

# Технология функциональной пищевой продукции из сцифоидных медуз



Юферова А.А. – Тихоокеанский государственный экономический университет, д-р техн. наук, член-корр. РАН Воробьев В.В. – Центр интегративных технологий, канд. техн. наук В.И.Базилевич

Существенное сокращение запасов традиционных объектов морского и океанического промысла и необходимость увеличения производства пищевой продукции из гидробионтов обуславливают поиск и вовлечение в промышленную эксплуатацию нетрадиционных видов биоресурсов Мирового океана.

Такими биообъектами являются тихоокеанские гидроидные и сцифоидные медузы, имеющие перспективно промысловое значение (Воробьев В.В., Юферова А.А., Базилевич В.И. *Перспективы использования промысловых медуз для производства пищевой продукции и биоактивных субстанций // Рыбное хозяйство. 2006. № 6*). Из промышленяемых на пищевые цели 12-ти видов сцифоидных желетельных, наиболее ценными считаются медузы *Rhopilema asamusi* (ропилема) и *Aurelia aurita* (аурелия), а также виды хризозар и цианея волосатая (Яковлев Ю.М., Бородин П.А., Осипов Е.В. *Промысел медузы ропилемы в заливе Петра Великого (Японское море) // Рыбное хозяйство. 2005. № 5*).

Широкосмасштабный промысел и экспорт продукции из медуз Китай, Индонезия, Япония, Индия и другие страны Юго-Восточной Азии ведут около 40 лет. Ежегодный мировой вылов составляет 300-320 тыс. т медуз. Япония импортирует до 10 тыс. т полусухой медузы в год на 25 млн. долл. США.

Живая выловленная медуза содержит до 93-97 % воды. 2-3 % содержащихся в ней минеральных солей позволяют поддерживать солевого равновесие с морской окружающей средой. Содержание белкового азота в медузе от 0,85 до 2,9 %, доминирующая доля которого представлена биологически и фармацевтически ценным коллагеном – желатиноподобным протеином, основной органической составляющей соединительной и костной ткани. В кулинарии и медицине Китая, Японии и других стран более 17-ти веков готовят блюда из медуз. Их рекомендуют при трахите, повышенном артериальном давлении, для лечения полиартритов, ревматоидных артритов, деформирующих остеоартрозов и других заболеваниях (Hsien Y-H.P., Leong F.-M., Rudloe J. *Jellyfish as food // Hydrobiologia. 2001. V. 451. 2*).

Предприятиями Дальнего Востока разрабатываются и осваиваются орудия и технологии лова. Разработаны технологии изготовления нескольких видов пищевой продукции, обладающей свойствами функциональной направленности.

Уникальность медуз заключается в содержащемся в матриксе мезоглеи комплексе биологически активных полимеров широкого спектра действия. Медуза содержит белковую субстанцию, состоящую в основном из фибриллярных нерастворимых в воде структурных белков – коллагена и эластина, биологически активные вещества: гликозамингликаны (гиалуриновая кислота, хондроитинсульфаты, гепарансульфат и др.), липиды и макро- и микроэлементы (Воробьев В.В., Юферова А.А., Базилевич В.И. *Медузы – ценный источник питания и биологически активных веществ // Материалы научно-практической конференции «Пищевая и морская биотехнология: проблемы и перспективы»: Калининград, 4-5 июля 2006 г. – М.: МАКС Пресс, 2006 – С. 30-31*).

Содержание белковой субстанции в сухой медузе вида ропилема – 18,1-18,3 %, в медузе аурелия – 5,4-5,6 %, небелкового азота, содержащего летучие основания: моно-, ди- и триметиламин – 2,1 % и 0,7 % соответственно. Уровень содержания азота растворимых саркоплазматических и миофибриллярных белков медузы невысокий. Он равен, соответственно, у ропилемы – 2,8 % и 1,1 %, аурелии – 0,31 % и 0,37 %, щелочерастворимых белков – 2,3 % и 0,37 %. Существенным отличием является высокое содержание нерастворимого протеина в медузах ропилема и аурелия, соответственно, 12,1 % и 4,4 %, что втрое превосходит общее количество других растворимых фракций белков желетельных.

