

**МИКРОСТРУКТУРА КАЛЬМАРА ТИХООКЕАНСКОГО  
КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ**

**V. S. Slobodyanik, S. M. Suleymanov,  
A.V. Grebenshchikov, Nguyen Thi Truc Loan**

**MICROSTRUCTURE OF PACIFIC SQUID AS RAW MATERIAL  
FOR FOOD INDUSTRY**

**Слободяник В.С.** – д-р биол. наук, проф. каф. технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

**Сулейманов С.М.** – д-р вет. наук, проф. каф. анатомии и хирургии Воронежского государственного аграрного университета им. императора Петра I, г. Воронеж. E-mail: suleimanov@List.ru

**Гребенщиков А.В.** – канд. вет. наук, проф. каф. технологии продуктов животного происхождения Воронежского государственного университета инженерных технологий, г. Воронеж. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

**Нгуен Тхи Чук Лоан** – канд. техн. наук, науч. сотр. Университета Нячанга, г. Нячанг, Республика Вьетнам. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

**Slobodyanik V.S.** – Dr. Biol. Sci., Prof., Chair of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

**Suleymanov S.M.** – Dr. Vet. Sci., Prof., Chair of Anatomy and Surgery, Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I, Voronezh. E-mail: suleimanov@list.ru

**Grebenshchikov A.V.** – Cand. Vet. Sci., Prof., Chair of Technology of Products of Animal Origin, Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

**Nguyen Thi Truc Loan** – Cand. Techn. Sci., Staff Scientist, University of Nha Trang, Nha Trang, Republic Vietnam. E-mail: viktor.mihaylenko@yandex.ru

*В статье представлены результаты изучения микроструктуры свежесъловленного кальмара, а также замороженного. Структуру оценивали на гистологических препаратах, приготовленных по общепринятой методике, используя фиксацию формалином и окрашивание гематоксилин-эозином. Микроскопирование проводили на световом микроскопе. Установлено, что съедобные части – голова, мантия и щупальца имеют специфическую локализацию и строение мышечной ткани. На поверхности кожи выявлялся слой, лишенный клеточного материала. Эпидермальный слой тонкий, расположен на базальной мембране, под ним расположен слой соединительной ткани с наличием волокнистой структуры и клеточных элементов с включением мелани-*

*ноподобного вещества, относящегося к хроматофорам и иридоцитам. В структуре соединительной ткани головы выявляются образования, расположенные компактно, структура клеток которых напоминает железистую ткань. Главное щупальце кальмара отличается наличием более толстых слоев мышечных клеток со структурой аналогичной поперечно исчерченной мышечной ткани. Микроструктура туловища (мантии) кальмара характеризуется более высокой степенью упорядоченности расположения мышечных клеток. Микроструктура замороженной мантии кальмара образована многочисленными радиально расположенными пучками миоцитов, чередующихся с прослойками рыхлой соединительной ткани. В целом гистологическая структура стен-*

ки мантии кальмара отличается высокой упорядоченностью расположения мышечных слоев, перемежающихся со слоями рыхлой соединительной ткани. Ткань замороженных кальмаров характеризуется значительным расширением между слоями мышечных клеток по сравнению с нативной структурой мышечной ткани, что является результатом образования кристаллов льда в слое рыхлой соединительной ткани.

**Ключевые слова:** кальмар тихоокеанский, микроструктура, гистология тканей.

*The results of studying of microstructure of both fresh-caught and frozen squid are presented in the study. The structure was estimated on histologic preparations made by the standard technique, using fixing with formalin and coloring with hematoxylin-eosin. Microscopy was made with the help of light microscope. It was established that edible parts – head, cloak and feelers had specific localization and structure of muscular tissue. On the surface of skin the layer deprived of cellular material came to light. Epidermal layer was thin, located on basal membrane; under it the layer of connecting tissue with the existence of fibrous structure and cellular elements with melanin like substance relating to chromatophores and iridocytes was located. In the structure of connecting tissue of the head the formations were located compactly which cells structure resembled glandular tissue. The main feeler of the squid differs in the existence of thicker layers of muscular cells with the structure of similar crossed muscular tissue. The microstructure of the trunk (cloak) of the squid is characterized by higher degree of orderliness of muscular cells arrangement. The microstructure of frozen cloak of the squid is formed by numerous radially located bunches of myocyte alternating with layers of friable connecting tissue. In general histological structure of the squid's wall of the cloak of differs in high orderliness of muscular layers arrangement alternating with layers of friable connecting tissue. The tissue of frozen squids is characterized by considerable expansion between the layers of muscular cells in comparison with native*

