

Денис Владимирович Полещук<sup>1</sup>, Лев Юрьевич Подленный<sup>2</sup>, Николай Гаврилович Тунгусов<sup>3</sup>,  
Светлана Николаевна Максимова<sup>4</sup>✉, Виктория Игоревна Полещук<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>1</sup>poleshchuk.dv@dgtru.ru

<sup>2</sup>podlenn123@mail.ru

<sup>3</sup>tungusov.ng@dgtru.ru

<sup>4</sup>maxsvet61@mail.ru

<sup>5</sup>poleshchuk.vi@dgtru.ru

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ВЫДЕЛЕНИЯ ЖИРА ИЗ ОТХОДОВ ИКОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Цель исследования – обоснование рационального способа выделения жира из отходов икорного производства для получения биологически активной липидной композиции. Задачи: провести экспериментальное обоснование рационального способа выделения липидов из отходов икорного производства; разработать экспериментальную установку по экстракции липидной части из исследуемого вторичного рыбного сырья. Материал исследования – отходы икорного производства, образующиеся и собранные при пробивке ястыков кеты на рыбоперерабатывающем предприятии, расположенном в Хабаровском крае. Отбор проб сырья и подготовку их к анализу проводили по стандартным методикам (ГОСТ 31339-2006, ГОСТ 7631-2008). Содержание белков осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Массовую долю липидов определяли по методу Блайя и Дайэра. Жирные кислоты определяли на капиллярном газо-жидкостном хроматографе Shimadzu GC-16A (Supelcowax-10). Обоснован выбор экстракционного способа выделения жира из биологически ценного вторичного сырья икорного производства, представляющего собой отходы после пробивки икры тихоокеанских лососевых. Созданная экспериментальная установка, функционирующая по методу Сокслета, позволила экстракционным способом с использованием двух растворителей (полярного и неполярного) получить липидную фракцию из вторичного сырья лососевых. Качество полученного жира оценивали по жирнокислотному и фракционному составам. Анализ полученных результатов показал некоторые различия жира исходного вторичного сырья и жира, полученного с использованием способа экстракции на экспериментальной установке. В выделенном жире содержание физиологически ценных предельно ненасыщенных жирных кислот и триглицеридов ниже, чем в исходном сырье. В целом качество полученной липидной фракции незначительно изменилось в результате длительной экстракционной обработки вторичного сырья. В дальнейшем предложены пути совершенствования разработанного и представленного способа выделения жира из отходов икорного производства.

**Ключевые слова:** тихоокеанские лососевые, отходы икорного производства, жир, способ выделения, качество

**Для цитирования:** Экспериментальное обоснование рационального способа выделения жира из отходов икорного производства / Д.В. Полещук [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 3. С. 221–228. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-221-228.

Denis Vladimirovich Poleshchuk<sup>1</sup>, Lev Yurievich Podlenny<sup>2</sup>, Nikolai Gavrilovich Tungusov<sup>3</sup>,  
Svetlana Nikolaevna Maksimova<sup>4</sup>✉, Victoria Igorevna Poleshchuk<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>1</sup>poleshchuk.dv@dgtru.ru

<sup>2</sup>podlenn123@mail.ru

<sup>3</sup>tungusov.ng@dgtru.ru

<sup>4</sup>maxsvet61@mail.ru

<sup>5</sup>poleshchuk.vi@dgtru.ru

## EXPERIMENTAL VALIDATION OF A RATIONAL METHOD FOR ISOLATING FAT FROM CAVAR PRODUCTION WASTE

*The purpose of the study is to substantiate a rational method for isolating fat from caviar production waste to obtain a biologically active lipid composition. Objectives: to conduct an experimental substantiation of a rational method for isolating lipids from caviar production waste; to develop an experimental installation for the extraction of the lipid part from the studied secondary fish raw materials. The research material is caviar production waste generated and collected during the punching of chum salmon shells at a fish processing plant located in the Khabarovsk Region. Sampling of raw materials and their preparation for analysis were carried out according to standard methods (GOST 31339-2006, GOST 7631-2008). Protein content was carried out according to GOST 7636-85 "Fish, marine mammals, marine invertebrates and their processed products. Methods of analysis". The mass fraction of lipids was determined using the Bly and Dyer method. Fatty acids were determined on a capillary gas-liquid chromatograph Shimadzu GC-16A (Supelcowax-10). The choice of an extraction method for separating fat from biologically valuable secondary raw materials of caviar production, which is waste after punching Pacific salmon caviar, is justified. The created experimental setup, operating according to the Soxhlet method, made it possible to obtain a lipid fraction from secondary raw materials of salmon using an extraction method using two solvents (polar and non-polar). The quality of the resulting fat was assessed by fatty acid and fractional composition. Analysis of the results obtained showed some differences between the fat of the initial secondary raw materials and the fat obtained using the extraction method in an experimental installation. In the isolated fat, the content of physiologically valuable extremely unsaturated fatty acids and triglycerides is lower than in the original raw material. In general, the quality of the resulting lipid fraction did not change significantly as a result of long-term extraction processing of secondary raw materials. In the future, ways to improve the developed and presented method for separating fat from caviar production waste are proposed.*

