

Научная статья

УДК 664.951.014:597.3

DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-706-718

EDN: HQEKJF

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КОЛЮЧЕЙ АКУЛЫ *SQUALUS BORETZI*

Л.В. Шульгина, Е.В. Якуш, К.Г. Павел, Е.А. Солодова, И.В. Мальцев*

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

Аннотация. Впервые исследованы показатели безопасности, размерно-массовый и химический состав мышечной ткани и печени колючей акулы *Squalus boretzi*, выловленной при ярусном глубоководном промысле в районе подводных гор Императорского хребта (северо-западная часть Тихого океана). Размерный ряд акулы в уловах находился в пределах от 55 до 94 см. Масса особей — 830–4540 г. Мясо акулы характеризуется высокими вкусовыми свойствами, отсутствием запаха и привкуса мочевины в сырой рыбе и после технологической обработки, что обуславливает ее использование в технологии различных пищевых продуктов. По содержанию белков (24,8 %) и липидов (0,8 %) колючая акула относится к низкокалорийным высокобелковым рыбам. Ее белки содержат все незаменимые аминокислоты, что приближает их к «идеальному» белку. Основным классом липидов мышечной ткани акулы являются фосфолипиды, содержание которых составляет около 57 % от их общей суммы. Полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в липидах мяса акулы содержится 46,6 %, 36,9 % из них представлены жирными кислотами семейства омега-3. Сумма биологически значимых жирных кислот (эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК)) достигает 34,7 %. В печени акулы содержится около 83 % липидов, в составе которых 53 % представлены мононенасыщенными жирными кислотами. Содержание ПНЖК в печени акулы — 20,6 %, количество биологически значимых жирных кислот (ЭПК+ДГК) — около 10,5 %. По гигиеническим и микробиологическим показателям мышечная ткань колючей акулы соответствует требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 и ТР ТС 021/2011, а в печени обнаружено повышенное содержание ртути, что затрудняет ее использование в качестве источника ценных липидов.

Ключевые слова: колючая акула *Squalus boretzi*, печень, размерно-массовый состав, качество, безопасность, ПНЖК

Для цитирования: Шульгина Л.В., Якуш Е.В., Павел К.Г. и др. Технологическая и химическая характеристика колючей акулы *Squalus boretzi* // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 706–718. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-706-718. EDN: HQEKJF.

* Шульгина Лидия Васильевна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией, lvshulgina@mail.ru, ORCID 0000-0002-1767-0129; Якуш Евгений Валентинович, кандидат химических наук, первый заместитель руководителя филиала, evyakush@mail.ru, ORCID 0000-0001-7837-5943; Павел Константин Геннадьевич, кандидат химических наук, ведущий специалист, kg.pavel@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1476-9577; Солодова Елена Афанасьевна, кандидат технических наук, ведущий специалист, elena.solodova@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-9847-413X; Мальцев Игорь Владимирович, ведущий специалист, igor.maltsev@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-0540-2837.

Technological and chemical characteristics of spurdog *Squalus boretzi*

Lidia V. Shulgina*, Evgeny V. Yakush**, Konstantin G. Pavel'***,

Elena A. Solodova****, Igor V. Maltsev*****

*, **, ***, ****, ***** Pacific branch of VNIRO (TINRO),

4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* D.Biol., professor, head of laboratory, lvshulgina@mail.ru, ORCID 0000-0002-1767-0129

** Ph.D., deputy director, evyakush@mail.ru, ORCID 0000-0001-7837-5943

*** Ph.D., leading specialist, kg.pavel@yandex.ru, ORCID 0000-0003-1476-9577

**** Ph.D., leading specialist, elena.solodova@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-9847-413X

***** leading specialist, igor.maltsev@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-0540-2837

Abstract. Safety indices, size-weight structure, and chemical composition of the muscle tissue and liver are determined for a small-sized shark species as spurdog *Squalus boretzi* caught with longline in the area of Imperial Ridge seamounts (North-West Pacific). The highest catch was recorded on Koko Rise at the depth of 700 m. The sharks had the body length from 55 to 94 cm and the weight of 830–4540 g. Content of proteins and lipids in the muscle tissue (24.8 % and 0.8 %, respectively) of spurdog corresponds to low-calorie high-protein fish. The proteins contain all the essential amino acids in the ratio close to an «ideal protein». The lipids are presented by mainly phospholipids (57 % of total amount). The portion of polyunsaturated fatty acids in the lipids is 46.6 %, including 36.9 % of omega-3 fatty acids. The sum of biologically significant fatty acids (eicosapentaenoic and docosahexaenoic) reaches 34.7 %. The shark liver contains about 83 % of lipids, mostly monounsaturated fatty acids (53 % of total lipid amount) and 20.6 % of PUFA. The amount of biologically significant fatty acids (EPA + DHA) in the liver is about 10.5 %. In terms of hygienic and microbiological parameters, the muscle tissue of *Squalus boretzi* meets the requirements of Euro-Asian Union (№ 040/2016) and Customs Union (№ 021/2011). However, a heightened content of mercury is found in the liver of spurdog that makes difficult to use this source of valuable lipids.

Keywords: spurdog, *Squalus boretzi*, liver, size-weight composition, food quality, food safety, PUFA

For citation: Shulgina L.V., Yakush E.V., Pavel K.G., Solodova E.A., Maltsev I.V. Technological and chemical characteristics of spurdog *Squalus boretzi*, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 3, pp. 706–718. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-706-718. EDN: HQEKJF.

Введение

Колючие акулы сем. Squalidae являются промысловыми объектами. На Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне объем их общих рекомендуемых уловов составляет 0,2 тыс. т*.

Мясо колючих акул характеризуется повышенным содержанием карбамида (мочевины) и триметиламинооксида, что снижает ее товароведные характеристики и затрудняет использование в пищевых технологиях без дополнительной обработки [Тишин, 1969; Гордиевская, 1971; Кизеветтер, 1971].

