

Консервы из скумбрии дальневосточной и их функциональное значение

Лидия Шульгина, Константин Павель,
Галина Тимчишина, Евгений Якуш

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»),
г. Владивосток, Россия

Информация о статье

Поступила в редакцию:
23.04.2024

Принята
к опубликованию:
06.12.2024

УДК 664.951.4:556.334.1

JEL Q25

Аннотация

Проведены исследования по установлению положительного влияния консервов из скумбрии дальневосточной на организм человека. В консервах из скумбрии натуральных и с добавлением масла изучен состав жирных кислот и определены пищевые индексы качества липидов. Установлено, что в липидах консервов преобладает группа полиненасыщенных жирных кислот. Консервы из скумбрии дальневосточной являются источниками эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот. На основе пищевых индексов качества липидов обоснована потенциальная способность консервов снижать уровень холестерина в крови человека, а также интенсивность образования тромбов в сосудах.

Canned Far Eastern Mackerel and Their Functional Significance

Lidiya V. Shulgina, Konstantin G. Pavel,
Galina N. Timchishina, Evgeniy V. Yakush

Research has been conducted to establish the positive effect of canned Far Eastern mackerel on the human body. The composition of fatty acids in canned mackerel natural and with the addition of oil was studied and nutritional quality indices of lipids were determined. It has been established that the group of polyunsaturated fatty acids predominates

Ключевые слова:

скумбрия дальневосточная, консервы, жирные кислоты, индексы качества, липидный обмен.

Keywords:

Far Eastern mackerel, canned food, fatty acids, quality indices, lipid metabolism.

DOI: <https://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2024-3/1234>.

Ссылка для цитирования. Шульгина Л.В. Консервы из скумбрии дальневосточной и их функциональное значение / Л.В. Шульгина, К.Г. Павель, Г.Н. Тимчишина [и др.] // Известия Дальневосточного федерального университета. Экономика и управление. 2024. № 3 (111). С. 141–151. — DOI 10.24866/2311-2271/2024-3/1234.

in the lipids of canned food. Canned Far Eastern mackerel are sources of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids. Based on food lipid quality indices, the potential ability of canned food to reduce cholesterol levels in human blood, as well as the intensity of blood clot formation in blood vessels, is substantiated.

Введение

В дальневосточных морях в последние годы отмечены высокие запасы скумбрии дальневосточной *Scomber japonicus* (японская, япономорская, курильская). Наибольшие скопления скумбрии в период промысла отмечаются в Южно-Курильской зоне, но крупные косяки её встречаются в Японском море, в зал. Петра Великого и у южного Сахалина, единичные стайки доходят даже до юго-восточной Камчатки и Охотска. Наибольшие её уловы наблюдаются в сентябре–ноябре, но рекомендуемые объёмы к вылову не осваиваются. Так, к вылову скумбрии дальневосточной в последние 3 года рекомендовано 260 тыс. т, но общий её вылов составил в 2021 г всего 34,417 тыс. т, в 2022 г. — 50,486 тыс. т [1]. Скумбрия поступает на рынок в мороженом виде, затем на береговых предприятиях её используют для производства консервов, пресервов, копчёной и солёной продукции.

Длина скумбрии дальневосточной может достигать до 50 см (редко 60), а максимальная масса — до 1,5 кг. В зависимости от размера и веса тела [2] дальневосточную скумбрию относят к двум категориям: мелкая — менее 20 см, крупная — более 20 см. Крупная скумбрия преобладает в уловах в сентябре–ноябре, по сравнению с мелкой она характеризуется меньшим содержанием белков (18,4%) и более высоким — липидов (до 23%). Содержание жира в мясе скумбрии, особенно половозрелой, закономерно возрастает с увеличением массы рыбы [3]. Независимо от его количества жирно-кислотный состав липидов мелко- и крупноразмерной скумбрии близок. Содержание полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в липидах скумбрии составляет более 30% от суммы жирных кислот, основная часть из них представлена ПНЖК семейства омега-3.

