

# Технология и характеристика диетического продукта на основе икры горбуши и жира сардины иваси

<sup>1</sup>Мухамад Альраджаб, <sup>1,2</sup>Лидия Шульгина,  
<sup>1</sup>Юрий Приходько, <sup>3</sup>Сергей Касьянов

<sup>1</sup>Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Тихоокеанский филиал ВНИРО, Владивосток, Россия

<sup>3</sup>ГБУН «Национальный научный центр морской биологии имени А.В. Жирмунского» ДВО РАН, Владивосток, Россия

## Информация о статье

Поступила в редакцию:

20.10.2021

Принята

к опубликованию:

09.11.2021

УДК 664.8/9

JEL J

## Ключевые слова:

икра горбуши, жир сардины иваси, технология, рецептура, фосфолипиды, ПНЖК омега-3

## Keywords:

pink salmon caviar, sardinops melanostictus fat, technology, formulation, phospholipids, omega-3 PUFA

## Аннотация

Разработана технология получения новых икорных продуктов с повышенным содержанием фосфолипидов и полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) семейства омега-3. Основным сырьем являлась мороженая икра горбуши в ястыках, массовая доля которой составляет 60,0–70,0%. В качестве дополнительных компонентов в рецептуре икорных продуктов использованы жир сардины иваси в количестве 14,5–18,6% и ароматизированное подсолнечное масло – 13,8–18,5%. В жире сардины иваси содержание фосфолипидов составляет 13,1–15,6% от суммы липидов, ПНЖК семейства омега-3 – 30,3 % от общей суммы жирных кислот, в том числе сумма эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) кислот достигает 23,9%. Ароматизированное подсолнечное масло является источником ПНЖК семейства омега-6. Икорные продукты имели тонко измельченную однородную и пластичную массу оранжевого цвета, хорошо намазывающуюся консистенцию, приятный икорный вкус и слабый запах пряности. Они являются дополнительными источниками фосфолипидов, содержание которых составляет 4,0–4,7 г/100 г продукта. Икорные продукты в упаковке массой нетто 25–50 г содержание фосфолипидов позволяет удовлетворить суточную потребность человека в них на 20,0–47,0%. Содержание ПНЖК семейства омега-3 составляет 15,5–17,1 г/100 г икорных продуктов, сумма ЭПК и ДГК – 13,7–15,5 г/100 г. В упаковке продуктов массой нетто 25 г количество ПНЖК омега-3 соответствует рекомендуемой суточной норме потребления для взрослого человека. Разработанные икорные продукты как дополнительные источники эссенциальных липидов рекомендованы в качестве диетического профилактического питания для коррекции липидного обмена в организме человека и снижения риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

## Technology and Characteristics of a Diet Product Based on Human Bear Caviar and Fat of Sardinops Melanostictus

Muhamad Al'rajab, Lidiya Shulgina, Yuriy Prikhod'ko, Sergei Kas'ajnov

### Abstract

*A technology has been developed for obtaining new caviar products with a high content of phospholipids and polyunsaturated fatty acids (PUFA) of the omega-3 family. The main raw material was frozen pink salmon caviar in oysters, the mass fraction of which in the composition of products is 60.0-70.0%. Sardinops melanostictus fat in the amount of 14.5-18.6% and flavored sunflower oil - 13.8-18.5% were used as additional components in the recipe for caviar products. In the fat of sardinops melanostictus, the content of phospholipids is 13.1-15.6% of the total lipids, PUFAs of the omega-3 family - 30.3% of the total amount of fatty acids, including the amount of eicosapentaic (EPA) and docosahexaenoic (DHA) acids reaches 23.9%. Flavored sunflower oil is a source of omega-6 family PUFAs. The caviar products had a finely ground, homogeneous and plastic orange mass, a well spreadable consistency, a pleasant caviar taste and a faint smell of spice. They are additional sources of phospholipids, the content of which is 4.0-4.7 g / 100 g of the product. Caviar products in packaging with a net weight of 25-50 g, the content of phospholipids allows satisfying the daily human need for them by 20.0-47.0%. The content of PUFAs of the omega-3 family is 15.5-17.1 g / 100 g of caviar products, the amount of EPA and DHA is 13.7-15.5 g / 100 g. In a package of products with a net weight of 25 g, the amount of omega-3 PUFAs corresponds to the recommended daily intake for an adult. The developed caviar products as additional sources of essential lipids are recommended as a preventive dietary nutrition for correcting lipid metabolism in the human body and reducing the risk of developing diseases of the cardiovascular system.*