Колючие акулы используются во многих странах для получения пищевых, кормовых и технических продуктов, а также биологически активных веществ [Тишин, 1969; Гордиевская, 1971; Mutalipassi et al., 2021]. На мировом потребительском рынке они реализуются в свежем и мороженом виде. В мороженом состоянии качество мяса колючей акулы сохраняется длительное время. Для изготовления пищевых продуктов мясо акул подвергают предварительной обработке (отмачивание и др.). В странах Юго-Восточной Азии популярен суп из акульих плавников. Мясо колючих акул используется для получения копченой продукции, их балыки имеют сходство с копченой осетриной [Тишин, 1969].

* Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: материалы к прогнозу общего вылова гидробионтов на 2021 год. Владивосток: ТИНРО, 2021. 207 с.

Очень ценным сырьем считается хрящевая ткань акул, которая используется для производства лекарственных препаратов и пищевых добавок [Lee, Langer, 1983; Patra, Sandell, 2012]. Акулий хрящ содержит глюкозамин, который восполняет естественный его дефицит в организме человека, стимулирует выработку гиалуроновой кислоты и коллагена, облегчает нормальное отложение кальция в костной ткани, проявляет общие протекторные свойства [de Waard et al., 1992; Sugahara et al., 1992; Milner, 1999]. В хрящевой ткани акул присутствует множество различных форм хондроитинсульфатов (хондроитинсульфат Д и С-типа), питающих суставы человека и замедляющих их разрушение [Туляков и др., 2009]. Препараты, получаемые из акулего хряща, обладают антиангиогенной активностью и оказывают влияние на регрессию опухолей [Пат. РФ 2181292; Пат. РФ 2161002; Пат. РФ 2201757]. Эти лечебно-профилактические препараты представляют собой водные экстракты акулего хряща, имеющие в составе компоненты с молекулярной массой 1–500 кДа.

Ценность представляет и печень колючих акул, масса которой в зависимости от биологического состояния может достигать 30 % от массы тела. В отдельных странах печень колючих акул используют для производства медицинского и технического жира. В медицинской практике ее применяют для получения биологически активных добавок к пище как источник полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), витаминов А и Е. Печень акулы содержит сквален, который принадлежит к терпенам и более крупной группе каротиноидов [Кизеветтер, 1971].

Внутренности акул перерабатываются и используются в качестве ценного удобрения, а из костей получают рыбную муку [Тишин, 1969; Гордиевская, 1971; Кизеветтер, 1971]. Кожа и зубы высоко ценятся в производстве галантерейных изделий и украшений.

Значительные запасы глубоководного вида колючих акул *Squalus boretti* были обнаружены в уловах ярусного глубоководного промысла предприятием АО «Рыболовецкий колхоз «Восток-1»» в районах подводных гор Императорского хребта (северо-западная часть Тихого океана)*. Биологические и популяционные характеристики колючих акул сем. Squalidae с подводных гор в центральной и северной части Тихого океана описаны иностранными учеными [Wilson, Seki, 1994], но сведений по показателям безопасности и химико-технологическим характеристикам в литературе нет. Поэтому целью настоящей работы явилось исследование показателей безопасности мяса и печени колючей акулы *S. boretti* на соответствие требованиям ТР ТС 040/2016 и ТР ТС 021/2011, их физико-химических показателей качества и технологических свойств, биологической ценности и биологической эффективности липидов для рационального использования.

Материалы и методы

Для изучения технотехнической характеристики колючей акулы *S. boretti* были использованы образцы мороженой рыбы из промышленных партий, заготовленных по ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая. Технические условия».

Определение содержания воды, белков, жира и минеральных веществ осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Показатели безопасности пищевых тканей акулы проверяли на соответствие требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»» и ТР ТС 021/2011 «Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»». Содержание токсичных элементов в тканях акулы определяли согласно ГОСТ 30178–96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов»; пестицидов и полихлорированных бифенилов — по ГОСТ 31983-2012 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Методы определения содержания полихлорированных бифенилов»,

* Вылавливаемую колючую акулу первоначально определили как *Squalus mitsukurii*. Однако В.Н. Долгановым [2019] описан единственный обитающий в районе Императорского подводного хребта вид рода *Squalus* — *Squalus boretti*.

МУК 4.1.1023-01 «Изомерспецифическое определение полихлорированных бифенилов (ПХБ) в пищевых продуктах». Микробиологические показатели исследовали в соответствии с ГОСТ 10444.15-94 «Продукты пищевые. Методы определения количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов», ГОСТ 31747-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий)», ГОСТ 31746-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества коагулазоположительных стафилококков и *Staphylococcus aureus*», ГОСТ 31659-2012 «Метод выявления бактерий рода *Salmonella*», ГОСТ 32031-2012 «Продукты пищевые. Методы выявления бактерий *Listeria monocytogenes*». Присутствие личинок гельминтов в пищевых тканях акулы — по ГОСТ Р 54378-2011 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения жизнеспособности личинок гельминтов».

Органолептическую оценку качества акулы проводили по ГОСТ 7631-2008 «Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей».

Аминокислотный состав белков мышечной ткани рыбы определяли на автоматическом аминокислотном анализаторе L-8800 (Hitachi, Япония). Подготовку проб для анализа аминокислотного состава белков осуществляли методом кислотного гидролиза 6 N соляной кислотой.

Экспресс-оценку фактической биологической ценности мышечной ткани акулы проводили с применением тест-культуры *Tetrahymena pyriformis* [Шульгин и др., 2006].

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 объему) в качестве элюента. Для проявления хроматограмм применяли 10 %-ный спиртовой раствор фосформолибденовой кислоты с последующим нагреванием пластинок при 110 °С. Идентификацию отдельных классов липидов осуществляли методом сравнения с нанесенными на пластинку стандартными соединениями. Для количественного определения применяли программное обеспечение ImageJ (National Institute of Health, США, v.1.47) [Schneider et al., 2012; Laggai et al., 2013].

