



# Перспективы использования промысловых медуз для производства пищевой продукции и биоактивных субстанций

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

Одним из путей увеличения производства морепродуктов является вовлечение в промышленную эксплуатацию нетрадиционных видов водных биоресурсов Мирового океана. Для повышения эффективности использования новых видов гидробионтов необходимо всестороннее и глубокое изучение специфических объектов промысла, которое позволит разработать эффективные технологии производства нетрадиционной и деликатесной пищевой продукции.

Такими своеобразными водными биообъектами являются классы *Hydrozoa* (гидроидные) и *Scyphozoa* (сцифоидные) медуз, имеющие перспективное промысловое значение. Из промышленяемых на пищевые цели 12-ти видов сцифоидных желетельных, наиболее ценными и деликатесными считаются медузы ропилема (*Rhopilema esculentum*, *Rhopilema asamushi*), а также аурелия, виды хризаор и цианея волосатая (Заволокин и др., 2005; Яковлев и др., 2005).

В последние десятилетия странами Юго-Восточной Азии ежегодно добывается более 300 тыс. т медуз, что свидетельствует о популярности и значительном спросе деликатесных и диетических продуктов на мировом рынке.

В зоне прибрежных акваторий Южного Приморья и Камчатки с 2000 г. начато освоение промысла медуз. В 2005 г. медузы вошли в перечень промысловых объектов Камчатки, осваиваемых предприятиями прибрежного рыболовства. Ведутся научные разработки по созданию орудий лова медуз (ставных и растяжных сетей, кошелькового невода, сачков и др.), технологии их вылова.

Ввиду специфических особенностей химического состава и структуры тканей промысловых медуз, необходим комплексный подход по обоснованному созданию технологий и биотехнологий производства различных видов продукции, свойственной по вкусо-ароматическим и товароведческим характеристикам отечественному потребителю, с обязательным маркетинговым исследованием.

Нами проведены исследования по изучению технхимических свойств и микроструктуры тканей свежей промысловой медузы *Rhopilema asamushi* и соленого полуфабриката. На рис. 1 представлена схема строения сцифоидной медузы.

Медуза имеет колоколообразную форму, с различающейся выпуклой наружной поверхностью (эксумбреллум) и вогнутой внутренней

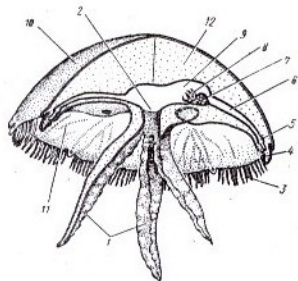


Рис. 1. Схема строения сцифоидной медузы:

1 – ротовые лопасти, 2 – ротовое отверстие, 3 – щупальца, 4 – ропалий, 5 – кольцевой канал, 6 – радиальный канал, 7 – гонада, 8 – гастральные нити, 9 – желудок, 10 – эксумбреллум, 11 – субумбреллум, 12 – мезоглея.  
Эктодерма показана штриховкой, энтодерма – черным.

(субумбреллум). Из центра внутренней поверхности зонтика выходит ротовой хоботок (манубриум), на конце которого расположено ротовое отверстие, окруженное четырьмя лопастями (Green et al., 1984).

Снаружи тело медузы покрывает эктодерма. Ротовое отверстие ведет в глотку, переходящую в желудок. Четыре радиальных канала отходят от желудка по направлению к краю зонтика медузы, где они соединяются кольцевым каналом, окруженным наружным и внутренним кольцами из нервных клеток. Глотка, желудок и каналы выстланы энтодермой, в которой находится большое число жгутиковых клеток, обеспечивающих циркуляцию пищи по всему организму.

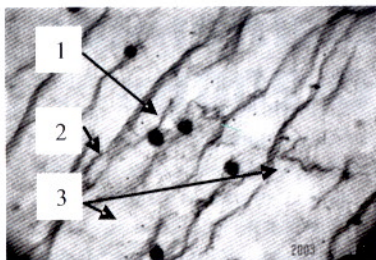
От края зонтика отходят вниз около 23 щупалец (по мере роста медузы их число увеличивается), у основания которых имеются утолщения, где скапливаются интерстициальные клетки. Назначение этих клеток – замещать утраченные или поврежденные стрекательные клетки. Щупальца помогают направлять добычу в ротовое отверстие. Во всех частях тела медузы клетки энтодермы поглощают и переваривают поступающую пищу. После окончания процесса пищеварения в энтодерме растворимые питательные вещества диффундируют через мезоглею в эктодерму и разные участки тела животного, в том числе щупальца, снабжая их пластическим материалом и энергией, которые снова используются для добычи пищи.