### Введение

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) для человека являются незаменимыми или эссенциальными, так как его организм не синтезирует их в достаточном количестве, а получает только с пищей [1]. Физиологическая роль омега-3 жирных кислот и механизмы их фармакологического действия были определены множественными экспериментальными исследованиями [2]. Установлено, что омега-3 жирные кислоты являются предшественниками обширного ряда различных липидных медиаторов, они регулируют метаболические пути и воспалительные реакции, что обуславливает широкий спектр их положительного действия на организм человека [3, 4]. ПНЖК семейства омега-3 обладают выраженным гипополипидемическим действием и рекомендуются в составе диетотерапии для снижения риска и при лечении сердечно-сосудистых и других заболеваний, связанных с нарушением липидного обмена. Наиболее выраженное лечебно-профилактическое воздействие на организм человека оказывают эйкозапентаеновая (ЭПК) и докозагексаеновая (ДГК) кислоты [5, 6].

Согласно Методических рекомендаций [7], физиологическая потребность в ПНЖК омега-6 для взрослых составляет 8,0–10,0 г/сутки, омега-3 жирных кислот – от 0,8 до 3,0 г/сутки. Клинические рекомендации, разработанные по поручению Минздрава России Обществом специалистов по неотложной кардиологии и профильной комиссией по кардиологии [8], предусматривают при лечении больных с хронической ишемической болезнью сердца введение в рацион питания ПНЖК семейства омега-3 в дозе 4–6 г, так как они «... являются средством второй линии для коррекции гипертриглицеридемии». В связи с этим, липиды с повышенным содержанием ЭПК и ДГК используются при получении диетических продуктов, биологически активных добавок (БАД), фармацевтических и других препаратов [3,9].

Богатыми источниками ценных липидов, особенно ПНЖК семейства омега-3, является икра рыб и рыбный жир [10,11]. Кроме высокого содержания ПНЖК семейства омега-3 эти продукты являются источником фосфолипидов, жирорастворимых витаминов, каротиноидов, ценных микроэлементов (йода, селена).

На основе икры рыб разработаны эмульсионные продукты питания – икорные масла, соусы, джусы, пасты, основной компонент которых (65,0–68,0%) представлен растительными маслами [12]. В этих продуктах в основном содержатся ПНЖК семейства омега-6, а омега-3 жирные кислоты отсутствуют.

Целью настоящей работы явилась разработка новых видов продуктов с высоким содержанием ПНЖК семейства омега-3 на основе икры горбуши и рыбного жира.

### **Объекты и методы исследования**

Основным сырьем для получения новых видов продуктов являлась мороженая икра горбуши в ястыках. Дополнительными компонентами в икорном продукте являлись жир, полученный из сардины иваси *Sardinops melanostictus*, ароматизированное масло, пищевая добавка «Бетулин», пищевая соль и эмульгатор.

Безопасность полученных продуктов устанавливали по показателям, указанным в технических регламентах (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»).

Сенсорная оценка продуктов включала определение внешних признаков и органолептических свойств.

Массовую долю воды (в %) в образцах продуктов определяли методом высушивания. Определение содержания белков в пробах проводили по методу Кьельдаля, жира – по методу Сокслета, минеральных веществ – методом озоления навески до постоянной массы в муфельной печи при температуре 550 °С.