Белок медузы хорошо сбалансирован аминокислотным составом, содержащим все жизненно необходимые эссенциальные аминокислоты, благотворно влияющие на метаболические процессы в организме, что характеризует биологическую и пищевую полноценность продуктов из тихоокеанских желетельных обитателей морей. Наибольшие уровни содержания незаменимых аминокислот в белках медузы характерны для валина – 1,12 г (на 100 г сухого белка), лейцина – 1,09 г, изолейцина – 0,81 г, треонина – 0,91 г, лизина – 1,41 г, фенилаланина – 0,75 г, а также для заменимых аминокислот: глицина – 1,58 г, аспарагиновой и глутаминовой кислоты, соответственно, 1,76 и 2,77 г и пролина – 1,71 г.

Коллаген, образующий фибриллярную сеть, придает хрящевой ткани прочность. В роговице глаза коллаген участвует в образовании гексагональных решеток десцеметовых мембран, что обеспечивает прозрачность роговицы, улучшающей преломление световых лучей (Андреанова Л.Е., Силюнова С.Н. *Биохимия межклеточного матрикса. // В кн. Биохимия: Под ред. Е.С.Северина – 3-е изд. – М.:ГЭОТАР-Медиа, 2005*). Эластин в сочетании с йодом, содержащимся в мезоглеи медузы, восстанавливает гормональный баланс в организме, высокоактивен и интактен в отношении клеточного звена иммунного ответа и в реакции трансплантат-хозяин.

Гиалуриновая кислота, участвующая в образовании протеогликановых агрегатов, осуществляет роль смазочного и связующего молекулы воды вещества, уменьшая трение и динамические нагрузки в суставных хрящевых поверхностях. Хондроитинсульфаты и гепарансульфат в составе протеогликанов, являясь полианионами, играют важнейшую роль в ионном обмене и формировании тургора различных тканей, иммунных реакциях; предотвращают распространение патогенных микроорганизмов; обладают антикоагулянтной, антиатеросклеротической, антитромботической и др. активностью.

Липиды зонтичной части и ротовых лопастей медузы содержат триглицериды, фосфолипиды, ди- и моноглицериды, стеринны, эфиры стериннов и свободные жирные кислоты. При исследовании липидных компонентов установлены несущественные различия, как у видов сцифоидных медуз, так и между их составными частями. У аурелии обнаружены фосфолипиды –



11,4-11,9 %, триглицериды – 10 %, ди- и моноглицериды, соответственно, 3,8 % и 8,5 %, стерины и эфиры стеринов, а также доминирующая фракция свободные (неэтерифицированные) жирные кислоты (СЖК). Липиды зонтичной части и ротовых лопастей медузы ропилемы состоят из аналогичных фракций, соответственно: триглицериды – 2,7-3 % и 36 %, фосфолипиды – на уровне содержания у медузы аурелия, диглицериды – 8,6 % и 7,6 %, моноглицериды – 15 % и 18 %, втрое меньшее количество эфиров по сравнению с содержанием стеринов. Превалирующая фракция СЖК в зонтичной части медузы вида аурелия по содержанию вчетверо выше по сравнению с ротовыми лопастями (Воробьев В.В., Базилевич В.И., Юферова А.А. *Исследование липидов тихоокеанских медуз // Материалы Четвертого съезда Общества биотехнологов России им. Ю.А.Овчинникова: Пушино, 6-7 декабря 2006 г. / Под ред. Р.Г.Василова. – М.: МАКСПресс, 2006*).

Исследование жирных кислот, находящихся в ковалентно-связанной форме в составе липидов различных классов, свидетельствует о том, что липиды тихоокеанских медуз имеют большую биологическую ценность, так как жирные кислоты на 16-20 % состоят из ряда эссенциальных, необходимых для нормальной жизнедеятельности организма полиненасыщенных кислот: линолевой, линоленовой, арахидоновой и эйкозапентаеновой.

Среди насыщенных жирных кислот липидов медуз превалируют пальмитиновая кислота – 29,9-36,9 % и стеариновая – 14,5-19,3 %. Мононенасыщенные представлены нервоновой кислотой – 1,9-2,1 %, пальмитолеиновой – 5,9-7 %, олеиновой – 9,7-10,6 %, а также эйкозеновой и другими жирными кислотами. В классе полиненасыщенных жирных кислот по количественному содержанию доминируют линолевая – 2,2-2,7 % от общей суммы жирных кислот, линоленовая – 2,3-2,8 %, эйкозатриеновая – 0,6-1,2 %, октадекатетраеновая – 2,8-3,3 %, арахидоновая кислота – 1,6-2,1 %. Наиболее ценной, необходимой в питании и доминирующей среди полиеновых жирных кислот является эйкозапентаеновая кислота, содержание которой составляет 22-24 %.