Современная популярность рыбных продуктов в значительной мере связана с содержанием в них омега-3 жирных кислот, в том числе эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) кислот. Однако скумбрия дальневосточная, как богатый источник ПНЖК омега-3, а также продукты на её основе с этой точки зрения не рассматривались. Одним из способов доставки потребителю ценных липидов является производство массовой продукции, например, консервов, при производстве которых потери ПНЖК не превышают 5-10%, исключаются окислительные и гидролитические процессы и накопление продуктов перекисного окисления липидов при хранении [4].

Цель настоящей работы — оценка потенциального положительного воздействия на организм человека липидного компонента консервов из скумбрии дальневосточной.

Материалы и методы исследований

Для проведения исследований были использованы консервы из мороженой скумбрии дальневосточной длиной тела до 20 см (мелкой) и более 20 см (крупной), срок хранения при температуре минус 18 °С составлял 2,5 мес. Из скумбрии промышленной партии каждой размерной группы были получены консервы в соответствии с ГОСТ 7452-2014 “Консервы из рыбы натуральные. Технические условия” и ГОСТ 13865-2000 “Консервы рыбные натуральные с добавлением масла. Технические условия”.

Для определения состава жирных кислот общие липиды переводили в метиловые эфиры жирных кислот [5] и далее анализировали методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Shimadzu GC-14B с использованием капиллярной колонки SupelcowaxTM10 в изотермическом режиме при температуре 190 °С, температурах инжектора и пламенно-ионизационного детектора 250 °С. В качестве газа-носителя использовали гелий. Идентификацию жирных кислот проводили с использованием индексов эквивалентной длины цепи [6], а их содержание — по площадям пиков с помощью базы обработки данных Shimadzu Chromatopac C-R4A.

Для определения диетической значимости жирового компонента консервов из скумбрии дальневосточной рассчитывали пищевые индексы качества липидов (или “липидные индексы здоровья” — health lipid indices) по рекомендуемым методам [7–11]. В основу расчёта индексов качества липидов положены соотношения между отдельными насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами.

Статистическую обработку данных, полученных при выполнении экспериментов в 3-кратной повторности, проводили общепринятыми математическими методами путём подсчёта величины среднего значения и стандартной ошибки среднего.

Результаты исследования и их обсуждение

В изготовленных для исследований консервах содержание жира различалось в зависимости от ассортимента и размерно-массового состава скумбрии дальневосточной. В консервах натуральных, включающих рыбу, соль и специи, массовая доля жира составляла: из крупной скумбрии – 15,5 %, из мелкоразмерной – 8,0 %. В консервах с добавлением масла содержание жира составляло: из крупной скумбрии 18,1 %, из мелкой – 10,7 %.

Массовая доля жирового компонента и его составляющих в экспериментальных консервах из скумбрии дальневосточной приведена в табл. 1. В составе натуральных консервов жировой компонент представлен только липидами скумбрии. В консервах натуральных с добавлением масла из крупной рыбы соотношение рыбного жира и растительного масла составило 83,4:16,6, из мелкоразмерной — 72,0:28,0.

Жирнокислотный состав липидов консервов находится в зависимости от состава жирных кислот компонентов, входящих в рецептуру продуктов. Состав жирных кислот натуральных консервов

соответствует составу сырья — скумбрии дальневосточной. По соотношению отдельных групп жирных кислот липиды крупной и мелкой скумбрии близки [3]. В табл. 2 показано, что ПНЖК являются преобладающей группой в общей сумме жирных кислот в консервах. В натуральных продуктах из крупной скумбрии они достигают 37,67%, мелкой — 38,99% от общей их суммы. Основная часть ПНЖК (около 86,0%) в натуральных консервах из скумбрии представлены жирными кислотами семейства омега-3. Содержание жирных кислот семейства омега-6 в натуральных консервах значительно меньше — всего 9,0-9,3% от суммы ПНЖК. Самым важным и общепризнанным в мире показателем пищевой ценности липидов, способствующим снижению риска развития многих неинфекционных заболеваний, является присутствие в них ЭПК и ДГК [12].