Фракционный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии с использованием аналитических пластинок «Sorbfil» в системе растворителей гексан:диэтиловый эфир:уксусная кислота – 70:30:2 (по объему). Проявление хроматограмм проводили с использованием 10%-ного спиртового раствора фосформолибденовой кислоты при нагревании пластинок до 110 °С. Идентификацию отдельных фракций липидов проводили методом сравнения с нанесенными на пластинку стандартными соединениями. Для определения их числа применяли программное обеспечение ImageJ [13, 14].

Определение состава жирных кислот проводили с использованием хроматографа Shimadzu GC-16A с капиллярной колонкой Supelcowax<sup>TM</sup> 10 (30,0 м x 0,32 мм, толщина пленки 0,25 мкм, Supelco) и пламенно-ионизационного детектора при температуре колонки 190°C, температуре инжектора и детектора 240°C. 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 [15]. Содержание индивидуальных жирных кислот определяли по площадям пиков с помощью базы данных Shimadzu Chromatopac C-R4A.

Статистическую обработку полученных результатов исследований проводили общепринятыми математическими методами с использованием компьютерных программ «Microsoft Excel» - 2014 и «Statistica 7.0».

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Химический состав икры горбуши как основного компонента для получения диетического продукта приведен в табл. 1.

**Химический состав икры горбуши**

Показатель	Содержание, %
Вода	58,9±0,6
Белок	26,0±0,4
Жир	11,2±0,5
Углеводы	2,5±0,2
Минеральные вещества	1,4±0,3

Источник: составлено авторами

Икра горбуши характеризуется высоким содержанием белков, которые сбалансированы по составу незаменимых аминокислот [10].

Содержание жира в мороженой икре горбуши в среднем составило 11,2±0,5%. Результаты исследования фракционного состава липидов икры горбуши показали, что основным классом являются триацилглицериды, содержание которых достигает 90,1±1,2% от общей суммы липидов. Содержание фосфолипидов в икре горбуши составляет не более 3,8±0,4%.

Преобладающей группой жирных кислот в липидах икры горбуши являлись ПНЖК, доля которых составляет 55,5% от общей суммы жирных кислот. Содержание насыщенных жирных кислот составляет не более 13,9%, мононенасыщенных – 28,8%.

Дополнительным компонентом в составе икорных продуктов использован рыбный жир, полученный из сардины иваси. Выделение жира из измельченной сардины иваси осуществляли тепловым методом [11]. В полученном жире содержание фосфолипидов достигало 13,1–15,6% от общей суммы липидов. Доля ПНЖК составляла 37,4% от общей суммы жирных кислот. Основную часть ПНЖК составляли омега-3 жирные кислоты (30,3% от всех жирных кислот), сумма ДГК и ЭПК – 23,9%.

Подсолнечное масло ароматизировали следующим образом. В подготовленное подсолнечное масло вносили 0,5 мл CO<sub>2</sub>-экстракта душистого перца, тщательно перемешивали и настаивали в течение 2 ч, после чего использовали для получения икорного продукта.

Для снижения активности окислительных, гидролитических и микробных процессов при хранении в икорных продуктах использовали пищевую добавку «Бетулин». Пищевая добавка «Бетулин» представляет собой сухой экстракт коры бересты. Основным природным веществом в этой добавке является пентациклический тритерпеновый спирт. Бетулин нерастворим в воде, с маслами и жирами он образует суспензию. В масложировых продуктах он проявляет выраженное антиоксидантное и антимикробное действие, что обуславливает увеличение их срока хранения [16]. Бетулин проявляет положительное действие на организм человека, с середины прошлого века применяется в качестве БАД. Рекомендуемый уровень потребления бетулина как БАВ для человека составляет 40–80 мг в сутки [17].

Для стабилизации структуры икорного продукта использовали пищевую добавку E471 в качестве эмульгатора.

