

**Ключевые слова:**

скумбрия японская, безопасность, мониторинг, токсичные элементы, полихлорированные бифенилы

**Keywords:**

Japanese mackerel, safety, monitoring, toxic elements, polychlorinated biphenyls

# Мониторинг показателей безопасности скумбрии японской

DOI

Канд. техн. наук

**Чупикова Е.С.** – заведующая лабораторией нормирования, стандартизации и технического регулирования;

**Ткаченко С.А.** – ведущий специалист лаборатории нормирования, стандартизации и технического регулирования;

**Борисенко Г.С.** – главный специалист лаборатории промышленной океанографии; Канд. биол. наук

**Симоконь М.В.** – заведующий аналитической научно-исследовательской лабораторией;

**Попков А.А.** – ведущий специалист аналитической научно-исследовательской лабораторией –

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)), г. Владивосток

@ elena.chupikova@tinro-center.ru; svetlana.tkachenko@tinro-center.ru; Vera\_borisenko@mail.ru; Mikhail.simokon@tinro-center.ru; aleksandr.popkov@tinro-center.ru

## MONITORING SAFETY OF JAPANESE MACKEREL

Candidate of Technical Sciences **E.S. Chupikova** – Head of the Laboratory of Standardization, Standardization and Technical Regulation;

**S.A. Tkachenko** – leading specialist of the Laboratory of standardization, standardization and technical regulation;

**G.S. Borisenko** – Chief specialist of the Laboratory of commercial oceanography;

Candidate of Biological Sciences **M.V. Simokon** – Head of the Analytical Research Laboratory;

**A.A. Popkov** – a leading specialist of the analytical research laboratory – Pacific Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (Pacific Branch of the VNIRO Federal State Budgetary Institution (TINRO)), Vladivostok

Monitoring of the concentration of toxic elements, N-nitrosamines, pesticides, polychlorinated biphenyls and cesium and strontium radionuclides in the raw muscle tissue of the Japanese mackerel putin 2014-2019 was carried out.

It was found that the investigated safety indicators of Japanese mackerel caught in the South Kuril fishing zone and in the Pacific subzone of the North Kuril fishing zone in 2014 – 2019 correspond to modern quality requirements. It is noted that Japanese mackerel can be used as a valuable raw material for the production of food products.

Здоровое питание и повышение качества пищевой продукции – приоритеты государственной политики РФ. В целях реализации Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 г., утвержденных Президентом Российской Федерации 30.04.2012, Экологической доктрины Российской Федерации, одобренной распоряжением Правительства Российской Федерации от

31.08.2002 N 1225-р, в соответствии с Федеральным законом от 10.01.2002 N 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и 42 статьи Федерального закона «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» для эффективного сохранения и устойчивого использования биологического разнообразия дальневосточных морей Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), в рамках программы государствен-

ного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды), осуществляет сбор информации о качестве водных биоресурсов дальневосточных морей, используемых в качестве сырья для производства пищевой продукции.

Показатели безопасности рыбы, как сырья для производства пищевой продукции, регламентируются санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами, а также техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) и техническим регламентом Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016).

Скумбрия японская (*Scomber japonicus*), как объект промысла российских рыбопромышленных и рыбоперерабатывающих судов, вновь появилась в наших дальневосточных морях и в открытых водах северо-западной части Тихого океана в 2015 г., а в настоящее время объемы добычи этой рыбы увеличиваются и могут быть достаточно высокими в ближайшее время [1; 2].

Учитывая длительное отсутствие добычи скумбрии японской в промышленных масштабах и активное воздействие человека на среду ее обитания и нереста, мониторинг показателей безопасности скумбрии японской, как промыслового объекта и сырья для производства пищевой продукции, особенно актуален и был целью наших исследований.

Для реализации поставленной цели были решены следующие задачи:

- определить содержание токсичных элементов (As, Cd, Pb, Hg) в мышечной ткани скумбрии японской;
- определить присутствие N-нитрозаминов, пестицидов, полихлорированных бифенилов и радионуклидов цезия и стронция в мышечной ткани скумбрии японской.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлась скумбрия японская (*Scomber japonicus*), выловленная в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины в 2014-2019 годов.

Подготовку образцов к определению токсичных элементов осуществляли методом кислотной минерализации с использованием азотной кислоты, согласно требованиям стандарта ГОСТ 26929-94. Измерение концентраций As, Cd, Pb проводилось на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Shimadzu 6800» в графитовой кювете.

