

Технология переработки
водных биоресурсов

УДК 664.959:639.281.2

Освоение запасов мезопелагиали — долгий
путь исследований и поиска

Е.Н. Харенко, А.В. Сопина, Е.А. Гриценко

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

E-mail: harenko@vniro.ru, norma@vniro.ru

В обзорной статье рассматриваются научные и практические подходы к переработке глубоководных мезопелагических видов рыб. Проведён и подготовлен анализ патентной и научной литературы, выявлены приоритетные направления и современные тенденции использования этих объектов. Изложены обоснованные предложения по дальнейшему изучению и технологическим возможностям обработки. Наиболее масштабные исследования мезопелагических видов рыб проводились российскими учеными в 90-х годах прошлого века. В этот период и были разработаны основные принципы технологий их переработки, которые так и не были внедрены. В настоящее время разработкой технологий и возможным использованием продуктов переработки глубоководных мезопелагических видов рыб активно занимаются исследователи из стран Азиатско-Тихоокеанского региона, в первую очередь, ученые из Китая и Японии. Таким образом, несмотря на стабильную биомассу мезопелагических рыб, а также пищевую и биологическую ценность веществ, входящих в состав этого сырья, добыча и производство продукции относится к области повышенного риска и на сегодняшний день остается открытым вопрос о целесообразности их массового промысла.

Ключевые слова: мезопелагические рыбы, светящиеся анчоусы, промысел, особенности химического состава, проблемы переработки.

ВВЕДЕНИЕ

Предварительная оценка запасов рыб мезопелагиали составляет 200 млн тонн; абиссальные водные биоресурсы (глубины более 4000 м) — до 1 млн тонн. Мезопелагический ихтиоцэн исключительно разнообразен по видовому составу и включает около 960 видов, из которых две трети специфичны для горизонтов от 200 до 3000 м.

Всех глубоководных рыб в целом можно условно разделить на две большие группы.

Первая включает различные виды рыб, населяющих материковый склон, как правило, являющихся активными хищниками. В качестве примера, рыб первой группы, можно назвать хека (род *Merluccius*) и макруронуса (*Macruronus*). Это — хищные рыбы, достигающие 0,7–1,3 м, имеющие промысловое значение и перерабатываемые по традиционным технологиям.

Ко второй группе относятся глубоководные виды рыб, имеющие выраженные при-

знаки адаптации к условиям внешней среды. С увеличением глубины сокращается количество поступающего с поверхности океана света, снижается температура, повышается давление. Внешними признаками адаптации являются телескопические глаза, органы свечения и т. д. Более глубокие перестройки затрагивают внутренние органы. Батизавры — крупные хищные рыбы (длина до 85 см), являются синхронными гермафродитами, плодовитость которых составляет 24–56 тыс. икринок. Скелет и мускулатура развиты у глубоководных рыб слабо, а проницаемость клеточных мембран увеличена. Это позволяет поддерживать основные функции организма, среди которых наиболее важна выработка белков. Увеличение проницаемости клеточных мембран достигается за счёт повышения доли ненасыщенных жирных кислот в липидах клеточной мембраны. Наибольшее число мезопелагических видов содержат семейства *Melanostomiidae* и *Myctophidae* (светящиеся анчоусы) [Парин, 1988].

НАУЧНО-ПРОМЫСЛОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для Северной Атлантики основные промысловые концентрации образуются массовыми видами светящихся анчоусов: цера-тоскопел (*Ceratoscopelus maderensis* (Lowe, 1839)), миктоф (*Myctophum punctatum* Rafinesque, 1810) и нотоскопелы (*Notoscopelus kroeyeri* (Malm, 1861), *N. bolini* Nafpaktitis, 1975). Для Южной Атлантики характерны скопления южной электроны (*Electrona carlsbergi* (Tåning, 1932)) и гимноскопела (*Gymnoscopelus nicholsi* (Gilbert, 1911)). Мавролик (*Maurollicus muelleri* (Gmelin, 1789)) распространён в Северной и Южной Атлантике, а также в юго-западной части Индийского океана.

В 90-х годах прошлого века в районах Северной Атлантики уловы светящихся анчоусов составляли от 1,0 до 12,0 т за траление, в Южной Атлантике — от 2,0 до 6,0 т за траление. Уловы мавролика составляли от 1,0–5,0 до нескольких десятков тонн за один час траления.

Наибольшей плотности скопления светящихся анчоусов в Северной Атлантике достигают в осенний период. Жирность рыбы составляет 26,3–27,4%. В зимне-весенний период скопления рассеиваются, жирность

рыбы падает до 2,1–12,0%. С началом лета начинается нагульная стадия, жирность анчоусов увеличивается с 12,0 до 15,8%. Для анчоусов Южной Атлантики жирность изменяется в пределах от 3,9 до 32,6%. Наиболее жирная рыба вылавливается в феврале — июне, когда образуются плотные промысловые скопления.