**Keywords:** Pacific salmon, caviar production waste, fat, extraction method, quality

**For citation:** Experimental validation of a rational method for isolating fat from caviar production waste / D.V. Poleshchuk [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(3): 221–228 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-3-221-228.

**Введение.** Развитие рациональных и комплексных технологий переработки водных биологических ресурсов (ВБР) является важной задачей как для рыбной отрасли в частности, так и для экономики страны в целом.

Обладая большими запасами тихоокеанских лососей, наша страна добывает их в среднем порядка 300–500 тыс. т в год [1]. Промышленная переработка лососевых обеспечивает выпуск различной продукции, однако наибольшим спросом и ценностью пользуется лососевая икра, выпускаемая в основном в соленом виде.

Икра лососевых обладает высокой биологической ценностью, сбалансированным химическим составом, содержит незаменимые аминокислоты, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), витамины и минеральные вещества, необходимые организму человека [2].

В процессе промышленного производства лососевой зернистой икры происходит ее отделение от ястыков – «пробивка». В результате этой технологической операции происходит образование отходов, представляющих собой соединительную ткань ястыков, «лопанец» икры с

внутренним ее содержанием и часть икорного зерна, оставшаяся на ястыке. В настоящее время технологический потенциал указанного вторичного сырья не реализуется, тогда как проведенные ранее исследования показали его богатый химический состав и целесообразность получения из него биологически ценных белковых продуктов [3]. При этом в виде побочного продукта остается липидная фракция, которую желательно отделить от белковой составляющей, поскольку она осложняет хранение основной продукции, и использовать ее биологический потенциал. Как известно, в состав липидов икры лососевых входят ПНЖК, фосфолипиды и каротиноиды, в частности астаксантин, про которые часто упоминают в связи со «здоровым питанием» [4, 5].

Таким образом, использование данного вторичного рыбного сырья с целью получения биологически ценных обезжиренной белковой и липидной фракций является актуальным.

**Цель исследования** – обоснование рационального способа выделения жира из отходов икорного производства для получения биологически активной липидной композиции.

**Задачи:** провести экспериментальное обоснование рационального способа выделения липидов из отходов икорного производства; разработать экспериментальную установку по экстракции липидной части из исследуемого вторичного рыбного сырья.

**Материалы и методы.** Основным материалом в научной работе послужили отходы икорного производства, образующиеся и собранные при пробивке ястыков кеты на рыбоперерабатывающем предприятии, расположенном в Хабаровском крае.

Отбор проб сырья и подготовку их к анализу проводили по стандартным методикам (ГОСТ 31339-2006, ГОСТ 7631-2008). Содержание белков осуществляли по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Массовую долю липидов определяли по методу Блайя и Дайэра. Жирные кислоты определяли на капиллярном газо-жидкостном хроматографе Shimadzu GC-16A (Supelcowax-10).

**Результаты и их обсуждение.** Результаты экспериментальных исследований технологического потенциала отходов икорного производст-

ва, полученных при пробивке ястыков лососевых рыб, подтвердили перспективность использования данного вторичного рыбного сырья для получения биологически ценной белковой продукции и липидной композиции. При анализе общего химического состава отходов икорного производства было установлено высокое содержание в них белка (более 20 %) и наличие жира в количестве, превышающем 6,5 %.

Отходы икорного производства характеризуются неоднородной структурой, которая усложняет разделение их на фракции и, как следствие, выделение из них липидов.