Гистологические исследования проводили по общепринятой методике (Заварзин, 1985). Срезы тканей медузы, исходя из поставленных задач, окрашивали: гематоксилином Бемера – для выявления ядерной структуры нуклеиновых кислот; прочным зеленым – для проявления белковых субстанций при pH 2,2; альциановым синим – гликозамингликанов (углеводов); суданом III – липидных включений. Просматривание и сканирование срезов ткани осуществляли в микроскопе «Jenamed-2» при инструментальном увеличении в 1000 раз.

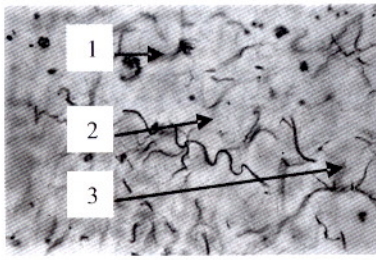
Представленные на рис. 2-10 срезы тканей зонтичных и лопастных частей медузы состоят из межслойной мезоглеи – бесструктурного желеобразного матрикса, в котором находятся клетки, мигрировавшие из других слоев ропилемы, а также коллагеновые гибкие волокна и упругопластичные волокна эластина. По матриксу мезоглеи располагаются клетки разных типов (макрофаги, плазматические клетки и т.д.), среди которых преобладают фибробласты (рис. 2-9), продуцирующие коллагеновые волокна и располагающиеся между ними. При повреждении волокон фибробласты мигрируют к травмированным участкам ткани для секретирования дополнительных коллагеновых волокон, соединяющихся с гликозамингликанами, до полного восстановления ткани. Пучки коллагеновых волокон окружены базальными мембранами в виде непрерывных слоистых пластин (рис. 3, 9, 10). Базальные мембраны играют важную роль в процессах обмена между субстанцией мезоглеи и клетками других тканей.

В зонтичной мантии (рис. 4 и 6) хорошо видны радиальные каналы, переходящие в кольцевой канал. Они окружены сильно развитыми поперечно исчерченными кольцевыми мышечными фибриллами, которые активно плавающая медуза использует для передвижения. Внутри радиальных каналов ротовых лопастей (рис. 9 и 10) находятся эпителиально-мышечные клетки, расположенные на базальных пластинах (мембранах). Функция эпителиальной ткани состоит в защите от механических повреждений структур, входящих в радиальные каналы лопастей медузы.

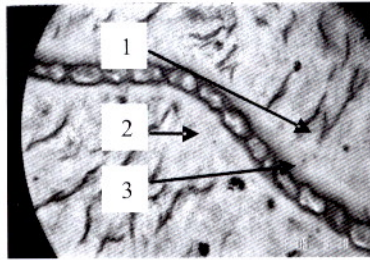
Химический состав свежей медузы, содержащей до 94-97% воды, представлен белковой субстанцией (1,3-1,5%), состоящей из фибрил-



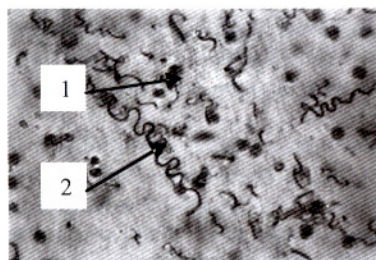
**Рис. 2. Поперечный срез края зонтика. x1000**  
1 – фибробласты;  
2 – коллагеновые волокна;  
3 – мезоглея



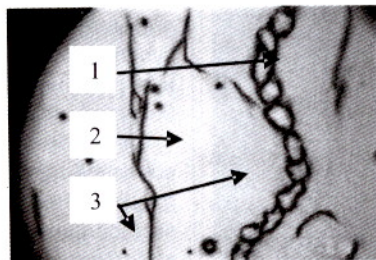
**Рис. 3. Продольный срез средней части зонтика. x1000**  
1 – фибробласты;  
2 – волокна эластина;  
3 – базальные мембраны



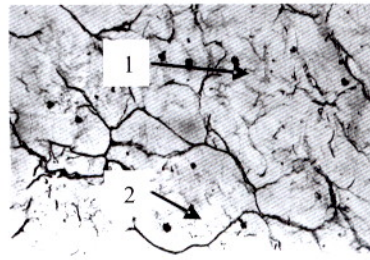
**Рис. 4. Продольный срез средней части зонтика. x1000**  
1 – радиальный канал;  
2 – коллагеновые волокна;  
3 – фибробласты



