

**ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ**

УДК 664.951.7:594(265.54)

**Н.М. Купина\***Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ  
ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ  
ЯПОНСКОГО МОРЯ**

Обобщены результаты научно-исследовательских работ по изучению физико-химических, технологических свойств, пищевой и биологической ценности разных видов двустворчатых моллюсков дальневосточных морей и разработке технологий их переработки. Было установлено, что клемы, обитающие в прибрежных водах, значительно различаются по химическому и размерно-массовому составу, при этом все они являются источником полноценного белка, незаменимых аминокислот и веществ, обладающих лечебно-профилактическим эффектом. Выявлено, что моллюски существенно отличаются от традиционного рыбного сырья по ряду важных биохимических и технологических свойств. Высокое содержание белков соединительной ткани и специфическая микроструктура тканей обуславливают жесткость вареных и соленых продуктов из клем. Установлено, что регулирование консистенции продукции из моллюсков возможно путем сочетания термической и биохимической обработки сырья. Разработана комплексная безотходная технология переработки моллюсков, обеспечивающая получение пищевых и кормовых продуктов с высокими потребительскими свойствами. Моллюски, выловленные у побережья Приморья, по содержанию в мягких тканях фикотоксина, активности радионуклидов и концентрации токсичных элементов в ноге, мантии и печени являются безопасными.

**Ключевые слова:** двустворчатые моллюски, белки, углеводы, биологически активные вещества, переработка, срок годности, качество, безопасность.

**Kupina N.M.** The main results of the study of bivalve mollusks in the coastal zone of the Japan Sea // *Izv. TINRO.* — 2015. — Vol. 182. — P. 249–257.

Technologies for processing of bivalve mollusks are developed on the base of study of their physical, chemical, and technological properties and evaluation of the food and biological value. Bivalves in the coastal waters of the Japan Sea are very different by their size and chemical composition, but all of them are a source of full value protein, essential amino acids, and some substances with therapeutic effect. Biochemical and technological properties of the bivalves differ significantly from traditional fish raw materials. Boiled and salted products of them are distinguished by high rigidity because of the high protein content of connective tissue and its specific microstructure. However, consistency of bivalve products can be regulated by means of thermal and biochemical processing of the raw material. Comprehensive waste-free technology of the bivalves processing is presented for manufacturing of food and fodder products with high consumer properties. The bivalve

---

\* Купина Наталья Михайловна, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: kupina@tinro.ru.

Kupina Natalia M., Ph.D., leading researcher, e-mail: kupina@tinro.ru.

mollusks from the coastal waters of Primorye are considered as safe for food on the basis of phytotoxins content in their soft tissues, radionuclides activity, and concentrations of toxic elements in their foot, mantle and liver.

**Key words:** bivalve, protein, carbohydrate, biologically active substance, processing, shelf life, food quality, food safety.

## Введение

Двустворчатые моллюски в силу своеобразного белкового, витаминного и минерального состава относятся к числу ценных промысловых объектов, обладающих высокой биологической и пищевой ценностью. Наиболее массовые объекты промысла в зарубежных странах — морские гребешки, устрицы и мидии. Они не только добываются в промысловом секторе, но и являются объектами культивирования. Например, более 80 % мирового объема производства мидий приходится на аквакультуру. В Японии добывают около 90 видов двустворчатых моллюсков (включая пресноводные) и более 10 видов разводят искусственно. Многие виды моллюсков считают лекарственным сырьем и используют для получения лечебно-профилактических и лекарственных препаратов. Популярность видов моллюсков в разных странах различается. Так, на японском рынке большим спросом пользуются спизула сахалинская, корбикула, пафия, в США и странах Юго-Восточной Азии популярны устрицы и зарывающиеся моллюски (клемы). В пищу клемы употребляют в основном в сыром, реже консервированном виде.

Промысел моллюсков (мидия, гребешки, устрица, спизула) в прибрежной зоне Дальнего Востока существовал еще в 1908 г., но долгое время для рыбаков он чаще был только побочной статьёй дохода. Ракушки варили, а затем вареное мясо сушили. Рост промысла двустворчатых начался с 1929 г., но вплоть до середины 1950-х гг. методы их обработки были приспособлены к специфическим требованиям азиатской кухни (Виноградов и др., 1933; Разин, 1934). В начале 1960-х гг. начался промышленный выпуск консервов, а затем и пресервов. Их изготавливали в небольшом количестве из гребешков, мидии и устриц. Рыбаки, ориентированные на большие объемы вылова, не проявляли интерес к этим ресурсам из-за их малочисленности. Поэтому традиция потребления двустворчатых моллюсков в СССР не была развита даже в приморских местностях.