На первом этапе исследования определяли возможность экстрагирования жира из отходов икорного производства путем использования физических методов разделения. Для придания исходному сырью однородной структуры их подвергали измельчению в замороженном виде двумя вариантами: на волчке с диаметром решетки не более 2,5 мм и на куттере для более тонкого измельчения. Полученную смесь однородной консистенции центрифугировали со скоростью 4500 об/мин в течение 10 мин. Однако центрифугирование в обоих случаях не позволило разделить белковую и липидную фракции в смеси. Вероятно, процессу разделения помешало образование стойкой белково-липидной композиции, с целью разрушения которой в следующем эксперименте проводили термическую обработку отходов при температуре 90 °С в течение 20 мин. По окончании процесса центрифугирования термически обработанной массы при заданных ранее параметрах разделения белковой и липидной фракций также не наблюдалось.

Поскольку физическими способами воздействия на исследуемые отходы не удалось разрушить стойкую белково-липидную композицию и разделить фракции, целесообразно для извлечения жира из исследуемого вторичного сырья использовать экстракцию органическими растворителями.

Специальные исследования показали, что при выборе растворителя для выделения липидов из рыбного сырья возможно использование хлороформа при соблюдении необходимых условий. Для сырья с низким содержанием липидов и большим количеством фосфолипидов следует применять бинарный растворитель.

Следует учитывать, что в отходах икорного производства присутствует определенное количество поваренной соли (от 0,7 до 0,9 %) в результате закрепления ястыков перед пробивкой в солевом растворе плотностью 1120 кг/м<sup>3</sup>. Протеолитические комплексы в соленых и мороженых рыбных тканях существенно отличаются от комплексов в свежем сырье. В связи с этим липиды из таких тканей рекомендуют выделять также бинарным растворителем – смесью растворителей с разными полярными свойствами (хлороформ и метанол / этанол). Наименьшее количество перекисных соединений находится в липидах, экстрагированных из рыбного сырья бинарным растворителем с применением этанола [6].

Однако известно применение на практике и других растворителей для извлечения жира из водного сырья. Например, использование гексана позволяет выделить ПНЖК из рыбной печени, а ацетона – из сардины тихоокеанской [7].

С учетом известных практик в условиях настоящего эксперимента мороженые отходы от икорного производства после измельчения смешивали с различными растворителями (хлороформом, гексаном, этанолом) при соотношении 1 : 2, тщательно перемешивали и осуществляли

разделение центрифугированием. Количество извлеченного из отходов жира составило от 2,2 до 2,5 % от исходной массы сырья. С учетом общего химического состава исходного сырья выделение жира произошло менее чем на 50 % от его исходного содержания [8]. При использовании бинарного растворителя (хлороформа и этанола) икорные отходы измельчали также в мороженом виде. Экстракцию проводили в модуле 1 : 1 : 1, учитывая соотношение сырья, этанола и хлороформа. Смесью подвергали тщательному перемешиванию и центрифугированию. Выход жировой фракции в данном случае составил 3 % (около 50 % от его исходного содержания во вторичном рыбном сырье).

Исследованные и описанные выше способы предварительного обезжиривания отходов от икорного производства не позволили обеспечить полное отделение липидной фракции. В связи с этим для увеличения выхода жировой фракции из исследуемого вторичного рыбного сырья использовали способ экстракции липидов по методу Сокслета, т. е. непрерывную экстракцию чистым растворителем при его циркуляции, для чего была создана экспериментальная установка (рис. 1).

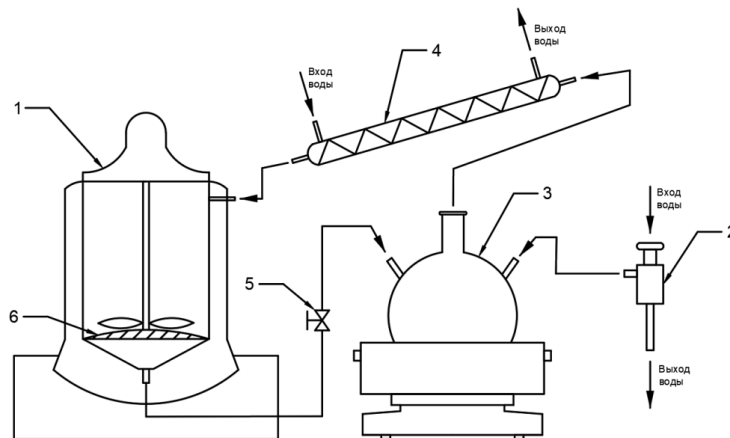


Рис. 1. Схема экспериментальной установки по экстракции липидов:  
1 – реактор с мешалкой; 2 – насос вакуумный; 3 – приемник-испаритель;  
4 – конденсатор; 5 – кран; 6 – фильтр

