой раствор фосфорномолибденовой кислоты с последующим нагреванием пластинок при 110 °C. Идентификацию отдельных классов липидов проводили методом сравнения с нанесёнными на пластинку стандартными соединениями. Для количественного определения применяли программное обеспечение ImageJ (National Institute of Health, США, v.1.47) [Laggai et al., 2013; Schneider et al., 2012].

Для изучения состава жирных кислот общие липиды переводили в метиловые эфиры жирных кислот [Carreau, Dubacq, 1978], которые, после очистки препаративной тонкослойной хроматографией анализировали на хроматографе Shimadzu GC-14B (Япония) с использованием капиллярной колонки SupelcowaxTM 10 (30,0 м x 0,32 мм, толщина плёнки 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190 °C и температуре инжектора и детектора 240 °C. В качестве газоносителя использовали гелий, со скоростью потока 1 мл/мин. и делителем потока 1/60. Идентификацию жирных кислот проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи [Christie, 1988]. Содержание отдельных жирных кислот определяли по площадям пиков с помощью базы обработки данных Shimadzu Chromatopac C-R4A (Япония). Наименование

¹ ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Госстандарт. 87 с.

жирных кислот приводили в соответствии с Международной номенклатурой IUPAC [IUPAC–IUB..., 1978], а также в виде сокращённого названия с указанием семейства жирных кислот (омега).

Оценку диетической значимости липидов консервов определяли по специальным липидным индексам: атерогенности (*IA*), тромбогенности (*IT*) [Ulbricht, Southgate, 1991; Chen, Liu, 2020] и гипохолестеринемическому показателю (*h/H*) [Fernandes et al., 2014].

Для обеспечения достоверности полученных экспериментальных данных аналитические определения проводились в 3-кратной повторности с последующей обработкой полученных результатов. Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили общепринятыми математическими методами с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel» 2014. Результаты представлены в виде средних значений и соответствующих (\pm) стандартных отклонений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что процесс высокотемпературного консервирования скумбрии японской не вызывал существенных изменений её химического состава (табл. 1). Образцы консервов из скумбрии японской характеризовались высоким содержанием белков и жира.

Изучение аминокислотного состава показало (табл. 2), что белки содержат все незаменимые и заменимые аминокислоты. В белках сырой рыбы состав и содержание незаменимых аминокислот достоверно не различались от таковых в консервах.

Количество серосодержащих аминокислот (метионин+цистеин) и триптофана в 100 г белков сырой рыбы и консервов было несколько ниже, чем в шка-

ле эталонного белка, но значительно выше их минимального уровня, поддерживающего аминокислотную структуру белков в тканях (2,2 г/100 г метионина и 0,6 г триптофана в 100 г белков) [Dietary..., 2013]. Поэтому белки в консервах из скумбрии японской по аминокислотному составу являются сбалансированными и полноценными.

Липидный состав консервов из скумбрии японской отличался незначительно от такового сырой рыбы, кроме содержания фосфолипидов (табл. 3).

Основным классом липидов в сырой скумбрии японской и в консервах являлись триацилглицериды. Доля фосфолипидов в сырой рыбе составляла 9,8% от общей суммы липидов. В консервах содержание фосфолипидов составляло 7,8%, что ниже по сравнению с исходным их числом в сырой рыбе на 20,0%. Снижение количества фосфолипидов обусловлено разрушением их под действием высокой температуры при стерилизации скумбрии японской. Содержание их в 100 г консервов из скумбрии японской составляло $1,41 \pm 0,3$ г, что соответствует 20,0–28,0% суточной потребности в них организма человека. Ре-

Таблица 1. Химический состав сырой скумбрии японской и полученных из неё консервов

Table 1. Chemical composition of raw Japanese mackerel and canned food obtained from it

Вещества	Содержание в скумбрии японской, %	
	сырой	консервированной
Вода	61,9 \pm 3,5	62,6 \pm 4,1
Белок	18,4 \pm 1,0	18,0 \pm 1,6
Жир	18,5 \pm 4,8	18,1 \pm 3,5
Минеральные вещества	1,2 \pm 0,1	1,3 \pm 0,2

Таблица 2. Аминокислотный состав белков в консервах из скумбрии японской

Table 2. Amino acid composition of proteins in canned Japanese mackerel

аминокислота	Незаменимые		Заменимые	
	содержание, г/100 г белка		аминокислота	содержание в консервах, г/100 г белка
	эталонный белок [Dietary..., 2013]	в консервах		
Валин	4,9	5,3	Аланин	5,9
Лейцин	7,5	7,8	Аспарагиновая к-та	9,6
Изолейцин	3,5	4,7	Аргинин	6,5
Треанин	4,2	4,5	Гистидин	5,2
Метионин + цистеин	3,5	3,3	Глицин	4,7
Фенилаланин + тирозин	7,3	7,4	Глютаминовая к-та	13,8
Лизин	7,3	8,4	Пролин	7,3
Триптофан	1,2	1,0	Серин	4,2
Сумма незаменимых	39,4	42,4	Сумма заменимых	57,2

