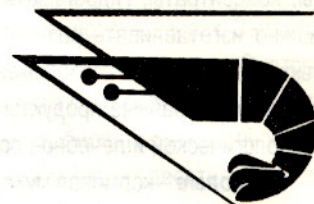


## Изучение антарктического криля и направления его рационального использования



Д-р техн. наук В.П. БЫКОВ – ВНИРО

**И**зучая и осваивая биологические ресурсы Мирового океана, научно-исследовательские институты и организации рыбной промышленности еще в 40-х годах обратили внимание на малоизученность промыслового значения обитателей приантарктических вод, богатых не только промысловыми рыбами, но и антарктическим крилем (*Euphausia superba*), объемы изъятия которого оценивались приблизительно в 15–16 млн т в год.

В связи с этим возникла необходимость изучить возможность использования антарктического криля, обосновать многовариантные подходы к его переработке, созданию и внедрению новых эффективных технологий для организации крупномасштабной добычи этого нетрадиционного сырья.

С начала 60-х годов над этой проблемой работали организации отрасли в рамках программ Министерства рыбного хозяйства СССР, в которых ВНИРО отводилась ведущая роль, затем, начиная с 1974 г., – с привлечением организаций других министерств и ведомств в соответствии с программами ГКНТ СМ СССР, а также отраслевой комплексной целевой программой (КЦП) “Криль”.

Особенно интенсивность исследований и разработок отечественных ученых и специалистов в рамках КЦП “Криль” возросла в 1980–1990 гг. Приводим некоторые результаты этих исследований.

До середины нашего столетия антарктический криль как объект использования в пищевых и кормовых целях не изучался. Поэтому для организации промысла этих морских рачков необходимо было не только изучить его химический состав и свойства, но и получить заключение соответствующих компетентных организаций о возможности его применения в этих целях. Медико-биологические исследования продуктов

переработки антарктического криля для пищевого использования (паста “Океан”, мясо, фарш, натуральные консервы, изоляты белков) длительное время вели Институт питания АМН СССР, Институт гигиены питания Министерства здравоохранения УССР, Владивостокский медицинский институт совместно с ВНИРО и другими организациями отрасли.

В 1984 г. проблемная комиссия “Научные основы гигиены питания” Научного совета по проблемам гигиены Министерства здравоохранения СССР рассмотрела итоги этих исследований и дала заключение: антарктический криль – перспективное продовольственное сырье и источник получения высококачественного белка, кормовых и технических веществ.

Биологическая ценность белков криля соответствует традиционным белкам животного происхождения (мясо, молоко, рыба), поэтому применение криля в пищевых целях выгодно с точки зрения экономии традиционного белка и создания продуктов питания повышенной биологической ценности (лечебного и специального назначения).

Крилевые кормовые продукты (кормовая мука, сыромороженный кормовой криль, кормовые гидролизаты) в результате многочисленных и многолетних испытаний, проведенных институтами и организациями сельскохозяйственного и рыбохозяйственного профилей, также получили высокую оценку при их использовании в составе кормов в звероводстве, птицеводстве, животноводстве и рыбоводстве.

Небольшие размеры криля (масса рачка около 1 г), практически отсутствие зарубежного опыта его применения, невозможность переработки на основе известных традиционных методов выдвинули задачу разработки технологий, обеспечивающих высокую производительность оборудования для комплексной безотходной или малоотходной его переработки



и, в первую очередь, выделения пищевой части с одновременным получением побочных кормовых, технических продуктов и медицинских препаратов.

Результаты изучения химического состава и свойств криля-сырца в рамках КЦП "Криль" показали, что из него можно получать следующие продукты:

**пищевые** – паста "Океан" (коагулят), мясо, фарш, изоляты, концентраты, гидролизаты, каротиноиды. На их основе можно изготавливать разнообразные кулинарные изделия, выпускать широкий ассортимент консервов, структурированные и формованные продукты, пищевой хитозан в качестве технологической и лечебно-профилактической добавки;

**кормовые** – кормовая мука, в том числе гранулированная и для стартовых кормов, сыромороженный криль для использования в звероводстве, птицеводстве, животноводстве и рыбоводстве, кормовые гидролизаты для рыбоводства, корма химического консервирования, кормовая паста и белково-минеральные добавки;