Установка работает следующим образом. Сырье загружается в реактор-экстрактор 1, добавляется растворитель при соотношении 1 : 1. Реактор оснащен системой подогрева и поддержания заданной температуры, мешалкой с заданным числом оборотов, а также фильтром для отделения взвешенных частиц. Процесс

экстракции липидов продолжается до полного их извлечения и может контролироваться по цвету экстракта, который поступает в приемник-испаритель 3 под действием силы тяжести или принудительно посредством создания разрежения в приемнике вакуумным насосом 2 в непре-

рывном или периодическом режиме. Подача экстракта регулируется краном (клапаном).

В установке предусмотрена система циркуляции растворителя за счет отделения жидкой фракции в приемник-испаритель, испарения растворителя, дальнейшей его конденсации в холодильнике-конденсаторе и возврата чистого растворителя в реактор-экстрактор. Кроме того, в случае использования этилового (изопропилового) спирта одновременно осуществляется обезвоживание плотной белковой части полуфабриката, его микробиологическое обеззараживание, что, в свою очередь, позволяет после удаления остатков растворителя в этой же установке получить готовый обезвоженный продукт. После удаления растворителя и воды в приемнике испарителя остаются липиды.

В эксперименте использовали два растворителя: гексан и этанол. Условия экстракции: соотношение растворителя и сырья – 2 : 1, продолжительность – 120 мин.

Выбор растворителя гексана обеспечивает извлечение липидов с меньшей степенью окисления. В то же время применение неполярного хлороформа с полярным этанолом при экстракции липидов позволяет экстрагировать липиды с более высокой степенью ненасыщенности [6].

Выход жира в эксперименте составил 3,9 %.

Качество жира, полученного после экстракции жира из отходов икорного производства, оценивали по его жирнокислотному и фракционному составам. Для сравнения использовали результаты, полученные при исследовании жира исходного вторичного рыбного сырья (табл. 1, 2).

Таблица 1

Состав и содержание жирных кислот в жире, % от суммы жирных кислот

Жирная кислота	Жир после экстракции вторичного сырья	Жир вторичного сырья
1	2	3
Насыщенные жирные кислоты		
Лауриновая 12:0	0,25	0,26
Миристиновая 14:0	4,27	4,46
Изо-пентадекановая i-15:0	0,13	0,17
Пентадекановая 15:0	0,45	0,45
Пальмитиновая 16:0	12,19	12,77
Маргариновая 17:0	0,25	0,38
i-17:0	0,11	0,25
ai-17:0	0,34	0,14
Изо-стеариновая i-18:0	0,22	0,21
Стеариновая 18:0	4,23	4,30
Арахидиновая (Экозановая) 20:0	0,28	0,22
Насыщенные жирные кислоты, всего	22,72	23,61
Мононенасыщенные жирные кислоты		
Миристолеиновая 14:1	0,12	–
Пальмитолеиновая кислота 16:1 n-7	5,08	5,31
Цис-5-Гексадеценивая кислота 16:1 n-5	0,24	0,25
Олеиновая 18:1 n-9	18,98	19,65
Вакценовая 18:1 n 7	2,91	2,94
Цис-5-Октадекаеновая 18:1 n 5	0,83	0,78
19:1 n 9	0,23	0,23
Гадолеиновая 20:1 n 11	0,76	0,73
Гондоиновая 20:1 n 9	1,08	0,98
Цис-7-Эйкозеновая 20:1 n 7	0,44	0,40
Цис-11-Докозеновая 22:1 n 11	0,45	0,38
Цис-9-Докозеновая 22:1 n 9	0,41	0,40
Мононенасыщенные жирные кислоты, всего	31,53	32,05

