

Технология переработки  
водных биоресурсов

УДК 597.553.2:664.951.014

Новые подходы к технологии пищевого рыбного жира  
из голов лососевых рыб рода *Oncorhynchus*

Н.П. Боева, М.С. Петрова, А.Г. Артёмова, Ю.А. Баскакова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии  
(ФГБНУ «ВНИРО», г. Москва)

E-mail: bav@vniro.ru

Новыми сырьевыми источниками для получения пищевого рыбного жира богатого биологически активными омега-3 полиненасыщенными и эссенциальными жирными кислотами, могут быть отходы от разделки лососевых рыб, в частности головы рыб. Представлены результаты сравнительных исследований по получению пищевого жира из голов лососевых рыб рода *Oncorhynchus* двумя способами: ферментативным и тепловым. Установлено, что выход пищевого жира, полученного ферментативным способом, на 8–9% выше, чем выход жира, полученного тепловым способом. По органолептическим и качественным показателям жир, полученный ферментативным способом, характеризуется лучшими показателями: прозрачный, светло-жёлтого цвета, без постороннего запаха; кислотное, перекисное и альдегидное числа значительно ниже в сравнении с показателями качества жира, полученного тепловым способом. Для определения биологической ценности жира из голов лососевых рыб изучен жирнокислотный состав, установлено, что в жире, полученном ферментативным способом, сумма ЭПК и ДГК на 5% выше, чем в жире, полученном тепловым способом, что позволяет использовать его как самостоятельный продукт, так и в качестве сырья для получения лечебно-профилактических продуктов или БАД к пище гипохолестеринемического, общеукрепляющего и иммуномодулирующего действия.

**Ключевые слова:** рыбный жир, головы лососевых рыб, ферментативный гидролиз, фракционный состав липидов, полиненасыщенные жирные кислоты омега-3.

## ВВЕДЕНИЕ

В связи с расширяющейся потребностью в биологически активных добавках к пище на основе рыбных жиров нами проводились исследования по изысканию новых сырьевых источников получения рыбных жиров, богатых биологически активными омега-3 полиненасыщенными и эссенциальными жирными кислотами. Одним из таких источников могут быть отходы от разделки лососевых рыб: печень, внутренности, головы и костно-хрящевые ткани.

В зависимости от степени очистки рыбный жир может быть использован как для пищевых целей, так и для обогащения продуктов питания, для производства биологических добавок к пище и для технических нужд при изготовлении смазочных материалов, биотоплива и т.д. [Безотходное производство — прибыльная реальность: Электронный ресурс].

Спрос на рыбный жир определяется высоким содержанием в водных биоресурсах биологически активных эссенциальных и полиненасыщенных жирных кислот группы омега-3, жи-

рорастворимых витаминов и других биологически активных веществ, необходимых для жизнедеятельности человека [Ржавская, 1976; Левачев, 1988].

За последние годы производство отечественного рыбного жира снизилось с 84 тыс. т в 1991 г. до 1 тыс. т в год в настоящее время. По некоторым данным, в 2010 г. спрос на этот продукт превысил 300 тыс. т. С большой долей вероятности можно предположить, что с учётом того внимания, которое сегодня уделяется развитию аквакультуры и товарного рыбного производства в нашей стране, эта цифра будет стремительно расти. Однако существующая потребность удовлетворяется в значительной степени за счёт продукции импортного производства, доля которого в общем объёме предложения доходит до 89% [Безотходное производство — прибыльная реальность: Электронный ресурс]. В связи с этим можно утверждать, что отечественный рынок испытывает дефицит высококачественных пищевых рыбных жиров.

Лососевые рыбы составляют 11,5% от общего улова Российской Федерации [Статистические сведения..., 2014]. За рубежом, в частности в Норвегии, Исландии, Чили, отходы от разделки лососевых рыб широко используются для получения различных продуктов, в том числе пищевого жира [Дубровская, 2000].

Жир, полученный из отходов переработки лососевых рыб, нашёл широкое применение. В Норвегии лососевый жир с высоким содержанием ПНЖК омега-3 выпускают в капсулах для приёма в профилактических целях, а также вносят в пищевые продукты (сливочное масло, молоко, хлеб) для обогащения ПНЖК омега-3. В Чили жир находит применение в производстве маргарина. Но этим не исчерпываются возможные направления его применения [Fish meal..., 2002].