Большая часть липидов (до 55,0%) содержится в мышечной ткани светящихся анчоусов, при этом липиды связаны с белковыми и другими веществами мышечных волокон и межклеточной жидкости, в голове и внутренностях 20,0–25,0% липидов. В жирах, выделенных из мезопелагических рыб, основу составляют триглицериды (до 82,0%), около 30,0% жирных кислот составляют полиненасыщенные высокомолекулярные жирные кислоты с 5 и 6 двойными связями, что способствует ускоренной реакции распространения свободных радикалов и соответствующей деградации полиненасыщенных жирных кислот. За счёт интенсивного гидролиза и окисления липидов данные виды рыб крайне неустойчивы в хранении и сложны в переработке.

Мышечная ткань мезопелагических рыб содержит саркоплазматические и миофибрилярные белки, что обеспечивает высокую вязкость фарша. Содержание коллагена в ней от 2,8 до 7,3%, что в 2–4 раза больше по сравнению с мясом других рыб. Высокое содержание коллагена увеличивает желеобразующую способность мышечной ткани, а с другой стороны, затрудняет отделение жира при производстве кормовой муки. Мясо мелких мезопелагических рыб содержит лизин, аспарагиновую и глютаминовую кислоты, лейцин и др. На долю незаменимых аминокислот приходится до 46,0% (по эталону ФАО — 36,0%). Количество линолевой и линоленовой кислот, имеющих высокую биологическую ценность, достигает 9,0% [Одинцов, 2002; ФАО, 1991].

С учётом уникального химического состава и высокой биологической ценности мелких мезопелагических рыб учёными проводятся исследования как их запасов, так и возможностей переработки.

В конце 70-х начале 80-х годов норвежские учёные проводили исследования мезопелагических рыб в Оманском и Аденском заливах Аравийского моря. Наибольшие

концентрации образовывал вид *Bentho-sema pteratum* (Alcock, 1890), а также *Diaphus ssp.*, *Mictophnum spinosum* (Steindachner, 1867). Для ведения научного промысла были использованы небольшой трал для лова криля (250 м²) и уменьшенная копия коммерческого трала (400 м²), площадь стандартного коммерческого трала 650–700 м². Вылов первым типом трала составлял 4,5–80,0 т/час, в среднем 37,0 т/час. Второе промысловое орудие поднимало 1 т/час, при возможном вылове 10 т/час. По результатам исследований было отмечено, что возможный вылов миктофид в Оманском заливе составляет 1,7–20,0 млн т [FAO, 1997].

Исламская Республика Иран начала промысел светящихся анчоусов в 1996 г. в Оманском заливе. Вылов составил всего 30 т/сутки, что не являлось экономически оправданным. Для ведения данного промысла необходимы были специализированные суда и орудия лова. По данным за 2008 г. промысловый запас светящихся анчоусов в Оманском заливе составил 1,3 млн т [FAO, 2011].

Японские учёные Ч. Сасса и Ю. Хирота в 2001–2004 гг. проводили исследования Южного побережья Японских островов в районе течения Куроисио, определялись районы и сезоны возникновения промысловых скоплений миктофид, видовой состав, размерные группы [Sassa, Hirota, 2013].

Последний раз состояние запаса светящегося анчоуса вида *E. carlsbergi* было оценено в 1994 г. Первоначально АНТКОМ установил предохранительное ограничение на вылов в 109000 т [АНТКОМ, 2002]. Общий вылов светящихся анчоусов в 1999 г. составил 5 т, в 2000 году 65 т [Абрамова, 2003]. Затем промысел прекратился. Поскольку средняя продолжительность жизни этого вида составляет около 5 лет, то данные о промысловой оценке запасов 1994 г. устарели, поэтому в 2003 г. промысел решили закрыть. В связи с отсутствием новой информации о современном состоянии запаса, рабочая группа по оценке состояния запаса АНТКОМ рекомендовала, чтобы промысел оставался закрытым. Промысел может быть открыт только после новой съёмки и оценки её результатов АНТКОМ [АНТКОМ, 2003].

В своей публикации В.П. Жуков отмечал, что для традиционных объектов промысла разработаны характеристики орудий лова (диаметр нитки и шаг ячеи и т. д.), а для мелких мезопелагических рыб таких данных нет. Вместе с тем чрезмерное уменьшение размера ячеи приводит к утяжелению орудия лова, снижению скорости лова, а увеличение — к уходу рыб через сетное полотно. Поэтому успешный промысел мезопелагических объектов с малыми размерами возможен лишь при правильном выборе конструктивных характеристик орудий лова [Жуков, 2008].

С учётом динамики посмертных изменений у светящихся анчоусов были установлены сроки предварительного хранения рыбы-сырца. Для районов с температурой 15–20 °С хранение рыбы-сырца без охлаждения не допускается; при охлаждении в морской воде при температуре от 0 до минус 1 °С суммарное время траления и хранения для мавролика не должно превышать трёх часов, а для светящихся анчоусов — четырёх часов. При температуре воздуха не выше 7 °С допускается хранение без охлаждения, при этом суммарное время траления и хранения для мавролика три часа, а для светящихся анчоусов не более пяти часов. Если улов находится в охлаждённой воде, при температуре 0 — минус 2 °С, продолжительность хранения увеличивается всего на час. При соблюдении всех условий хранения рыбы-сырца сроки хранения мороженого мавролика — 2 месяца, мороженных светящихся анчоусов — 3 месяца [Одинцов, 2002].

ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК И РАЗРАБОТКА НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Традиционные способы размораживания светящихся анчоусов не позволили получить сырьё, пригодное для производства продукции. Мышечная ткань не сохраняла структуру, была обводнённой, дряблой, порой желеобразной, отделялась от костей, в некоторых образцах наблюдали слизь мутного цвета с непонятным запахом. Срок хранения мороженных светящихся анчоусов составляет не более трёх месяцев. Для сравнения, срок хранения для мелкой мороженой рыбы (мелочь третьей группы океанического промысла) составляет шесть месяцев при температуре минус 18 °С

[ГОСТ 32366—2013]. Отсутствие отработанного режима замораживания и короткий срок хранения затрудняют использование светящихся анчоусов.

По результатам патентного поиска найдено более 10000 патентов на получение и использование продуктов переработки глубоководных рыб. Основными странами держателями патентов являются Китай, Япония, Тайвань и Корея. Следует отметить, что согласно принятым в данном регионе кулинарным традициям, с одной стороны, необходимо сохранить нативные свойства продукта, следовать его природе, с другой, добиться того, чтобы по вкусу блюда было невозможно угадать его состав. Для данных стран является традиционным потребление рыбных и соевых соусов на основе гидролизатов.

Процесс производства рыбного соуса базируется на принципах автолиза и может занимать до трёх и более месяцев, пока полностью не разрушатся все ткани рыб. Например, существует технология, которая позволяет сократить сроки производства соуса за счёт времени ферментации. Оставшуюся костную ткань прокалывают и измельчают в порошок. Костный порошок содержит кальций, фосфор, хондроитин, коллагеновые пептиды [Zhang et al., 2017].

Поскольку жир глубоководных рыб богат ненасыщенными жирными кислотами, его предлагают включать в состав смеси для нозового кормления пациентов с церебральным инфарктом [Wang et al., 2017].

В качестве примеров использования глубоководных рыб для производства пищевых добавок известны следующие технологии.

Гидролизат папайи и гидролизат светящихся анчоусов, вместе с лекарственными растениями, предлагается использовать для лечения ревматоидного артрита и повышения физической активности [Ye, 2004].

Существует технология капсулированного жира глубоководных рыб с экстрактом женьшеня и витаминами [Dai, 2018]. Оригинальная технология жевательных таблеток, содержащих рыбную костную муку и белковые пептиды из глубоководных рыб. Готовые жевательные таблетки имеют высокое содержание кальция, витаминов и микромолекулярных

белков, а также содержат такие элементы как фосфор, магний, железо и цинк [Liu, 2018].

В процессе производства в состав пищевых продуктов для здорового питания предлагается включать до 20,0% желатина из глубоководных рыб, сухие фрукты, сахар и молочный порошок. Настоящий продукт не имеет специфического рыбного запаха, может использоваться для детского питания. Имеет эффект добавок кальция [Zhang, 2018].

Японские исследователи получили патент на обработку светящихся анчоусов ингибитором протеазы DPP-IV для получения рыбной муки [Matsushima et al., 2016]; патент на производство кремов для кожи, где одним из компонентов является жир светящихся анчоусов [Ozawa et al., 1998].

Группа тайваньских учёных получила патент на получение функциональных пептидов из светящихся анчоусов для регулирования иммунных функций организма человека [Su et al., 2009].

В Южной Корее запатентованы пищевые продукты, содержащие гидролизаты животного и растительного происхождения. В качестве примера представлен патент на соус, содержащий гидролизат из рыб или моллюсков, соль из морской воды и специй [Kim, 2003].

Подводя итоги патентного поиска, следует отметить, что формула многих изобретений предполагает использование отдельных продуктов переработки мелких мезопелагических рыб (жир, гидролизат и т. п.), возможно полученных в лабораторных условиях. Вопрос о разработке эффективной промышленной технологии, позволяющей использовать светящихся анчоусов как сырьё для производства пищевой и технической продукции, а также биологически активных добавок в настоящее время не решён.

В рамках комплексной целевой программы «Пелагаль» в конце 80-х начале 90-х годов XX века проводились комплексные исследования биоресурсов мирового океана. В работах по данной программе использовалось легендарное научно-промысловое судно «Академик Книпович». Судно было построено по проекту 399 на базе БМРТ типа «Маяковский». Суда этого типа были оборудованы для проведения комплексных рыбохозяйственных исследова-

ний в области поиска рыбы, гидроакустики, океанологии, гидрологии, гидробиологии, ихтиологии и технологии обработки уловов. Для проведения исследований имелись 12 лабораторий общей площадью 110 м². Судно было оснащено донным и разноглубинным тралями. Имелись возможности для производства мороженой продукции, консервов и полуфабриката медицинского жира, а также осуществлялась переработка непищевого прилова и отходов рыбообработки на кормовую муку и технический жир. В проекте судна были три рефрижераторных трюма по 590 м³; объём помещений для хранения консервов 42 м³; помещения для хранения рыбной муки 75 м³; объём цистерн жировых 26 м³. Температура в трюмах (°C) минус 18; 15; 20. Хладагент — аммиак [Флот рыбной промышленности ..., 2018]. В условиях промысла на НПС «Академик Книпович» была уникальная возможность проводить оценку размерного и химического состава рыбного сырья, отрабатывать новые технологии.