Таблица 3. Состав липидов в сырой скумбрии японской и в консервах из неё
 Table 3. Lipid composition in raw and canned Japanese mackerel

Класс липидов	Содержание в			
	сырой		консервах	
	% от суммы липидов	г/100 г	% от суммы липидов	г/100 г
Триацилглицериды	77,9±2,2	14,41±0,9	78,2±2,6	14,20±0,9
Свободные жирные кислоты	5,9±0,6	1,09±0,3	7,0±0,7	1,26±0,2
Стерины	2,3±0,4	0,42±0,12	3,1±0,2	0,56±0,08
Диацилглицериды	2,5±0,02	0,46±0,04	2,1±0,02	0,38±0,05
Эфиры стеринов	1,6±0,2	0,29±0,03	1,8±0,1	0,32±0,04
Полярные липиды (фосфолипиды)	9,8±1,4	1,81±0,3	7,8±1,1	1,41±0,3

комендуемая суточная норма потребления фосфолипидов для взрослого человека составляет 5–7 г.² Фосфолипиды являются наиболее ценной фракцией жиров, они обладают противовоспалительными, кардио- и гепатопротекторными и другими свойствами [Плотникова, Сухих, 2016; Lordan et al., 2018; Schverer et al., 2020], оказывают положительное влияние на липидный обмен в организме человека при риске заболеваний печени и сердечно-сосудистой системы, поэтому используются в лечебно-профилактических мероприятиях при этих патологиях [Кубекина и др., 2017].

Сравнительные данные по составу жирных кислот в липидах сырой скумбрии и в консервах из неё приведены в табл. 4. Как видно, процесс теплового консервирования не приводит к значительным изменениям жирно-кислотного состава рыбы.

Содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) в консервах из скумбрии японской составило 25,93% от общей суммы жирных кислот, что соответствует 4,7 г в 100 г продукта. В этой группе выявлено 11 индивидуальных жирных кислот, среди которых доминирует пальмитиновая кислота (16:0).

Доля мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) в липидах консервов из скумбрии составила 36,03% от общей суммы жирных кислот, что соответствует их содержанию в 100 г продукта в количестве 6,5 г. В этой группе наиболее высоким оказалось содержание (9,84%) олеиновой кислоты (18:1 ω-9). Известно, что эта жирная кислота способствует поддержанию нормального обмена веществ и энергии в организме человека [Титов и др., 2014].

² МР 2.3.1.0253–21. 2021. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации, утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, 12.07.2021 г. 72 с.

Наиболее многочисленной группой жирных кислот в липидах консервов из скумбрии японской явились ПНЖК (37,22% от общей суммы жирных кислот), среди которых выявлено 16 индивидуальных кислот. Основную долю ПНЖК представляли ω-3 жирные кислоты, их количество составило 32,26% от суммы всех жирных кислот, а в 100 г продукта содержалось 5,86 г. В этой группе преобладали докозагексаеновая кислота (ДГК, 22:6 ω-3), содержание которой достигло 11,13% от общего числа жирных кислот, и эйкозапентаеновая (ЭПК, 20:5 ω-3) – 8,95% соответственно.

Сумма этих жирных кислот (ДГК+ЭПК) является общепризнанным во всем мире самым важным показателем пищевой ценности липидов, влияющих на риск сердечно-сосудистых, воспалительных и других заболеваний [Rimm et al., 2018]. Величина суточного потребления жирных кислот семейства ω-3 (α-линоленовой, ЭПК и ДГК) для взрослого человека составляет 1–3 г.³ В консервах из скумбрии японской содержание α-линоленовой кислоты (18:3 ω-3) незначительно – не более 0,3 г/100 г продукта (соответствует 1,8% от суммы жирных кислот). Сумма (ДГК+ЭПК) составила 3,63 г в 100 г продукта, что позволяет полностью удовлетворить потребность здорового или больного человека в жирных кислотах семейства ω-3.

Содержание ПНЖК семейства ω-6 в липидах консервов из скумбрии составила всего 3,38% от общего числа жирных кислот, в 100 г продукта их содержалось 0,61 г.

Для определения диетических свойств жирных кислот в консервах из скумбрии японской дополнительно были определены специальные липидные индексы здоровья («health lipid indices»), рекомендованные для оценки качества пищевых жиров, прогнозирования функциональной направленности продук-

³ МР 2.3.1.1915–04. 2004. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. М.: Роспотребнадзор. 37 с.