Ферментативный способ разрушения жиромодержащих тканей нашёл применение в технологиях, предусматривающих выделение жира из отходов от разделки рыбы (минтая) при дальнейшем изготовлении кормовой рыбной муки [Боева и др., 2008].

Ферментативный гидролиз жиромодержащего сырья водных биоресурсов производят в ферментаторах с использованием протеолити-

ческих ферментных препаратов микробного (вырабатываемых бактериями рода *Bacillus subtilis*), растительного происхождения (на основе папаина) и других ферментов, разрешённых к использованию в пищевой промышленности.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве сырья для получения пищевого рыбного жира использовали замороженные головы лососевых рыб: горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) и кеты (*O. keta*). До переработки сырьё хранилось при температуре минус 18°C в течение 4 мес., что соответствует максимальному сроку хранения голов тихоокеанских (дальневосточных) лососевых рыб по ОСТ 15-414-2004 Субпродукты рыбные мороженные. ТУ.

Сырьё размораживали на воздухе при температуре не выше 20°C до момента, когда блок голов начинал распадаться, а температура в толще достигла 0–2°C. Далее оно измельчалось на волчке с решёткой 3 мм.

Для получения жира традиционным способом измельчённая рыбная масса подвергалась тепловой обработке при температуре 60–70°C в течение 30 мин при перемешивании, затем при помощи центрифугирования (3000 об./мин) в течение 20 мин проводилось разделение на водно-белковую и жировую фракции. Полученный жир подвергался сепарированию.

Для получения жира ферментативным способом измельчённая рыбная масса подвергалась ферментативному гидролизу с использованием протеолитического ферментного препарата Maxazyme NNP DS, разрешённого к использованию в пищевой промышленности. Параметры ферментирования: соотношение гидромодуль: сырьё — 1:1; количество вносимого препарата — 0,2% от общей массы сырья и воды; продолжительность процесса — 30–40 мин при температуре 46–48°C; pH — 6,4–6,8. Фермент инактивировался в соответствии с рекомендациями производителя ферментного препарата в течение 5 мин при температуре 55°C. По окончании процесса проводилось разделение полученной массы при помощи центрифугирования (3000 об./мин) в течение 20 мин на водно-белковую и жировую фракции. Полученный жир подвергался сепарированию [Артёмова, 2013].

Определение общего химического состава голов лососевых (кеты и горбуши) определяли по ГОСТ 7636-85. Изучение органолептических показателей, определение кислотного и перекисного числа полученного жира проводилось в соответствии с ГОСТ 7636-85, пересчёт значения перекисного числа в ммоль  $O_2$ /кг осуществляли по ГОСТ 26593-85, альдегидное число определяли в соответствии с ФС 42-2772-99. Жирнокислотный состав липидов определяли на газовом хроматографе Shimadzu GC-9A путём разделения смеси метиловых эфиров жирных кислот. Метиловые эфиры жирных кислот получали в результате переэтерификации в присутствии абсолютного метанола и хлористого ацетила. В качестве стандарта использовали смесь метиловых эфиров жирных кислот фирмы Supelco. Фракционный состав липидов определяли методом тонкослойной хроматографии на пластинках с тонким слоем силикагеля фирмы Merck последовательно в системе растворителей: диэтиловый эфир-гексан 1:4 и диэтиловый эфир-гексан 1:1 с последующим проявлением фосфорно-молибденовой кислотой. Идентификацию осуществляли в сравнении со стандартами. Содержание хлорорганических пестицидов определяли по методике «Определение ХОП в рыбе и рыбной продукции с использованием газового хроматографа». Содержание полихлорированных бифенилов определяли по МУ 1766. Содержание радионуклидов: стронций-90 — по МУ5778, цезий-137 — по МУ5779. Содержание тяжёлых металлов определяли методом атомной абсорбции на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-7601: кадмия — по ГОСТ 26933, свинца — по ГОСТ 26932, мышьяка — по ГОСТ 26930, ртути — по ГОСТ 96927.

Целью работы был сравнительный анализ выхода и качественных показателей жира из отходов разделки (голов) лососевых, полученного различными способами.

### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Головы лососевых рыб (горбуши и кеты) характеризуются высоким содержанием белка (14,8–15,2%) и минеральных веществ (2,9–3,2%) (таблица 1). Как видно из таблицы 1, по содержанию липидов они относятся к жир-

ному сырью, что даёт возможность использовать их для получения пищевого рыбного жира. Общий химический состав голов кеты и горбуши отличается незначительно, что позволяет их смешивать.

**Таблица 1.** Общий химический состав голов лососевых

Вид сырья	Содержание, %			
	Влага	Белок	Жир	Зола
Головы кеты	67,5	14,8	14,3	3,2
Головы горбуши	68,3	15,2	13,5	2,9

Выход жира, выделенного ферментативным способом, на 11% больше, чем выход жира, выделенного тепловым способом (таблица 2). В связи с этим в качестве основной технологической операции, позволяющей наиболее полно выделить жир из отходов лососевых рыб, нами рекомендуется процесс ферментативного гидролиза, в результате которого в сырье разрушаются белково-липидные комплексы, способствуя наиболее полному выделению липидов повышенного качества с высоким содержанием жирных кислот омега-3 и, соответственно, обезжириванию сырья.

Жир из голов лососевых рыб, выделенный ферментативным способом, характеризуется лучшими показателями качества: кислотным, перекисным и альдегидными числами, в сравнении показателями качества жира, полученного тепловым способом (таблица 2).

Для определения биологической ценности жира из голов лососевых рыб нами был изучен жирнокислотный состав выделенных липидов (% от суммы кислот). Из насыщенных преобладают: миристиновая (14:0) — 4,0–6,8 и пальмитиновая (16:0) — 12,2–13,6; из мононенасыщенных: пальмитолеиновая (16:1) — 6,1–8,6; олеиновая (18:1) — 15,6 и эйкозаеновая (20:1) — 6,9–10,0. Суммарное содержание полиненасыщенных жирных кислот омега-3 составляет 34,2% от суммы жирных кислот липидов, среди них преобладают биологически активные эйкозапентаеновая (ЭПК) (22,4) и докозагексаеновая (ДГК) (10,6), содержание которых в 1,2 раза больше, чем в рыбном жире, полученном тепловым

**Таблица 2.** Органолептические и качественные показатели жира из голов лососевых рыб, полученных разными способами

Показатель	Тепловой способ	Ферментативный способ	ПДК по Единым нормам, ФС
Выход от общего содержания, %	62,0–62,5	70,0–71,5	-
Прозрачность	Слегка мутный	Прозрачный	Прозрачный
Вкус и запах	Слегка окисленного жира	Свойственный жиру из лососевых рыб	Свойственный рыбному жиру
Цвет	Жёлтый	Светло-жёлтый	От светло-жёлтого до жёлтого
Кислотное число, мг КОН/г	5,6–5,9	3,2–3,5	Не более 4,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода на кг	7,8–8,2	3,5–3,8	Не более 10,0
Альдегидное число, мг коричневого альдегида на 100 г	10,2–10,6	8,5–8,8	Не более 14,0
Жирнокислотный состав, % от суммы жирных кислот			
Насыщенные кислоты	32,0	31,0	-
Мононенасыщенные кислоты	34,0	32,0	-
Полиненасыщенные кислоты	33,0	36,0	-
Сумма ЭПК и ДГК	28,0	33,0	-

**Таблица 3.** Показатели безопасности рыбного жира из голов лососевых, полученного ферментализом

Наименование вещества	Допустимый уровень, не более	Фактическое содержание	
Токсичные элементы, мг/кг	Свинец	1,0	0,02
	Мышьяк	1,0	0,05
	Кадмий	0,2	0,03
	Ртуть	0,3	0,07
Пестициды, мг/кг	Гексахлорциклогексан ( $\alpha$ -, $\beta$ -, $\gamma$ -изомеры)	0,1	0,04
	ДДТ и его метаболиты	0,2	0,08
Полихлорированные бифенилы, мг/кг		3,0	0,02
Радионуклиды, Бк/кг	Цезий-137	130	Не обнаружены
	Стронций-90	100	Не обнаружены

способом из голов лососевых. Таким образом, по биологической ценности рыбный жир голов лососевых рыб, полученный ферментативным способом, немного превосходит рыбный жир голов лососевых рыб, полученный тепловым способом (таблица 2).