Таблица 1
Содержание жира и его составляющих в консервах из скумбрии

Наименование показателя	Консервы из скумбрии дальневосточной			
	натуральные		натуральные с добавлением масла	
	Крупная	Мелкая	Крупная	мелкая
Общее содержание жира, %	15,5±1,8	8,0±1,1	18,1±2,1	10,7±1,2
Жир скумбрии, %	15,5±1,8	8,0±1,1	15,1±1,6	7,7±1,0
Масло подсолнечное, %	—	—	3,0	3,0

Таблица 2
Состав жирных кислот в консервах из скумбрии дальневосточной, % от общей суммы жирных кислот

Жирная кислота	Содержание в натуральных консервах			
	из скумбрии		из скумбрии с добавлением масла	
	крупная	мелкая	крупная	мелкая
14:0	6,72	5,95	4,11	3,65
i-15:0	0,32	0,22	0,15	0,14
15:0	0,50	0,67	0,42	0,39
16:0	14,14	14,60	11,81	11,67
i-17:0	0,23	0,32	0,19	0,16
ai-17:0	0,14	0,17	0,12	—
17:0	0,43	0,61	0,40	0,36
i-18:0	0,29	0,30	0,20	0,16
ai-18:0	0,10	—	—	—
18:0	2,65	3,29	3,37	3,48
19:0	0,23	0,34	0,24	0,22
20:0	0,18	0,13	1,48	1,37
22:0	—	—	0,20	0,24
Σ насыщенных	25,93	26,60	22,69	21,84

Жирная кислота	Содержание в натуральных консервах			
	из скумбрии		из скумбрии с добавлением масла	
	крупная	мелкая	крупная	мелкая
14:1	0,12	0,12	–	–
16:1 n-7	3,97	3,85	2,67	2,41
16:1 n-5	0,46	0,40	0,26	0,22
18:1 n-9	9,84	10,70	13,79	15,69
18:1 n-7	1,96	2,23	1,66	1,45
18:1 n-5	0,78	0,65	0,47	0,37
19:1 n-9	–	–	0,10	0,12
20:1 n-11	7,67	5,95	3,94	3,33
20:1 n-9	1,95	2,13	1,97	1,50
20:1 n-7	0,14	0,20	0,11	–
20:1 n-5	0,14	0,15	0,10	–
22:1 n-11	8,04	7,36	5,35	3,96
22:1 n-9	0,51	0,59	0,46	0,30
Σ мононенасыщенных	35,58	33,97	30,88	29,35
16:2 n-7	0,11	0,15	–	–
16:2 n-4	1,10	1,11	0,76	0,62
16:3 n-4	0,45	0,49	0,33	0,29
16:3 n-3	0,15	0,11	–	–
16:4 n-1	0,21	0,11	0,11	–
18:2 n-6	2,07	1,95	20,34	26,89
18:3 n-9	–	–	0,21	0,49
18:2 n-4	–	–	0,11	–
18:3 n-6	0,16	0,14	0,13	0,15
18:3 n-3	1,83	1,70	1,14	1,10
18:4 n-3	7,13	5,00	3,59	3,30
20:2 n-6	0,43	0,58	0,33	0,46
20:3 n-6	–	0,21	0,14	–
20:4 n-6	0,52	0,74	0,48	0,40
20:3 n-3	0,16	0,19	–	0,10
20:4 n-3	1,30	1,24	0,85	0,78
20:5 n-3 (ЭПК)	8,95	8,65	5,74	5,12
21:5 n-3	0,41	0,25	0,29	0,25
22:5 n-6	0,20	–	0,22	–
22:5 n-3	1,36	1,21	0,86	0,68
22:6 n-3 (ДГК)	11,13	15,16	9,80	8,07
Σ ПНЖК	37,67	38,99	45,43	48,70
Σ n-3	32,42	33,51	22,27	19,40
Σ n-6	3,38	3,62	21,64	27,90
Σ ЭПК и ДГК	20,08	23,81	15,54	13,19