В середине 90-х гг. прошлого столетия со стороны некоторых предприятий и колхозов Приморского края резко повысился интерес к двустворчатым моллюскам как к возможному источнику получения валюты за счет экспортных поставок. Промысел беспозвоночных заметно активизировался, причем в него были вовлечены не только малоизученные (спизула), но и новые для добычи в России виды зарывающихся двустворчатых моллюсков (анадара, корбикула). Все они практически полностью экспортировались в Японию, Корею и Китай в живом виде по требованиям внешнего рынка. Опыта их переработки не было, а данные о химическом составе и технологических свойствах этого сырья носили отрывочный характер (Кизеветтер, Калетина, 1939; Кизеветтер, 1962).

Известные способы обработки зарывающихся двустворчатых моллюсков отличаются трудоемкостью и большими технологическими потерями. Из-за наличия массивной раковины, составляющей от 50 до 75 % массы моллюска (Атлас ..., 2000), выход мягких тканей очень низкий. При этом, как правило, из-за трудоемкости процесса разделки моллюсков при изготовлении пищевых продуктов из всей массы мягких тканей используют только двигательный мускул (ногу), отправляя в отходы значительную часть съедобных тканей (Таникава, 1975; Дубровская, 1992; Сборник рецептур ..., 2002\*). Большой объем не утилизируемых отходов (мягкие ткани, створки раковин) отрицательно влияет на окружающую среду и ставит производителей перед необходимостью решения экологических вопросов. В силу вышеизложенного переработка двустворчатых моллюсков не вызывала интереса у российских предпринимателей.

---

\* Сборник рецептур рыбных изделий и консервов. СПб.: Гидрометеоздат, 2002. 208 с.

Для изменения сложившейся ситуации необходимо было разработать экономичный ресурсосберегающий способ их переработки, предусматривающий использование не только ноги, но и мантии, аддуктора для производства пищевых, а створок раковин для изготовления кормовых продуктов. Разработанные технологии должны были обеспечить изготовление конкурентоспособных пищевых и кормовых продуктов за счет высоких потребительских свойств.

Цель настоящей работы — обобщение проведенных ранее исследований двустворчатых моллюсков побережья Приморья.

### Материалы и методы

Объектом исследований служили двустворчатые моллюски, выловленные летом и осенью в водах северного и южного Приморья.

Общий химический состав тканей, а также общее содержание азотистых веществ определяли по общепринятым методикам (Лазаревский, 1955; ГОСТ 7636-85; Методические рекомендации, 1981\*) на анализаторе азота Kjeltec 2300 Analys Unit (Фирма Foss, Швеция).

Липиды из ткани экстрагировали по методу Фольча (Folch et al., 1957) системой растворителей хлороформ-этанол (2 : 1 V/V). Общее содержание липидов устанавливали гравиметрически.

Жирные кислоты переводили в форму метиловых эфиров по методу Карро и Дубака (Carreau, Duback, 1978) и анализировали на газожидкостном хроматографе «Shimadzu GC-16A» (Япония) с пламенно-ионизационным детектором, снабженным капиллярной колонкой (30,0 м × 0,3 мм) с фазой Supelcowax-10 при температуре 190 °С. Жирные кислоты идентифицировали по индексам удерживания Ковача (Christie, 1988). Концентрацию жирных кислот рассчитывали с помощью базы обработки данных C-R4A Chromatorac.

Содержание углеводов определяли антроновым методом (Крылова, Лясковская, 1965).

Фракционирование белков проводили по методу Кинга (Лазаревский, 1955). Количество белковых веществ во фракциях определяли в соответствии с методом Кьельдаля.

Молекулярный вес фракционированных белков определяли методом гель-фильтрации на хроматографической системе FPLC System на колонке Superdex 200 при скорости элюирования 0,5 мл/мин, с фотометрическим детектором при длине волны 280 нм.

Состав протеиногенных и свободных аминокислот определяли на анализаторе «Hitachi L-8800» High speed amino acid analyzer (Северин, Соловьев, 1989).