Таблица 4. Состав жирных кислот в сырой скумбрии японской и в консервах из неё, в% от общей суммы жирных кислот
Table 4. Fatty acid composition in raw and canned Japanese mackerel, in% of total fatty acids

Систематическое наименование по номенклатуре IUPAC (IUPAC–IUB..., 1978)	Жирная кислота	Содержание в	
		сырой рыбе	консервах
тетрадекановая	14:0	6,04	6,72
13-метилтетрадекановая	i-15:0	0,33	0,32
пентадекановая	15:0	0,66	0,50
гексадекановая	16:0	14,37	14,14
15-метилгексадекановая	i-17:0	0,34	0,23
14-метилгексадекановая	ai-17:0	0,17	0,14
гептадекановая	17:0	0,58	0,43
16-метилгептадекановая	i-18:0	0,23	0,29
15-метилгептадекановая	ai-18:0	–	0,10
октадекановая	18:0	2,18	2,65
нонадекановая	19:0	0,29	0,23
эйкозановая	20:0	0,18	0,18
Сумма насыщенных		25,37	25,93
9Z-тетрадеценивая	14:1 ω-5	–	0,12
7Z-гексадеценивая	16:1 ω-9	0,51	–
9Z-гексадеценивая	16:1 ω-7	3,82	3,97
11Z-гексадеценивая	16:1 ω-5	0,39	0,46
8Z-гептадеценивая	17:1 ω-9	–	0,45
9Z-октадеценивая	18:1 ω-9	9,97	9,84
7Z-октадеценивая	18:1 ω-7	2,17	1,96
9Z-октадеценивая	18:1 ω-5	0,74	0,78
10Z-нонадеценивая	19:1 ω-9	0,11	–
9Z-эйкозаеновая	20:1 ω-11	5,74	7,67
11Z-эйкозаеновая	20:1 ω-9	2,52	1,95
13Z-эйкозаеновая	20:1 ω-7	0,20	0,14
15Z-эйкозаеновая	20:1 ω-5	0,16	0,14
11Z-докозаеновая	22:1 ω-11	7,52	8,04
13Z-докозаеновая	22:1 ω-9	0,69	0,51
Сумма мононенасыщенных		34,54	36,03
6Z,9Z-гексадекадиеновая	16:2 ω-7	–	0,11
9Z,12Z-гексадекадиеновая	16:2 ω-4	1,13	1,10
7Z,10Z,13Z-гексадекатриеновая	16:3 ω-3	–	0,15
6Z,9Z,12Z,15Z-гексадекатетраеновая	16:4 ω-1	0,13	0,21
6Z,9Z-октадекадиеновая	18:2 ω-9	0,10	–
9Z,12Z-октадекадиеновая	18:2 ω-6	2,19	2,07
11Z,14Z-октадекадиеновая	18:2 ω-4	0,1	–
6Z,9Z,12Z-октадекатриеновая	18:3 ω-6	0,18	0,16
9Z,12Z,15Z-октадекатриеновая	18:3 ω-3	1,88	1,83
6Z,9Z,12Z,15Z-октадекатетраеновая	18:4 ω-3	7,23	7,13
11Z,14Z-эйкозадиеновая	20:2 ω-6	0,47	0,43
8Z,11Z,14Z-эйкозатриеновая	20:3 ω-6	0,29	–
11Z,14Z,17Z-эйкозатриеновая	20:3 ω-3	0,18	0,16
5Z,8Z,11Z,14Z-эйкозатетраеновая	20:4 ω-6	0,67	0,52

Систематическое наименование по номенклатуре IUPAC (IUPAC-IUB..., 1978)	Жирная кислота	Содержание в	
		сырой рыбе	консервах
8Z,11Z,14Z,17Z-эйкозатетраеновая	20:4 ω-3	1,42	1,30
5Z,8Z,11Z,14Z,17Z-эйкозапентаеновая	20:5 ω-3	9,46	8,95
6Z,9Z,12Z,15Z,18Z-генэйкозапентаеновая	21:5 ω-3	0,49	0,41
4Z,7Z,10Z,13Z,16Z-докозапентаеновая	22:5 ω-6	0,30	0,20
7Z,10Z,13Z,16Z,19Z-докозапентаеновая	22:5 ω-3	1,60	1,36
4Z,7Z,10Z,13Z,16Z,19Z-докозагексаеновая	22:6 ω-3	11,53	11,13
Сумма полиненасыщенных (ПНЖК)		39,25	37,22
Сумма ПНЖК ω-3		33,79	32,26
Сумма ПНЖК ω-6		4,10	3,38
Сумма ЭПК и ДГК		20,90	20,08

тов и оценки положительного эффекта в результате их употребления [Ulbricht, Southgate, 1991; Chen, Liu, 2020; Fernandes et al., 2014]. Результаты исследований приведены в табл. 5.