Для определения состава жирных кислот (ЖК) общие липиды переводили в метиловые эфиры жирных кислот [Casteau, 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 пленки 0,25 мкм, Supelco, США) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190 °С и инжектора и детектора 240 °С. В качестве газа-носителя 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).

Элементный состав в пробах изучали методом атомно-эмиссионной спектроскопии.

Водоудерживающую способность мышечной ткани определяли согласно методике О.М. Мельниковой [Мельникова, Зайцева, 1976].

Коэффициент пищевой насыщенности ($K_{\text{пн}}$) устанавливали отношением суммы белков, жиров и углеводов к массовой доле воды в продукте в процентах. Степень обводнения мышечной ткани рыбного сырья рассчитывали по белково-водному коэффициенту (БВК, доли единицы) и белково-водно-жировому коэффициенту (БВЖК, доли единицы) [Гордиевская, 1971; Леванидов, 1980; Богданов, Волотка, 2013].

Все цифровые величины, использованные при построении таблиц, обрабатывали с помощью программы «Microsoft Excel»-2014. Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили общепринятыми математическими методами с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel»-2014. Результаты выражены на основе подсчета средних значений величин со стандартным отклонением. Значения с 95 %-ным доверительным интервалом ($P < 0,05$) считались статистически значимыми.

Результаты и их обсуждение

Объектом исследований являлась мороженая колючая акула *Squalus boretzi*, выловленная при ярусном глубоководном промысле в районе подводных гор Императорского хребта (северо-западная часть Тихого океана).

Максимальные уловы колючей акулы при ярусном промысле отмечались на глубине до 700 м в районе подводного поднятия Коко и составляли 264 экз. (45,2 кг) на 1000 крючков, в отдельных кассетах отмечались уловы до 400 экз./750 крючков. Эти данные свидетельствуют о перспективности промысла этой акулы в районах подводных гор Императорского хребта и необходимости проведения исследований по рациональному ее использованию.

Размерный ряд колючей акулы в уловах находился в пределах от 55 до 94 см при средней длине 72,3 см (табл. 1). Масса исследованных особей находилась в пределах 830–4540 г, среднее значение 2000 г. Выборка — не менее 100 экз. Результаты массового состава колючей акулы представляют собой предельные значения 10 независимых повторов (табл. 1). Печень колючей акулы составляла в среднем 6,7 % от общей массы тела акулы. Она имела светло-серый цвет, ровную гладкую поверхность.

Таблица 1

Размерный и массовый состав исследованных образцов колючей акулы *S. boretzi*

Table 1

Size and weight composition of shortspine spurdog *Squalus boretzi*

Показатель		Мин–макс	Среднее
Длина тела, см		55–94	72,3
Масса, г		830–4540	2000,0
Части тела, % к массе рыбы	Голова	17,6–22,0	19,8
	Тушка	44,3–51,2	47,8
	Плавники	9,3–11,1	10,2
	Печень	5,6–7,7	6,7
	Внутренности	9,5–10,9	10,2

Результаты определения показателей безопасности приведены в табл. 2. Содержание токсичных элементов в мясе акулы было ниже предельно допустимых уровней, пестициды и полихлорированные бифенилы не обнаружены. Число мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в мышечной ткани было значительно ниже предельно допустимых уровней для мороженой рыбы. Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), плазмокоагулирующие стафилококки, патогенные бактерии (сальмонеллы и листерии), а также паразитические вибрионы в рекомендуемых навесках для испытаний отсутствовали. Присутствие гельминтов или личинок нематод в мышечной ткани и печени акулы также не обнаружено (табл. 2).

Таким образом, по содержанию токсичных элементов, пестицидов, полихлорированных бифенилов, микробиологическим и паразитологическим показателям мышечная ткань колючей акулы соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016.

При изучении печени акулы было установлено, что в ней содержание ртути составляет 0,99 мг/кг, что превышает допустимый уровень в 2 раза (0,50 мг/кг). По этому показателю печень колючей акулы не соответствует требованиям ТР ЕАЭС 040/2016. В связи с повышенным содержанием ртути направление печени для пищевых или кормовых целей должно осуществляться после обязательного контроля на содержание токсичных элементов.

После размораживания колючей акулы внешний вид ее не изменялся. Кожа колючей акулы плотная, шершавая. Запах аммиака при разделке мороженой колючей акулы отсутствовал.

Вареное мясо колючей акулы имело белый цвет, вкус очень приятный, без сторонних привкуса и запаха, консистенция мяса — сочная и нежная. Бульон после

Таблица 2

Показатели безопасности колючей акулы *S. boretzi*

Table 2

Safety indices for shortspine spurdog *Squalus boretzi*

Наименование показателя		Нормативный показатель	Фактические показатели
Токсичные элементы, мг/кг, не более	Свинец	1,0	0,002 ± 0,001
	Мышьяк	5,0	0,40 ± 0,01
	Кадмий	0,2	0,005 ± 0,001
	Ртуть	0,5	0,30 ± 0,04
Пестициды, мг/кг, не более	Гексахлорциклогексан (α, β, γ-изомеры)	0,2	Не обнаружено
	ДДТ и его метаболиты		
	ДДТ	0,2	Не обнаружено
	ДДЕ	0,2	Не обнаружено
Полихлорированные бифенилы, мг/кг		2,0	Не обнаружено
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более		1,0 · 10 ⁵	8,7 · 10 ¹ ± 1,42 · 10 ²
Бактерии группы кишечных палочек (колиформы), не допускается, г		0,001	Не обнаружено
<i>Staphylococcus aureus</i> , не допускается, г		0,01	Не обнаружено
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> , КОЕ/г, не более		100	Не обнаружено
Патогенные, в том числе сальмонеллы и <i>Listeria monocytogenes</i> , не допускается, г		25,0	Не обнаружено

варки мяса акулы — светлый с мелкими капельками жира на поверхности, приятный на вкус, без посторонних привкуса и запаха.