Окончание табл. 1

1	2	3
Полиненасыщенные жирные кислоты		
Цис-4-Гексадекадиеновая 16:2 n-4	1,13	1,20
16:3 n-4	0,51	0,51
Гексадекатетраеновая 16:4 n-1	0,11	0,14
Цис-9-Октадекадиеновая 18:2 n-9	0,14	0,16
Линолевая 18:2 n-6	0,99	0,99
Цис-4-Октадекадиеновая 18:2 n-4	0,21	0,21
$\alpha$ -Линоленовая 18:3 n-3	0,72	0,70
Стиридовая 18:4 n-3	0,56	0,60
Октадекатетраеновая 18:4 n-1	0,35	0,38
Цис-6-Эйкозадиеновая 20:2 n-6	0,18	0,22
Цис-6-Эйкозатриеновая 20:3 n-6	0,13	0,11
Арахидоновая 20:4 n-6	1,15	1,20
Цис-3-Эйкозатетраеновая 20:4 n-3	1,27	1,42
Эйкозапентаеновая 20:5 n-3 (ЭПК)	11,42	13,64
Гейкозапентоеновая 21:5 n-3	0,17	0,24
Клупанодоновая 22:5 n-3	4,33	4,71
Цервоновая 22:6 n-3 (ДГК)	15,57	17,43
Полиненасыщенные жирные кислоты, всего	38,94	43,86
Сумма n-3	34,41	38,74
Сумма n-6	2,54	2,52
Сумма ЭПК и ДГК	26,99	31,07

Примечание: i – изо-; ai – антеизо.

Таблица 2

## Фракционный состав липидов жира, %

Фракции липидов	Жир после экстракции вторичного сырья	Жир вторичного сырья
Эфиры стеринов	4,20	4,92
Триацилглицериды	26,30	33,33
Свободные жирные кислоты	28,90	25,08
Стерины	17,63	17,47
Диацилглицериды	8,17	7,78
Моноацилглицериды	6,00	4,85
Полярные липиды (фосфолипиды)	8,10	7,57

Как видно из таблицы 1, сумма ПНЖК в выделенном жире составляет 38,94 %. При этом в исходном вторичном сырье эта величина выше на 4,92 %. Сумма насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот также имеет некоторые различия. Сумма наиболее физиологически ценных жирных кислот в исходном сырье также в целом незначительно превышает этот показатель в жире, полученном в результате экстракции исходного вторичного сырья.

Сравнительный анализ фракционного состава выделенного жира по сравнению с жиром исходного материала показывает увеличение в нем количества свободных жирных кислот, ди- и

моноацилглицеридов, полярных липидов и некоторое снижение эфиров стеринов и триглицеридов. Анализ данных показателей также, как и жирнокислотного состава жира, полученного в результате экстракции двумя растворителями, свидетельствует о некотором снижении качества жира после экстракции.

В целом при сравнении фракционного и жирнокислотного составов жира, выделенного из отходов икорного производства экстракционным способом, и жира исходного вторичного сырья можно сделать вывод об их минимальных различиях. Таким образом, длительный непрерывный процесс экстракции незначительно ухуд-

шает качество полученного жира и может быть использован при выделении жира из отходов икорного производства. Для увеличения выхода липидной фракции при максимально возможном сохранении его качества целесообразно использование при экстракции других растворителей (хлороформа и этанола), а также применение дополнительных методов воздействия на белково-липидную композицию (ферментативного и/или теплового гидролиза). Предложенная экспериментальная установка является универсальной и пригодной для реализации выше указанных вариантов выделения жира из биологически ценного вторичного сырья отходов икорного производства.

**Заключение.** В результате проведенных научных исследований обоснован выбор экстракционного способа выделения жира из биологически ценного вторичного сырья икорного производства, представляющего собой отходы после пробивки икры тихоокеанских лососевых. Созданная экспериментальная установка, функционирующая по методу Сокслета, позволила экстракционным способом с использованием двух растворителей (полярного и неполярного) получить липидную фракцию из вторичного сырья лососевых. Качество полученного жира оценивали по жирнокислотному и фракционному составам. Анализ полученных результатов показал некоторые различия жира исходного вторичного сырья и жира, полученного с использованием способа экстракции на экспериментальной установке. В выделенном жире содержание физиологически ценных предельно ненасыщенных жирных кислот и триглицеридов меньше, чем в исходном сырье. В целом качество полученной липидной фракции незначительно изменилось в результате длительной экстракционной обработки вторичного сырья. В дальнейшем предложены пути совершенствования разработанного и представленного способа выделения жира из отходов икорного производства.