Ферментативный способ выделения жира из голов лососевых рыб не приводит к значительным изменениям фракционного состава липидов. Жир из голов кеты и горбуши так же, как и жиры большинства морских организмов,

в основном представлен триглицеридами (68,0–71,4% от суммы фракций). Также в жире из голов лососевых видов рыб присутствуют фосфолипиды — 1,0–1,1%; диглицериды — до 8,6%; стеринны — до 3,5%; моноглицериды — до 1,5%; свободные жирные кислоты (СЖК) — до 15,0%.

По показателям безопасности пищевой рыбный жир должен соответствовать Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим са-

нитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (далее — Единые санитарные требования) и требованиям СанПиН 2.3.2.1078 (п. 1.7.3, п. 1.7.8, п. 1.10.2), СанПиН 2.3.2.2650 п. 1.3.3, указанным в таблице 3.

Из таблицы 3 видно, что жир, полученный методом ферментативного гидролиза из голов лососевых рыб, по показателям безопасности соответствует нормам для пищевого рыбного жира.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о том, что жир из голов лососевых, полученный ферментативным способом, в сравнении с жиром, полученным тепловым способом, обладает хорошим качеством и высокой биологической ценностью и соответствует требованиям к пищевому жиру из рыб, что позволяет использовать его как самостоятельный продукт и как сырье для получения лечебно-профилактических продуктов или БАД к пище гипохолестеринемического, общеукрепляющего и иммуномодулирующего действия.

### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы благодарны Л.С. Абрамовой и С.В. Добренковой, заготовивших опытные образцы сырья в 2012 г. для получения пищевого рыбного жира на производственной базе «Бе-

рег», принадлежащей ООО «Компания «Тунайча», поселок Охотское Корсаковского района Сахалинской области.

### ЛИТЕРАТУРА

- Артемова А.Г. 2013. Технология получения жира пищевого из голов лососевых рыб ферментативным способом // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова. Т. 9. № 2. С. 8–16.
- Безотходное производство — прибыльная реальность. 2015. Доступно через <http://fishnews.ru/interviews/135> (16.06.2014).
- Босва Н.П., Бредихина О.В., Бочкарев А.И. 2008. Технология рыбы и рыбных продуктов. Кормовые и технические продукты из водных биологических ресурсов. М.: Изд-во ВНИРО. 118 с.
- Дубровская Т.А. 2000. Современное состояние производства кормовой продукции из гидробионтов // Информационный пакет «Обработка рыбы и морепродуктов». № 3 (1). М.: Изд-во ВНИЭРХ. 32 с.
- Левачев М.М. 1988. Жиры рыб в диетотерапии ГЛП и гипертонии. М.: Медицина. 84 с.
- Ржавская Ф.М. 1976. Жиры рыб и морских млекопитающих. М.: Пищ. пром-сть. 472 с.
- Статистические сведения по рыбной промышленности России 2012, 2013 гг. 2014. М.: Изд-во ВНИРО. 78 с.
- Fish meal and fish oil from salmon waste. 2002 // Eurofish Mag. № 5. P. 42–43.

Поступила в редакцию 23.01.2015 г.  
Принята после рецензии 26.10.2015 г.

## New technology of food fish oil from heads of salmon (*Oncorhynchus*)

*N.P. Boeva, M.S. Petrova, A.G. Artemova, Y.A. Baskakova*

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO", Moscow)

Salmon processing wastes, in particular fish heads processing remnants, have been found to be a new source of raw material for obtaining fish food oil rich in biologically active omega-3 polyunsaturated and essential fatty acids. Results of comparative studies in obtaining food oil from the heads of salmon *Oncorhynchus* using two methods are given: fermentative and thermal processes. It was found that the yield of food oil obtained with the use of fermentative method is 8–9% higher than that obtained with the use of thermal one. By its organoleptic and qualitative characteristics the fermentatively obtained fish oil is characterized by better qualities: it is transparent, light yellow, foreign odorless; the acid, peroxide and aldehyde numbers are considerably lower in comparison with the thermally obtained one. To determine the biological value of oil from salmon heads a study of fatty acid composition was performed and it was found that in the fermentatively obtained oil the total sum of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids is 5% more than in the thermally obtained one, which makes it possible to use it both as an independent product and as a source of raw materials for obtaining medicinal and prophylactic products or biologically active food additives of hypocholesterimic, generally strengthening and immunomodulating action.

**Key words:** fish oil, waste of salmon processing, enzymatic hydrolysis, polyunsaturated fatty acids omega-3.