Качественный и количественный состав макро- и микроэлементов, в том числе токсичных, оценивали по ГОСТу 26929-94 и ГОСТу 30178-96, используя атомно-адсорбционные спектрофотометры (Япония) «Nippon Jarrel Ash AA-855», «Shimadzu AA-6800», и «Hitachi Hg-1» после кислотной минерализации средней пробы азотной кислотой.

Активность радионуклидов определяли в соответствии с МУК 2.6.1.717-98.

Концентрацию фикотоксинов в тканях клем определяли следующими методами: домоевой кислоты — методом ВЭЖХ (МУК 4.1.2229-07), сакситоксина — с помощью тест-системы RIDASCREEN FAST PSP (МУК 3.2.988-07), окадаиковой кислоты — с помощью тест-системы DSP-Check (MP 01.016-0712).

Микробиологические исследования осуществляли в соответствии с действующими методическими инструкциями (Инструкция ..., № 5319-91\*\*, МУК 4.2.2046-06).

Паразитологические исследования живых моллюсков проводили стандартным методом полного паразитологического вскрытия (МУК 4.1.2229-07).

Оценку пищевой ценности мяса моллюсков проводили в соответствии с требованиями технического регламента Таможенного союза ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части её маркировки», утвержденными решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 881.

---

\* Методические рекомендации. Технохимические исследования рыбы и беспозвоночных. М.: ВНИРО, 1981. С. 26–28.

\*\* Инструкция по санитарно-микробиологическому контролю производства пищевой продукции из рыбы и морских беспозвоночных № 5319-91 от 22.02.91.

Качество и безопасность двустворчатых моллюсков оценивали в соответствии с «Едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденными решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299.

Математическую обработку результатов исследования проводили с использованием пакета Microsoft Excel 2000.

### Результаты и их обсуждение

На первом этапе нами были исследованы показатели безопасности, химический состав, пищевая и биологическая ценность промысловых (спизула, анадара, корбикула), а затем и потенциально промысловых моллюсков. Паразитологические исследования показали, что спизула сахалинская *Spisula sachalinensis*, анадара Броутона *Anadara broughtoni*, мактра китайская *Mactra chinensis* (*sulcataria*), перонидия жилковатая *Peronidia venulosa*, каллиста короткосифонная *Callista brevisiphonata*, мерценария Стилпсона *Mercenaria stimpsoni*, добываемые в прибрежной зоне Японского моря, корбикула японская *Corbicula japonica*, добываемая в реках, лагунах и озерах Приморского края, могут использоваться для производства пищевых продуктов, так как в их мягких тканях не было обнаружено паразитов, опасных для здоровья человека и патогенных для моллюска. Многолетние исследования показателей безопасности свидетельствуют, что фикотоксины (сакситоксин, домоевая и окадаиковая кислоты) в мягких тканях всех исследуемых клем отсутствуют, а по активности радионуклидов и концентрации токсичных элементов в ноге, мантии и печени они соответствуют «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)», утвержденным решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299 (<http://30.gospotrebnadzor.ru/rubric/93603/>).

Установлено, что двустворчатые моллюски разных видов значительно различаются по массовому и химическому составу (Зюзьгина, Купина, 2001; Киселев, Купина, 2002; Купина, Юрьева, 2011). Анадара, каллиста и спизула имеют среднюю массу 188–200 г, тогда как корбикула и мактра — около 22–38 г. Массовая доля съедобных тканей у мактры в среднем составляет 37 %, у спизулы — 23, у каллисты — 18 %. Содержание белка в тканях моллюсков изменяется от 16 (каллиста) до 8–9 % (корбикула, мерценария). Массовая доля углеводов в ноге спизулы достигает 8,0 %, а в мясе мерценарии не превышает 1,3 %. Несмотря на эти различия, все моллюски, согласно результатам химического анализа и медико-биологических испытаний, являются источником полноценного белка, незаменимых аминокислот и веществ, обладающих лечебно-профилактическим эффектом (Зюзьгина, 2003; Киселев, Купина, 2005). Углеводы моллюсков образуют с белками соединения, обладающие антирадикальной, антиоксидантной активностью, и проявляют гепатопротекторные свойства. Полисахарид-белковые комплексы оказывают иммуностимулирующее действие на организм человека (Оводова и др., 1990). В мясе анадары обнаружен гликопротеид — антикоагулянт, способный оказывать антилипемическое действие (Dam et al., 1994). В составе мышечных липидов моллюсков преобладают полиненасыщенные жирные кислоты, среди которых более 50 % составляют биологически активные докозагексаеновая и эйкозапентаеновая кислоты. Эти кислоты снижают уровень холестерина в крови, предупреждают развитие атеросклеротических изменений сосудов (Химия ..., 1976).