ВНИРО получил авторское свидетельство на «Способ переработки мелких пелагических рыб с получением белковых продуктов, фосфолипидного концентрата и ферментного препарата». Формула изобретения включает способ деэмульгирования липидной фракции с использованием реагента. И.М. Попова, Т.М. Бикбов и В.А. Исаев предложили следующий способ переработки рыбного сырья пониженной товарной ценности. Неразделанную мелкую рыбу измельчают, затем небольшими порциями, при постоянном перемешивании, добавляют кислоту (пищевую, минеральную или органическую) до уровня pH 4,5–5,5. Соотношение рыбного сырья и кислоты 1:0,01–1:0,1; перемешивание происходит при температуре 15,0–40,0 °C в течение 10–120 минут до полного выделения липидной фракции. Образовавшуюся суспензию центрифугируют (фактор разделения не ниже 4000 g). Предлагаемый способ позволяет выделить из направленного сырья 60,0–80,0% содержащихся в нем липидов. Жидкая часть представляет собой водный раствор ферментов и липопротеидную фракцию. Для разделения этих фракций проводят сепарирование. Затем раствор ферментов концентрируют под вакуумом или с помощью ультрафильтрации (до со-

держания сухих веществ 25,0–30,0%) и высушивают на распылительной сушилке, получая комплексный препарат с протеолитической активностью 2–4 ед./г. Липопротеидная фракция представляет собой стабильную эмульсию, в состав которой входят белок (4,0–6,0%) и липиды (40,0–50,0%), при этом фосфолипиды составляют от 30,0 до 50,0% от общего числа липидов. Жирнокислотный состав характеризуется высоким содержанием эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот (20,0–40,0%). Оставшаяся плотная часть может использоваться в качестве кормового продукта. Высушенный под вакуумом при температуре 40–80 °C плотный остаток содержит 65,0–75,0% белка, а также от 2,0 до 8,0% липидов, из которых 30,0–40,0% составляют фосфолипиды [Попова и др., 1988].

Одним из возможных направлений использования светящихся анчоусов является производство кормовой муки и технического жира. Однако при обработке сырья жирностью более 10,0% возникает ряд трудностей. Рыбная масса после измельчения и нагревания приобретает гомогенную структуру и пластичную консистенцию. В таком состоянии масса не прессуется, а перемещается по шнеку, продавливаясь через отверстия на барабане [Одинцов, 2002].

Под руководством д. т. н. Ф.М. Ржавской проводились работы по определению состава липидов и выхода жира из мелких мезопелагических рыб на примере миктофа (*M. punctatum*). В исходном сырье содержание липидов достигало 21,0%, что не позволяло его использовать для производства кормовой муки. Применение метода электроплазмолиза способствовало дополнительному высвобождению влаги (до 20,0%) и увеличению выхода жира до 30,0%, что является важным условием при производстве кормовой рыбной муки.

Суть данного способа заключается в разрушении клеточной структуры тканей рыбы электрическим током, приводящим к разрушениям органических веществ и переходу связанной воды в свободное состояние. Мембраны клеток содержат около 70,0–90,0% клеточных липидов, представленных триглицеридами и фосфолипидами. При воздействии электрического поля на рыбное сырье из-

меняется структура плазматических оболочек клеток ткани, что позволяет увеличить выход жира и влаги. Под воздействием электрического тока количество свободных жирных кислот увеличивалось в 1,0–1,5 раза, но при этом увеличивались и показатели окисления липидов. Изменялись значения перексидного числа (1,4–3,0 раза) и альдегидного числа (1,2–2,0 раза). В лабораторных условиях были отработаны оптимальные режимы электрообработки измельчённого сырья [Ржавская и др., 1988].

В условиях промысла получить рыбную муку только из светящихся анчоусов не получилось из-за особенностей сырья (высокое содержание солерастворимых белков, коллагена, активная ферментная система, наличие прочно связанных липидов). При наличии запасов сырья удалось получить кормовую муку из смеси рыб, в которой доля светящихся анчоусов не превышала 50,0% [Одинцов, 2002].

Н.П. Боевой была разработана комплексная технология получения кормовой муки из мелких мезопелагических рыб с использованием электрообработки. Эксперименты проводились на опытных и производственных установках, а также на научно-промысловом судне «Академик Книпович». Объектами исследований служили свежие и мороженые мелкие мезопелагические рыбы (*C. maderensis*, *E. carlsbergi*, *M. muelleri*) [Боева, 2002 а].

Предложенная комплексная технология предполагает получать не только кормовую муку, но и организовать производство новых видов кормовых и лечебно-профилактических продуктов повышенного качества из белково-липидных компонентов сырья (концентрат белково-липидный кормовой, концентрат белково-липидный сухой, лечебно-профилактический продукт «Гидробионол») [Боева, 2002 б, 2004].