**технические** – хитин, хитозан и их производные, сорбенты, ферментные препараты;

**медицинские** – каротиноиды, дезоксирибонуклеиновая кислота, лекарственные препараты на основе хитина и хитозана и др.

Впервые в мировой практике пищевой продукт из криля получен в виде пасты "Океан" (коагулят), технология которого разработана во ВНИРО. Промышленность выработала около 30 тыс. т пасты, однако из-за трудностей сохранности этого продукта в торговой сети в мороженом виде и ограниченного спроса производство его прекратилось.

Исследования были переориентированы на разработку рациональных и эффективных технологий комплексного использования криля с выделением из него мяса. В итоге только ВНИРО совместно с другими организациями создало 5 запатентованных технологий получения мяса криля, 2 из которых были внедрены в производство.

**Технология извлечения мяса из панциря криля**, включающая удаление внутренностей прессованием, тепловую обработку, охлаждение, удаление избыточной влаги, замораживание россыпью, дробление, разделение дробленной массы на крупную и мелкую фракции, раздельное шелушение и просеивание фракций полученного мяса. На основе этого способа разработана нормативно-техническая документация, а проектно-конструкторские организации бывшего Минрыбхоза СССР по исходным требованиям ВНИРО создали комплекс оборудования. Данный технологический процесс был внедрен на судах СПОРП "Атлантика" (БМРТ "Н. Островский" и "Жуковский") и за 1977–1984 гг. было выработано 1685 т варено-мороженого мяса криля, при этом получена прибыль 1 млн 116 тыс. руб.\* Дальнейшего развития это направление не получило из-за ограниченного срока хранения продукта (6 мес.), связанного с на-

личием в мясе остатков внутренностей криля, содержащих активные ферменты.

**Технология и устройства для получения мяса криля**, основанные на воздействии на вареный и бланшированный криль струи воздуха или воды под давлением (аэро- или гидрошелушение). Масса криля с разрушенным панцирем разделяется в восходящем потоке воды на панцирь и мясо в виде целых шеек. Последнее характеризуется высоким качеством, не содержит остатков внутренностей, благодаря чему срок его хранения в варено-мороженом виде увеличен до одного года. Кроме того, полученное бланшированное мясо является полуфабрикатом для получения деликатесных натуральных консервов, производство которых освоено промышленностью.

Способы и устройства аэро- и гидрошелушения криля были защищены авторскими свидетельствами и патентами США, ФРГ, Норвегии, Канады и Японии. На основе способа аэрошелушения НПО "Мир" по исходным требованиям ВНИРО разработало установку А1-ИКМ производительностью 80 кг/ч бланшированного мяса. С 1980 г. выпущено 12 установок, которые были смонтированы на 4 промысловых судах ВРПО "Азчеррыба" и "Севрыба", и в дальнейшем успешно эксплуатировались. В 1985 г. к промышленной эксплуатации принимается более совершенная установка этого типа А1-ИКМ-3 производительностью 350 кг/ч бланшированного и 410 кг/ч вареного мяса. Затем вели разработки техники нового поколения, которые, к сожалению, не были завершены из-за трудностей экономического характера.

За 1980–1986 гг. на судах ВРПО "Азчеррыба", оснащенных установками А1-ИКМ, было выработано 3085 туб натуральных консервов, получено 760 тыс. руб. прибыли. В 1981–1983 гг. произведено 218 т варено-мороженого мяса криля, получено 75,9 тыс. руб. прибыли, в 1985–1989 гг. – 417,5 т продукта и 369 тыс. руб. прибыли.

Другое перспективное направление комплексной переработки криля – **получение белковых изолятов и на их основе разнообразных структурированных продуктов**. В ходе реализации этого направления предложен способ получения изолированного белка, хитина и липидов, основанный на эмульгировании криля в растворе поваренной соли для удаления липидов и панциря, растворении белка в щелочном растворе и осаждении его раствором соляной кислоты, промывании изолята и его высушивании. Определены главные исходные показатели изолятов белка криля для получения на их основе структурированных продуктов. Составлена нормативно-техническая документация на "Белок изолированный из криля". Данный способ переработки криля запатентован в США и Испании.