Соотношения отдельных групп жирных кислот в консервах из скумбрии с добавлением масла отличаются от натуральных продуктов, что обусловлено присутствием в них липидов подсолнечного масла. Согласно справочным табличным данным о химическом составе пищевых продуктов, в подсолнечном масле содержание ПНЖК составляет 59,8% от общей суммы жирных кислот, представленных преимущественно представителем кислот семейства омега-6 — линолевой кислотой (18:2 n-6) [13]. Несмотря на то, что группа ПНЖК в липидах этих консервов также является преобладающей (45,4–48,7% от общей суммы жирных кислот), содержание в ней жирных кислот семейства омега-3 значительно ниже (39,8–49,0% от суммы ПНЖК), чем в натуральных продуктах за счёт повышения количества омега-6 ПНЖК (47,6–57,3% от суммы ПНЖК), вносимых с растительным маслом.

Интересным, с диетологической точки зрения, представляется наличие в консервах из скумбрии среди кислот семейства омега-3 довольно значительных количеств (до 7,1% от общей суммы жирных кислот в натуральных консервах из крупной рыбы) стеариδοновой кислоты (18:4 n-3), что свойственно для липидов скумбрии [3]. Эта жирная кислота является метаболическим предшественником ЭПК и ДГК и способна конвертироваться в последние в организме человека гораздо более эффективно, чем альфа-линоленовая кислота — первый представитель в метаболизме омега-3 жирных кислот [14, 15]. Установлено, что стеариδοновая кислота проявляет сходные с ЭПК физиологические эффекты и обладает сильнейшим защитным действием, в том числе противораковым [15, 16].

В пересчёте на 100 г количество ПНЖК семейства омега-3 в содержимом натуральных консервов из скумбрии дальневосточной находится в пределах от 2,9 г до 5,0 г, а сумма ЭПК и ДГК в продукте из мелкой рыбы составляла 1,9 г, из крупной — 3,1 г. В консервах с добавлением масла содержание ПНЖК омега-3 составляет 2,1–4,0 г/100 г продукта, сумма ЭПК и ДГК — 1,4–2,8 г/100 г. Рекомендуемый уровень суточного потребления ПНЖК омега-3 для человека составляет не менее 3 г, а биологически значимых жирных кислот (ЭПК и ДГК) — 0,8–1,6 г [17]. Следовательно, независимо от размерности используемой скумбрии дальневосточной, содержимое всех ассортиментов консервов в количестве 100 г способны удовлетворить суточную потребность организма человека в этих веществах.

Для характеристики качества и диетической значимости жирового компонента, обусловленных положительным воздействием его на здоровье человека, были определены пищевые индексы качества липидов (табл. 3), или, как их называют в научной литературе, липидные индексы здоровья (health lipid indices) [9, 11, 18]. В основу расчётов этих показателей положены соотношения отдельных групп жирных кислот.

Высокий уровень насыщенных жирных кислот в питании обуславливает повышение общего уровня холестерина и липопротеинов низкой плотности в крови человека, что приводит к образованию холестериновых бляшек и тромбов в сосудах. Основными жирными кислотами,

обладающими самым мощным холестерин повышающим (проатерогенным) действием, являются лауриновая (C12:0), миристиновая (C14:0) и пальмитиновая (C16:0). Ненасыщенные жирные кислоты, наоборот, способны снизить уровень холестерина в крови человека и риск развития сердечно-сосудистых заболеваний [19, 20].