*structure of muscular tissue as the result of ice crystals formation in the layer of friable connecting tissues.*

**Keywords:** Pacific squid, microstructure, tissues histology.

**Введение.** Пищевые качества кальмара позволяют использовать его как в необработанном виде, так и в виде ингредиентов мясных и рыбных продуктов. Отличные вкусовые качества и высокая пищевая ценность позволяют рассматривать кальмара как предмет стабильно и эффективно развивающегося промысла, который дает возможность существенно расширить ассортимент функциональных продуктов и продуктов здорового адекватного питания [1, 2]. Особое значение имеет тот факт, что Россия ведет промысел кальмаров в северо-западном регионе Тихого океана, в основном в акватории Берингова, Охотского, Японского морей, а также в водах, омывающих полуостров Камчатку и Курильские острова. Поэтому вопросы переработки кальмаров с целью обеспечения населения полезным, сравнительно недорогим, но скоропортящимся видом гидробионтов является актуальной задачей пищевой индустрии [3]. Кроме того, кальмары с своем составе содержат значительное количество микроэлементов. Среди них особую значимость имеет йод, дефицит которого в пище человека регистрируется на значительной территории России. Известно, что йод в составе гормонов щитовидной железы контролирует рост, развитие детей, обеспечивает функционирование нервной системы, оказывает интегрирующее действие на функции практически всех систем организма [4].

В связи с этим, современные тенденции расширения ассортимента продуктов здорового питания, обладающих свойством улучшать физиологический статус человека, позволяет рассматривать кальмары как перспективное сырье для создания продуктов, обогащенных таким важным микроэлементом, как йод [5, 6].

Несмотря на имеющуюся информацию об анатомическом строении кальмаров, данные о микроструктурных особенностях кальмара тихо-

океанского в нативном и замороженном состоянии, к сожалению, немногочисленны и разрознены.

**Цель исследования:** изучение микроструктуры съедобных частей кальмара – головы, мантии и щупальцев, что необходимо для обоснования технических решений по их рациональному использованию.

**Объекты и методы исследования.** Нативную структуру кальмаров тихоокеанских изучали на объектах, выловленных в Японском море у побережья Вьетнама, в условиях научно-исследовательской лаборатории факультета биотехнологии и экологии Ньячангского университета Республики Вьетнам (г. Ньячанг). В исследовании также использовали кальмаров тихоокеанских, выловленных в Охотском море, которые поступают на континент в замороженном виде в конце весны и осенью. Масса одного экземпляра кальмара составляет в среднем 200–500 г. В процессе исследования размораживание кальмаров проводили при температуре около 15 °С на воздухе. Приготовление гистологических препаратов для морфологических исследований проводили по общепринятой методике, используя фиксацию формалином и окрашивание гематоксилин-эозином.

Структуру оценивали на основании микроскопирования, которое проводили на световом микроскопе [7]. Исследованию подвергали мантию кальмара, щупальца и голову. У замороженных кальмаров исследовали структуру тканей мантии.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Изучение особенностей структуры кожи позволило установить, что поверхностный слой кожи лишен клеточного материала (рис. 1, а). Тонкий эпидермальный слой расположен на базальной мембране, под которой находится соединительная ткань, характеризующаяся волокнистой структурой и наличием клеточных элементов.

Соединительная ткань на границе с мышечной тканью содержит клеточные элементы, среди которых выявляются крупные клетки с включением меланиноподобного вещества. Эти клетки по своей структуре относятся к хроматофорам и иридоцитам (рис. 1, б). В съедобных частях кальмара (голова, щупальца, мантия) мышечная ткань представлена упорядоченно расположенными мышечными клетками.