На основе изолятов белков из криля и рыб разработано несколько способов получения пищевых продуктов, имитирующих филе деликатесных рыб, пищевых волокон для производства аналогов мяса млекопитающих и икры лососевых

\* Здесь и далее данные приведены в ценах 70–80-х годов



рыб. Структура аналогов филе рыб и икры, а также пищевых волокон достигается методом криоструктурирования (замораживание, выдерживание в замороженном состоянии и размораживание при определенных условиях) или экструзивного капсулирования применительно к производству икры. При разработке технологии икры белковой красной в качестве красителя предложены каротиноиды криля, выделяемые из него экстракцией растительным маслом. Открыт способ выделения каротиноидов из целого криля, его глаз или панцирьсодержащих отходов.

Технология криоструктурирования деликатесных продуктов на основе изолятов криля проверена в экспериментальных условиях. Составлена нормативно-техническая документация на аналог мяса лососевых рыб. Способ получения икры белковой красной запатентован во Франции, Англии и бывшей ГДР. По исходным требованиям ВНИРО Гипрорыбфлот совместно с ОПТО "Техрыбпром" и ПТО "Севтехрыбпром" разработал комплекс оборудования для получения икры, сданный в опытную эксплуатацию на Мурманском рыбокомбинате. За 1988–1989 гг. выработано более 3,5 т икры. Создавалось новое промышленное оборудование и совершенствовалась технология аналога лососевой икры, которую в последние годы вырабатывает ТОО "Новые продукты" (г. Калининград).

Научное обоснование и экспериментальные разработки комплексной технологии переработки криля явились базой для решения важной проблемы освоения ресурсов этого нового объекта промысла, вылов которого бывшим СССР в 1971–1991 гг. составил около 4 млн т. Только в 1976–1985 гг. было выловлено 2,2 млн т криля, из него произведено продукции на 1 млрд 138 млн руб., от реализации которой получено 322 млн руб. прибыли при среднем уровне рентабельности 39,5 %.

Анализ экономических данных о промысле криля в 1981–1985 гг. свидетельствовал о том, что при достигнутом уровне технологии наиболее экономически целесообразно его использовать для производства консервов (из мяса криля) и побочного продукта – хитозана (из панцирьсодержащих отходов). На хитозане следует остановиться подробнее.

Изучение, создание и внедрение технологии производства хитина, хитозана, их производных из панцирей ракообразных – одно из важнейших достижений мирового научно-технического прогресса за последние два десятилетия в изыскании новых перспективных материалов.

Хитин, хитозан – натуральные биополимеры, обладающие, в отличие от искусственных, уникальными свойствами, благодаря которым расширяется их применение в различных отраслях промышленности, медицине, сельском хозяйстве, биотехнологии, косметике и др. Для хитозана характерны высокая сорбционная способность, химическая, биологическая и радиационная стойкость. Он нетоксичен, хороший флокулянт, эмульгатор, загуститель и структурообразователь, отмечен его ранозаживляющий эффект, обладает антикоагу-

лянтной, антитромбогенной, бактерицидной и противоопухолевой активностью. В настоящее время в мире выпускается свыше 1500 т хитозана в год, главным образом из панциря крабов и креветки (Япония, США, Норвегия, Италия).

Россия располагает большими сырьевыми ресурсами ракообразных для получения хитина. В первую очередь это антарктический криль, вылов которого достигает 420 тыс. т в год; креветки и крабы с годовым выловом около 80 тыс. т; гаммарус – возможные объемы вылова в озерах Западной Сибири превышают 100 тыс. т; тихоокеанский криль Охотского моря. Столь обширная сырьевая база побуждала отечественных ученых, специалистов рыбной промышленности и других отраслей на протяжении последних десятилетий к созданию и внедрению технологии хитина, хитозана и использованию их в различных отраслях промышленности и медицине. Приводим основные направления использования хитина, хитозана и их производных.