Ртуть в исследуемых образцах определяли беспламенным атомно-абсорбционной спектрофотометрией на прямом анализаторе ртути «Milestone» ДМА-80. Для сравнения использовали рабочие стандартные образцы растворов металлов, внесённые в Государственный реестр средств измерений (ГСО). Относитель-

Проведён мониторинг концентрации токсичных элементов, N-нитрозаминов, пестицидов, полихлорированных бифенилов и радионуклидов цезия и стронция в сырой мышечной ткани скумбрии японской в путины 2014-2019 годов.

Установлено, что исследуемые показатели безопасности скумбрии японской, добытой в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны, в период путин 2014-2019 гг., соответствуют современным требованиям. Отмечено, что скумбрия японская может быть использована в качестве ценного сырья для производства пищевой продукции.

ная погрешность определения элементов составляла не более 10%.

Определение N-нитрозаминов устанавливали в соответствии с МУК 4.4.1.011-93.

Пестициды определяли методом газожидкостной хроматографии с электрозахватным детектором Agilent Technologies 7890A по МУК 2482-81.

Присутствие полихлорированных бифенилов устанавливали с помощью газожидкостной хроматографии с электрозахватным детектором Agilent Technologies 7890A, согласно требованиям стандарта ГОСТ Р 53184-2008.

Радионуклиды цезия и стронция определяли радиохимическим методом после термического концентрирования пробы. Радионуклиды Cs-137 выделяли в виде сурьмяноиодидной соли по МУК 4.3.2504-09. Радиохимическое выделение Sr-90 осуществляли по оксалатной методике, в соответствии с МУК 4.3.25.03-09, с последующим измерением активности выделенных препаратов на малафоновой установке УМФ-2000.

Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований включала определение средних значений величин и стандартной средней ошибки. Математическую обработку результатов проводили с использованием пакета Microsoft Excel 2000.

### ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследований установлено количественное содержание мышьяка, кадмия, ртути и свинца в сырой мышечной ткани скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в летне-осенний период промысла в 2014-2019 годы. Средние концентрации токсичных элементов приведены в таблице 1.

Известно, что наиболее токсичными формами мышьяка являются неорганические соединения мышьяка (III) и (V). Метилированные формы мышьяка характеризуются низкой острой токсичностью; арсенобетайн, который является основной формой содержания мышьяка в рыбе и ракообразных, считается нетоксичным [3]. Согласно техническому ре-

гламенту ТР ЕАЭС 021/2011, предельно-допустимый уровень содержания мышьяка в рыбе составляет 5 мг/кг. Данные мониторинга мышьяка в мышечной ткани скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны свидетельствуют, что его максимальная концентрация наблюдалась в 2017 году. Тем не менее, количество мышьяка в мышечной ткани скумбрии значительно ниже допустимого уровня.

Мониторинг содержания кадмия в скумбрии японской показал, что его количество варьировало в пределах 0,004-0,051 мг/кг, что также значительно ниже, допустимого техническим регламентом, уровня.

Кроме мышьяка и кадмия нормируемым контаминантом является ртуть. Наиболее токсичная форма ртути – метилртуть – образуется в водной среде, и рыба является главным источником воздействия метилртути на человека [3]. Предельно допустимый уровень содержания общей ртути в мышечной ткани составляет 0,5 мг/кг. Мониторинг содержания ртути в скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в период 2014-2019 годы, показал, что её количество в сырой мышечной ткани

значительно ниже допустимого значения и сопоставимо с содержанием ртути в мышечной ткани других объектов промысла дальневосточных морей [4; 5].

Содержание свинца в скумбрии японской составляло от 0,021 до 0,316 мг/кг, что значительно ниже допустимого уровня, равного 1,0 мг/кг.

Таким образом, мониторинг токсичных элементов показал, что в скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины 2014-2019 гг., их содержание значительно ниже предельно допустимых уровней.