В конце 80-х годов во ВНИРО проводились исследования по отработке технологий получения фарша из мезопелагических рыб, результаты исследований были отражены в отчётах (данные архива). В условиях промысла на БМРТ «Возрождение» проводились исследования, целью которых была разработка технологии и оборудования линии разделки в потоке мелких мезопелагических рыб для получения пищевой продукции. Были проведе-

ны работы по разделке рыбы (*E. carlsbergi*) на тушку и получение пищевого фарша из неё. По результатам исследований удалось получить фарш при трёхкратной промывке с добавлением полифосфатов, при этом отмечалось снижение реологических показателей (формуемость) при хранении [Отчёт ВНИРО, 1990].

В работах Л.С. Абрамовой описаны исследования химического состава и фракционного состава белков рыбных фаршей, а также структурно-механических свойств фаршевых изделий. Была предложена классификация рыбного сырья по способности к образованию вторичной структуры в процессе технологической обработки. В качестве классификационного фактора принят коэффициент структурообразования ($K_{ст}$), который рассчитывался как соотношение азота солерастворимой фракции белка к общему содержанию азота. Согласно предложенной классификации рыбное сырьё было разделено на две группы: сырьё, образующее коагуляционные структуры ($K_{ст} > 0,2$), и сырьё, образующее коагуляционно-конденсационные структуры ($K_{ст} < 0,2$). Фарш, полученный из *E. carlsbergi*, образовывал слоистую коагуляционную структуру, $K_{ст}$ составлял 0,42. В качестве примера для сравнения, фарш из минтая имеет однородную коагуляционно-конденсационную структуру, значение данного показателя 0,11. Для улучшения структуры фарша из светящихся анчоусов предлагается следующее решение — производить непромытый с введением стабилизирующей смеси (1,5% поваренной соли, 1,0% сахара, 0,3% полифосфата) или фарш, содержащий до 10% сухого обезжиренного молока [Абрамова, 2003].

Патент на технологию получения фарша из глубоководных видов рыб получен Дальрыбвтузом. Суть данного способа переработки глубоководных рыб заключается в следующем. Замороженное сырьё дефростируют до температуры минус 3–5 °С, затем измельчают на кусочки 1–5 г, добавляют кулинарную соль, в количестве 1,5% от массы сырья. Выдерживают в течение 20–30 минут, затем в перфорированной ёмкости происходит стекание избыточной влаги 30–40 минут, после чего массу измельчают для получения фарша. Данный способ переработки позволяет пере-

рабатывать глубоководных рыб с высоким содержанием влаги в тканях [Петрова, Богданов, 2013].

Оригинальная идея получения дизельного биотоплива запатентована закрытым акционерным обществом «РОСБИО». Предложенная технология предусматривает предварительную обработку мезопелагических рыб, получение из них липидов, дальнейшую трансэстерификацию этих липидов с последующим отделением биотоплива. В качестве перспективного источника масложирового сырья предлагается использовать мелких мезопелагических рыб, из которых механическим способом формируют биомассу. Затем прессованием получают рыбий жир, который подвергают ферментативному гидролизу в присутствии протеазы. Полученный продукт фильтруют с отделением липидов. Трансэстерификацию полученных липидов проводят обезвоженным раствором метилата калия или натрия в метаноле. Изобретение позволяет получить биодизель, который можно использовать в автотранспорте в зимних условиях. Побочный продукт производства биодизеля — глицерин [Галыкин и др., 2009].

С учётом сложной технологической схемы переработки мезопелагических рыб в 2005 г. был разработан патент на полезную модель судна типа «траулер кормового траления». В данном типе судна предусматривались помещения со специальным технологическим оборудованием для использования ферментативного способа переработки сырья, а также трюмы и цистерны для хранения продукции [Бойков, 2005]. По данному проекту не было построено ни одного судна, поскольку вопрос о целесообразности ведения промысла и переработки светящихся анчоусов так и не решён.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ научных и практических данных по переработке глубоководных мезопелагических видов рыб выявил высокую активность учёных из Китая и Японии. Однако глобальной диверсификации производств, несмотря на масштабность запасов, не отмечается ни в одной стране. Основой небольших производств являются гидролизаты и их производные, например, рыбный соус; костная мука и жиры. Это

обусловлено специфическими особенностями данного сырья — высоким содержанием растворимых белков, коллагена, активной ферментной системой, наличием прочно связанных липидов и, как следствие, его низкой технологичностью при переработке и плохой хранимостью при замораживании.

Наиболее масштабные исследования мезопелагических видов рыб проводились российскими учёными в 90-х годах прошлого века. В этот период и были разработаны основные принципы технологий их переработки, которые так и не были внедрены.