**Пищевая промышленность.** В качестве загустителя и структурообразователя для продуктов диетического питания, способствующих выведению радионуклидов из организма, простых и многокомпонентных эмульсий, соусов, паст, муссов для съедобных колбасных оболочек, осветления пива, соков, вин.

**Медицина.** Для лечения ран, ожогов, язв, приготовления хирургических нитей, искусственной кожи, лекарственных форм антисклеротического, антикоагулянтного и антиартрозного действия, диагностических препаратов. Производные хитозана используют при конструировании искусственной кожи, контактных линз для глаз. Хитозан улучшает всасывание и эффективность труднорастворимых лекарственных форм, способствует их пролонгированному действию. Известно применение хитозана и его производных при диагностике и лечении злокачественных опухолей, лечении язвенной болезни желудка, парадонтоза и кариеса зубов.

**Косметика и парфюмерия.** Водорастворимую форму хитозана применяют как увлажнитель, эмульгатор, антистатик и смягчающее средство для ухода за волосами и кожей лица, при производстве шампуней, гелей, увлажняющих кремов, тональной жидкой пудры, зубных паст; производные хитозана – как стабилизатор и закрепитель аромата духов.

**Сельское хозяйство.** Хитин-белковый комплекс служит экологически чистым средством борьбы с нематодами почв. Препараты на основе хитозана на 25–35 % повышают урожайность растений, стимулируя их рост, эффективны против корневой гнили и бурой ржавчины. На основе хитозана разработаны специальные покрытия фруктов, обеспечивающие их сохранность. Кормовая добавка с хитозаном повышает резистентность животных к инфекционным заболеваниям.

**Биотехнология и очистка сточных вод.** Сорбционные свойства хитина и хитозана дают возможность использовать их в хроматографии и для иммобилизации ферментов, очистки сточных вод от коллоидных и дисперсных частиц, нефтепродуктов, белка и жира. Хитин и хитозан способны удалять



из растворов ртути, свинец, цинк, медь, хром, плутоний, уран и связывать ионы тяжелых металлов даже в жестких условиях радиоактивного излучения.

**Целлюлозно-бумажная промышленность.** Для изготовления высококачественных и высокопрочных сортов бумаги длительного хранения, используемой в производстве денежных знаков, в картографии, для материалов и документов, имеющих историческую ценность.

**Рыбоводство.** В производстве водостойких гранул плавающих кормов в качестве связующего вещества, на 13–19 % повышающего эффективность действия рыбного корма.

Ниже приводим области промышленной переработки криля и прибыль от реализации продукции из него.

Направление промышленной переработки криля	Прибыль от реализации продукции, полученной из 1 т сырья, руб.
Мясо варено-мороженое с использованием отходов на кормовую муку	188,11
Консервы натуральные с использованием отходов на кормовую муку для получения хитозана	224,48
Сыромороженный криль	1933,75*
Мука кормовая	222,08
	83,50

\* Для хитозана – расчетные данные.

Приведенные данные свидетельствуют о целесообразности комплексной переработки криля не только в целях получения пищевых и кормовых продуктов, но и переработки панциря для получения хитозана, производство которого резко повышает экономическую эффективность промысла криля. Но перерабатывать панцирьсодержащее сырье на хитозан можно только на берегу, что диктуется особенностями технологии, требующей значительных количеств агрессивных сред (кислота, щелочь) и большого расхода пресной воды. Поэтому дальнейшие исследования ВНИРО были направлены на разработку береговой технологии использования панцирьсодержащих замороженных отходов или сыромороженного криля.

В результате были разработаны 4 переработочные технологии получения хитозана из ракообразных, запатентованные в бывшем СССР и РФ, 2 из которых апробированы в опытно-промышленных условиях, а одна запатентована в США. В настоящее время фирма КАРТЭКС, основанная ВНИРО и фирмой КАРТ, на экспериментально-производственном участке выпускает высококачественный крабовый и крилевый хитозан, а также организует выпуск водорастворимой формы хитозана (сукцината хитозана).

\* 1 кг хитозана двух видов стоит 620 и 325,6 долл. США, 1 кг гликолхитозана – 25200 долл. США (см. Химический справочник SIGMA, 1993).

