

УДК 639.211.597.1.05

**Н.Н. Ковалев, Р.В. Есипенко, А.Н. Ковалев**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**К ВОПРОСУ О ФРАКЦИОННОМ СОСТАВЕ БЕЛКОВ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ**

*Проведено исследование фракционного состава белков пучка мягких тканей спизулы сахалинской. Показано, что основным компонентом пучка тканей являются щелочерастворимые белки. Проведено сравнение состава белков ноги и пучка мягких тканей. Определены рациональные режимы обработки пучка мягких тканей, повышающие выход растворимых белков и вызывающих деструкцию коллагена.*

**Ключевые слова:** спизула, мягкие ткани, фракционный состав, белок, ультразвук, коллаген.

**N.N. Kovalev, R.V. Esipenko, A.N. Kovalev****PROTEINS FRACTIONAL COMPOSITION OF SPISULA SAKHALINENSIS**

*The beam and soft tissues of proteins fractional composition of spisula sakhalinensis was studied. It is shown that the main component of the beam tissues are dilacerations proteins. The comparison of the proteins of feet and beam soft tissues was carried out. The rational modes of ultrasonic processing of soft tissue increases the yield of soluble protein and soluble collagen.*

**Key words:** spisula sakhalinensis, proteins, fractional composition, ultrasonic processing, collagen.

**Введение**

В последние годы в прибрежной зоне Дальнего Востока заметно активизировалась добыча беспозвоночных, в том числе двустворчатых моллюсков. Причем в промысел вовлекаются не только известные, но также малоизученные (спизула) и новые виды (анадара, корбикула) зарывающихся двустворчатых моллюсков. Спизула сахалинская – один из доминирующих видов инфаунных моллюсков верхней сублиторали побережья Приморья. Основные ресурсы вида сосредоточены в зал. Петра Великого – 12101 т и у берегов Северного Приморья – 841 т [1].

В силу своеобразного белкового, витаминного и минерального состава двустворчатых моллюсков относят к числу ценных промысловых объектов. Мышечные ткани моллюсков отличаются высокой пищевой ценностью и содержат природные регуляторы функций органов и систем организма человека. Доказано, что постоянное употребление моллюсков позволяет достаточно быстро восполнить дефицит эссенциальных веществ, повысить сопротивляемость организма к воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды, обеспечивая тем самым высокий уровень здоровья и продление жизни человека [2].

Активный лов спизулы в прибрежных водах Приморья был возобновлен в 2000 г. Спизула практически полностью экспортируется в живом виде в страны АТР, где пользуется большим спросом.

Во многих странах мира двустворчатые моллюски употребляются в пищу в сыром и реже в консервированном виде. В России добывают только несколько видов двустворчатых моллюсков (устрица, гребешок, мидия), которые в основном направляют на изготовление консервов и в небольшом количестве используют для приготовления пресервов.

Технологические способы обработки моллюсков отличаются трудоемкостью и большими технологическими потерями, так как из всей массы мягких тканей используют, как правило, только двигательный мускул. Низкий выход готовой продукции, невысокая рентабельность производства, большой объем не утилизируемых отходов обуславливает необходимость решения ряда экономических, технологических и экологических вопросов.

Все вышеизложенное снижает интерес предпринимателей к переработке двустворчатых моллюсков.

Переработка спизулы на предприятиях Дальнего Востока практически отсутствует. Это объясняется тем, что до настоящего времени свойства спизулы как сырья для изготовления пищевой продукции мало исследованы, что обуславливает необходимость обоснования комплексной технологии ее переработки.

Одним из путей повышения эффективности переработки моллюсков является вовлечение мантии и аддуктора, т.е. всего пучка мягких тканей моллюска, в производство продуктов в виде пищевых добавок и/или БАД к пище. Использование для производства такой продукции спизулы требует детального исследования белкового и аминокислотного состава сырца.

Целью настоящего исследования являлось определение влияния на экстрактивность белков различных режимов обработки ультразвуком пучка мягких тканей двустворчатого моллюска спизулы сахалинской.

### **Объекты и методы исследований**

Объектом исследования являлся пучок мягких тканей спизулы (*Spisula sachalinensis*), заготовленной в сентябре 2014 г. у побережья Северного Приморья. Фракционный состав белков спизулы исследовали по А.А. Лазаревскому [3]. Ультразвуковую обработку пучка мягких тканей моллюска проводили на аппарате УЗТА-0,15/22-О, при частоте колебаний 22 кГц. Концентрацию растворимых белков определяли по методу Лоури. Содержание коллагена определяли по А. А. Лазаревскому [3].