Таблица 5. Липидные индексы здоровья для натуральных консервов из скумбрии японской

Table 5. Health lipid indices for natural canned Japanese mackerel

Индекс	Значение
Атерогенности (<i>IA</i>)	0,57
Тромбогенности (<i>IT</i>)	0,16
Гипохолестеринемический (<i>h/H</i>)	2,80

Расчёт липидных индексов показал, что консервы из скумбрии японской по сравнению с другими продуктами характеризуются низким значением индекса атерогенности (0,57). Известно, что для рыбных жиров и рыбных продуктов величина *IA* находится в пределах от 0,21 до 1,79 [Chen, Liu, 2020]. Например, для филе кеты этот индекс составляет 0,92, хека – 1,02 [Krešić et al., 2019], икры тунца – 0,69–0,76 [Garaffo et al., 2011]. Для мясных продуктов *IA* составляет 0,16–1,41, для сливочного масла – 2,13. Более низкими показателями *IA* (0,07–0,16) характеризуются растительные масла (подсолнечное, соевое и оливковое), в которых преобладают мононенасыщенные жирные кислоты и ПНЖК семейства ω-6. Установленный низкий индекс атерогенности для консервов из скумбрии японской показывает, что их липидный компонент представляет собой диетический фактор, способный подавлять образование бляшек и снижать уровень этерифицированных жирных кислот и холестерина.

Липидный профиль консервов из скумбрии японской характеризуется очень низким значением индекса тромбогенности – 0,16 (табл. 5). Согласно литературным сведениям, диапазоны значений *IT* для рыбных жиров и рыбных продуктов составляют 0,14–0,87 [Chen, Liu, 2020]. Величина *IT* для икры тунца составляет [Garaffo et al., 2011], для филе кеты – 0,86, хека составляет 0,28 [Krešić et al., 2019]. Для мясных продуктов этот показатель находится в пределах 0,29–1,69, для сливочного масла – 2,87, для перечисленных выше растительных масел – 0,28–0,29. Очень низкий индекс тромбогенности липидного профиля консервов из скумбрии японской позволяет прогнозировать снижение активности процесса тромбообразования в сосудах человека при употреблении этих продуктов.

Гипохолестеринемический показатель (*h/H*), характеризующий влияние жирно-кислотного состава продуктов на общий уровень холестерина в крови человека, для консервов из скумбрии японской составил 2,8. Для рыбного жира и рыбных продуктов значение этого показателя колеблется от 0,87 до 4,83, для мяса и мясопродуктов – 1,27–2,78 [Chen, Liu, 2020; Fernandes et al., 2014; Rincón-Cervera et al., 2020]. Повышенное значение данного индекса характеризует высокую ценность липидного профиля консервов, а также способность их снизить риск развития нарушений холестеринового обмена у человека.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, консервы из скумбрии японской характеризуются высокой пищевой ценностью и являются богатым источником фосфолипидов и ПНЖК семейства омега-3.

Липидный профиль консервов из скумбрии японской имеет низкие значения индексов *IA* и *IT*, а также

высокое значение показателя h/H , что обуславливает его высокие диетические свойства за счёт положительного влияния на холестеринный обмен и скорость тромбообразования в сосудах.