Состав разработанных вариантов икорных продуктов приведен в табл. 2. Для приготовления их размороженную и промытую ястычную икру и подготовленные дополнительные компоненты помещали в смеситель, гомогенизировали со скоростью 2400 об/мин в течение 7 мин до тонкой однородной массы. Полученную смесь фасовали в баночки из полимерных материалов вместимостью 25–50 см<sup>3</sup>.

Таблица 2

**Рецептура икорных продуктов**

Компоненты	Содержание (%) в продуктах	
	вариант 1	вариант 2
Икра горбуши	60,0	70,0
Жир сардины иваси	18,6	14,5
Подсолнечное масло ароматизированное	18,5	13,8
Эмульгатор	0,8	0,6
Пищевая добавка «Бетулин»	0,1	
Пищевая соль	2,0	

Источник: составлено авторами

Изготовленные икорные продукты по показателям безопасности соответствовали требованиям технических регламентов (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции»).

Независимо от варианта икорные продукты имели тонко измельченную однородную и пластичную массу оранжевого цвета, хорошо намазывающуюся консистенцию, приятный икорный вкус и слабый запах пряности.

Икорные продукты характеризуются высоким содержанием полноценных белков (не менее 15,0%). Содержание жира в икорном продукте варианта 1 выше, чем во втором образце, что связано с большей исходной долей в рецептуре продукта жира сардины иваси и растительного масла (табл. 3).

Таблица 3

**Химический состав икорных продуктов**

Компоненты	Содержание (%) в икорных продуктах вариантов	
	1	2
Вода	38,1±0,7	43,1±0,6
Белок	15,6±0,3	18,2±0,3
Жир	43,8±0,5	36,1±0,4
Углеводы	1,5±0,1	1,6±0,2
Минеральные вещества	0,7±0,05	1,0±0,1

Источник: составлено авторами

В липидах икорных продуктов основная фракция представлена триацилглицеридами (табл. 4), но доля фосфолипидов в них также значительна, в зависимости от варианта составляет 4,0–4,7 г/100 г продукта. Известно, что рекомендуемый уровень суточного потребления фосфолипидов для взрослого человека составляет 5 г [17]. В этой связи, разработанные икорные продукты в упаковке массой нетто 50 г позволяют обеспечивать организм человека в них на 40,0–47,0% (2,0–2,4 г/100 г продукта), массой 25 г – на 20,0–23,0% (1,0–1,2 г/100 г продукта).

Таблица 4

**Состав липидов икорных продуктов**

Классы липидов	Содержание в вариантах продуктов			
	1		2	
	% от общей суммы липидов	г/100 г продукта	% от общей суммы липидов	г/100 г продукта
Триацилглицериды	80,8	35,4	78,9	28,5
Фосфолипиды	10,8	4,7	11,1	4,0
Моно- и диацилглицериды	2,5	1,1	3,3	1,2
Свободные жирные кислоты	2,8	1,2	2,7	1,0
Стерины	2,6	1,1	2,7	1,0
Эфиры стеринов	0,6	0,3	1,1	0,4

Источник: составлено авторами

В табл. 5 показано, что разработанные икорные продукты являются богатыми источниками ПНЖК семейства омега-3, основная часть которых представлена суммой биологически значимыми жирными кислотами – ЭПК (20:5 n-3) и ДГК (22:6 n-3).

Рекомендуемый уровень суточного потребления омега-3 жирных кислот для человека составляет не менее 3 г [17], а сумма ЭПК и ДГК – 0,8–1,5 г. В связи с этим, икорные продукты в упаковке 25 г будут полностью удовлетворять суточную потребность организма человека в ПНЖК омега-3, в том числе в основных жирных кислотах этого семейства.