В мясе всех двустворчатых моллюсков присутствуют биологически активные аминокислоты (таурин, глицин), регулирующие содержание сахара в крови, влияющего на обмен холестерина и деятельность зрительных центров (Alvarez, Storey, 1993; Аюшин и др., 1997; Зюзьгина, Купина, 2001), а также дипептиды (карнозин) — антиоксиданты, способствующие защите мембран от перекисного окисления (Болдырев, 1986), необходимые при лечении гипертонии, артрита, болезней печени и для регенерации ткани после радиационных поражений. Ткани клем содержат сбалансированный набор макро- и микроэлементов, в том числе истинных биоэлементов. Их ткани богаты калием, а также содержат такие важные для деятельности организма микроэлементы,

как селен, йод и фтор. Установленная высокая пищевая и биологическая ценность двустворчатых моллюсков, обитающих у побережья Приморья, показала целесообразность использования их для производства пищевых продуктов.

При выборе ассортимента пищевой продукции из двустворчатых моллюсков мы учитывали национальные традиции и привычки в области питания, а также растущий интерес покупателей к готовым к употреблению продуктам. Поэтому усилия сотрудников ТИПРО-центра были направлены на разработку разнообразных видов продукции глубокой переработки, а именно пресервов, консервов, суфле, сушеных продуктов. Однако уже первые эксперименты показали, что традиционные способы, применяемые для посола рыбы, не пригодны для получения качественной конкурентоспособной продукции из этого вида сырья. В процессе просаливания мясо некоторых клем (анадара, мерценария) становилось сухим и жестким, а мясо других, напротив, приобретало водянистую волокнистую (мактра) или мажущую (спизула) консистенцию. Соленые мантии всех моллюсков отличались еще большей жесткостью. При этом соленые моллюски имели вкус и запах сырого несозревшего продукта.

Известно, что физико-химические свойства и консистенция мышечной ткани различных гидробионтов зависят от количества соединительнотканых белков, гистологического строения и активности мышечных протеиназ (Sato et al., 1986a; Ando et al., 1993; Olaechea et al., 1993; Kugino and Kugino, 1994; Mizuta et al., 1994). Исследования показали, что мышечная ткань двустворчатых отличается от мяса рыб повышенным содержанием белков соединительной ткани, основным компонентом которой является коллаген (Зюзьгина, 2003; Купина и др., 2003а, б). В белках ноги моллюсков доля соединительнотканых белков в зависимости от вида составляет 12–45 % (Киселев и др., 2002), что в 5–10 раз больше, чем в мясе рыб (Hashimoto et al., 1979; Sato et al., 1986b). Содержание белков стромы в мантии и аддукторе моллюсков больше, чем в ноге, в 2–5 раз (Купина и др., 2005а). В то же время мясо клем отличается от мяса рыб более сложным гистологическим строением мышечной ткани (Olaechea et al., 1993; Купина и др., 2003а, б). Этим объясняется чрезмерная жесткость и плохая «разжевываемость» мяса многих видов двустворчатых моллюсков.

Как показали исследования, клемы разных видов значительно различаются по уровню активности протеолитических ферментов. В мясе многих видов моллюсков протеолитические ферменты малоактивны, в то же время в ноге спизулы обнаружен активный комплекс термостабильных протеаз.

Установленные существенные отличия двустворчатых моллюсков от традиционного рыбного сырья по ряду важных биохимических и технологических свойств позволили сделать вывод о необходимости изыскания новых способов обработки нетрадиционного сырья.

Разработанная нами концепция регулирования консистенции и вкусоароматических свойств продуктов из моллюсков заключается в модификации микроструктуры и физико-химических свойств обрабатываемого сырья с учетом особенностей химического состава, активности мышечных протеолитических ферментов и структурно-механических свойств.