Натуральные консервы из скумбрии японской могут быть рекомендованы как специализированные продукты для диетического профилактического и лечебного питания. Введение консервов в рацион питания или частичная замена ими мясных компонентов лицам из группы риска или больным сердечно-сосудистыми заболеваниями позволит обеспечить организм ценными эссенциальными нутриентами и будет способствовать снижению риска этих патологий.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа была выполнена в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ Тихоокеанского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «ВНИРО» («ТИНРО») и не имела дополнительного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Васильев А.П., Стрельцова Н.Н. 2017. Омега-3-жирные кислоты в кардиологической практике // *Consilium Medicum*. Т. 19. С. 96–104. DOI: 10.26442/2075-1753_19.10.96-104
- Давлетшина Т.А., Долбнина Н.В., Солодова Е.А., Швидкая З.П., Шульгина Л.В., Якуш Е.В. 2019. Технология консервов // Энциклопедия «Пищевые технологии». Технологии рыбной промышленности. В 2-х частях. Часть 2. М.: Изд-во ВНИРО. С. 8–163.
- Кубекина М.В., Мясоедова В.А., Карагодин В.П., Орехов А.Н. 2017. Фосфолипиды пищи: влияние на липидный обмен и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний // *Вопросы питания*. Т. 86. С. 6–18.
- Кулина Е.В., Смолина Ю.А., Османов И.М., Сухоруков В.С., Мамедов И.С., Золкина И.В. 2012. Роль омега-3 жирных кислот при прогрессирующих заболеваниях почек // *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. № 4. С. 81–86.
- Плотникова Е.Ю., Сухих А.С. 2016. Липиды: гепатопротекторы, точки приложения, фармакологические эффекты // *Consilium Medicum*. Т. 1. С. 5–12.
- Плотникова Е.Ю., Синькова М.Н., Исаков Л.К. 2018. Роль омега-3 ненасыщенных кислот в профилактике и лечении различных заболеваний // *Лечащий врач*. № 7. С. 63–67.
- Притстром М.С., Семененков И.И., Олихвер Ю.А. 2017. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты: механизмы действия, доказательства пользы и новые перспективы применения в клинической практике // *Медицинские новости*. № 3. С. 13–16.
- Сборник технологических инструкций по производству консервов и пресервов из рыбы и нерыбных объектов*. 2012. СПб.: Судостроение. 2012. Т. 2. 160 с.
- Сергеев В.Н., Михайлов В.И., Шестопалов А.Е., Тарасова Л.В. 2016. Значение лечебно-профилактического питания в комплексном лечении заболеваний // *Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии*. № 8. С. 70–74.
- Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна*. 2021. Информационный помощник. Владивосток: ТИНРО. 206 с.
- Титов В.Н., Дыгай А.М., Котловский М.Ю., Курдюк Е.В., Якименко А.В., Якимович И.Ю., Аксютин Н.В., Котловский Ю.В. 2014. Пальмитиновая и олеиновая кислоты и их роль в патогенезе атеросклероза // *Бюллетень сибирской медицины*, Т. 13. № 5. С. 149–159.
- Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А. 2002. Микронутриенты в питании здорового и больного человека. М.: Колос. 424 с.
- Челнакова Н.Г., Позняковский В.М. 2015. Питание и здоровье современного человека. Ростов н/Д: Изд-во «Старые русские». 224 с.
- Шульгина Л.В., Давлетшина Т.А., Павловский А.М., Солодова Е.А., Павел К.Г., Якуш Е.В. 2017. Консервы из сайры тихоокеанской – источник полиненасыщенных жирных кислот семейства омега-3 // *Известия ТИНРО*. Т. 191. С. 235–242. doi: doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-235-242
- Шульгина Л.В., Давлетшина Т.А., Павловский А.М., Солодова Е.А., Павел К.Г. 2019. Состав липидов и жирных кислот в мышечной ткани японской скумбрии *Scomber japonicus* // *Известия ТИНРО*. Т. 196. С. 193–203. doi: org/10.26428/1606-9919-2019-196-193-203/
- Calabrò S., Cutrignelli M.I., Lo Presti V., Tudisco R., Chiofalo V., Grossi M., Infascelli, F., Chiofalo B. 2015. Characterization and effect of year of harvest on the nutritional properties of three varieties of white lupine (*Lupinus albus* L.) // *J. Sci. Food Agric*. V. 95. P. 3127–3136.
- Carreau J.P., Dubacq J.P. 1978. Adaptation of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // *J. of Chromatography*. V. 151 (3). P. 384–90.
- Chen J., Liu H. 2020. Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review // *International Journal of Molecular Sciences*. V. 21(16). P. 5695.
- Christie W.W. 1988. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography A (reappraisal) // *Journal of Chromatography*. V. 447 (2). P. 305–14.
- Fernandes, C. E., da Silva Vasconcelos, M. A., de Almeida Ribeiro, M., Sarubbo, L. A., Andrade, S. A. C., & de Melo Filho, A. B. 2014. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil // *Food chemistry*. V. 160. P. 67–71.
- Garaffo M.A., Vassallo-Agius R., Nengas Y., Lembo E., Rando R., Maisano R., Giuffrida D. 2011. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and their salted product “Bottarga” // *Food and Nutrition Sciences*. 2(7). P. 736–743.