Таблица 3

**Пищевые индексы качества липидов для консервов
из скумбрии дальневосточной**

Пищевые индексы качества липидов	Консервы натуральные			
	из скумбрии		из скумбрии с добавлением масла	
	крупная	мелкая	крупная	мелкая
ПНЖК/НЖК	1,43/1,0	1,44/1,0	1,99/1,0	2,22/1,0
IA (атерогенности)	0,57	0,54	0,37	0,34
IT (тромбогенности)	0,19	0,19	0,21	0,10
H/H (гипохолестеринемический)	2,32	2,76	3,76	4,23
FLQ (общий индекс качества липидов)	21,13	25,06	16,35	13,88
n-3/n-6	9,59/1,0	9,25/1,0	1,03/1,0	0,71/1,0

Соотношение ПНЖК/НЖК даёт первичную оценку качества липидного профиля пищевого продукта. Известно, что высокое значение этого показателя характеризует полезное воздействие жирового компонента [21]. Продукты с соотношением ПНЖК/НЖК ниже 0,45 считаются нежелательными для питания человека из-за их способности вызывать нарушение холестеринового обмена. Значение ПНЖК/НЖК для консервов из скумбрии дальневосточной показывает значительное превышение группы ПНЖК над количеством насыщенных жирных кислот, что говорит о потенциальном положительном влиянии липидов на организм человека.

Липидный профиль консервов из скумбрии дальневосточной характеризуется низкими значениями индексов атерогенности (IA) и тромбогенности (IT). Известно, что чем ниже значения этих показателей, тем выше диетическая ценность липидов [8].

Индекс атерогенности (IA) показывает взаимосвязь между суммой насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и характеризует атерогенный потенциал жирных кислот продукта [8, 11]. Более низкие значения индекса указывают на способность продукта снижать уровень холестерина и липопротеинов низкой плотности в плазме человека. Для мясных продуктов IA составляет 0,16–1,41, для сливочного масла — 2,13, мяса кеты — 0,92, хека — 1,02 [22], икры тунца — 0,69–0,76 [23]. Липидный профиль консервов из скумбрии дальневосточной характеризуется низкими значениями индексов IA, в том числе для натурального ассортимента — 0,54–0,57, натуральных с добавлением масла — 0,34–0,37.

Индекс тромбогенности (*IT*) характеризует тромбогенный потенциал жирных кислот в продуктах питания, т.е. способность их влиять на свёртываемость крови и здоровье человека [8, 11, 24, 25]. Чем выше значение индекса, тем выше скорость тромбообразования. Значение *IT* для консервов из скумбрии дальневосточной также очень низкие (0,10–0,21), что обусловлено значительным преобладанием в липидах ненасыщенных жирных кислот (72,9–77,74%). Показатели *IT* значительно ниже таковых для многих пищевых продуктов. Согласно сведениям литературы, величина *IT* для мяса кеты составляет 0,86, хека — 0,76 [23], для рыбных жиров и рыбных продуктов находится в пределах 0,14–0,87, мясных продуктов — 0,29–1,69, сливочного масла — 2,87 [8].

Индекс *H/H* для консервов из скумбрии дальневосточной находился в пределах от 2,32 до 4,23. Этот показатель представляет собой соотношение жирных кислот гипохолестеринемических (18:1 + ПНЖК n-3 + ПНЖК n-6) и гиперхолестеринемических (14:0 + 16:0) и характеризует влияние жирнокислотного состава продуктов на общий уровень холестерина в крови человека. Наиболее высокие значения показали липиды консервов из скумбрии с добавлением масла. Это обусловлено тем, что в этом ассортименте сумма ПНЖК n-3 и ПНЖК n-6 самая высокая. Повышенное значение индекса *H/H* характеризует высокую ценность жирового компонента, а также способность его снизить риск развития нарушений холестеринового обмена у человека [7–9]. Для мяса и мясопродуктов этот показатель составляет 1,27–2,78.