Изготовление конкурентоспособной продукции из клем достигается только путем сочетания термической и биохимической обработки сырья (Зюзьгина, Купина, 2001; Купина, 2008; Kupina et al., 2008; Пат. РФ № 2231272). Разработанные режимы обработки обеспечивают получение из моллюсков высококачественных пресервов, сушеной продукции с упругой, но не жесткой консистенцией. Технологический регламент производств обеспечивает минимальные потери природных биологически активных соединений в готовой продукции. Выход соленой продукции составляет от 70 до 76 %, что на 30 % больше по сравнению с таковым при изготовлении аналогичной продукции с применением для размягчения мяса длительной высокотемпературной обработки. Способ изготовления соленого продукта из клемов защищен патентом (Пат. РФ № 2231272).

Принцип регулирования консистенции соленых моллюсков был заложен в основу разработанных технологий изготовления пресервов из сырья с повышенным содер-

жанием фибриллярных белков двустворчатых моллюсков, пастообразной (суфле) и сушеной продукции из мантии и мускула-замыкателя моллюсков разных видов (Купина и др., 2005б; Купина, Киселев, 2007). Вовлечение в производство пищевых продуктов мантии и аддуктора обеспечивает использование всех съедобных частей тела клем. При этом выход готовой продукции увеличивается почти на 50 %.

При разделке анадары, спизулы и других моллюсков накапливаются раковины — твердые отходы, масса которых составляет от 50 до 75 % массы сырья. Анализ измельченных раковин (муки) показал, что они состоят в основном из минеральных веществ, массовая доля которых составляет 96–99 % (Купина и др., 2005в). Мука из высушенных створок моллюсков на 36–42 % представлена кальцием. Среди микроэлементов в раковинах обнаружены фтор, медь, железо, марганец, цинк, йод. Кальций в створках находится в форме карбоната кальция, основной кристаллической фазой которого является арагонит. Он отличается более высокой усвояемостью, чем кальцит, содержащийся в известняке или меле.

Результаты опытно-производственных проверок, проведенных Институтом животноводства и ветеринарной медицины Приморской сельскохозяйственной академии (г. Уссурийск), показали целесообразность и эффективность использования ракушечной минеральной муки и крупки в качестве кормовой добавки, восполняющей дефицит кальция и микроэлементов в рационе животных и птицы (Киселев, 2003; Купина и др., 2005в). На основании вышеизложенных результатов была разработана и утверждена нормативная документация на «Добавку кормовую из двустворчатых моллюсков».

Среди двустворчатых моллюсков особое внимание привлекает широко распространенный на Дальнем Востоке объект — корбикула японская, обитающая в солоноватых мелководных лагунах, реках и озерах.

Корейское население Дальнего Востока активно добывало корбикулу еще в начале XX века, но после 1937 г. промысел прекратился, поэтому биохимический состав моллюска оставался неизученным вплоть до наших дней. В уловах корбикула представлена особями массой от 5,2 до 27,5 г (Калчугина, Зюзьгина, 2001). Масса мягких тканей составляет от 15 до 21 % массы особи. Химический состав мягких тканей корбикулы зависит от физиологического состояния. Максимальное содержание белка (10,0–12,0 %), углеводов (4,7–5,0 %) и липидов (4,4–5,2 %) обнаружено в мясе моллюска, выловленного в нагульный (апрель–июнь) период (Купина и др., 2012). Мясо корбикулы, выловленной после нереста (сентябрь–октябрь), содержит в 3–4 раза меньше белков, в 4–5 раз меньше углеводов и на 10–12 % больше влаги. В общей сумме белков корбикулы более 61 % составляют водорастворимые. Отличительной особенностью липидов корбикулы является наличие значительного количества веществ стероидной природы и углеводов (Копытко и др., 2002). Углеводы корбикулы в основном представлены β-галактозой, входящей в состав протеогликанов, обладающих иммуномодулирующим эффектом, антиоксидантной и антирадикальной активностью. Проведенные нами исследования позволили установить условия извлечения протеогликанов из тканей корбикулы без разрушения структуры и без потери биологической активности. Медико-биологические и клинические испытания показали, что полученные из свежей и мороженой корбикулы жидкие и сухие препараты безопасны (Хильченко и др., 2002) и могут использоваться в качестве эффективного профилактического или вспомогательного лечебного средства при острых токсических гепатитах и хронических поражениях печени. Экстракты обладают гепатопротекторной активностью и оказывают влияние на функциональное состояние печени больных, страдающих патологией гепатобилиарной системы (Скляр и др., 2003). Они нормализуют активность печеночно-специфических ферментов, предупреждают развитие патологических изменений, типичных для острого гепатита. Способ получения из корбикулы продукта, обладающего гепатопротекторной активностью, запатентован (Пат. РФ № 2219805).