- Ghaeni M., Ghahfarokhi K.N., Zaheri L. 2013. Fatty Acids Profile, Atherogenic (IA) and Thrombogenic (IT) Health Lipid Indices in *Leiognathusbindus* and *Upeneussulphureus*. // Journal of Marine Science: Research & Development. V.3 (4). P. 3–5.
- Gogos U., Smith C. 2010. n–3 Omega fatty acids: a review of current knowledge // International journal of food science & technology. V. 45 (3). P. 17–436.
- Gómez-Limia L., Cobas N., Franco I., Martínez-Suárez S. 2020. Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage // Food Research International. V. 136:109601.
- Dietary protein quality evaluation in human nutrition. 2013. Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO. 66 p.
- IUPAC–IUB Commission on Biochemical Nomenclature. 1978. The nomenclature of lipids (recommendations, 1976). // Biochem J.V. 171. P. 21–35.
- Kaizer L., Boyd N.F., Krinkov V., Tritchler, D. 1989. Fish consumption and breast cancer risk: an ecological study // Nutrition and Cancer. V. 12. P. 61–68.
- Krešić G., Vulić A., Dergestin Bačun L., Lešić T., Želježić D., & Pleadi, J. 2019. Nutritive composition and lipid quality indices of commercially available filleted fish // Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku. V.8. P. 67–73.
- Laggai S., Simon Y., Ransweiler T., Kiemer A.K., Kessler S.M. 2013. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // World journal of hepatology. V. 5. P. 558–567.
- Lordan R., Nasopoulou C., Tsoupras A., Zabetakis I. 2018. The Anti-inflammatory Properties of Food Polar Lipids // Bioactive Molecules in Food, JM, Ramawat, KG, Eds. P. 1–34.
- Mocellin M.C. Fernandes R., Chagas T.R., Trindade E.B. 2018. A meta-analysis of n-3 polyunsaturated fatty acids effects on circulating acute-phase protein and cytokines in gastric cancer // Clinical Nutrition. V. 37. P. 840–850.
- Mori T.A. 2017. Marine OMEGA-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease // Fitoterapia. V. 123. P. 51–58.
- van de Rest O.O., Geleijnse J.M., Kok F.J., van Staveren W.A., Dullemeijer C., OldeRikkert M.G., De Groot C.P.G.M. 2008. Effect of fish oil on cognitive performance in older subjects: a randomized, controlled trial // Neurology. V. 71. P. 430–438.
- Pradalier A., Bakouche P., Baudesson G., Delage A., Cornaille-Lafage G., Launay J.M., Biason P. 2001. Failure of omega-3 polyunsaturated fatty acids in prevention of migraine: a double-blind study versus placebo // Cephalalgia. V. 21. P. 818–822.
- Rincón-Cervera M.Á.; González-Barriga V.; Romero J., Rojas R., López-Arana S. 2020. Quantification and distribution of omega-3 fatty acids in south pacific fish and shellfish species // Foods. V. 9. P. 233.
- Rimm E.B., Appel L.J., Chiuve S.E., Djoussé L., Engler M.B., Kris-Etherton M., Mozaarian, D. Siscovick D.S., Lichtenstein A.H. 2018. Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association // Circulation. V. 138. P. 35–47.
- Sampath H., Ntambi J.M. 2005. Polyunsaturated fatty acid regulation of genes of lipid metabolism // Annual review of nutrition. V. 25. P. 317–340.
- Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nature methods. V. 9. P. 671–675.
- Schverer M., O'Mahony S.M., O'Riordan K.J., Donoso F., Roy B.L., Stanton C., Dinan T.G., Schellekens H., Cryan J.F. 2020. Dietary phospholipids: Role in cognitive processes across the lifespan // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. V. 111. P. 183–193.
- Shulgina L.V. Davletshina T.F., Pavlovskii A.M., Pavel K.G. 2020. Lipid and Fatty-Acid Compositions of Muscle Tissue from *Sardinops melanostictus* // Chemistry of Natural Compounds. V. 56 (2). P. 305–308. doi: 10.1007/s10600-020-03014-1
- Soriguer F., Serna S., Valverde E., Hernando J., Martín-Reyes A., Soriguer M., Pareja A., Tinahones F., Esteve I. 1997. Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain // European J. of Epidemiology. V. 13. P. 451–463.
- Toft A.D., Thorn M., Ostrowski K., Asp S., Møller K., Iversen S., Pedersen, B. K. 2000. N-3 polyunsaturated fatty acids do not affect cytokine response to strenuous exercise // J. of applied physiology. V. 89. P. 2401–2406.
- Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors // The Lancet. V. 338 (8773). P. 985–992.