Таким образом, несмотря на стабильную биомассу мезопелагических рыб, а также пищевую и биологическую ценность веществ, входящих в состав этого сырья, добыча и производство продукции относятся к области повышенного риска, и на сегодняшний день остаётся открытым вопрос о целесообразности их массового промысла.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 32366-2013/ISO/TS МКС 67.120.30. 2015. Рыба мороженная. М.: Стандартиформ. 43 с.
- Абрамова Л.С. 2003. Обоснование технологии поликомпонентных продуктов питания с задаваемой структурой и комплексом показателей пищевой адекватности на основе рыбного сырья. Автореф. дисс. ... док. техн. наук. Калининград: КГТУ. 53 с.
- АНТКОМ. 2002. Мера по сохранению 43—01. Предохрнительное ограничение на вылов *Electrona carlsbergi* в Статистическом подрайоне 48.3 в сезоне 2002—2003 гг. Доступно через: <https://www.ccamlr.org/ru/node/82978>. 12.11.2018.
- АНТКОМ. 2003. Мера по сохранению 32—17. Запрет на направленный промысел *Electrona carlsbergi* в статистическом подрайоне 48.3. Доступно через: <https://www.ccamlr.org/ru/node/74931>. 12.11.2018.
- Боева Н.П. 2002 а. Научное обоснование комплексной технологии кормовой муки из нетрадиционных объектов промысла. Автореф. дисс. ... док. техн. наук. Калининград: КГТУ. 52 с.
- Боева Н.П. 2002 б. Технология кормовой муки из мелких рыб повышенной жирности // Рыбное хозяйство. № 3. С. 53—55.
- Боева Н.П. 2004. Состояние и перспективы развития производства кормовой муки из гидробионтов // Труды ВНИРО. Т. 143. С. 182—189.
- Бойков Ю.А., Косильников В.И., Мухленов А.Г., Романов В.А., Шестаков Н.К. 2005. Добывающее судно с ферментативным способом перера-

- ботки водных биоресурсов. Патент РФ № 49512. Доступно через: <https://poleznauyamodel.ru/model/9/99441.html>. 31.08.2018.
- Галынкин В.А., Гарабаджиу А.В., Еникеев А.Х. 2009. Способ получения биодизельного топлива. Патент RU2404230. Доступно через: <http://www.findpatent.ru/patent/240/2404230.html>. 12.11.2018.
- Жуков В.П. 2008. Алгоритм расчёта конструктивных характеристик траловых мешков для облова мезопелагических рыб // Известия ТИНРО. Т. 155. С. 295–299.
- Одинцов А.Б. 2002. Технохимическая характеристика мелких мезопелагических рыб и пути их рационального использования // Известия ВУЗов. Пищевая Технология. № 2–3. Краснодар: Изд-во КубГТУ. С. 10–12.
- Отчёт о научной деятельности ВНИРО за 1989 г. 1990. М.: Изд-во ВНИРО. Т. 1. С. 252–253.
- Парин Н.В. 1988. Рыбы открытого океана. М.: Наука. 272 с.
- Петрова Л.Д., Богданов В.Д. 2013. Способ получения фарша из глубоководных рыб. Патент 2488291 РФ. Бюл. № 21.
- Попова И.М., Бикбов Т.М., Исаев В.А. 1988. Способ переработки мелких пелагических рыб с получением белковых продуктов, фосфолипидного концентрата и ферментного препарата. А.с. SU1561939. Бюл. № 17.
- Ржавская Ф.М., Болога М.К., Берзой С.Е., Балова О.А. 1988. Влияние предварительной электрообработки на выход жира из светящегося анчоуса // Экспресс-информация: серия «Обработка рыбы и рыбопродуктов». М.: ЦНИИТЭИРХ. Вып. 6. Стр. 5–8.
- Флот рыбной промышленности социалистических стран. Научно-промышленное судно типа «Академик Книпович» проект 399. Доступно через http://soviet-trawler.narod.ru/pages_r/ussr/akademik_knipovich_r.html. 26.12.2018.
- Dai F. 2018. Deep sea fish oil soft capsule. Abstract patent. CN107712903 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- FAO. 1991. Energy and protein requirements // Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation World Health Organization Technical Report Series 724/ Reprinted 1991 ISBN9241207248. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/003/aa040e/AA040E00.htm#TOC>. 28.08.2018
- FAO. 1997. Review of the state of world fishery resources: marine fisheries. FAO Fisheries Circular No. 920 FIRM/C920. Rome, 1997. 18 с. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/003/w4248e/w4248ef1.htm>. 11.12.2018.
- FAO. 2011. Report of the FAO Workshop on the Status of Shared Fisheries Resources in the Northern Arabian Sea — Iran (Islamic Republic of), Oman and Pakistan. Muscat. Oman, 13–15 December 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. 971. Karachi. FAO. 2011. 58 p. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/014/i2101e/i2101e00.pdf>. 26.12.2018.
- Kim K. 2003. Fermented seafood's juice using deep water. Abstract patent. KR20030097371 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 31.08.2018.
- Liu Y. 2018. Preparation method of mixture chewable tablets containing fish bone meal and protein peptides. Abstract patent. CN107647385 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Matsushima H., Oba T., Hokari Y. 2016. Novel composition and method for producing the same. Abstract patent. JP2016175862 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Ozawa A., Yako H., Suzuki T. 1998. Cosmetic containing lantern fish oil. Abstract patent. JP10203945 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Sassa C., Hirota Y. 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. Accessible via: https://www.researchgate.net/publication/259138853_Seasonal_occurrence_of_mesopelagic_fish_larvae_on_the_onshore_side_of_the_Kuroshio_off_southern_Japan. 15.01.2019.
- Su W., Wu C., Chai H., Li J., Gau Sh. 2009. Myctophidae extract from deep sea source, lactic fermented products and their application thereof. Abstract patent. TW200916109 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Wang Zh., Qiu J., Liu D., Zhang H., Li J. 2017. Nasal feeding food for patients of cerebral infarction. Harbin Institute of Tech. Abstract patent. CN107510039 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Ye G. 2004. Preparation of papaya protease hydrolyzed seven star fish protein nucleic acid and its making method. Abstract patent. CN1509749 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Zhang L. 2018. Fish glue fruit jelly powder. Abstract patent. CN108013417 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Zhang Y., Li J., Zhang R. 2017. Ultra-micro high-calcium deep-sea bone raw powder and preparation method and application thereof. Abstract patent. CN107373450 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.