Представляет интерес препарат из корбикулы для лечения острой алкогольной интоксикации и хронического алкогольного гепатита. Медико-биологические и клинические испытания показали, что препарат защищает внутренние органы (печень,

сердце, селезенку, желудочно-кишечный тракт) от токсического разрушения и способствует восстановлению разрушенных при хроническом алкоголизме функций органов (Плаксен и др., 2003).

Не менее важными являются результаты исследования другого препарата, полученного из створок раковин корбикулы. Основу препарата составляет минеральный комплекс с высоким содержанием легкоусвояемого кальция. Результаты медико-биологических испытаний указывают на целесообразность его применения как профилактического и вспомогательного лечебного средства при лечении остеопороза и других заболеваний, обусловленных недостатком потребления кальция. Уже установлено, что препараты, аналогичные таковым из корбикулы, можно получать из створок раковин спизулы и некоторых пресноводных ракушек.

### Заключение

Таким образом, результаты исследования безопасности, пищевой и биологической ценности мало и ранее не изученных видов двустворчатых моллюсков прибрежной зоны Японского моря позволили обосновать целесообразность использования их для производства пищевых продуктов, в том числе лечебно-профилактического назначения. Разработанные нами технологии переработки клем предусматривают использование не только мягких тканей, но и твердых отходов — створок раковин — для изготовления кормовых продуктов.

Кроме того, необходимо провести глубокие исследования группы «прочих двустворчатых моллюсков», включающей 11 видов потенциально промысловых, но малоизученных объектов (Состояние ..., 2014\*). Технохимическая и биохимическая характеристики неисследованных моллюсков прибрежных вод дальневосточных морей позволят сформировать рекомендации по их использованию, расширив ассортимент полезных для человека продуктов и биопрепаратов.

### Список литературы

- Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России / сост. С.В. Явнов; науч. ред. С.Е. Поздняков. — Владивосток : Дюма, 2000. — 168 с.
- Аюшин Н.А., Петрова И.Ю., Эпштейн Л.М. Таурин и карнозин в тканях тихоокеанских моллюсков // Вопр. питания. — 1997. — № 6. — С. 6–8.
- Болдырев А.А. О биологическом значении гистидинсодержащих дипептидов // Биохимия. — 1986. — Т. 51, вып. 12. — С. 1930–1943.
- Виноградов Л., Разин А., Гайл Г. Экспортные морепродукты: крабы, моллюски, водоросли. — Владивосток : Дальгиз, 1933. — 24 с.
- Дубровская Т.А. Технология приготовления и рецептуры лучших видов консервов и пресервов // ИП / ВНИЭРХ. Сер. Обработка рыбы и морепродуктов. — 1992. — № 2(2). — С. 8–33.
- Зюзьгина А.А. Технохимическая и биохимическая характеристика двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* // Комплексные исследования и переработка морских и пресноводных гидробионтов : тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2003. — С. 128–130.
- Зюзьгина А.А., Купина Н.М. Характеристика двустворчатого моллюска «*Anadara broughtoni*» как сырья для производства пищевых продуктов // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 1. — С. 40–42.
- Калчугина Е.П., Зюзьгина А.А. Технохимическая характеристика корбикулы японской *Corbicula japonica* // Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век : тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2001. — С. 126–128.
- Кизеветтер И.В. Лов и обработка промысловых беспозвоночных дальневосточных морей : моногр. — Владивосток : Прим. кн. изд-во, 1962. — 224 с.
- Кизеветтер И.В., Калетина Е.И. Технохимическая характеристика нерыбных объектов Приморья // Изв. ТИПРО. — 1939. — Т. 17. — С. 71–110.

---

\* Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну на 2014 г. (краткая версия). Владивосток: ТИПРО-центр, 2014. 352 с.

**Киселев В.В.** Кормовые продукты из отходов от переработки спизулы сахалинской и анадара Брутона // Комплексные исследования и переработка морских и пресноводных гидробионтов : тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2003. — С. 142–143.

**Киселев В.В., Купина Н.М.** Технохимическая характеристика некоторых видов двустворчатых моллюсков // Тез. докл. Всерос. конф. мол. ученых, посвящ. 140-летию со дня рождения Книповича. — Мурманск, 2002. — С. 94–96.