Бульон, приготовленный из головы, калтычков и костей акулы при соотношении рыба : вода 1 : 2 характеризовался очень приятным запахом, насыщенным белковым вкусом, с каплями жира на поверхности. С учетом высоких органолептических свойств пищевые отходы при разделке акулы (голову, кости и калтычки) следует рекомендовать для приготовления рыбных бульонов, супов и заливных.

Результаты исследований химического состава мышечной ткани колючей акулы показали, что в соответствии с классификацией И.П. Леванидова [1968] по содержанию белков (24,8 ± 1,3 %) и липидов (0,80 ± 0,03 %) она относится к высокобелковым маложирным рыбам (табл. 3). Энергетическая ценность мяса акулы составила 105 ккал или 438 кДж. Печень акулы представляет собой жировое депо, содержание жира в ней составляет в среднем 83,0 %. Энергетическая ценность печени колючей акулы — 759,0 ккал.

Таблица 3

Общий химический состав мышечной ткани колючей акулы *S. boretzi*, %

Table 3

General chemical composition for muscle tissue of shortspine spurdog *Squalus boretzi*, %

Показатель	Мышечная ткань	Печень
Вода	72,6 ± 3,5	13,6
Белки	24,8 ± 1,3	3,0
Жир	0,80 ± 0,03	83,0
Минеральные вещества	1,8 ± 0,2	0,4
Энергетическая ценность, кДж/ккал	438/105	3173/759

Влагоудерживающая способность (ВУС), белково-водный коэффициент (БВК) и белково-водно-жировой коэффициент (БВЖК), а также коэффициент пищевой насы-

щенности ($K_{\text{пн}}$) и коэффициент обводнения (K_o) являются ведущими показателями для оценки технологической целесообразности рыбного сырья [Кизеветтер, 1971; Мельникова, 1977; Богданов, Волотка, 2013] (табл. 4). Согласно указанным коэффициентам мышечная ткань колючей акулы относится к группе средненасыщенного пищевого сырья (пределы коэффициента пищевой средненасыщенности составляют 0,3–0,6). Коэффициент обводнения — 2,9, БВК — 0,34, что свидетельствует о плотной и сочной консистенции мяса акулы, менее водянистой, чем мясо многих видов рыб (например, у минтая K_o равен 5,15, у кеты — 3,33; БВК — соответственно 19,4 и 29,4). Согласно рассчитанному коэффициенту БВЖК (0,34) мясо колючей акулы попадает в группу или категорию сырья маложирного и высокобелкового. С учетом классификации рыбного сырья по этому показателю, предложенной И.В. Кизеветтером [1971], мясо этой акулы очень устойчиво к механическим и тепловым воздействиям, после тепловой обработки потери воды в нем будут минимальными, а консистенция будет сочной и нежной.

Таблица 4

Технологические характеристики мышечной ткани колючей акулы *S. boretzi*, доли единицы

Table 4

Technological characteristics for muscle tissue of shortspine spurdog *Squalus boretzi*

Показатель	Значение
$K_{\text{пн}}$	0,35
K_o	2,9
БВК	0,34
БВЖК	0,34
ВУС	53,1

Для рыбы, как продукта питания для населения, имеет значение не только ее пищевая и энергетическая ценность, но и биологическая полноценность — способность веществ химического состава рыбы обеспечивать формирование пластического резерва организма человека. К таким веществам относятся белки, прежде всего полноценные, незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты, ферменты, минеральные вещества. Биологическая ценность белков определяется сбалансированностью их аминокислотного состава и может быть оценена при сравнении его с аминокислотным составом эталонного белка по шкале ФАО/ВОЗ, аминокислотный состав которого сбалансирован и идеально соответствует потребностям человеческого организма в каждой незаменимой аминокислоте.

Анализ данных по аминокислотному составу показал, что белки мышечной ткани колючей акулы полноценные, содержат все незаменимые и заменимые аминокислоты (табл. 5). Содержание незаменимых аминокислот превышает таковое в идеальном белке на 0,6–7,2 г/100 г белка. Лимитирующей аминокислотой является валин, количество которого составляет 4,8 г/100 г белка.

Показатель относительной биологической ценности (ОБЦ) мяса колючей акулы составил 92,0 %, что указывает на высокую доступность белков пищеварительным ферментам живого организма и подтверждает их высокую усвояемость и биологическую ценность.

Результаты исследования состава липидов мышечной ткани и печени акулы приведены в табл. 6. Установлено, что основным классом липидов мышечной ткани акулы данного вида (около 57,0 %) являются фосфолипиды. Известно, что фосфолипиды оказывают значительное влияние на липидный обмен в организме человека, особенно на факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний и печени, используются в клинической практике при их лечении [Гундерман, 2002; Грищенко, 2013; Кубекина и др., 2017]. Следующим классом липидов колючей акулы являются стерины (23,07 %), но содержание их в 100 г мяса составляет не более 0,20 г.

Таблица 5
Аминокислотный состав белков мышечной ткани колючей акулы *S. boretzi*, г/100 г белка
Table 5
Amino acid composition for proteins in muscle tissue of shortspine spurdog *Squalus boretzi*,
g per 100 g of protein

Незаменимая аминокислота	Содержание	Заменимая аминокислота	Содержание
Val	4,7	Ala	5,8
Leu	8,2	Asp	10,6
Ile	4,1	Arg	6,2
Thr	4,7	Hys	1,9
Met+Cys	4,0	Gly	4,1
Phe+Tyr	7,5	Glu	15,9
Lys	8,6	Pro	7,6
Trp	1,0	Ser	4,5
Σ	42,8	Σ	56,6

Таблица 6
Фракционный состав липидов мышечной ткани и печени колючей акулы *S. boretzi*,
% от общей суммы липидов

Table 6
Fractional composition for lipids in muscle tissue and liver of shortspine spurdog
Squalus boretzi, % of total lipid amount

Класс липидов	Мышечная ткань	Печень
Триацилглицериды	1,63	58,05
Диацилглицериды	1,51	29,68
Свободные жирные кислоты	5,27	1,74
Стерины	23,07	1,93
Эфиры стериннов (воска)	3,53	6,20
Полярные липиды (фосфолипиды)	56,97	2,40

В печени колючей акулы основная часть липидов представлена триацилглицеридами (более 58,0 %) и диацилглицеридами (более 29,0 %). Содержание фосфолипидов в печени акулы незначительное. Липиды печени в отличие от липидов мышечной ткани не содержат сквалена, но содержат в 2 раза больше воска, чем в мышечной ткани, что соответствует содержанию их 5,0 г/100 г ткани печени.