Поступила в редакцию 18.03.2019 г.
Принята после рецензии 22.03.2019 г.

Aquatic bioresources processing technologies

Exploration of the mesopelagic stocks — a long way of researches and search

E.N. Kharenko, A.V. Sopina, E.A. Gritsenko

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

The review paper discusses scientific and practical approaches to the processing of deep-water mesopelagic fish species. The analysis of patent and scientific literature is prepared, the priority areas and current trends of use of these objects are revealed. Reasonable offers for further research and technological capabilities of processing are presented. The most large-scale studies of mesopelagic fish species were conducted by Russian scientists in the 90s of the last century. During this period, the basic principles of technologies for their processing were developed, which were never implemented. At present, researchers from countries in the Asia-Pacific region, primarily scientists from China and Japan, are actively engaged in the development of technologies and the possible use of products from the processing of deep-sea mesopelagic fish species. Thus, despite the stable biomass of mesopelagic fish, as well as the nutritional and biological value of the substances that make up this raw material, the catch and production of goods is an area of high risk. Today, the question of the appropriateness of their mass fishing remains open.

Keywords: mesopelagic fishes, myctophidae, fishing, features of the chemical composition, processing problems.

REFERENCES

- COST 32366-2013/ISO/TS MKS67.120.30. 2015. Ryba morozhenaya [Frozen fish]. M.: Standartinform. 43 s.*
- Abramova L.S. 2003. Obosnovanie tekhnologii polikomponentnykh produktov pitaniya s zadavaemoy strukturoy i kompleksom pokazatelej pishchevoj adekvatnosti na osnove rybnogo syr'ya [Technology rationale of multicomponent food products with a given structure and a set of indicators of food adequacy based on fish raw materials]. Avtoref. diss. dok. tekhnich. nauk. Kaliningrad: KGTU. 53 s.*
- ANTKOM. 2002. Mera po sokhraneniyu 43–01. Predokhranitel'noe ogranichenie na vylov *Electrona carlsbergi* v Statisticheskome podrajone 48.3 v sezone 2002–2003 gg. [Conservation measure 43–01. Precautionary Catch Limit for *Electrona carlsbergi* in Statistical Subarea 48.3 in the 2002–2003 gg.]. Accessible via: <https://www.ccamlr.org/ru/node/82978>. 12.11.2018.*
- ANTKOM. 2003. Mera po sokhraneniyu 32–17. Zapret na napravlenyj promysel *Electrona carlsbergi* v statisticheskome podrajone 48.3. [Conservation measure 32–17. Prohibition of Directed Fishing for *Electrona carlsbergi* in Statistical Subarea 48.3]. Accessible via: <https://www.ccamlr.org/ru/node/74931>. 12.11.2018.*
- Boeva N.P. 2002 a. Nauchnoe obosnovanie kompleksnoj tekhnologii kormovoj muki iz netraditsionnykh ob'ektov promysla [Scientific substantiation of the integrated technology of fodder flour from non-traditional objects of fishing]. Avtoref. diss. ... dok. tekhnich. nauk. Kaliningrad: KGTU. 52 s.*
- Boeva N.P. 2002 b. Tekhnologiya kormovoj muki iz melkikh ryb povyshennoj zhirnosti [Technology of feed flour from small fish of high fat content] // Rybnoe khozyajstvo. № 3. S. 53–55.*
- Boeva N.P. 2004. Sostoyanie i perspektivy razvitiya proizvodstva kormovoj muki iz gidrobiontov [Status and development prospects of the production of feed flour from hydrobionts] // Trudy VNIRO. T.143. S. 182–189.*
- Bojkov Yu.A., Kosul'nikov V.I., Mukhlenov A.G., Romanov V.A., Shestakov N.K. 2005. Dobyvayushchee sudno s fermentativnym sposobom pererabotki vodnykh bioresursov [Production vessel from the enzymatic method of processing of aquatic*