**Киселев В.В., Купина Н.М.** Технохимическая характеристика спизулы сахалинской залива Петра Великого // Изв. ТИПРО. — 2005. — Т. 140. — С. 322–328.

**Киселев В.В., Купина Н.М., Поваляева Н.Т.** Технохимическая характеристика некоторых видов двустворчатых моллюсков // XXI — перспективы развития рыбохозяйственной науки : мат-лы Всерос. Интернет-конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2002. — С. 155–161.

**Копытко Е.Ю., Рыбин В.Г., Купина Н.М.** Идентификация убихинона Q-10 в корбикуле японской *Corbicula japonica* // Техника и технология в рыбной отрасли XXI века : тез. докл. Междунар. науч. конф. — Владивосток, 2002. — С. 72.

**Крылова Н.Н., Ляковская Ю.Н.** Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1965. — 313 с.

**Купина Н.М.** Разработка способов регулирования структурно-механических свойств пресервов из измельченного мяса спизулы // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф. — Владивосток, 2008. — С. 14–15.

**Купина Н.М., Есипенко Р.В., Ковалев Н.Н.** Характеристика корбикулы японской как сырья для производства пищевых продуктов // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : мат-лы Междунар. конф. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2012. — С. 63–67.

**Купина Н.М., Зюзьгина А.А., Долматов И.Ю.** Особенности химического состава и гистологического строения мышечной ткани двустворчатого моллюска *Anadara broughtoni* // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2003а. — № 8. — С. 90–93.

**Купина Н.М., Матросова И.В., Киселев В.В., Поваляева Н.Т.** Изменение микроструктуры и химического состава мышечной ткани спизулы (*Spisula sachalinensis*) при замораживании // Рациональное природопользование и управление морскими биоресурсами: экосистемный подход : тез. докл. Междунар. конф. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2003б. — С. 241–243.

**Купина Н.М., Киселев В.В.** Рациональная переработка двустворчатых моллюсков прибрежной зоны Приморья // Производство рыбных продуктов: проблемы, новые технологии, качество : мат-лы 6-й междунар. науч.-практ. конф. — Светлогорск, 2007. — С. 17–18.

**Купина Н.М., Стародубцева Н.Б., Киселев В.В.** Отходы от переработки двустворчатых моллюсков как сырье для производства кормовых продуктов // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана : мат-лы 3-й междунар. науч. конф. — Владивосток, 2005а. — Т. 2. — С. 73–75.

**Купина Н.М., Стародубцева Н.Б., Киселев В.В.** Изготовление пищевых продуктов из мантий двустворчатых моллюсков с использованием протеаз // Рыбохозяйственные исследования Мирового океана : мат-лы 3-й междунар. науч. конф. — Владивосток, 2005б. — Т. 2. — С. 71–73.

**Купина Н.М., Стародубцева Н.Б., Киселев В.В., Молодцов Г.П.** Использование отходов двустворчатых моллюсков для производства кормовой муки // Рыб. пром-сть. — 2005в. — № 3. — С. 29–30.

**Купина Н.М., Юрьева М.И.** Характеристика малоизученных двустворчатых моллюсков Японского моря // Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки : мат-лы Междунар. конф. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. — С. 62–64.

**Лазаревский А.А.** Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1955. — 518 с.

**Оводова Р.Г., Молчанова В.И., Михайская Л.В., Оводов Ю.С.** Общая характеристика биогликанов-иммуномодуляторов из беспозвоночных Японского моря // Химия природных соединений АН СССР. — 1990. — № 6. — С. 738–742.

**Пат. РФ № 2219805 МПК 7А 23 L 1/33.** Пищевой профилактический продукт Корбикулин (варианты) и способ его получения (варианты) / Н.М. Купина, В.Н. Акулин, А.В. Кропотов и др. — Заявлено 04.09.2001; Оpubл. 27.12.2003, Бюл. № 7.

**Пат. РФ № 2231272 МПК 7А 23 L 1/33.** Способ комплексной переработки двустворчатых зарывающихся моллюсков (клемов) (Варианты) / Н.М. Купина, А.А. Зюзьгина, Н.Т. Поваляева и др. — Заявлено 2002; Оpubл. 2004, Бюл. № 7.

**Плаксен Н.В., Хильченко Н.С., Купина Н.М.** Экспериментальное обоснование лечения алкогольного гепатита с помощью гепатопротекторов из природного сырья // Фундаментальные проблемы фармакологии : тез. 2-го Рос. науч. съезда о-ва фармакологов. — М., 2003. — Ч. 2. — С. 85.