Многочисленные пучки миоцитов, представленные в мышцах головы, в основном располагаются компактно. Среди клеток, напоминающих клетки гладкой мышечной ткани млекопитающих и птиц, выявляются многоядерные клетки (рис. 1, г).

Щупальца кальмаров также содержат мышечную ткань, состоящую из упорядоченно расположенных пучков мышечных клеток (рис. 2, а).

В главном щупальце кальмара обращают на себя внимание толстые слои мышечных клеток, по структуре более напоминающей поперечно-исчерченную мышечную ткань (рис. 2, в).

Для главного щупальца, как и для остальных, характерна упорядоченная слоистость мышечных пластов (рис. 2, г).

Структура соединительной ткани головы характеризуется наличием образований, расположенными компактно. Структура их клеток напоминает структуру железистых клеток. Они округлой формой, со светлой цитоплазмой. Гистологически в них не обнаруживаются протоки, но среди клеток присутствуют расширенные пространства синусоидальной формы (рис. 2, б). По нашему мнению, выявленная структура может указывать на эндокринный характер железистой ткани.

Для микроструктуры туловища (мантии) кальмара расположение слоев мышечных клеток отличается высокой степенью упорядоченности. Гистологическая структура мышечных слоев характеризуется наличием продольно и поперечно расположенных клеток мышечной ткани (рис. 3, а).