- biological resources.]. Patent RF № 49512. Accessible via: <https://poleznayamodel.ru/model/9/99441.html>. 31.08.2018.
- Galynkin V.A., Garabadzhiu A.V., Enikeev A. Kh. 2009. Sposob polucheniya biodizel'nogo topliva [The method of producing biodiesel]. Patent RU2404230. Accessible via: <http://www.findpatent.ru/patent/240/2404230.html>. 12.11.2018.
- Zhukov V.P. 2008. Algoritms rascheta konstruktivnykh kharakteristik tralovykh meshkov dlya oblova mezopelagicheskikh ryb [Algorithm for calculating the design characteristics of trawl bags for catching mesopelagic fish] // Izvestiya TINRO. T. 155. S. 295–299.
- Odintsov A.B. 2002. Tekhnokhimicheskaya kharakteristika melkikh mezopelagicheskikh ryb i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya [Technochemical characteristics of small mesopelagic fish and ways of their rational use] // Izvestiya VUZov. Pishcheyaya Tekhnologiya. № 2–3. Krasnodar: Izd-vo KubGTU. S. 10–12.
- Otchet o nauchnoy deyatel'nosti VNIRO za 1989 g. [Report on the scientific activities of VNIRO for 1989] 1990. M.: Izd-vo VNIRO. T. 1. S. 252–253.
- Parin N.V. 1988. Ryby otkrytogo okeana [Open ocean fish]. M.: Nauka. 272 s.
- Petrova L.D., Bogdanov V.D. 2013. Sposob polucheniya farsha iz glubokovodnykh ryb [A method of obtaining minced meat from deep sea fish] Patent 2488291 RF. Byul. № 21.
- Popova I.M., Bikbov T.M., Isaev V.A. 1988. Sposob pererabotki melkikh pelagicheskikh ryb s polucheniem belkovykh produktov, fosfolipidnogo kontsentrata i fermentnogo preparata [A method of processing small pelagic fish to obtain protein products, phospholipid concentrate and enzyme preparation]. A.s. SU1561939. Bul. № 17. 2–6 c.
- Rzhavskaya F.M., Bologa M.K., Berzoi S.E., Balova O.A. 1988. Vliyanie predvaritel'noy ehlektroobrabotki na vykhod zhira iz svetyashchegosya anchousa [Effect of the electric treatment on the fat out put of the luminous anchovy] // Ehkspress-informatsiya: seriya «Obrabotka ryby i ryboproduktov». M.: TSNIITEHIRKH. Vyp. 6. Str. 5–8.
- Flot rybnoj promyshlennosti sotsialisticheskikh stran. Nauchno-promyslovoe sudno tipa "Akademik Knipovich" proekt 399 [Fleet fishing industry of the socialist countries. Scientific-fishing vessel of the type "Akademik Knipovich" project 399]. Accessible via: http://soviet-trawler.narod.ru/pages_r/ussr/akademik_knipovich_r.html. 26.12.2018.
- Dai F. 2018. Deep sea fish oil soft capsule. Abstract patent. CN107712903 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- FAO. 1991. Energy and protein requirements // Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation World Health Organization Technical Report Series 724/ Reprinted 1991 ISBN 92 4 120724 8. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/003/aa040e/AA040E00.htm#TOC>. 28.08.2018.
- FAO. 1997. Review of the state of world fishery resources: marine fisheries. FAO Fisheries Circular No. 920 FIRM/C920. Rome, 1997. 18 c. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/003/w4248e/w4248ef1.htm>. 11.12.2018.
- FAO. 2011. Report of the FAO Workshop on the Status of Shared Fisheries Resources in the Northern Arabian Sea — Iran (Islamic Republic of), Oman and Pakistan. Muscat. Oman, 13–15 December 2010. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. 971. Karachi. FAO. 2011. 58 p. Accessible via: <http://www.fao.org/docrep/014/i2101e/i2101e00.pdf>. 26.12.2018.
- Kim K. 2003. Fermented seafood's juice using deep water. Abstract patent. KR20030097371 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 31.08.2018.
- Liu Y. 2018. Preparation method of mixture chewable tablets containing fish bone meal and protein peptides. Abstract patent. CN107647385 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Matsushima H., Oba T., Hokari Y. 2016. Novel composition and method for producing the same. Abstract patent. JP2016175862 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Ozawa A., Yako H., Suzuki T. 1998. Cosmetic containing lantern fish oil. Abstract patent. JP10203945 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Sassa C., Hirota Y. 2013. Seasonal occurrence of mesopelagic fish larvae on the onshore side of the Kuroshio off southern Japan. Accessible via: https://www.researchgate.net/publication/259138853_Seasonal_occurrence_of_mesopelagic_fish_larvae_on_the_onshore_side_of_the_Kuroshio_off_southern_Japan. 15.01.2019.
- Su W., Wu C., Chai H., Li J., Gau Sh. 2009. Myctophidae extract from deep sea source, lactic fermented products and their application thereof. Abstract patent. TW200916109 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Wang Zh., Qiu J., Liu D., Zhang H., Li J. 2017. Nasal feeding food for patients of cerebral infarction. Harbin Institute of Tech. Abstract patent. CN107510039 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Ye G. 2004. Preparation of papaya protease hydrolyzed seven star fish protein nucleic acid and its making method. Abstract patent. CN1509749 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 27.08.2018.
- Zhang L. 2018. Fish glue fruit jelly powder. Abstract patent. CN108013417 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.
- Zhang Y., Li J., Zhang R. 2017. Ultra-micro high-calcium deep-sea bone raw powder and preparation method and application thereof. Abstract patent. CN107373450 (A). 1p. Accessible via: <https://ru.espanet.com>. 28.08.2018.