В составе жирных кислот мышечной ткани колючей акулы преобладают полиненасыщенные жирные кислоты, они составляют 46,62 % от общей суммы жирных кислот (табл. 7), в том числе 36,9 % их представлены ПНЖК семейства омега-3. Эти жирные кислоты являются предшественниками обширного ряда различных липидных медиаторов, регулируют метаболические пути и воспалительные реакции, что обуславливает широкий спектр их положительного действия на организм человека и значительную роль в профилактике и лечении различных заболеваний [Плотникова и др., 2018; Ших, Махова, 2019].

Основной биологически значимой жирной кислотой в липидах мяса акулы является докозагексаеновая (22:6 n-3), содержание которой достигает 33,1 % от общей суммы жирных кислот. Доля насыщенных жирных кислот составляет около 1/3, среди них доминирует пальмитиновая (16:0). Наименьшей по количеству является группа мононенасыщенных жирных кислот (МНЖК) (всего 18,82 %), большая часть которых представлена олеиновой кислотой (18:1 n-9), которая выполняет важную физиологическую функцию: она необходима человеку для поддержания нормального обмена веществ и энергии, построения клеточного скелета [Титов и др., 2014].

В липидах печени колючей акулы преобладает группа мононенасыщенных жирных кислот (53,34 %), основная часть их также представлена олеиновой кислотой (18:1 n-9) (табл. 7). Доля насыщенных жирных кислот в липидах печени составляет 24,84 % от общей суммы жирных кислот, среди них преобладает пальмитиновая кислота

Таблица 7
Состав жирных кислот в липидах мышечной ткани и печени колючей акулы *S. boretzi*,
% от суммы жирных кислот

Table 7
Composition of fatty acids in lipids of muscle tissue and liver of shortspine spurdog
Squalus boretzi, % of total fatty acids

Насыщенные			Мононенасыщенные			Полиненасыщенные		
ЖК	Мясо	Печень	ЖК	Мясо	Печень	ЖК	Мясо	Печень
i-14:0	0,49	0,21	16:1 n-11	0,18	—	16:2 n-4	0,37	1,28
14:0	0,26	1,63	16:1 n-9	0,51	—	16:3 n-4	0,15	—
i-15:0	—	0,15	16:1 n-7	1,04	4,75	16:4 n-1	1,93	—
15:0	0,14	0,48	16:1 n-5	—	0,13	18:2 n-6	0,57	1,17
i-16:0	—	0,13	17:1 n-9	0,48	0,88	18:2 n-4	—	0,14
ai-16:0	2,63	—	18:1 n-9	11,17	29,95	18:3 n-6	0,12	0,39
16:0	21,38	17,45	18:1 n-7	3,53	3,80	18:3 n-3	—	0,44
i-17:0	0,48	0,40	18:1 n-5	0,16	0,33	18:4 n-3	0,27	0,58
ai-17:0	0,18	0,15	19:1 n-9	0,22	0,53	20:2 n-6	0,94	1,14
17:0	0,58	0,58	20:1 n-11	0,43	2,05	20:3 n-6	0,11	0,17
i-18:0	0,47	0,33	20:1 n-9	0,90	4,92	20:4 n-6	4,49	0,83
ai-18:0	0,53	—	20:1 n-7	—	0,34	20:4 n-3	0,13	0,59
18:0	6,29	3,16	22:1 n-11	0,20	3,40	20:5 n-3	1,69	1,66
20:0	—	0,17	22:1 n-7	—	0,12	21:5 n-3	—	0,16
Σ	33,43	24,84	24:1 n-9	—	1,29	22:4 n-6	0,41	0,58
			Σ	18,82	53,34	22:5 n-6	0,63	0,49
						22:5 n-3	1,71	1,58
						22:6 n-3	33,10	8,87
						Σ	46,62	20,62

(16:0), содержание которой превышает более 2/3 суммы жирных кислот этой группы. ПНЖК составляют всего 20,62 % от общей суммы жирных кислот липидов печени, что отличает состав жира печени колючей акулы от такового морских рыб. Основной биологически значимой жирной кислотой является докозагексаеновая (22:6 n-3), доля которой составляет 8,87 % от общей суммы жирных кислот, значительно уступает ей количество эйкозапентаеновой кислоты (20:5 n-3).

Макро- и микроэлементы в мышечной ткани колючей акулы содержатся в небольших концентрациях (табл. 8), что характерно для глубоководных морских рыб. Поэтому мясо колючей акулы не может быть рекомендовано как дополнительный источник отдельных элементов.

Таблица 8
Элементный состав мышечной ткани колючей акулы *S. boretzi*

Table 8
Elemental composition for muscle tissue of shortspine spurdog *Squalus boretzi*

Макроэлементы, мг/100 г		Микроэлементы, мкг/100 г			
K	27,2	Fe	700,0	Mn	0,06
Na	68,8	Z	600,0	Co	0,03
Ca	84,3	Cu	40,0	Ni	0,02
Mg	13,3	J	5,2	B	0,004
P	15,8	Se	4,6		

Закключение

По показателям безопасности (содержанию токсичных элементов, пестицидов и полихлорированных бифенилов, наличию личинок гельминтов, микробиологическим показателям) мясо колючей акулы *Squalus boretzi* соответствует требованиям

ТР ТС 021/2011 и ТР ЕАЭС 040/2016. По содержанию ртути (0,99 мг/кг) печень колючей акулы не соответствует требованиям ТР ЕАЭС 040/2016, так как оно превышает в 2 раза нормативное значение (0,5 мг/кг). Использование печени для пищевых или кормовых целей в связи с повышенным содержанием ртути должно осуществляться после обязательного контроля на токсичные металлы.