Общий индекс качества липидов (*FLQ*) показывает долю основных ПНЖК омега-3 (ЭПК и ДГК) в общей сумме жирового компонента продукта. Чем выше его значение, тем выше диетическая ценность последнего и потенциальное влияние на развитие коронарной болезни [24]. *FLQ* в пищевых продуктах находится в пределах от 13,01 до 36,37 [8]. В консервах с добавлением масла величина *FLQ* ниже, чем в натуральных, содержащих только скумбрию дальневосточную, так как в масле отсутствуют ЭПК и ДГК.

Показательным индикатором пищевой ценности жира и эффективности жирных кислот для снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний является соотношение жирных кислот n-3:n-6 [25]. В нашей стране рекомендовано в суточном рационе соотношение от 1:5 до 1:10. Согласно рекомендациям Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (Food and Agriculture Organization) соотношение (n-3:n-6) в рационе человека не должно превышать 1:5, а рациональное их соотношение — 1:2–1:3 [26]. В консервах из скумбрии дальневосточной с добавлением масла соотношение этих жирных кислот близко 1:1, а в натуральных — ПНЖК омега-3 превышает количество омега-6 жирных кислот в 9 раз. Вместе с тем, в научной и медицинской литературе не встречается сведений о негативном влиянии такого соотношения ПНЖК на организм человека.

Таким образом, жировой компонент консервов из скумбрии дальневосточной характеризуется пищевыми индексами качества липидов,

обосновывающими потенциальное защитное действие их на организм человека.

Выводы

Результаты проведённых исследований показали, что жирность консервов из скумбрии дальневосточной находится в зависимости от размерного состава рыбы. В натуральных консервах из крупной рыбы содержание жира составляет $15,5 \pm 1,8\%$, мелкоразмерной — $8,0 \pm 1,1\%$; в консервах с добавлением масла — $18,1 \pm 2,1\%$ и $10,7 \pm 1,2\%$.

Состав жирных кислот одного ассортимента консервов из скумбрии дальневосточной, независимо от её размерно-массового состава, близок. Преобладающей группой жирных кислот в липидах консервов являются ПНЖК. В натуральных консервах основная часть ПНЖК (около 86,0%) из скумбрии представлены жирными кислотами семейства омега 3. В консервах из скумбрии с добавлением масла доля ПНЖК омега-3 составила всего 39,8–49,0% от суммы ПНЖК, повысилось содержание омега-6 жирных кислот (47,6–57,3% от суммы ПНЖК). Сумма ЭПК и ДГК в содержимом натуральных консервов из мелкой скумбрии составляла 1,9 г/100 г, из крупной — 3,1 г/100 г продукта; в консервах с добавлением масла — 1,4–2,8 г/100 г продукта, соответственно.

Пищевые индексы качества липидов характеризуют потенциальную способность консервов из скумбрии дальневосточной снижать уровень проатерогенных жирных кислот и холестерина, подавлять образование бляшек и интенсивность тромбообразования в кровеносных сосудах.

Список источников

1. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна – 2024. — Владивосток: ТИНРО, 2024. — 210 с.
2. ГОСТ 1368-2003. Рыба. Длина и масса. — М.: Стандартиформ, 2010. — 12 с.
3. Шульгина Л.В., Давлетшина Т.А., Павловский А.М. [и др.]. Состав липидов и жирных кислот в мышечной ткани японской скумбрии *Scomber japonicus* // Известия ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 193–203.
4. Шульгина Л.В., Павел К.Г., Солодова Е.А. [и др.]. Пищевая и биологическая ценность паштетных консервов из сардины иваси *Sardinops melanostictus* // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202, Вып. 4. С. 957–969.
5. Carreau J.P., Dubacq J.P. Adaptation of a macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. 1978. Vol. 151. No. 3. P. 384–390.
6. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas chromatography — a reappraisal // J. Chromatogr. 1988. Vol. 447. P. 305–314.
7. Rincón-Cervera M.Á., González-Barriga V., Romero J. [et al.]. Quantification and distribution of omega-3 fatty acids in south pacific fish and shellfish species // Foods. 2020. Vol. 9. P. 233. — DOI 10.3390/foods9020233.
8. Chen J., Liu H. Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review // International Journal of Molecular Sciences. 2020. Vol. 21. No. 16. P. 5695. — DOI 10.3390/ijms21165695.