### **Результаты и их обсуждение**

Ранее было показано, что химический состав тканей спизулы сахалинской зависит от района вылова и от вида ткани. Выявлено, что в мягких тканях доля белка изменяется от 13,9 до 20,2 %, а углеводов – от 1,4 до 6,5 %. Содержание липидов в мягких тканях составляет около 1 %. Установлено, что мягкие ткани моллюска (нога, мантия с аддуктором) отличаются повышенным содержанием небелковых азотсодержащих веществ (740 мг/100 г) [4]. У двустворчатого моллюска спизулы сахалинской доля съедобных частей (нога, мантия) колеблется от 10,9 до 27 % [5].

Количество липидов в мышечных тканях спизулы, как и у других видов моллюсков, не превышает 1 %. В липидах спизулы преобладают ненасыщенные жирные кислоты, содержание которых достигает 71–79 % [6] от суммы жирных кислот.

Отличительной особенностью мягких тканей спизулы является высокое содержание углеводов. Их массовая доля в мягких тканях спизулы достигает 6,5 % [7]. Доля небелкового азота в азотсодержащих веществах достигает в ноге спизулы 32,3 %. Содержание свободных аминокислот в мышечных тканях спизулы достигает 6 %. Среди них преобладает таурин, массовая доля которого доходит до 41 % от всех аминокислот. Содержание таурина, аланина и глицина составляет до 89 % от общего количества свободных аминокислот [8].

Белки мышечных тканей спизулы являются полноценными, так как содержат все незаменимые аминокислоты. Однако при разработке технологии переработки моллюска следует учитывать особенности фракционного состава белков. Фракционный состав белков спизулы показывает (таблица), что в ноге и пучке мягких тканей преобладающей фракцией является щелочерастворимая. В то же время сравнительный анализ фракционного состава свидетельствует, что доля солерастворимых белков в пучке мягких тканей несколько выше, чем в ноге. Более высокое содержание водорастворимых белков в ноге спизулы свидетельствует о более высоком содержании в этой ткани саркоплазматических белков по сравнению с тканями мантии и мускула-замыкателя, входящих в состав пучка мягких тканей. Выявленные различия могут быть также объяснены различием содержания коллагена, массовая доля которого в общей массе белков ноги спизулы достигает 5 %.

**Фракционный состав белков тканей спизулы сахалинской, % от суммы общего белка**  
**Fractional proteins composition of *Spisula sachalinen* tissues, % of total protein**

Ткань	Водорастворимые	Солерастворимые	Щелочерастворимые
Нога*	31	20	41
Пучок мягких тканей	20	26	54

\* Данные по: Богданов, Глазунова, 2014.

В пищевой промышленности ультразвук применяют, как правило, для изменения реологических свойств сырья и продуктов из него, а также для стерилизации, пастеризации и дезинфекции продуктов. Применение ультразвуковых колебаний высокой интенсивности обеспечивает значительное ускорение процессов, протекающих между двумя или несколькими неоднородными средами. Основными эффектами действия ультразвука являются гомогенизация, повышение экстрагируемости компонентов тканей, эмульгирование, деполимеризация.

Применение ультразвуковых колебаний позволяет улучшить качество мяса и рыбы, а также ускорить процессы их обработки вследствие механического разрушения волокон мышечной и соединительной тканей. Способы обработки ультразвуком нашли применение в технологии посола рыбы и извлечения жира [9].

В то же время применение ультразвука в технологии животного сырья с высоким содержанием коллагена ограничено негативным влиянием повышения температуры в процессе обработки и, как следствие, денатурации нативных компонентов тканей.

Растворимость белков зависит от способа и режимов их выделения, сушки и хранения.

Это свойство более чем другие физико-химические характеристики чувствительно к изменению фракционного состава белка, степени его денатурации, деструкции и модификации. Растворимость широко используют как первичный показатель качества пищевого белка. Растворимость белка обуславливает реологические и другие физико-химические характеристики белоксодержащих пищевых систем. Растворимость белка обычно исследуют в широком диапазоне pH, концентрации солей и характеризуют кривыми зависимостей растворимости от этих переменных, называемыми профилями растворимости белка. Для оценки растворимости белка исследуют экстракцию белка или же его осаждение [10]. По растворимости мышечные белки подразделяют на водорастворимые (саркоплазматическая фракция), солерастворимые (миофибриллярные белки) и белки стромы (коллаген и эластин), не растворимые в водно-солевых растворах. Белки стромы можно извлечь щелочными растворами, поэтому их часто называют щелочерастворимой фракцией мышечной ткани [11].

Известно о значительном содержании щелочерастворимых белков в некоторых тканях (мантия, нога) двустворчатых моллюсков. Изучение фракционного состава белков двустворчатых моллюсков способствовало разработке технологий пресервов и консервированной продукции.