Колючая акула относится к белковым рыбам (содержание белков 24,8 %) с низким содержанием липидов (0,8 %). Показатель относительной биологической ценности (ОБЦ) мяса акулы составил 92 %, что указывает на высокую биодоступность белков рыбы живому организму. Белки мышечной ткани содержат все заменимые и незаменимые аминокислоты, лимитирующей аминокислотой является валин.

Основной класс липидов мышечной ткани акулы — фосфолипиды, в печени — триацилглицериды.

В липидах мышечной ткани содержится третья часть мононенасыщенных жирных кислот (33,43 %), среди которых на долю олеиновой приходится более 70 % от суммы МНЖК. Количество ПНЖК составило 46,62 % от общего количества ЖК, среди них доля кислот серии омега-3 — 78,5 %.

Печень колючей акулы представляет собой жировое депо, содержание жира в ней составляет 83,0 %. В составе жирных кислот липидов печени преобладающей является группа мононенасыщенных (53,34 % от общей суммы ЖК), основная часть их представлена олеиновой кислотой (18:1 n-9).

Мышечная ткань акулы содержит макро- и микроэлементы в небольших концентрациях, что характерно для глубоководных морских рыб.

Мясо колючей акулы считается малообводненным, белково-водный коэффициент (БВК) составляет 34 доли единицы. Коэффициент БВЖК (0,34) колючей акулы свидетельствует о плотной и сочной консистенции мяса, менее водянистой, чем мясо многих видов рыб, и позволяет использовать все виды обработки, в том числе высокотемпературное консервирование.

На основании полученных результатов проведенных исследований установлено, что мясо колючей акулы *Squalus boretti* обладает высокой пищевой ценностью, пригодной для использования в технологии получения широкого ассортимента пищевых продуктов, может быть подвергнуто любому способу обработки.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам научно-испытательной лаборатории Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) М.В. Симоконю, Г.В. Самойленко и А.А. Попкову за оказание помощи при проведении химических анализов.

The authors express their gratitude to M.V. Simokon', G.V. Samoylenko and A.A. Popkov (Research Testing Lab. of TINRO) for their assistance with chemical analyses.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.
The study had budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Л.В. Шульгина — планирование работ, анализ результатов, написание статьи; Е.В. Якуш — планирование работ, написание статьи; К.Г. Павель — выполнение

химических исследований, обработка данных; Е.А. Солодова — выполнение технологических исследований, обработка данных; И.В. Мальцев — определение размерно-массового состава, обработка данных.

L.V. Shulgina — planning of the study, analysis of results, writing the text; E.V. Yakush — general supervision, writing the text; K.G. Pavel — chemical analyses, data processing; E.A. Solodova — technological investigations, data processing; I.V. Maltsev — size and weight measurements, data processing.

Список литературы

Богданов В.Д., Волотка Ф.Б. Функционально-технологические свойства дальневосточной краснопёрки и кефали-лобана // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 173. — С. 280–292

Гордиевская В.С. Пищевое использование мяса тихоокеанских акул. — Владивосток : Дальиздат, 1971. — 37 с.

Грищенко Е.Б. Место фосфолипидных препаратов в современной терапевтической практике // Медицинский совет. — 2013. — № 3-1. — С. 52–57. DOI: 10.21518/2079-701X-2013-3-52-5.

Гундерманн К. Новейшие данные о механизмах действия и клинической эффективности эссенциальных фосфолипидов // Клинические перспективы гастроэнтерологии, гепатологии. — 2002. — № 2. — С. 28–31.

Долганов В.Н. *Squalus boretzi* sp. n. (Squalidae) — новый вид сквалидных акул с Императорского подводного хребта (Тихий океан) // Биол. моря. — 2019. — Т. 45, № 4. — С. 279–285. DOI: 10.1134/S013434751904003X.

Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна : моногр. — Владивосток : Дальиздат, 1971. — 297 с.

Кубекина М.В., Мясоедова В.А., Карагодин В.П., Орехов А.Н. Фосфолипиды пищи: влияние на липидный обмен и факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний // Вопр. питания. — 2017. — Т. 86, № 3. — С. 6–18.

Леванидов И.П. Взаимосвязь основных компонентов и химического состава мяса рыб // Рыб. хоз-во. — 1980. — № 8. — С. 62–64.

Леванидов И.П. Классификация рыб по содержанию в их мясе жира и белков // Рыб. хоз-во. — 1968. — № 9. — С. 50–51; № 10. — С. 64–66.

Мельникова О.М. О влагоудерживающей способности мышечных тканей. Пищевое использование некоторых глубоководных рыб // Рыб. хоз-во. — 1977. — № 2. — С. 72–73.

Мельникова О.М., Зайцева Г.И. Пищевое использование глубоководных рыб // Рыб. хоз-во. — 1976. — № 9. — С. 54–56.

Пат. РФ 2161002. Пищевой общеукрепляющий лечебно-профилактический продукт из хрящевой ткани акул и способ его получения / Т.Н. Пивненко, Л.М. Эпштейн, Ю.М. Позднякова и др. — Заявл. 30.07.1999; Опубл. 27.12.2000. — 2 с.

Пат. РФ 2181292. Экстракты акульего хряща, обладающие противоколлагенолитическим, противовоспалительным, антиангиогенным и противоопухолевым действием, способ получения, способы применения и содержащие их композиции / Эрик Дюпон (СА), Поль Бразо (СА), Кристина Жюно (СА) и др. — Заявл. 07.08.1996; Опубл. 20.04.2002. — 27 с.

Пат. РФ 2201757. Средство профилактики и лечения дегенеративно-дистрофических изменений суставов и способ его получения / К.С. Десятниченко, Е.Л. Матвеева, И.А. Талашова. — Заявл. 14.11.2001; Опубл. 10.04.2003. — 23 с.