При достигнутом уровне технологии и больших затратах энергии (стоимость которой резко возросла) на производство варено-мороженого мяса криля и, прежде всего, консервов, а также в связи с интересом рынка к продукции из криля, в частности к сыромороженому фаршу (особенно за рубежом) и хитозану целесообразно из криля изготавливать в море сыромороженный фарш (небольшие расходы энергии на выработку единицы продукции) и мороженое панцирьсодержащее сырье. Из последнего на берегу можно приготавливать разнообразные кулинарные изделия, получать хитозан\* и побочные кормовые продукты.

Во ВНИРО разработаны технология сыромороженного фарша, рецептуры и технология на кулинарную продукцию из фарша, а также комплекс оборудования для получения фарша, прошедший испытания на судах и на берегу.

Выделено два перспективных направления комплексной переработки криля.

**Переработка криля в море сразу после вылова на основе преимущественно физических методов** (разных способов разрушения панциря, прессования, тепловой и холодильной обработки для получения высококачественной пищевой продукции – мяса, фарша, мороженой пасты и консервов из мяса и фарша). При этом цельный криль, не пригодный для производства пищевой продукции, должен перерабатываться на сыромороженный кормовой криль и кормовую муку, а отходы пищевого производства следует направлять на получение кормовой муки или замораживать в виде панцирьсодержащих отходов, ферментного концентрата, глазосодержащей фракции с последующей их переработкой на берегу и выпуском хитина, хитозана и их производных, сорбентов, кормового белка, ферментных препаратов и экстрактов каротиноидов криля (схема 1).

Схема 1

		Переработка в море и выпуск продукции	Переработка на берегу и выпуск продукции	
СЫРЬЕ	Цельный криль	Паста "Океан"	Мороженая	Кулинария
	Отходы пищевого производства	Мясо бланшированное	Консервы	Консервы
Кормовая и техническая продукция		Мясо вареное	Мороженое	Кулинария
		Фарш	Мороженный	Кулинария
			Консервы	
		Мука кормовая	Россыпью	Корма для звероводства,
		Цельный сырой криль	Гранулированная	птицеводства,
		Панцирьсодержащие отходы	Мороженный	животноводства,
			Мороженые, сушеные, химически консервированные	рыбоводства,
		Ферментный концентрат		Хитин, хитозан,
		Глазосодержащая фракция отходов		кормовой белок
				Сорбенты
				Ферментный препарат
				Препараты каротиноидов



**Заготовка в море замороженного полуфабриката для комплексной переработки на берегу на основе преимущественно физико-химических методов:**

- отпрессованного сыромороженого криля с удаленными внутренностями для получения белкового изолята и последующим производством из него аналогов деликатесных продуктов, а в качестве побочных продуктов – хитина, хитозана, кормового белка, липидов;
- цельного сыромороженого криля для получения кормового белка, а из отходов – хитина, хитозана или получения гидролизата (пищевого, кормового), а в качестве побочных продуктов – также хитина, хитозана и кормового белка (схема 2).

При организации промысла по схеме 1 обрабатывающее производство максимально приближается к сырьевой базе, достигаются полная переработка сырья в условиях промысла с выпуском из отходов кормовой муки, высокое качество получаемых продуктов, уменьшаются потери сырья. Вместе с тем, производство по этой схеме капиталоемко, требует строительства новых типов специализированных судов или, по крайней мере, значительного переоборудования действующих судов с учетом специализации обработки криля.

Рассмотренная схема реализована в промышленности в части обработки сырья в море на переоборудованных промысловых судах и специально созданной серии крилеворыбтам монография "Контроль производства рыбной продукции", чч. 1, 2, М., издательство "Пищевая промышленность", 1978 г., и первый отечественный учебник по данной теме "Контроль производства продукции из водного сырья", М., издательство "Колос", 1992 г. Автор собрал и обобщил огромное количество научных, технических и руководящих материалов, в том числе таких, как документы по стандартизации, метрологии и управлению качеством продукции. В результате студенты и преподаватели вузов, имеющие отношение к специальности "Технология рыбных продуктов", получили исчерпывающий труд, позволяющий вести подготовку для отрасли технологов на современном уровне.