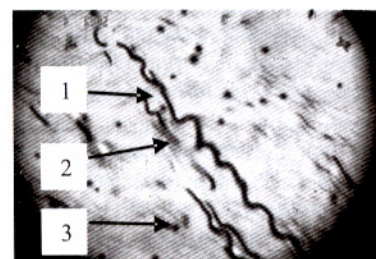
**Рис. 5. Продольный срез средней части зонтика. x1000**  
1 – фибробласты;  
2 – волокна эластина



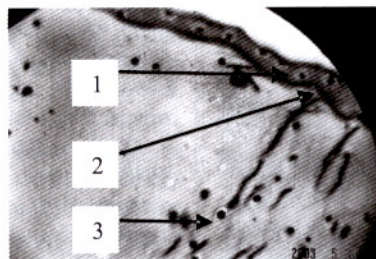
**Рис. 6. Продольный срез средней части зонтика. x1000**  
1 – радиальный канал;  
2 – коллагеновые волокна;  
3 – мезоглея



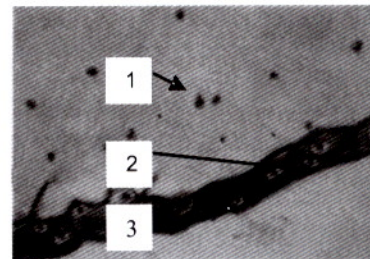
**Рис. 7. Поперечный срез основания лопасти. x1000**  
1 – фибробласты;  
2 – волокна эластина



**Рис. 8. Продольный срез края лопасти. x1000**  
1 – стрекательные нити;  
2 – волокна эластина;  
3 – фибробласты



**Рис. 9. Поперечный срез края лопасти. x1000**  
1 – эпителий радиального канала;  
2 – базальные пластинки;  
3 – фибробласты



**Рис. 10. Поперечный срез края лопасти. x1000**  
1 – фибробласты;  
2 – базальные пластинки;  
3 – эпителиальные клетки

лярных нерастворимых структурных белков – коллагена и эластина, гликопротеидами, полисахаридами (преимущественно гликозамингликанами), липидами (до 0,2) и минеральными веществами.

Основу гелеобразной мезоглеи составляют гиалуроновая кислота и хондроитинсульфат. Гиалуроновая кислота (дисахарид) связана с белком и участвует в образовании протеогликановых агрегатов в некоторых органах медузы и других животных (Северин, 2005). Функция гиалуроновой кислоты заключается в связывании воды в интерстициальных пространствах и в совместном удержании клеток в желеподобном матриксе мезоглеи (Комов, Шведова, 2004). Кроме того, мезоглея придает медузе способность смягчать механические удары. Гиалуроновая кислота содержит несколько тысяч дисахаридных единиц.

Хондроитинсульфат (мукополисахарид) является важным составным компонентом агрегана – основного компонента протеогликана мезоглейной субстанции, а также коллагеновых и эластиновых волокон. Полисахаридная цепь хондроитинсульфата состоит приблизительно из 40-50 повторяющихся дисахаридных единиц.

Ассоциирование гиалуроновой кислоты и хондроитинсульфата с протеинами, гликопротеидами, липопротеидами и нуклеопротеидами обуславливает наличие в медузе биологически активного начала комплекса веществ. В народной медицине Юго-Восточной Азии с III века блюда из медуз широко используются при лечении трахеита, повышенного артериального давления (Заволокин и др., 2005). Установленная эффективность действия биологически активных компонентов медузы при лечении артритов у лабораторных животных (Hsien et al., 2001), позволит, очевидно, создать лекарственные препараты и использовать их при лечении и профилактике ревматоидных артритов,

полиартритов и других заболеваний. Разрабатываемая биотехнология получения биоактивных субстанций из сцифоидных медуз даст возможность создавать лечебные профильные препараты.

На основании проведенных исследований разработаны и апробированы технологии производства пресервов, кулинарных блюд и напитков из промысловых медуз. Разрабатывается технология подсушенной и сушеной продукции из сцифоидных медуз, которая позволит изготавливать ценные биопродукты с учетом потребительской востребованности.

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

**Prospects for food and bioactive substances production from commercial jelly-fish**

Among non-traditional aquatic bioresources of the World Ocean are jelly-fish (classes Hydrozoa and Scyphozoa) having commercial importance. Involved in fishing are twelve species of medusa, the most delicious are *Rhopilema esculentum*, *R. asamushi*, moon jellyfish, some species of compass jellyfish, and lion's mane jellyfish.

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

Technologies were developed and approved for production of preserves, dishes and drinks from jelly-fish, technology for dried production is being developed.