9. Fernandes C.E., Margarida V.S.A., Marisilda R.A. [et al.]. Nutritional and lipid profiles in marine fish species from Brazil // Food chemistry. 2014, Vol. 160. P. 67–71. — DOI 10.1016/j.foodchem.2014.03.055.
10. Gómez-Limia L., Noemí C., Inmaculada F. [et al.]. Fatty acid profiles and lipid quality indices in canned European eels: Effects of processing steps, filling medium and storage // Food Research International. 2020. Vol. 136. P. 1–10. — DOI 10.1016/J.FOODRES.2020.109601.
11. Ulbricht T.L.V., Southgate T.A.D. Coronary heart disease: seven dietary factors // The Lancet. 1991. Vol. 338. P. 985–992. — DOI 10.1016/0140-6736(91)91846-m.
12. Rimm E.B., Appel L.J., Chiuve S.E. [et al.]. Seafood long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids and cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association // Circulation. 2018. Vol. 138. P. 35–47. — DOI 10.1161/CIR.0000000000000574.
13. Химический состав пищевых продуктов: справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, микро- и макроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина и М. Н. Волгарева. — М.: Агропромиздат, 1987. — 360 с.
14. Coupland K. Stearidonic acid: a plant produced omega-3 PUFA and a potential alternative for marine oil fatty acids // Lipid Technology. 2008. Vol. 20. No. 7. P. 152–154. — DOI 10.1002/lite.200800045.
15. Whelan J. Dietary stearidonic acid is a long chain (n-3) polyunsaturated fatty acid with potential health benefits // Journal of Nutrition. 2009. Vol. 139. P. 5–10. — DOI 10.3945/jn.108.094268.
16. Bernal-Santos G., O'Donnell A.M., Vicini J.L. [et al.]. Hot topic: Enhancing omega-3 fatty acids in milk fat of dairy cows by using stearidonic acid-enriched soybean oil from genetically modified soybeans // J. Dairy Sci. 2010. Vol. 93. No. 1. P. 7–32. — DOI 10.3168/jds.2009-2711.
17. МР 2.3.1.0253-21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. — М.: Роспотребнадзор РФ, 2009. — 29 с.
18. Da Silva M.S., Julien P., Perusse L. [et al.]. Natural rumen-derived trans fatty acids are associated with metabolic markers of cardiac health // Lipids. 2015. Vol. 50. P. 873–888. — DOI 10.1007/s11745-015-4055-3.
19. Gil A., Gil F. Fish, a Mediterranean source of n-3 PUFA: benefits do not justify limiting consumption // British Journal of Nutrition. 2015. Vol. 113. P. 58–67. — DOI 10.1017/S0007114514003742.
20. Murillo E., Rao S.K., Durant A.A. The lipid content and fatty acids composition of four eastern central Pacific native fish species // Journal Food Compos. 2014. Vol. 33. P. 1–5. — DOI 10.1016/j.jfca.2013.08.007.
21. Santos-Silva J., Bessa B.J.R., Santos-Silva F. Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II Fatty acid composition of meat // Livestock Production Science. 2002. Vol. 77. P. 187–194. — DOI 10.1016/S0301-6226(02)00059-3.
22. Krešić G., Vulić A., Dergestin Bačun L. [et al.]. Nutritive composition and lipid quality indices of commercially available filleted fish // Hrana u zdravlju i bolesti: znanstveno-stručni časopis za nutricionizam i dijetetiku. 2019. Vol. 8. No. 1. P. 67–73.
23. Garaffo M.A., Vassallo-Agius R., Nengas Y. [et al.]. 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. 2011. Vol. 2. No 7. P. 736–743. — DOI 10.4236/fns.2011.27101.
24. Calabrò S., Cutrignelli M.I., Lo Presti V. [et al.]. Characterization and effect of year of harvest on the nutritional properties of three varieties of white lupine (*Lupinus albus* L.) // J. Sci. Food Agric. 2015. Vol. 95. P. 3127–3136. — DOI 10.1002/jsfa.7049.
25. Pleadin J., Lesic T., Kresic G. [et al.]. Nutritional quality of different fish species farmed in the Adriatic Sea // Italian Journal of Food Science. 2017. Vol. 29. No. 3. P. 537–549.
26. Kocatepe D., Mehmet E.E., Irfan K. [et al.]. Differences on lipid quality index and amino acid profiles of European Anchovy caught from different area in Turkey // Ukrainian Journal of Food Science. 2019. Vol. 7. P. 1–15.
27. Davis B.C., Kris-Etherton P.M. Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications // Am. J. Clin. Nutr. 2003. Vol. 78. No. 3. P. 640–646. — DOI 10.1093/ajcn/78.3.640C.
28. Matos A.P., Matos C.A., Moecke S.H.E. Polyunsaturated fatty acids and nutritional quality of five freshwater fish species cultivated in the western region of Santa Catarina, Brazil // Brazilian Journal of Food Technology. 2019. Vol. 22. P. 1–11. — DOI 10.1590/1981-6723.19318.