Проведенные исследования показали, что экстрактивность белка водой из пучка мягких тканей (без обработки ультразвуком) составляла 0,2 мг из 1 г ткани.

Анализ полученных экспериментальных данных показал (рис. 1), что при гидромодуле (1 : 1) экстрактивность белка из тканей возросла практически в 2,5 раза. Причем повышение экстрактивности не зависело от времени обработки исходной ткани.

Увеличение жидкой фазы гомогената ткани (гидромодуль 1 : 2) практически не оказывало влияния на экстрактивность белка после обработки ткани в течение 5 и 10 мин.

Увеличение продолжительности обработки гомогената ткани ультразвуком до 15 мин сопровождалось снижением экстрактивности белка на 40 % по сравнению с образцом, подвергшимся обработке в течение 5 мин. Дальнейшее количественное увеличение жидкой фазы (гидромодуль 1 : 3) при кратковременной ультразвуковой обработке (5 мин) не оказывало влияния на экстрактивность белка. Увеличение времени обработки оказывало негативное

влияние на экстрактивность белка. Так, переход белка в раствор после обработки гомогената ткани ультразвуком в течение 10 и 15 мин снижался на 60 и 55 %, соответственно, по сравнению с кратковременной обработкой.

Проведенные нами исследования показали, что содержание коллагена в пучке мягких тканей спизулы составляет 26,4 % и превышает таковое в тканях ноги в 5 раз. Известно, что обработка ультразвуком тканей влияет на конформационный и фракционный составы структурных белков тканей. Нами проведено исследование влияния обработки пучка мягких тканей спизулы ультразвуком различной продолжительности на растворимость коллагена моллюска (рис. 2).

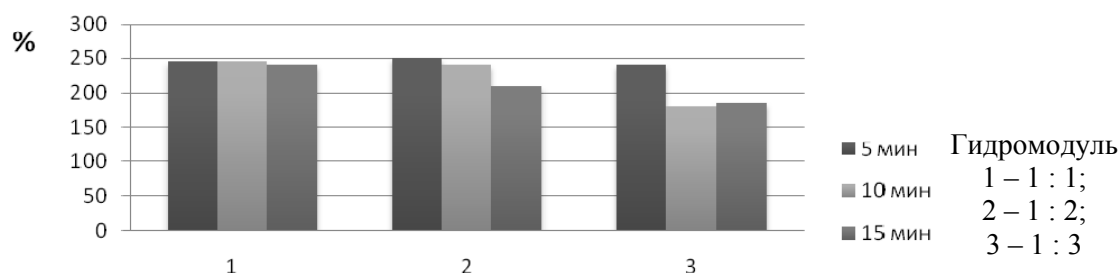


Рис. 1. Влияние ультразвука на экстрактивность белка из мягких тканей спизулы при различных гидромодулях и времени обработки (за 100 % принят выход белка в раствор при соотношении вода : ткань = 1 : 1, без обработки ультразвуком)

Fig. 1. The effect of ultrasonic on protein extract from Spisula soft tissues at different water ratios and processing time (for 100 % passed the yield of protein in a solution at a ratio of water : tissue = 1 : 1, without ultrasonic treatment)

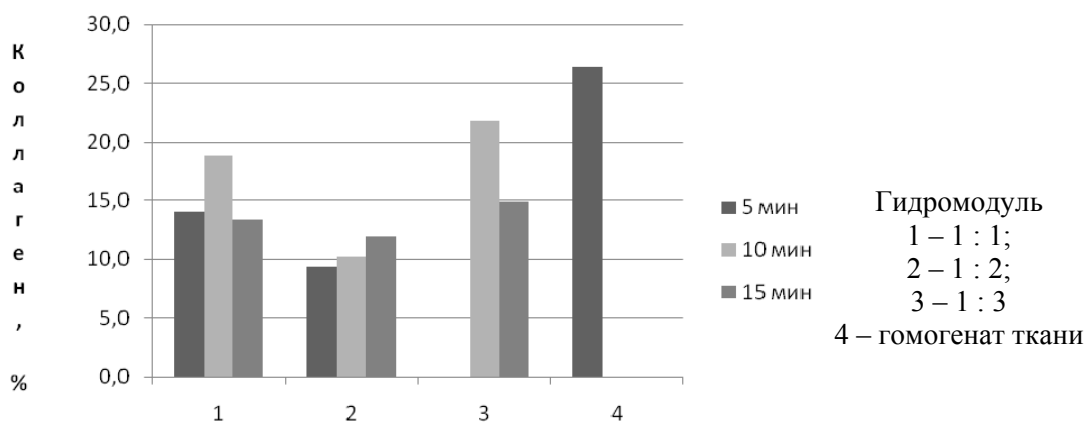


Рис. 2. Влияние на растворимость коллагена спизулы ультразвуковой обработки различной продолжительности при различных гидромодулях