**Разин А.И.** Морские промысловые моллюски южного Приморья : Изв. ТИРХ. — 1934. — Т. 8. — 108 с.

**Северин С.Е., Соловьев Г.А.** Практикум по биохимии. 2-е изд., перераб. и доп. — М. : МГУ, 1989. — 509 с.

**Скляр Л.Ф., Хильченко Н.С., Плаксен Н.В. и др.** Эффективность применения корбикулина у больных хроническими вирусными гепатитами по данным доклинических и клинических испытаний // Здоровье и образование : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. — Пермь, 2003. — С. 257–260.

**Таникава И.** Продукты морского промысла Японии : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1975. — 352 с. (Пер. с яп.)

**Хильченко Н.С., Плаксен Н.В., Купина Н.М., Мельник С.Г.** Экспериментальное исследование гепатопротекторной эффективности и биологической безопасности препаратов из двусторчатого моллюска *Corbicula japonica* // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения : тез. 6-го междунар. съезда. — СПб., 2002. — С. 641–643.

**Химия биологически активных природных соединений** : моногр. / под ред. Н.А. Преображенского и Р.Н. Евстигнеевой — М. : Химия, 1976. — 456 с.

**Alvarez I.-G., Storey B.T.** Taurine, hypotaurine, epinephrine and albumin inhibit lipid peroxidation in rabbit spermatozoa and protect against loss of mobility // Biol. Reprod. — 1993. — Vol. 29, № 3. — P. 548–555.

**Ando M., Toyohara H., Shimizu Y., Sakaguchi M.** Post-mortem tenderization of fish muscle due to weakening of pericellular connective tissue // Nippon Suisan Gakkaishi. — 1993. — Vol. 59, № 8. — P. 1073–1076.

**Carreau J.P., Duback J.P.** Adaption of macro-scale method to the macro-scale for fatty acid metal transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. — 1978. — Vol. 151. — P. 384–390.

**Christie W.W.** Equivalent chain-lengths of metal ester derivatives of fatty acids on gas-chromatography — a reappraisal // J. Chromatogr. — 1988. — Vol. 447, № 2. — P. 305–314.

**Dam T.K., Bandyopadhyay P., Sarkar M. et al.** Purification and Partial Characterization of a Heparin-Binding Lectin from the Marine Clam *Anadara granosa* // Biochemical and Biophysical Research Communications. — 1994. — Vol. 203, № 1. — P. 36–45.

**Folch J., Lees M., Sloan-Stanley G.H.** A simple method for the isolation and purification of total lipids animal tissue (for brain liver and muscle) // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226, № 1. — P. 497–509.

**Hashimoto K., Watabe S., Kono M., Shiro K.** Muscle Protein Composition of Sardine and Mackerel // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1979. — Vol. 45, № 11. — P. 1435–1441.

**Kugino M. and Kugino K.** Microstructural and reological properties of cooked squid mantle // J. Food Sci. — 1994. — Vol. 59, № 4 — P. 792–796.

**Kupina N., Kiselev V., Matrosova I.** The use of biochemical methods in the technology of food production from cephalopods and bivalves // Proceedings of 4<sup>th</sup> International Symposium on the Marine biotechnology and advanced materials. — Kang-nung, Korea, 2008. — P. 47–53.

**Mizuta S., Yoshinaka R., Sato M., and Sakaguchi M.** Characterization of Collagen in the Muscle of Several Crustacean Species in Association with Raw Meat Texture // J. Fish. Sci. — 1994. — Vol. 60, № 3. — P. 323–328.

**Olaechea R.P., Ushio H., Watabe S. et al.** Toughness and collagen content of abalone muscles // Biosci. Biotech. Biochem. — 1993. — Vol. 57, № 1. — P. 6–11.

**Sato K., Yoshinaka R., Sato M., Shimizu Y.** Collagen Content in the Muscle of Fishes in Association with Their Swimming Movement and Meat Texture // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1986a. — Vol. 52, № 9. — P. 1595–1600.

**Sato K., Yoshinaka R., Sato M. and Ikeda S.** A Simplified Method for Determining Collagen in Fish Muscle // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1986b. — Vol. 52, № 5. — P. 889–893.

*Поступила в редакцию 2.04.15 г.*