#### Список источников

1. Федеральное агентство по рыболовству. Коллегия Росрыболовства. Материалы коллегии. URL: <https://fish.gov.ru/about/kollegiya-rosrybolovstva> (дата обращения: 05.10.2023).
2. Вахрушева М.Н., Будаева Г.В., Репина З.С. Биологическая ценность белков икры горбуши и изменение ее при хранении // Исследования по технологии гидробионтов дальневосточных морей: сб. науч. тр. ТИНРО. Владивосток, 1986. С. 10–13.
3. Биопотенциал вторичного сырья икорного производства для получения биологически ценной белковой продукции / Д.В. Полещук [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 3 (192). С. 167–173.
4. Рубцова Т.Е., Копыленко Л.Р. Пищевая ценность икры лососевых рыб // Рыбпром: технологии и оборудование для переработки водных биоресурсов. 2009. № 1. С. 8–11.
5. Сидорова Ю.С., Петров Н.А., Зорин С.Н. Новый функциональный пищевой ингредиент – липидный модуль, источник астаксантина и плазмалогенов // Вопросы питания. 2019. Т. 88, № 1. С. 51.
6. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищевая промышленность, 1976. 469 с.
7. Мезенова О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов: учебник. СПб.: Лань, 2013. 416 с.
8. Полещук Д.В., Подлennyй Л.Ю., Тунгусов Н.Г. Технологические решения выделения жира из вторичного сырья икорного производства // Перспективы развития пищевой промышленности и общественного питания: техника, технологии и управление качеством: мат-лы нац. науч.-техн. конф. Владивосток, 2023. С. 167–169.

#### References

1. Federal'noe agentstvo po rybolovstvu. Kollegiya Rosrybolovstva. Materialy kollegii. URL: <https://fish.gov.ru/about/kollegiya-rosrybolovstva> (data obrascheniya: 05.10.2023).
2. Vahrusheva M.N., Budaeva G.V., Repina Z.S. Biologicheskaya cennost' belkov ikry gorbushi i izmenenie ee pri hranenii // Issledovaniya po tehnologii gidrobiontov dal'nevostochnyh morej: sb. nauch. tr. TINRO. Vladivostok, 1986. S. 10–13.
3. Biopotencial vtorichnogo syr'ya ikornogo proizvodstva dlya polucheniya biologicheski cennoj belkovej produkci / D.V. Poleschuk [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 3 (192). S. 167–173.

4. *Rubcova T.E., Kopylenko L.R.* Pischevaya cennost' ikry lososevyh ryb // Rybprom: tehnologii i oborudovanie dlya pererabotki vodnyh bioresursov. 2009. № 1. S. 8–11.
5. *Sidorova Yu.S., Petrov N.A., Zorin S.N.* Novyj funktsional'nyj pischevoj ingredient – lipidnyj modul', istochnik astaksantina i plazmalogenov // Voprosy pitaniya. 2019. T. 88, № 1. S. 51.
6. *Rzhavskaya F.M.* Zhiry ryb i morskikh mleko-pitayuschih. M.: Pischevaya promyshlennost', 1976. 469 s.
7. *Mezenova O.Ya.* Biotehnologiya racional'nogo ispol'zovaniya gidrobiontov: uchebnik. SPb.: Lan', 2013. 416 s.
8. *Poleschuk D.V., Podlennyj L.Yu., Tungusov N.G.* Tehnologicheskie resheniya vydeleniya zhira iz vtorichnogo syr'ya ikornogo proizvodstva // Perspektivy razvitiya pischevoj promyshlennosti i obschestvennogo pitaniya: tehnika, tehnologii i upravlenie kachestvom: mat-ly nac. nauch.-tehn. konf. Vladivostok, 2023. S. 167–169.

Статья принята к публикации 08.02.2024 / The article accepted for publication 08.02.2024.

Информация об авторах:

**Денис Владимирович Полещук**<sup>1</sup>, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат технических наук, доцент

**Лев Юрьевич Подленный**<sup>2</sup>, аспирант кафедры технологии продуктов питания

**Николай Гаврилович Тунгусов**<sup>3</sup>, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат технических наук, доцент

**Светлана Николаевна Максимова**<sup>4</sup>, заведующий кафедрой технологии продуктов питания, доктор технических наук, профессор

**Виктория Игоревна Полещук**<sup>5</sup>, доцент кафедры технологии продуктов питания, кандидат технических наук

Information about the authors:

**Denis Vladimirovich Poleshchuk**<sup>1</sup>, Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Technical Sciences, Docent

**Lev Yurievich Podlenny**<sup>2</sup>, Postgraduate student at the Department of Food Technology

**Nikolai Gavrilovich Tungusov**<sup>3</sup>, Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Technical Sciences, Docent

**Svetlana Nikolaevna Maksimova**<sup>4</sup>, Head of the Department of Food Technology, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Victoria Igorevna Poleshchuk**<sup>5</sup>, Associate Professor at the Department of Food Technology, Candidate of Technical Sciences