Сведения об авторах / About authors

Шульгина Лидия Васильевна, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией технологии переработки гидробионтов. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “ВНИРО” (“ТИНРО”). 690091, Россия, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4. ORCID: 0000-0002-1767-0129. E-mail: lvshulgina@mail.ru.

Lidiya V. Shulgina, Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of Laboratory of Hydrobiont Processing Technology. Pacific Branch of VNIRO (TINRO). 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia. ORCID: 0000-0002-1767-0129. E-mail: lvshulgina@mail.ru.

Павель Константин Геннадьевич, кандидат химических наук, ведущий специалист сектора кормов лаборатории технологии переработки гидробионтов. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “ВНИРО” (“ТИНРО”). 690091, Россия, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4. ORCID: 0000-0003-1476-9577. E-mail: konstantin.pavel@tinro.vniro.ru.

Konstantin G. Pavel, PhD in Chemistry Sciences, Lead Specialist of Feed Sector Laboratory of Hydrobiont Processing Technology. Pacific Branch of VNIRO (TINRO). 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia. ORCID: 0000-0003-1476-9577. E-mail: konstantin.pavel@tinro.vniro.ru.

Тимчишина Галина Николаевна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории технологии переработки гидробионтов. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “ВНИРО” (“ТИНРО”). 690091, Россия, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4. ORCID: 0000-0002-8889-8657. E-mail: galina.timchishina@tinro.vniro.ru.

Galina N. Timchishina, PhD in Technical Sciences, Lead Specialist of Laboratory of Hydrobiont Processing Technology. Pacific Branch of VNIRO (TINRO). 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia. ORCID: 0000-0002-8889-8657. E-mail: galina.timchishina@tinro.vniro.ru.

Якуш Евгений Валентинович, кандидат химических наук, первый заместитель руководителя. Тихоокеанский филиал ФГБНУ “ВНИРО” (“ТИНРО”). 690091, Россия, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4. ORCID: 0000-0003-1476-9577. E-mail: evyakush@mail.ru.

Evgeniy V. Yakush, PhD in Chemistry Sciences, First Deputy Head. Pacific Branch of VNIRO (TINRO). 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia. ORCID: 0000-0003-1476-9577. E-mail: evyakush@mail.ru.