REFERENCES

- Vasiliev A.P., Streltsova N.N. 2017. Omega-3-fatty acids in cardiology practice // Consilium Medicum. V. 19, No. 10. P. 96–104. DOI: 10.26442/2075-1753_19.10.96-104 (in Russ.)
- Davletshina T.A., Dolbnina N.V., Solodova E.A., Shvidkaya Z.P., Shulgina L.V., Yakush E.V. 2019. Technology of canned food // Encyclopedia «Food Technologies». Technologies of the fishing industry. In 2 parts. Part 2. M.: VNIRO Publishing House. pp. 8–163. (in Russ.)
- Kubekina M.V., Myasoedova V.A., Karagodin V.P., Orekhov A.N. 2017. Food phospholipids: impact on lipid metabolism and risk factors for cardiovascular disease // Nutritional Issues. V.86. No. 3. P. 6–18. (in Russ.)
- Kulina E.V., Smolina Yu.A., Osmanov I.M., Sukhorukov V.S., Mamedov I.S., Zolkina I.V. 2012. The role of omega-3 fatty acids in progressive kidney disease // Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. No. 4, pp. 81–86. (in Russ.)
- Plotnikova E. Yu., Sukhikh A.S. 2016. Lipids: hepatoprotectors, application points, pharmacological effects // Consilium Medicum. No. 1. S. 5–12. (in Russ.)
- Plotnikova E. Yu., Sinkova M.N., Isakov L.K. 2018. The role of omega-3 unsaturated acids in the prevention and treatment of various diseases // Attending physician. No. 7. P. 63–67. (in Russ.)
- Pristrom M.S., Semenenkov I.I., Olikhver Yu.A. 2017. Omega-3 polyunsaturated fatty acids: mechanisms of action, evidence of benefit and new prospects for clinical use // Medical News. N. 3. pp. 13–16. (in Russ.)
- Collection of technological instructions for the production of canned food and preserves from fish and non-fish objects. 2012. St. Petersburg: Shipbuilding. V. 2. 160 p. (in Russ.)

- Sergeev V.N., Mikhailov, V.I., Shestopalov, A.E., Tarasova, L.V. 2016. The value of therapeutic and preventive nutrition in the complex treatment of diseases // Bulletin of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery. No. 8. P. 70–74. (in Russ.).
- State of commercial resources of the Far Eastern fishery basin. 2021. Information Assistant. Vladivostok: TINRO. 206 p. (in Russ.).
- Titov V.N., Dygay A.M., Kotlovsky M. Yu., Kurdoyak E.V., Yakimenko A.V., Yakimovich I. Yu., Aksyutina N.V., Kotlovsky Yu.V. 2014. Palmitic and oleic acids and their role in the pathogenesis of atherosclerosis // Bulletin of Siberian Medicine, V.13. No. 5. P. 149–159. (in Russ.).
- Tutelyan V.A., Spirichev V.B., Sukhanov B.P., Kudasheva V.A. 2002. Micronutrients in the diet of healthy and sick people. M.: Kolos. 424 p. (in Russ.).
- Chelnakova N.G., Poznyakovskiy V.M. 2015. Nutrition and health of modern man. Rostov on Don: Publishing house «Old Russians». 224 p. (in Russ.).
- Shulgina L.V., Davletshina T.A., Pavlovskiy A.M., Solodova E.A., Pavel K.G., Yakush E.V. 2017. Canned food from Pacific saury – a source of polyunsaturated fatty acids of the omega-3 family // Izvestiya TINRO. V. 191. P. 235–242. doi.org/10.26428/1606-9919-2017-191-235-242. (in Russ.).
- Shulgina L.V., Davletshina T.A., Pavlovskiy A.M., Solodova E.A., Pavel K.G. 2019. The composition of lipids and fatty acids in the muscle tissue of the Japanese mackerel *Scomber japonicus* // Izvestiya TINRO. V. 196. P. 193–203. doi.org/10.26428/1606-9919-2019-196-193-203. (in Russ.).
- Calabrò S., Cutrignelli M.I., Lo Presti V., Tudisco R., Chiofalo V., Grossi M., Infascelli, F., Chiofalo B. 2015. Characterization and effect of year of harvest on the nutritional properties of three varieties of white lupine (*Lupinus albus* L.) // J. Sci. Food Agric. V. 95. P. 3127–3136.
- Carreau J.P., Dubacq J.P. 1978. Adaptation of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. of Chromatography. V. 151 (3). P. 384–90.
- Chen J., Liu H. 2020. Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review // International Journal of Molecular Sciences. V. 21(16). P. 5695.
- Christie W.W. 1988. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography A (reappraisal) // Journal of Chromatography. V. 447 (2). P. 305–14.
- Fernandes, C. E., da Silva Vasconcelos, M. A., de Almeida Ribeiro, M., Sarubbo, L. A., Andrade, S. A. C., & de Melo Filho, A. B. 2014. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil // Food chemistry. V. 160. P. 67–71.
- Garaffo M.A., Vassallo-Agius R., Nengas Y., Lembo E., Rando R., Maisano R., Giuffrida D. 2011. Fatty acids profile, atherogenic (IA) and thrombogenic (IT) health lipid indices, of raw roe of blue fin tuna (*Thunnus thynnus* L.) and their salted product “Bottarga” // Food and Nutrition Sciences. 2(7). P. 736–743.
- Ghaeni M., Ghahfarokhi K.N., Zaheri L. 2013. Fatty Acids Profile, Atherogenic (IA) and Thrombogenic (IT) Health Lipid Indices in *Leiognathus bindus* and *Upeneussulphureus*. // Journal of Marine Science: Research & Development. V.3 (4). P. 3–5.
- Gogos U., Smith C. 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge // International journal of food science & technology. V. 45 (3). P. 17–436.
- Gómez-Limia L., Cobas N., Franco I., Martínez-Suárez S. 2020. Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage // Food Research International. V. 136:109601.
- Dietary protein quality evaluation in human nutrition. 2013. Report of an FAO Expert Consultation. Rome: FAO. 66 p.
- IUPAC–IUB Commission on Biochemical Nomenclature. 1978. The nomenclature of lipids (recommendations, 1976). // Biochem J. V. 171. P. 21–35.
- Kaizer L., Boyd N.F., Krinkov V., Tritchler, D. 1989. Fish consumption and breast cancer risk: an ecological study // Nutrition and Cancer. V. 12. P. 61–68.
- Krešić G., Vulić A., Dergestin Bačun L., Lešić T., Želježić D., & Pleadi, J. 2019. Nutritive composition and lipid quality indices of commercially available filleted fish // Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku. V.8. P. 67–73.
- Laggai S., Simon Y., Ransweiler T., Kiemer A.K., Kessler S.M. 2013. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // World journal of hepatology. V. 5. P. 558–567.
- Lordan R., Nasopoulou C., Tsoupras A., Zabetakis I. 2018. The Anti-inflammatory Properties of Food Polar Lipids // Bioactive Molecules in Food, JM, Ramawat, KG, Eds. P. 1–34.
- Mocellin M.C. Fernandes R., Chagas T.R., Trindade E.B. 2018. A meta-analysis of n-3 polyunsaturated fatty acids effects on circulating acute-phase protein and cytokines in gastric cancer // Clinical Nutrition. V. 37. P. 840–850.
- Mori T.A. 2017. Marine OMEGA-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease // Fitoterapia. V. 123. P. 51–58.
- van de Rest O.O., Geleijnse J.M., Kok F.J., van Staveren W.A., Dullemeijer C., OldeRikkert M.G., De Groot C.P.G.M. 2008. Effect of fish oil on cognitive performance in older subjects: a randomized, controlled trial // Neurology. V. 71. P. 430–438.
- Pradalier A., Bakouche P., Baudesson G., Delage A., Cornaille-Lafage G., Launay J.M., Bignon P. 2001. Failure of omega-3 polyunsaturated fatty acids in prevention of migraine: a double-blind study versus placebo // Cephalalgia. V. 21. P. 818–822.
- Rincón-Cervera M.Á.; González-Barriga V.; Romero J., Rojas R., López-Arana S. 2020. Quantification and distribution of omega-3 fatty acids in south pacific fish and shellfish species // Foods. V. 9. P. 233.
- Rimm E.B., Appel L.J., Chiuve S.E., Djoussé L., Engler M.B., Kris-Etherton M., Mozarian, D. Siscovick D.S., Lichtenstein A.H. 2018. Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association // Circulation. V. 138. P. 35–47.
- Sampath H., Ntambi J.M. 2005. Polyunsaturated fatty acid regulation of genes of lipid metabolism // Annual review of nutrition. V. 25. P. 317–340.

- Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. 2012. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // *Nature methods*. V. 9. P. 671–675.
- Schverer M., O'Mahony S.M., O'Riordan K.J., Donoso F., Roy B.L., Stanton C., Dinan T.G., Schellekens H., Cryan J.F. 2020. Dietary phospholipids: Role in cognitive processes across the lifespan // *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. V. 111. P. 183–193.
- Shulgina L.V., Davletshina T.F., Pavlovskii A.M., Pavel K.G. 2020. Lipid and Fatty-Acid Compositions of Muscle Tissue from *Sardinops melanostictus* // *Chemistry of Natural Compounds*. V. 56 (2). P. 305–308. doi: 10.1007/s10600-020-03014-1
- Soriguer F., Serna S., Valverde E., Hernando J., Martín-Reyes A., Soriguer M., Pareja A., Tinahones F., Esteve I. 1997. Lipid, protein, and calorie content of different Atlantic and Mediterranean fish, shellfish, and molluscs commonly eaten in the south of Spain // *European J. of Epidemiology*. V. 13. P. 451–463.
- Toft A.D., Thorn M., Ostrowski K., Asp S., Møller K., Iversen S., Pedersen, B. K. 2000. N-3 polyunsaturated fatty acids do not affect cytokine response to strenuous exercise // *J. of applied physiology*. V. 89. P. 2401–2406.
- Ulbricht T.L.V., Southgate D.A.T. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors // *The Lancet*. V. 338 (8773). P. 985–992. doi:

Поступила в редакцию 23.12.2022 г.
Принята после рецензии 20.01.2023 г.