Благодаря высокому содержанию полиненасыщенных кислот омега-3 ряда, особенно эйкозапентаеновой (20:5), продукция из медуз может использоваться в питании для предотвращения заболеваний сердечно-сосудистой системы и в качестве профилак-

тического и терапевтического средства, укрепляющего иммунную систему организма человека (Воробьев В.В. *Биологически активные жирные кислоты морепродуктов для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний // Материалы международной конференции VII Международного форума «Высокие технологии XXI века»*. М.: 2006).

Такое наличие содержащихся в тихоокеанских медузах биологически активных веществ позволяет создавать функциональные продукты питания как лечебно-профилактического, так и лечебного назначения.

Технологическая обработка каждого вида медузы имеет свои особенности из-за определенных различий их химического состава и консистенции. Нами проведены экспериментальные работы по определению способов и технологических режимов обработки медуз для производства функциональной пищевой продукции. Свежевыловленные медузы помещали на 2-3 ч. в перфорированные контейнеры с поддонами для сбора и использования жидкой фракции мезоглеи при изготовлении продуктов питания. В этот период времени у медуз происходит процесс синерезиса, по завершению которого осуществляли разделку медуз, удаляли слизь и гонады. Затем медузы промывали и вымачивали в соли, направляли на посол в солевой раствор с оптимальной концентрацией хлористого натрия и с многократным переключением в течение 5-7 дней и до 2,5 недель в соли (концентрация NaCl - 7-21 %). Для сокращения диффузирования в процессе посола мезоглейной жидкости из зонтичной мантии и ротовых лопастей медуз, с целью стабилизации и фиксации структурной формы обрабатываемого сырья, нами предложено использование оптимальных концентраций отваров листовых деревьев. Отвары из листьев деревьев понижают pH продукта, дезинфицируя и уплотняя его. После посола, слой медуз подвергали постепенному динамическому сжатию для удаления жидкости в течение 3-4 дней. Продукт готов для упаковки, хранения и реализации.

Готовый к употреблению и хранению продукт имеет влажность от 40-47 % до 60-70 %, с содержанием поваренной соли 14-21 %. Выход готового продукта в зависимости от вида медузы и способа обработки составляет 10-14 % от массы свежего сырья.

Органолептические показатели у сушено-соленой и полусухой медузы с добавлением фиксирующих отваров были существенно выше, чем у образцов, изготовленных без добавления отваров. Консистенция соленых медуз была умеренно плотная, но не жесткая, в меру хрустящая и эластичная, при этом кусочки желетелых имели сохранившиеся первоначальные формы, хорошо зафиксированы с ароматом и вкусом, свойственными данному виду продукта (со слабовыраженным привкусом соли). Цвет сушеной медузы – от белого до светло-кремового, оставался естественным и слегка менялся при посоле с концентратом отвара листовых деревьев.

Разработанные способы посола медуз в среде фиксирующихся растворов, позволяют многократно сократить процесс синерезиса и максимально сохранить ценные компоненты, увеличить продолжительность хранения продукта в два раза – от 6-ти месяцев до года при температуре 18-20 °С, по сравнению с посолом медуз без отваров растительных веществ.

Разработаны и другие способы технологической обработки медуз – замораживание, сублимационная сушка, сушка с использованием мягких режимов ИК- и СВЧ-нагрева и другие эффективные методы.

На основе инновационных способов технологической обработки медуз разработаны технологии производства функциональных продуктов питания – пресервов, сушеной и кулинарной продукции, напитков из медуз (представлены на схеме), оказывающих при метаболизме позитивно-регулирующее действие на функции организма человека.