Таблица 5

**Состав жирных кислот в липидах икорных продуктов**

Жирные кислоты	Содержание в икорных продуктах вариантов			
	1		2	
	% от общей суммы жирных кислот	г/100 г продукта	% от общей суммы жирных кислот	г/100 г продукта
Насыщенные	17,5	7,7	15,6	5,6
Мононенасыщенные	27,9	12,2	28,0	10,1
ПНЖК	54,6	23,9	56,4	20,4
∑ ПНЖК омега-6	13,4	5,9	9,2	3,3
∑ ПНЖК омега-3	39,2	17,1	43,1	15,5
∑ ЭПК и ДГК	35,5	15,5	38,0	13,7

Источник: составлено авторами

В икорных продуктах ПНЖК семейства омега-6 представлены в основном линолевой кислотой (18:2 n-6), которая является компонентом (59,0% от суммы жирных кислот) подсолнечного масла. Доля линолевой кислоты в икорных продуктах составляет 7,6–10,0% от общей суммы жирных кислот.

Количество мононенасыщенных жирных кислот в икорных продуктах было значительно меньше, чем ПНЖК. В этой группе доминировала олеиновая (18:1 n-9) и пальмитоолеиновая (16:1 n-7) кислоты. Источником олеиновой кислоты является, как правило, растительное масло, в липидах морских организмов она практически не выявляется или присутствует в незначительных количествах.

Икорные продукты хранили в течение 6 мес. при температуре от минус 4°C до минус 6 °С. В процессе хранения показатели безопасности соответствовали требованиям Технических регламентов, при этом показатели качества

(органолептические, физико-химические) и содержание эссенциальных липидов (фосфолипидов, ПНЖК) не изменялись.

### **Выводы**

Разработана технология и рецептура новых икорных продуктов с повышенным содержанием фосфолипидов и ПНЖК семейства омега-3. Основными компонентами рецептуры икорных продуктов явились мороженые ястыки икры горбуши (60,0–70,0%), жир сардины иваси (14,5–18,6%) и ароматизированное подсолнечное масло (13,8–18,5%).

Содержание фосфолипидов в икорных продуктах составляет 4,0–4,7 г/100г. Икорные продукты в упаковке массой нетто 25–50 г является дополнительным источником фосфолипидов, содержание их позволяет удовлетворить суточную потребность человека в них на 20,0–47,0%.

Содержание ПНЖК семейства омега-3 в икорных продуктах составляет 15,5–17,1 г/100 г, сумма биологически значимых жирных кислот (ЭПК и ДГК) – 13,7–15,5 г/100 г. Икорные продукты в упаковке массой нетто 25 г соответствует рекомендуемой суточной норме потребления для взрослого человека в ПНЖК омега-3, в том числе основных жирных кислотах.

### **Заключение**

Разработанные икорные продукты как дополнительные источники эссенциальных липидов рекомендованы в качестве диетического профилактического питания для коррекции липидного обмена в организме человека и снижения риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы.

### ***Список источников / References***

1. Рождественский Д.А., Бокий В.А. Клиническая фармакология омега-3 полиненасыщенных жирных кислот // Международные обзоры: клиническая практика и здоровье. – 2014. – № 3. – С. 121-134.
2. Пристром М. С., Семенов И. И., Олихвер Ю.А. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты: механизмы действия, доказательства пользы и новые перспективы применения в клинической практике. // Медицинские новости. – 2017. – № 3. – С. 13–16.
3. Плотникова Е. Ю., Синькова М. Н., Исаков Л. К. Роль омега-3 ненасыщенных кислот в профилактике и лечении различных заболеваний (часть 1) // Лечащий врач. – 2018. – № 7. – С. 63-67.
4. Ших Е.В., Махова А.А. Длинноцепочечные полиненасыщенные жирные кислоты семейства  $\omega$ -3 в профилактике заболеваний у взрослых и детей: взгляд клинического фармаколога // Вопросы питания. – 2019. – № 88 (2). – С. 91-100.
5. Kuda O. Bioactive metabolites of docosahexaenoic acid // Biochimie. – 2017. – № 136. – С. 12-20.
6. Mori T.A. Marine OMEGA-3 fatty acids in the prevention of cardiovascular disease // Fitoterapia. – 2017. – № 123. – С. 51-58.
7. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2008. – 21 с.
8. Клинические рекомендации. Диагностика и лечение хронической ишемической болезни сердца. – М.: Минздрав России. – 2013. – 69 с.
9. Marsanasco M., Calabro V., Piotrkowski B., Chiamoni N.S., Alonso Fortification of chocolate milk with omega-3, omega-6, and vitamins E and C by using liposomes // European journal of lipid science and technology. – 2016. – Vol. 118, N 9. – P. 1271-1281.