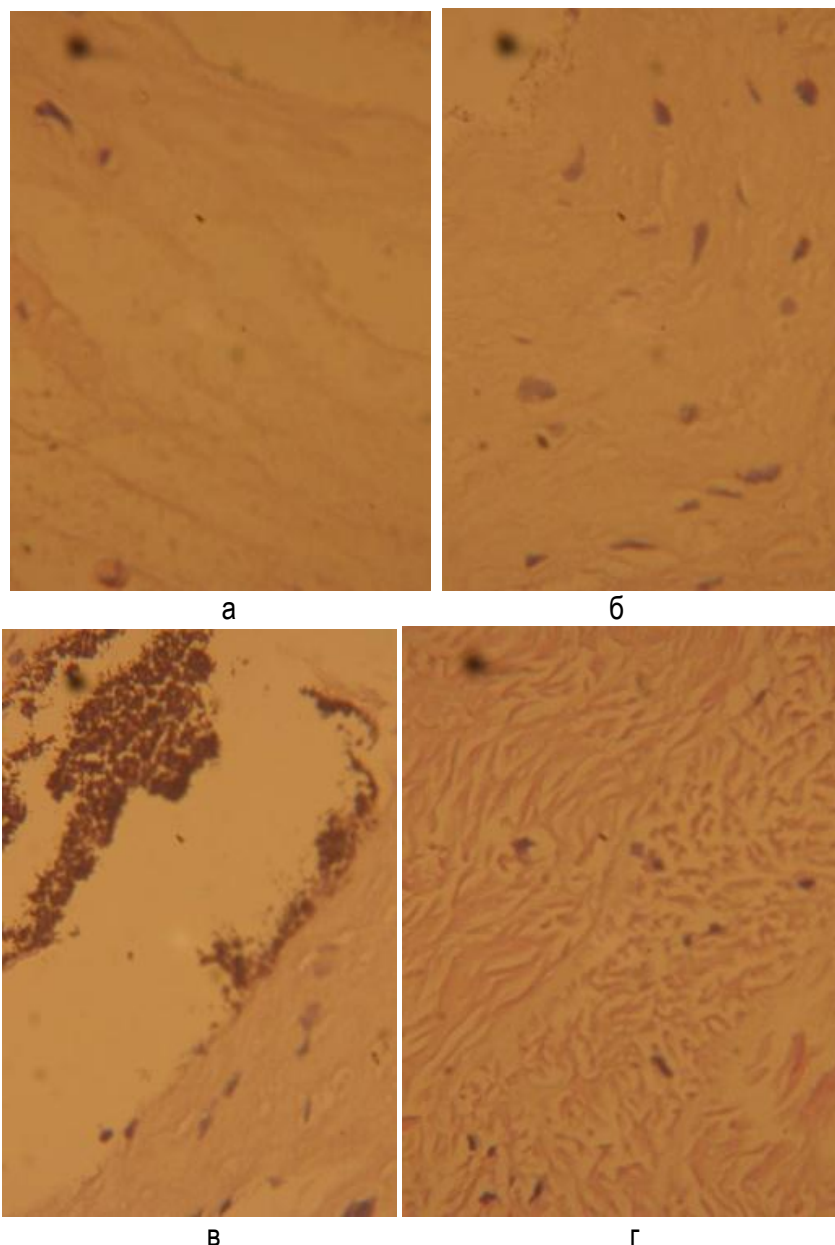


Рис. 1. Микроструктура кальмара. Ув. 200 (а, б, г) и 400 (в): а – поверхностный слой кожи; б – соединительная ткань кожи; в – скопление пигмента в коже туловища; г – слои мышц головы

Ядра этих клеток имеют вытянутую форму. Цитоплазма клеток достаточно четко выявляет фибриллярность. Микроструктура этой мышечной ткани более похожа на поперечно-исчерченную скелетную мышечную ткань наземных животных.

Изучение микроструктуры мышечной ткани замороженной мантии кальмара проводили микропированием гистологических препаратов, которые были окрашены гематоксилин-эозином. При этом установлено, что мышечная система представлена многочисленными радиально расположенными пучками мышеч-

ных клеток, чередующихся с прослойками рыхлой соединительной ткани. По сравнению с нативной структурой мышечной ткани, ткань замороженных кальмаров характеризуется значительным расширением между пластинами мышечных клеток, что является результатом образования кристаллов льда в слое рыхлой соединительной ткани и расширением пространства между ними. Установлен равномерный характер чередования мышечной и соединительной тканей (рис. 3, б, в).