В связи с событиями на АЭС «Фукусима-1», большое внимание уделялось мониторингу радиационного загрязнения водных биоресурсов. Известно, что авария не оказала существенного влияния на радиационное заражение сайры и других рыб, добываемых в этом районе [6]. Тем не менее, актуальность мониторинга содержания радиологических показателей рыбного сырья остаётся. Исследования содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в скумбрии японской, выловленной в 2014, 2015, 2016 и 2017 гг., показали, что уровни содержания цезия-137 находились в пределах от 0,28 до 1,18 Бк/кг и стронция –

**Таблица 1.** Средние концентрации мышьяка, кадмия, ртути и свинца в сырой мышечной ткани скумбрии японской (*Scomber japonicus*) / **Table 1.** Average concentrations of arsenic, cadmium, mercury and lead in raw muscle tissue of Japanese mackerel (*Scomber japonicus*)

Наименование показателя	Содержание, мг/кг						Допустимый уровень, мг/кг*
	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	
Мышьяк	0,480±0,040	0,250±0,030	0,050±0,020	1,810±0,060	0,200±0,030	0,759±0,002	5,0
Кадмий	0,051±0,001	0,007±0,001	0,004±0,001	0,014±0,001	0,013±0,001	0,032±0,003	0,2
Ртуть	0,019±0,002	0,022±0,001	0,024±0,002	0,025±0,001	0,167±0,002	0,053±0,004	0,5
Свинец	0,025±0,001	0,136±0,002	0,115±0,001	0,038±0,002	0,021±0,001	0,316±0,002	1,0

\*Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011)

**Таблица 2.** Данные мониторинга содержания пестицидов, N-нитрозаминов и полихлорированных бифенилов в сырой мышечной ткани скумбрии японской (*Scomber japonicus*) / **Table 2.** Monitoring data on the content of pesticides, N-nitrosamines and polychlorinated biphenyls in raw muscle tissue of Japanese mackerel (*Scomber japonicus*)

Наименование показателя	Содержание, мг/кг						Допустимый уровень, мг/кг*	
	2014 год	2015 год	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год		
Пестициды	ГХЦГ (α, β, γ-изомеры)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,2
	ДДТ и его метаболиты	< 0,01	< 0,01	0,018±0,0005	0,016±0,0004	0,011 ±0,0004	0,014±0,0003	0,2
Нитрозамины (сумма НДМА и НДЭА)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	0,003
Полихлорированные бифенилы (сумма изомеров ПХБ)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	2,0

\*Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011); Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016)

90 от 0,28 до 0,60 Бк/кг сырой массы. Полученные величины значительно ниже допустимых уровней радионуклидов, регламентируемых санитарными нормами Российской Федерации (130 Бк/кг для цезия-137 и 100 Бк/кг для стронция-90 соответственно) и техническим регламентом Таможенного Союза ТР ТС 021/2011 [7]. Мониторинг радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в скумбрии японской, выловленной в 2018 и 2019 гг., показал, что их содержание находится на прежнем уровне и не представляет опасности при использовании в пищу.

Кроме токсичных элементов и радионуклидов водные биологические ресурсы могут аккумулировать другие, находящиеся в воде, опасные для здоровья вещества, в том числе пестициды, нитрозамины и полихлорированные бифенилы. Они являются опасными токсикантами для окружающей среды и здоровья человека из-за своей стойкости и способности к биоаккумуляции [8; 9]. Результаты исследования их содержания в скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в разные годы, даны в таблице 2.

Анализируя полученные данные таблицы 2, можно заключить, что в результате исследования не обнаружено содержание изомеров гексахлорциклогексана ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -ГХЦГ), N-нитрозаминов и полихлорированных бифенилов во всех исследуемых образцах скумбрии, добытой в Южно-Курильской зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской зоны в разные годы.

Данные мониторинга содержания метаболитов дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ): дихлордифенилдихлорэтилена (ДДЕ) и дихлордифенилдихлорэтана (ДДД) в мышечной ткани скумбрии японской, выловленной в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны, свидетельствуют, что их максимальная концентрация наблюдалась в 2016 году. Тем не менее, количество ДДТ и его метаболитов в мышечной ткани скумбрии находится значительно ниже предельно допустимого уровня.

### ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования показателей безопасности скумбрии японской, добытой в Южно-Курильской промысловой зоне и в Тихоокеанской подзоне Северо-Курильской промысловой зоны в путины 2014-2019 годах, в рамках реализации программы государственного мониторинга водных биоресурсов, показали, что скумбрия японская «нового воспроизводства» соответствует современным требованиям безопасности, установленным нормативно-правовыми актами Российской Федерации и может быть использована в качестве ценного сырья

для производства пищевой продукции, отвечающей современным требованиям безопасности.

### ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Зуенко Ю.И. Межгодовые изменения районов и сроков массового нереста сардины иваси в Японском море и их значение для воспроизводства сардины // Известия ТИНРО. – 2011. – Т. 166. – С. 103-122.
1. Zuenko Yu.I. Interannual changes in the areas and terms of mass spawning of the Iwasi sardine in the Sea of Japan and their significance for sardine reproduction // News of TINRO. – 2011. – Т. 166. – P. 103-122.
2. Бочаров Л.Н. Ресурсный потенциал отечественного рыболовства на Дальневосточном бассейне / Л.Н. Бочаров, А.А. Байталюк, И.В. Мельников // Рыбное хозяйство. – 2015. – № 3. – С. 64-69.
2. Bocharov L.N. The resource potential of the Russian fisheries in the far Eastern basin / L. N. Bocharov, A. A. Bitalic, I. V. Melnikov // Fisheries. – 2015. – No. 3. – Pp. 64-69.
3. Codex Stan 193-1995\*(1) «Общий стандарт по загрязнителям и токсинам в пищевых продуктах и кормах».
3. Codex Stan 193-1995\*(1) "A Common standard for contaminants and toxins in food and feed".
4. Ковековдова Л.Т. Микроэлементный состав органов и тканей минтая // Известия ТИНРО. – 1992. – Т. 114. – С. 113-115.
4. Kovekovdova L.T. Microelement composition of pollock organs and tissues // Izvestiya TINRO. – 1992. – Vol. 114. – Pp. 113-115.
5. Ковековдова Л.Т. Микроэлементный состав промысловых головоногих моллюсков: кальмаров и осьминога / Л.Т. Ковековдова, М.В. Симоконь // Известия ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 9-13.
5. Kovekovdova L.T. Microelement composition of commercial cephalopods: squids and octopus / L.T. Kovekovdova, M.V. Simonon // Izvestiya TINRO. – 1999. – Vol. 125. – P. 9-13.
6. Борисенко Г.С. Оценка радиационной обстановки в Южно-Курильском промысловом районе и степени воздействия радиационного заражения на тихоокеанскую сайру / Г.С. Борисенко, Ю.Г. Блинов, В.Н. Филатов // Известия ТИНРО. – 2015. – Т. 182. – С. 172-180.
6. Borisenko G.S. Assessment of the radiation situation in the South Kuril fishing area and impact of radioactive contamination on the Pacific saury / G.S. Borisenko, Yu.G. Blinov, V.N. Filatov // Izvestiya TINRO. – 2015. – Vol. 182. – Pp. 172-180.
7. Чуликова Е.С., Ткаченко С.А., Борисенко Г.С., Ковековдова Л.Т., Попков А.А. Мониторинг показателей безопасности скумбрии японской // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы Второй Всероссийской научно-практической конференции (Керчь 15-17 мая 2019 г.) – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 248-252.
7. Chupikova E.S., Tkachenko S.A., Borisenko G.S., Kovekovdova L.T., Popkov A.A. Monitoring of safety indicators mackerel Japanese // Actual problems of biodiversity and environmental Sciences: proceedings of the Second All-Russian scientific-practical conference (Kerch 15-17 may 2019) – Simferopol: it "ARIAL", 2019. Pp. 248-252.
8. Дубова О.Л. Безопасность рыбной продукции в аспекте мониторинга хлорорганических соединений водных биологических ресурсов Балтийского региона / О.Л. Дубова, Л.П. Бахолдина, В.В. Шендерюк // Вестник МГТУ. – 2016. – Т.19. – №3. – С. 617-624.
8. Dubova O.L. Safety of fish products in the aspect of monitoring of organochlorine compounds aquatic biological resources of the Baltic region / O.L. Dubova, L.P. Bakholdina, V.V. Shenderuk // Vestnik of MSTU. – 2016. – Vol. 19. – No. 3. – Pp. 617-624.
9. Трегер Ю.А. Стойкие органические загрязнители. Проблемы и пути их решения // Вестник МИТХТ. – 2011. – Т.6. – № 5. – С. 87-97.
9. Treger Yu.A. Persistent organic pollutants. Problems and ways to solve them // Vestnik MITHT. – 2011. – Vol. 6. – No. 5. – Pp. 87-97.