Плотникова Е.Ю., Синькова М.Н., Исаков Л.К. Роль омега-3 ненасыщенных кислот в профилактике и лечении различных заболеваний // Лечащий врач. — 2018. — № 7. — С. 63–67.

Титов В.Н., Дыгай А.М., Котловский М.Ю. и др. Пальмитиновая, олеиновая кислоты и их роль в патогенезе атеросклероза // Бюл. сибирской медицины. — 2014. — Т. 13, № 5. — С. 149–159.

Тишин В.Е. Использование акул для пищевых, кормовых и технических целей : моногр. — М. : ВНИРО, 1969. — 107 с.

Туляков В.О., Зупанець К.О., Шебеко С.К. Протекторні властивості глюкозаміну // Фармакологія та лікарська токсикологія. — 2009. — № 3. — С. 3–9.

Ших Е.В., Махова А.А. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства ω -3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога // Вопр. питания. — 2019. — Т. 88, № 2. — С. 91–100. DOI: 10.24411/0042-8833-2019-10022.

Шульгин Ю.П., Шульгина Л.В., Петров В.А. Ускоренная биотис оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов : моногр. — Владивосток : ТГЭУ, 2006. — 123 с.

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, Iss. 3. — P. 384–390. DOI: 10.1016/S0021-9673(00)88356-9.

Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography A reappraisal // J. Chromatogr. — 1988. — Vol. 447, Iss. 2. — P. 305–314. DOI: 10.1016/0021-9673(88)90040-4.

de Waard P., Vliegthart J.F., Harada T., Sugahara K. Structural studies on sulfated oligosaccharides derived from the carbohydrate-protein linkage region of chondroitin-6-sulfate proteoglycans of shark cartilage. II. Seven compounds containing 2 or 3 sulfate residues // J. Biol. Chem. — 1992. — Vol. 267, № 9. — P. 6036–6043. DOI: 10.1016/S0021-9258(18)42658-0.

Laggai S., Simon Y., Ransweiler T. et al. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // World J. Hepatol. — 2013. — Vol. 5, Iss. 10. — P. 558–567. DOI: 10.4254/wjh.v5.i10.558.

Lee A., Langer R. Shark cartilage contains inhibitors of tumor angiogenesis // Science. — 1983. — Vol. 221(4616). — P. 1185–1187. DOI: 10.1126/science.6193581.

Milner M. A guide to the use of shark cartilage in the treatment of arthritis and other inflammatory joint disease // American Chiropractor. — 1999. — Vol. 21. — P. 40–42.

Mutalipassi M., Esposito R., Ruocco N. Bioactive Compounds of Nutraceutical Value from Fishery and Aquaculture Discards // Foods. — 2021. — Vol. 10(7). 1495. DOI: 10.3390/foods10071495.

Patra D., Sandell L.J. Antiangiogenic and anticancer molecules in cartilage // Expert. Rev. Mol. Med. — 2012. — Vol. 14. e. 10. DOI: 10.1017/erm.2012.3.

Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // Nat. Methods. — 2012. — Vol. 9, № 7. — P. 671–675.

Sugahara K., Ohi Y., Harada T. et al. Structural studies on sulfated oligosaccharides derived from the carbohydrate-protein linkage region of chondroitin-6-sulfate proteoglycans of shark cartilage. I. Six compounds containing 0 or 1 sulfate and/or phosphate residue // J. Biol. Chem. — 1992. — Vol. 267, № 9. — P. 6027–6035. DOI: 10.1016/S0021-9258(18)42657-9.

Wilson C.D., Seki M.P. Biology and population characteristics of *Squalus mitsukurii* from a seamount in the central North Pacific Ocean // Fish. Bull. — 1994. — Vol. 92. — P. 851–864.

References

Bogdanov, V.D. and Volotka, F.B., Functional and technological properties of far-eastern dace and mullet, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2013, vol. 173, pp. 280–292.

Gordievskaya, V.S., Pishchevoye ispol'zovaniye myasa tikhookeanskikh akul (Nutritional use of Pacific shark meat), Vladivostok: Dal'izdat, 1971.

Grishchenko, E.B., The role of essential phospholipids in modern therapy. proven efficacy and safety, *Meditsinskiy sovet*, 2013, no. 3-1, pp. 52–57. doi 10.21518/2079-701X-2013-3-52-5

Gundermann, K., Latest data on the mechanisms of action and clinical efficacy of essential phospholipids, *Klinicheskiye perspektivy gastroenterologii, gepatologii*, 2002, no. 2, pp. 28–31.

Dolganov, V.N., *Squalus boretti* sp. n. (Squalidae), a new squalid shark species from the Emperor Seamount Chain, Pacific Ocean, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2019, vol. 45, no. 4, pp. 279–285. doi 10.1134/S013434751904003X

Kizevter, I.V., *Tekhnologicheskaya i khimicheskaya kharakteristika promyslovykh ryb tikhookeanskogo basseina* (Technological and Chemical Characteristics of Commercial Fish from the Pacific Basin), Vladivostok: Dal'izdat, 1971.

Kubekina, M.V., Myasoedova, V.A., Karagodin, V.P., and Orekhov, A.N., Dietary phospholipids: lipid metabolism and risk factors for cardiovascular diseases, *Vopr. Pitaniya*, 2017, vol. 86, no. 3, pp. 6–18.

Levanidov, I.P., The relationship of the main components and the chemical composition of fish meat, *Rybn. Khoz.*, 1980, no. 8, pp. 62–64.

Levanidov, I.P., Classification of fish by the fat and protein content of their meat, *Rybn. Khoz.*, 1968, no. 9, pp. 50–51; no. 10, pp. 64–66.

Melnikova, O.M., On the water-retaining capacity of muscle tissues. Food use of some deep-sea fish, *Rybn. Khoz.*, 1977, no. 2, pp. 72–73.

Melnikova, O.M. and Zaitseva, G.I., Food use of deep-sea fishes, *Rybn. Khoz.*, 1976, no. 9, pp. 54–56.