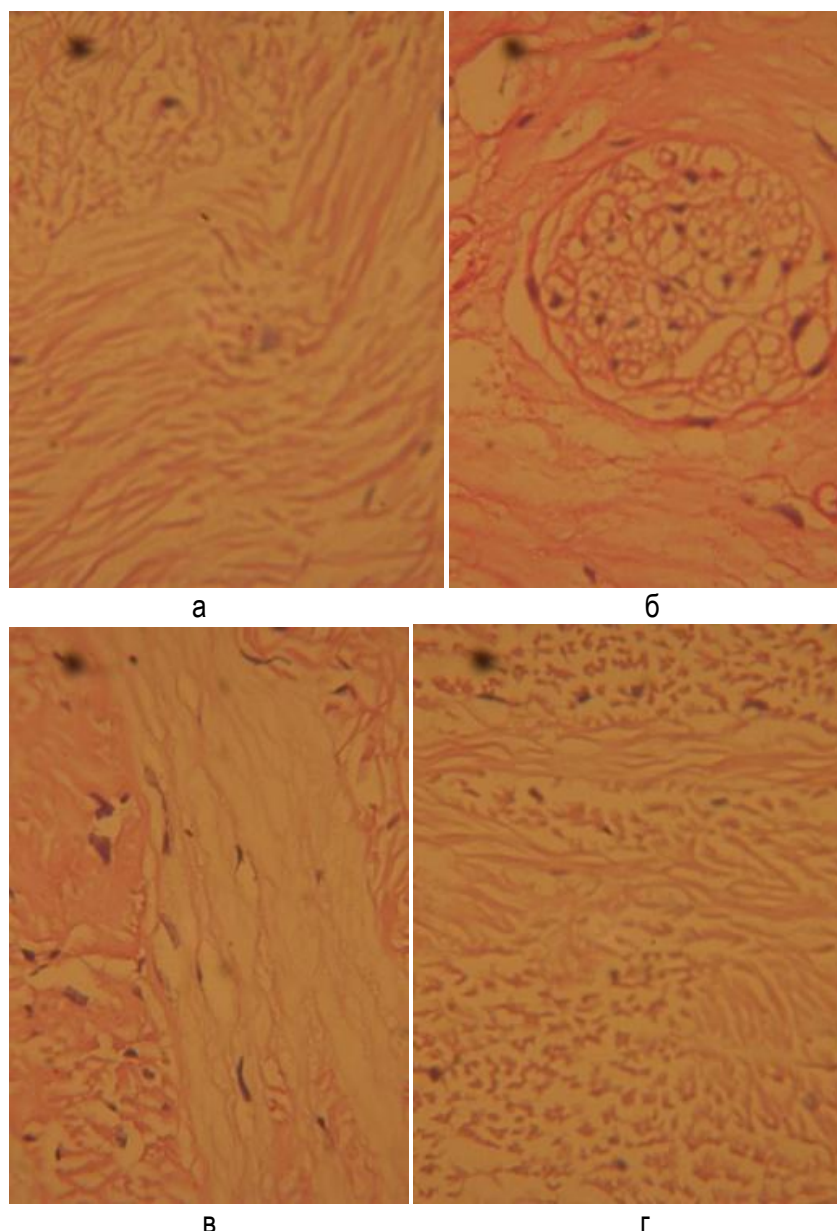


Рис. 2. Микроструктура кальмара Окр. гематоксилин-эозин. Ув. 200 (а, в) и 400 (б, г): а – упорядоченно расположенные пучки мышечных клеток в мышечном слое щупальцев; б – железистые образования в мышечном слое головы; в – слой мышечных клеток в главном щупальце; г – слои мышечной ткани в главном щупальце

При этом необходимо отметить, что в структуре мышечной ткани мантии выявляется закономерное расположение мышечных клеток и их ориентация в пучках. Микроскопирование при увеличении  $\times 600$  (рис. 3, г, е) показало, что слой мышечных клеток в пучках представлен продольно и поперечно расположенными миоцитами.

Оценивая структуру мышечных клеток, следует отметить, что она выявляет архитектуру миоцитов, сходную по структуре с гладкой мышечной тканью. Ядра миоцитов расположены в

центре клеток или несколько смещены к периферии и имеют палочковидную вытянутую форму (рис. 3, д).

Показательно, что среди миоцитов встречаются также и многоядерные мышечные волокна, напоминающие по структуре поперечно-исчерченную мышечную ткань рыб и других более высокоорганизованных животных.

Структура мышечных волокон характеризуется фибриллярностью цитоплазмы. Некоторые участки мышечных волокон находятся в состоянии сокращения, поэтому выявляются гистоло-



гически, так называемые, «узлы сокращения», а также мышечные клетки в состоянии расслаб-

ления, что показано их зигзагообразным расположением (рис. 3, ж).