1-я часть монографии посвящена контролю заготовки сырья и производства охлажденной, мороженой, соленой и копченой рыбы, 2-я часть – контролю консервного производства и выпуску технической и кормовой продукции, кулинарных изделий, 3-я часть, как ясно из названия, контролю производства продукции из растительного сырья. Во всех частях изложение однотипно, что весьма удобно для читателя: обосновываются схемы и расположение точек контроля, указана периодичность определения показателей по всем точкам, даны методики, позволяющие определить химический состав и качество продукции. Монография в целом излагает теоретические основы организации и осуществления контроля.

Естественно, что учебник А.Н. Головина (80 а.л.), в отличие от монографии, освещает многие производственные вопросы и содержит редко встречающиеся данные справочного характера.

Автор дает определение важнейших понятий, в том числе качества продукции, приводит классификацию и градацию уровней показателей качества, затрагивает вопросы его планирования.

Основной объем учебника составляет подробное описание методов анализа орга-

Переработка в море и выпуск продукции		Переработка на берегу и выпуск продукции		
СЫРЬЕ	Отпрессованный криль мороженый	Полуфабрикат I для комплексной переработки на пищевую, кормовую и техническую продукцию	Изолят	Аналоги традиционных продуктов
	Цельный сырой криль мороженый		Панцирь-содержащие отходы	Хитин, хитозан, кормовой белок
			Кормовой белок	Кормовая паста, Кормовая мука
		III	Панцирь-содержащие отходы	Хитин, хитозан, Кормовой белок
			Гидролизат пищевой	Соусы

ния для заготовки отходов в море и переработки их на берегу.

В условиях экономических реформ для дальнейшего развития крупномасштабного промысла криля необходима комплексная переработка его не только на судах, но и на берегу, что позволит наряду со схемой 1 внедрить и схему 2. Ее реализация потребует создания береговых предприятий с комплексной переработкой сыромороженого криля, заготовливаемого на действующих промысловых судах, оснащенных морозильными мощностями, но с меньшими капитальными затратами по сравнению со строительством специализированного флота.

Отечественные организации располагают значительным научно-техническим потенциалом в области комплексной технологии криля и опытом работы в Антарктике, что является надежной основой обеспечения экономически целесообразного промысла криля и дальнейшего его совершенствования.

**Книжная полка**

**Ценный труд**

нолетических, физико-химических показателей качества рыбы и рыбных продуктов, в том числе методов количественной и качественной характеристики липидов, различных форм азота, нитрозаминов и т.д., определения активности протеолитических ферментов и др. Автор излагает также принципы санитарно-микробиологического и эпидемиологического контроля, а кроме того, кратко характеризует возможности реологических методов исследования, хроматографии, люминесцентного и спектрального анализа. Тут же содержатся рекомендации по выбору методов анализа и их наиболее эффективно применению, что важно для учебника.

Нельзя не отметить, что для составления документов по таким вопросам, как постановка нового вида продукции на производство, построение и изложение технических условий, разработка, согласование и утверждение стандартов, в учебнике приводятся регламентирующие ГОСТы. Интересны и познавательны комментарии автора к тем ГОСТам, которые применяются при оформлении конструкторской и технологической документации, при технологической подготовке производства, а также определяют место и роль методологического обеспечения, единства измерения в процессе контроля.

Учебник и монография содержит достаточный объем теоретического материала, необходимое количество методик для определения состава и показателей качества гидробионтов и продуктов, вырабатываемых из них, и широко используются студентами в практических работах.

Разумеется, учебник не лишен некоторых недостатков: не вполне ясна роль дисциплины "Контроль производства продукции из водного сырья" в формировании специалиста-технолога; вряд ли оправдано – из-за дефицита объема – включение в текст сведений из смежных областей знания (например, сведений о сырье); не везде выдержана единая схема изложения; следовало бы отделить теоретический материал от прописей методов исследования, что облегчит, на наш взгляд, его усвоение.

Тем не менее, издание монографии и учебника положительного скажется на подготовке специалистов в области контроля производства, качества и безопасности продуктов, вырабатываемых из гидробионтов.

**Д-р техн. наук, проф. Т.М. Сафронова**