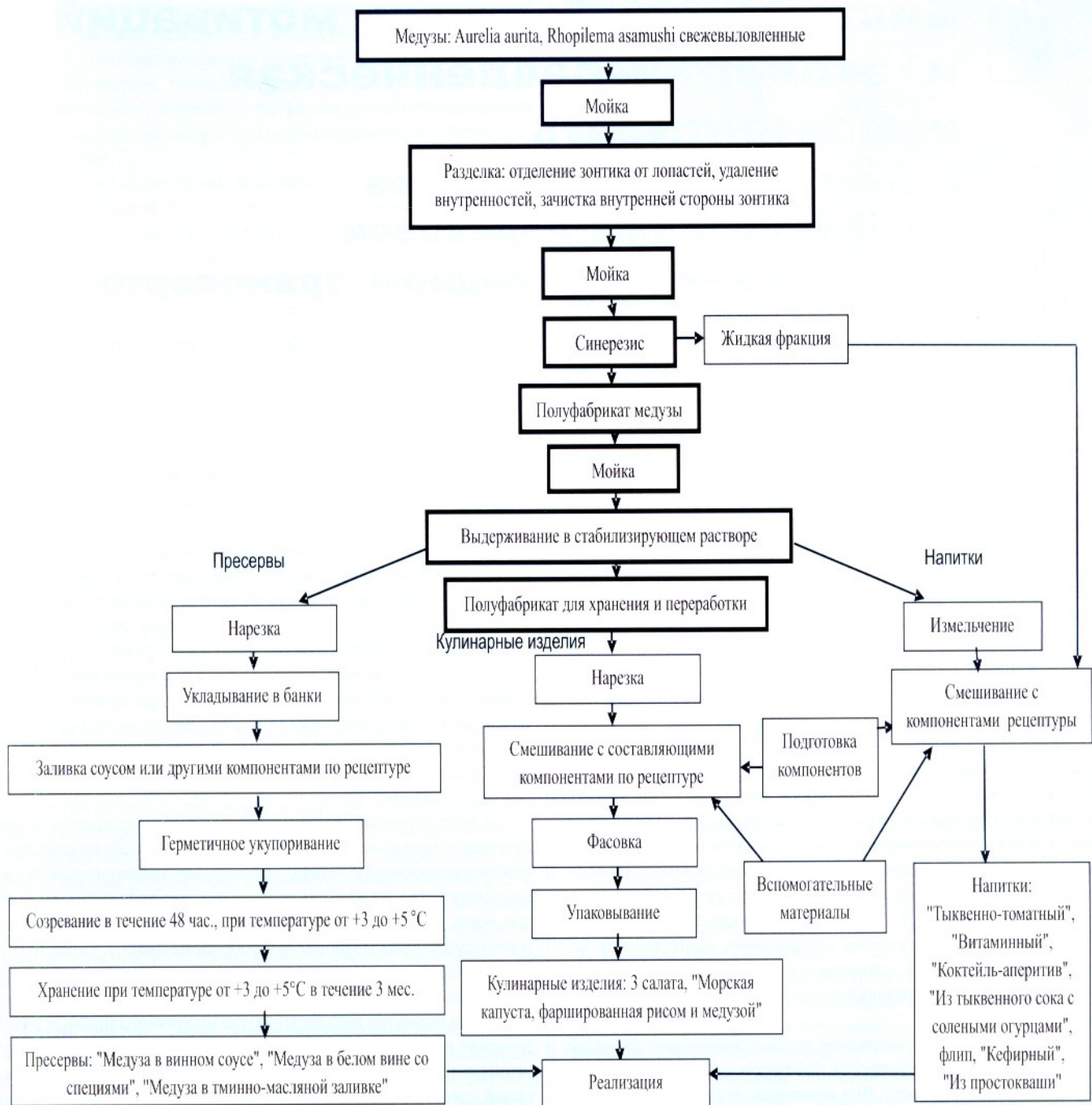


Рис. 1. Комплексная технологическая схема производства продуктов питания из медуз



Yuferova A.A., Vorobyov V.V., Bazilevich V.I.

**A technology for producing of functional foodstuff from jellyfishes**

Jelly-fish (classes Hydrozoa and Scyphozoa) are regarded as non-traditional aquatic bioresources of the World Ocean. Twelve species of medusa are involved in fishing, the most delicious of them are *Rhopilema esculentum*, *R. asamushi*, common and compass jellyfish, lion's mane.

In coastal waters of Southern Primorye and Kamchatka since 2000 the fishing of jelly-fishes is started. In 2005 they were included in the list of commercial objects of Kamchatka. Gears and technologies for jelly-fishing are being developed (fixed and stretching nets, purse seines, landing nets, etc.).

There were developed and approved technologies for production of preserves, dishes and drinks from jelly-fish, the technology for dried production is developing.