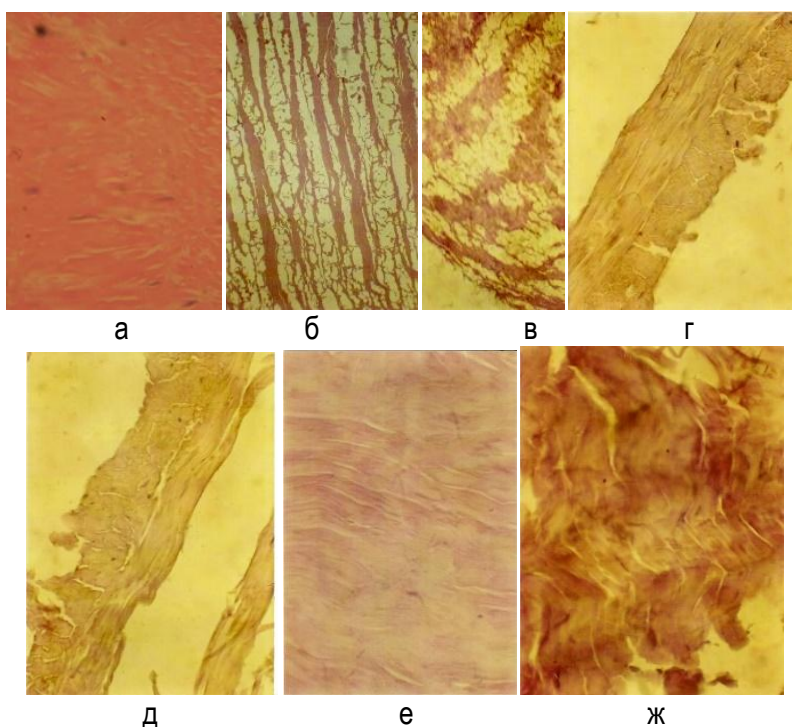


Рис. 3. Микроструктура мантии кальмара. Окр. гематоксилин-эозин. Ув. 200 (б); 400 (а, в) и 600 (г, д, е, ж): а – пласты мышечных клеток мантии; б – поперечный срез мантии; в – чередование слоев мышечной и соединительной тканей; г – продольный срез слоя мышечных клеток мантии; д – поперечный срез слоя мышечных клеток мантии; е – пучки мышечных клеток мантии; ж – участки многорядных мышечных волокон в мышечном слое мантии

**Выводы.** Таким образом, гистологическая структура стенки мантии кальмара отличается высокой упорядоченностью расположения мышечных слоев, перемежающихся со слоями рыхлой соединительной ткани. Структура мышечной ткани представлена миоцитами, по структуре занимающими среднее положение между клетками гладкой и исчерченной мышечной тканью наземных животных.

### Литература

1. Матишов Г.Г., Пономарева Е.Н., Балькин П.А. Аквакультура: мировой опыт и российские разработки // Рыбное хозяйство. – 2010. – № 3. – С. 24–27.
2. Подкорытова А.В., Слапогузова З.В. Головоногие моллюски и их переработка // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 3. – С. 99–102.
3. Mokrin N.M., Katugin O.N. Stock dynamics ecology and population structure of the Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* in the Japan Sea // PICES Workshop: Abstr. – Hakodate, Hokkaido, Japan. – 2000. – С. 98–99.
4. Битыева Э.Б. Способ коррекции недостатка йода в питании // Мясная индустрия. – 2005. – № 3. – С. 37–39.
5. Слободяник В.С. и др. Использование морской капусты и кальмара в качестве йодобогатителей для создания функциональных продуктов // В мире научных открытий. – 2010. – № 4 (10). – Ч. 15. – С. 41–42.
6. Антипова Л.В. и др. Исследование морфологии и физико-химических свойств кальмаров в расширении ассортимента продуктов из гидробионтов // Вестн. Воронеж. техн. акад. – Воронеж, 2010. – № 3. – С. 4–8.
7. Сулейманов С.М. и др. Методы морфологических исследований: метод. рекомендации. – Воронеж, 2007. – 87 с.

Literatura

1. *Matishov G.G., Ponomareva E.N., Balykin P.A.* Akvakul'tura: mirovoj opyt i rossijskie razrabotki // Rybnoe hozjajstvo. – 2010. – № 3. – S. 24–27.
2. *Podkorytova A.V., Slapoguzova Z.V.* Golovonogie molljuski i ih pererabotka // Rybnoe hozjajstvo. – 2007. – № 3. – S. 99–102.
3. *Mokrin N.M., Katugin O.N.* Stock dynamics ecology and population structure of the Japanese flying squid, *Todarodes pacificus* in the Japan Sea // PICES Workshop: Abstr. – Hakodate, Hokkaido, Japan. – 2000. – C. 98–99.
4. *Bitueva Je.B.* Sposob korrekcii nedostatka joda v pitanii // Mjasnaja industrija. – 2005. – № 3. – S. 37–39.
5. *Slobodjanik V.S.* i dr. Ispol'zovanie morskoi kapusty i kal'mara v kachestve jodobogatitelej dlja sozdaniya funkcional'nyh produktov // V mire nauchnyh otkrytij. – 2010. – № 4 (10). – Ch. 15. – S. 41–42.
6. *Antipova L.V.* i dr. Issledovanie morfologii i fiziko-himicheskikh svojstv kal'marov v rasshirenii assortimenta produktov iz gidrobiontov // Vestn. Voronezh. tehnol. akad. – Voronezh, 2010. – № 3. – S. 4–8.
7. *Sulejmanov S.M.* i dr. Metody morfologicheskikh issledovanij: metod. rekomendacii. – Voronezh, 2007. – 87 s.