Fig. 2. Effect of collagen Spisula solubility by ultrasonic treatment of varying duration at different water ratios

Результаты исследования показывают, что наибольшее количество растворимого коллагена определяется в образцах разбавленных гомогенатов пучка мягких тканей (гидромодуль 1 : 3) при длительном времени обработки (15 мин). Наименьшее количество коллагена определяется в образцах, полученных при гидромодуле 1 : 2 и времени обработки 10 мин. По-видимому, столь явные различия количественного содержания коллагена в исследованных образцах можно объяснить степенью гидратированности коллагеновых структур и, во-вторых, возможной степенью тепловой денатурации.

При прохождении ультразвука даже небольшой интенсивности (частота 1 МГц) в тканях животного происхождения в результате значительного ускорения частиц возникает ряд

механических и физико-химических явлений, в первую очередь разрыв фибрилл ткани (при поперечном движении ультразвуковой волны), вследствие чего образуются пустоты. Это может быть связано с особенностями строения соединительной ткани моллюска, представляющей собой волокнисто-подобную матрицу конгломерата гетерополисахаридов, связанных с белком, в которых глюкозаминогликаны играют роль цементирующего материала, расположенного между слоями волокон коллагена. Наиболее вероятной причиной разрушения ткани является механическое смещение клеток, содержимое которых увеличивается с ростом интенсивности и уменьшением частоты ультразвуковой волны.

### Выводы

Таким образом, проведенное исследование показало, что ультразвуковая обработка гомогената тканей спизулы сахалинской способствует значительному повышению экстрактивности белков. Рациональными режимами обработки следует считать гидромодули 1 : 1 и 1 : 2, время обработки 5–10 мин. Разрушение коллагеновых структур наиболее интенсивно происходит при гидромодуле 1 : 3 и времени ультразвуковой обработки 10 мин.

### Список литературы

1. Соколенко, Д.А. Распределение и ресурсы спизулы сахалинской *spisulasachalinensis* в прибрежных водах Приморья / Д.А. Соколенко, Л.Г. Седова // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 55–75.
2. Аюшин, Н.Б. Азотистые экстрактивные вещества в тканях дальневосточных моллюсков / Н.Б. Аюшин, И.П. Петрова, Л.М. Эпштейн // Изв. ТИНРО. – 1999. – Т. 125. – С. 52–56.
3. Лазаревский, А.А. Технохимический контроль в рыбообрабатывающей промышленности / А.А. Лазаревский. – М.: Пищепромиздат, 1955. – 518 с.
4. Киселев, В.В. Технохимическая характеристика спизулы сахалинской залива Петра Великого / В.В. Киселев, Н.М. Купина // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 140. – С. 322–328.
5. Кизеветтер, И.В. Биохимия сырья водного происхождения / И.В. Кизеветтер. – М.: Пищ. пром-сть, 1973. – 416 с.
6. Zhukova N.V., Svetashev V.I. Non-methylene-interrupted dienoic fatty acids in mollusks from the Sea of Japan // Comparative Biochemistry and Physiology. – 1986. – Vol. 83B. – № 3. – P. 643–646.
7. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам водорослей, беспозвоночных и морских млекопитающих. – М.: ВНИРО, 1999. – 26 с.
8. Богданов В.Д., Глазунова Е. В. Способ производства формованных изделий из морских моллюсков : пат. Рос. Федерация. – № 2505240. – 2014. – Бюл. № 3.
9. Хмелев, В.Н. Применение ультразвука высокой интенсивности в промышленности / В.Н. Хмелев, А.Н. Сливин, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – 203 с.
10. Антипова, Л.В. Методы исследования мяса и мясных продуктов / Л.В. Антипова, И.А. Глотова, И.А. Рогов. – М.: КолосС, 2004. – С. 382–285.
11. Толстогузов, В.Б. Новые формы белковой пищи / В.Б. Толстогузов. – М.: Агропромиздат, 1987. – 303 с.

**Сведения об авторах:** Ковалев Николай Николаевич, доктор биологических наук, старший научный сотрудник, профессор, e-mail: kovalevnn61@yandex.ru;  
Есипенко Роман Владимирович, инженер, старший преподаватель, e-mail: azt@bk.ru;  
Ковалев Алексей Николаевич, студент, e-mail: ankovalev95@mail.ru.