10. Балыкова Л.И., Гоконаев М.В., Юрков Ю.А. Низкотемпературная обработка икры гидробионтов: монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 140 с.
11. Боева и др. Технология жиров из водных биологических ресурсов.: – М.: Изд-во ВНИРО, 2016. – 107 с.
12. Радыгина А.Ф. Обоснование и разработка технологии эмульсионных продуктов питания на основе икорного сырья: автореферат дисс. канд. техн. наук. – М.: ВНИРО. – 2004. – 28 с.
13. Laggai S., Simon Y., Ransweiler T., Kiemer A.K., Kessler S.M. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // *World J. Hepatol.* – 2013. – Vol. 5 (10). – P. 558 – 567.
14. Schneider C.A., Rasband W.S., Eliceiri K.W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis // *Nat. Methods.* – 2012. – Vol. 9. – P. 671 – 675.
15. Christie W.W. Equivalent chain-lengths of methyl ester derivatives of fatty acids on gaschromatography – a reappraisal // *J. Chromatogr.* – 1988. – Vol. 447 (2). – P. 305–314.
16. Базарнова Ю.Г. Биотехнологический потенциал сухого экстракта бересты и возможности его использования в технологии продуктов здорового питания // *Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология.* – 2015. – № 2 (13). – С. 59-65.
17. МР 2.3.1. 1915-04. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. – Москва: Роспотребнадзор, 2004. – 36 с.

#### Сведения об авторах / About authors

**Альраджаб Мухамад**, аспирант Департамента пищевых наук и технологий Школы наук о жизни и биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М. *E-mail: alradzhab.m@dvfu.ru*

Muhamad Al'rajab, Postgraduate Student of the Department of Food Science and Technology, Schools of Life Sciences and Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU Campus, Vladivostok, Russia 690922. *E-mail: alradzhab.m@dvfu.ru*

**Шульгина Лидия Васильевна**, доктор технических наук, профессор, профессор департамента пищевых наук и технологий Школы наук о жизни и биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М.

*E-mail: lvshulgina@mail.ru*

Lidija V. Shulgina, Doctor of Economical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Science and Technology. Schools of Life Sciences and Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU Campus, Vladivostok, Russia 690922. *E-mail: lvshulgina@mail.ru*

**Приходько Юрий Вадимович**, доктор технических наук, профессор, профессор департамента пищевых наук и технологий Школы наук о жизни и биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690922 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М.

*E-mail: prikhodko.yuv@dvfu.ru*

Yury V. Prikhodko, Doctor of Economical Sciences, Professor, Professor of the Department of Food Science and Technology. Schools of Life Sciences and Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU Campus, Vladivostok, Russia 690922. *E-mail: prikhodko.yuv@dvfu.ru*

**Касьянов Сергей Павлович**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории фармакологии, Национальный научный центр морской биологии имени А.В. Жирмунского ДВО РАН. 690041 Россия, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17. *E-mail: serg724@yandex.ru*

Sergei P. Kas'janov, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Pharmacology National Scientific Center of Marine Biology. 17, Palchevskogo St., Vladivostok, Russia 690950.

*E-mail: serg724@yandex.ru*