Pivnenko, T.N., Epshtein, L.M., Pozdnyakova, Yu.M., Kovalev, N.N., Gazha, A.K., Apanasevich, V.I., and Besednova, N.N., Patent RU 2161002, Food general strengthening therapeutic and prophylactic product from cartilage tissue of sharks and method for its production, *Izobret., Polezn. Modeli*, 2000.

Dupont, E., Brazo, P., Junot, C., Mas, D.H., and Marenus, K., Patent RU 2181292, Shark cartilage extracts with anticollagenolytic, anti-inflammatory, antiangiogenic and antitumor effects, method of preparation, methods of application and compositions containing them, *Izobret., Polezn. Modeli*, 2002.

Desyatnichenko, K.S., Matveeva, E.L., and Talashova, I.A., Patent RU 2201757, Means for the prevention and treatment of degenerative-dystrophic changes in the joints and the way it is obtained, *Izobret., Polezn. Modeli*, 2003.

Plotnikova, E.Yu., Sinkova, M.N., and Isakov, L.K., The role of omega-3 unsaturated acids in the prevention and treatment of various diseases, *Lechashchiy vrach*, 2018, no. 7, pp. 63–67.

Titov, V.N., Dygai, A.M., Kotlovskiy, M.Yu., Kurdoyak, Ye.V., Yakimenko, A.V., Yakimovich, I.Yu., Aksyutina, N.V., and Kotlovskiy, Yu.V., Palmitic and oleic acids and their role in pathogenesis of atherosclerosis, *Byull. sibirskoy meditsiny*, 2014, vol. 13, no. 5, pp. 149–159.

Tishin, V.E., *Ispol'zovaniye akul dlya pishchevykh, kormovykh i tekhnicheskikh tseley* (The use of sharks for food, feed and technical purposes), Moscow: VNIRO, 1969.

Tulyakov, V.O., Zupanets, K.O., and Shebeko, S.K., Protective power of glucosamine, *Farmakolohiya ta likars'ka toksykolohiya*, 2009, no. 3, pp. 3–9.

Shikh E.V. and Makhova A.A., Long-chain ω -3 polyunsaturated fatty acids in the prevention of diseases in adults and children: a view of the clinical pharmacologist, *Vopr. Pitaniya*, 2019, vol. 88, no. 2, pp. 91–100. doi 10.24411/0042-8833-2019-10022

Shulgin, Yu.P., Shulgina, L.V., and Petrov, V.A., *Uskorennaya biotis otsenka kachestva i bezopasnosti syr'ya i produktov iz vodnykh bioresursov* (Express biotis evaluation of quality and safety of raw materials and products of living aquatic resources), Vladivostok: TGEU, 2006.

Carreau, J.P. and 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, pp. 384–390. doi 10.1016/S0021-9673(00)88356-9

Christie, W.W., Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography A reappraisal, *J. Chromatogr.*, 1988, vol. 447, no. 2, pp. 305–314. doi 10.1016/0021-9673(88)90040-4

de Waard, P., Vliegthart, J.F., Harada, T., and Sugahara, K., Structural studies on sulfated oligosaccharides derived from the carbohydrate-protein linkage region of chondroitin-6-sulfate proteoglycans of shark cartilage. II. Seven compounds containing 2 or 3 sulfate residues, *J. Biol. Chem.*, 1992, vol. 267, no. 9, pp. 6036–6043. doi 10.1016/S0021-9258(18)42658-0

Laggai, S., Simon, Y., Ransweiler, T., Kiemer, A.K., and Kessler, S.M., Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH, *World J. Hepatol.*, 2013, vol. 5, no. 10, pp. 558–567. doi 10.4254/wjh.v5.i10.558

Lee, A., Langer, R., Shark cartilage contains inhibitors of tumor angiogenesis, *Science*, 1983, vol. 221(4616), pp. 1185–1187. doi 10.1126/science.6193581

Milner, M., A guide to the use of shark cartilage in the treatment of arthritis and other inflammatory joint disease, *American Chiropractor*, 1999, vol. 21, pp. 40–42.

Mutalipassi, M., Esposito, R., Ruocco, N., Viel, T., Costantini, M., and Zupo, V., Bioactive Compounds of Nutraceutical Value from Fishery and Aquaculture Discards, *Foods*, 2021, vol. 10(7), 1495. doi 10.3390/foods10071495

Patra, D., Sandell, L.J., Antiangiogenic and anticancer molecules in cartilage, *Expert. Rev. Mol. Med.*, 2012, vol. 14, e. 10. doi 10.1017/erm.2012.3

Schneider, C.A., Rasband, W.S., and Eliceiri, K.W., NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis, *Nat. Methods*, 2012, vol. 9, no. 7, pp. 671–675.

Sugahara, K., Ohi, Y., Harada, T., de Waard P., and Vliegthart, J.F., Structural studies on sulfated oligosaccharides derived from the carbohydrate-protein linkage region of chondroitin-6-sulfate proteoglycans of shark cartilage. I. Six compounds containing 0 or 1 sulfate and/or phosphate residue, *J. Biol. Chem.*, 1992, vol. 267, no. 9, pp. 6027–6035. doi 10.1016/S0021-9258(18)42657-9

Wilson, C.D., Seki, M.P., Biology and population characteristics of *Squalus mitsukurii* from a seamount in the central North Pacific Ocean, *Fish. Bull.*, 1994, vol. 92, pp. 851–864.

Sostoyaniye promyslovyykh resursov Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyina: materialy k prognozu obshchego vylova gidrobiontov na 2021 god (The state of commercial resources of the Far Eastern fishery basin: materials for the forecast of the total catch of hydrobionts for 2021), Vladivostok: TINRO, 2021.

Поступила в редакцию 22.08.2022 г.

После доработки 31.08.2022 г.

Принята к публикации 1.09.2022 г.

The article was submitted 22.08.2022; approved after reviewing 31.08.2022;
accepted for publication 1.09.2022