

УДК 664

**Е.В. Чернова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
Институт повышения квалификации, 690003, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 18

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АМИНОКИСЛОТНОГО И ЖИРНО-КИСЛОТНОГО СОСТАВА КУКУМАРИИ ЯПОНСКОЙ (*CUCUMARIA JAPONICA*)**

*Исследован жирно-кислотный состав липидов и аминокислотный состав белка кукумарии японской. Результаты исследований свидетельствуют о высокой пищевой ценности мышечной ткани кукумарии.*

**Ключевые слова:** *C. Japonica*, жирно-кислотный состав, липиды, белки, аминокислоты, пищевая ценность, скор, кукумария, исследование.

**E.V. Chernova**

### **STUDY OF FATTY ACID COMPOSITION OF JAPANESE SEA CUCUMBER (*CUCUMARIA JAPONICA*)**

*Studied the fatty acid composition of lipid and protein composition aminokislotny Japanese sea cucumber. Studies indicate a high nutritional value sea cucumber muscle.*

**Key words:** *C. Japonica*, fatty acid composition, lipids, proteins, amino acids, nutritional value, speed, sea cucumber, study.

#### **Введение**

Водные биологические ресурсы обладают высокой пищевой и биологической ценностью, поскольку богаты полноценными белками, липидами, витаминами, макро- и микроэлементами и содержат другие биологически активные вещества широкого спектра действия. Богатый видовой состав гидробионтов Японского моря предполагает широкое использование их в переработке для получения разнообразных пищевых продуктов.

Одними из перспективных видов гидробионтов являются голотурии, а именно: кукумария, или морской огурец, основной промысел которого сосредоточен в Приморье, в водах Индо-Малайского архипелага, о-вов Тихого океана, на Филиппинах, у берегов Китая и Японии, запасы находятся на достаточно высоком уровне [3].

Кукумария – это диетический, высокобелковый, низкокалорийный морепродукт. Ее ткани содержат множество биологически активных веществ. Данные о составе мышечной ткани и внутренних органов кукумарий свидетельствуют о высоком содержании коллагена, глутаминовой кислоты, глицина и пролина, также микроэлементов, таких как кальций, калий, хлориды, фосфор, магний, железо, йод [10].

Кроме того, в кукумарии присутствуют почти все виды водорастворимых витаминов: С, группы В, Р, фолиевая кислота. Жирорастворимые витамины представлены витаминами А и Е, выделены каротиноиды. Все эти вещества чрезвычайно полезны для укрепления и нормальной работы сердечно – сосудистой и нервной систем человека [9].

Содержащиеся в кукумарии фосфолипиды способствуют восстановлению системы, синтезирующей белок. Они эффективно предупреждают дистрофические изменения в нашей печени и замедляют развитие злокачественных образований. Тритерпеновые гликозиды улучшают проницаемость клеточных мембран и являются природными антимикробными соединениями. Более того, они оказывают угнетающее воздействие на вредоносные микроорганизмы. Это их свойство применяется для блокирования размножения грибков и дрожжевой микрофлоры.

Основными компонентами гидробионтов, в частности кукумарии, являются белки и липиды, качественный состав которых определяет их пищевую ценность.

В связи с этим целью данной работы является исследование аминокислотного и жирно-кислотного состава кукумарии японской (*Cucumaria japonica*).

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования являлась кукумария японская (*Cucumaria japonica*), выловленная в зал. Петра Великого в период с июня по август 2012 г.

Состав жирных кислот определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе GC-2010 («Shimadzu», Япония), использовали капиллярную кварцевую колонку (0,25 мм × 25 м) с неподвижной фазой Carbowax-20.

Аминокислотный состав продукта исследовали на аминокислотном анализаторе ААА-835 («Hitachi», Япония) методом жидкостной хроматографии на колонке Biosil-400 после предварительного гидролиза образцов 6N HCl в течение 24 ч при температуре 105 °С и выпаривания на роторном испарителе при температуре водяной бани не более 60 °С.

Аминокислотный скор (АКС) рассчитывали по формуле

$$AKC = (m1 / m2) \cdot 100 \%,$$

где  $m1$  – содержание незаменимой аминокислоты в 1 г белка мышечной ткани кукумарии, мг/г белка;  $m2$  – содержание незаменимой аминокислоты в 1 г эталонного белка, мг/г эталонного белка.

### Результаты и их обсуждение

По известным литературным данным основным белком, содержащимся в кукумарии, является коллаген, высокое содержание которого предопределяет аминокислотный состав голотурии. Коллаген и его фракции относят к пищевым волокнам, которые обязательно должны входить в состав пищи, поскольку участвуют во многих метаболических процессах. До недавнего времени основными источниками пищевых волокон было принято считать растения. В связи с тем, что коллаген, и особенно его фракции, получаемые различными методами, оказались в ряде случаев существенно лучшими объектами, выполняющими роль полноценных пищевых волокон, его стали использовать при разработке различных технологий [5]. Высокое содержание коллагена – соединительного белка – позволяет отнести мышечную ткань кукумарии к источникам пластического материала, который участвует в регенерации клеток и необходим для поддержания структуры и функций соединительной ткани. Его недостаток в организме может привести к серьезным нарушениям структуры и функций соединительных тканей [11]. Коллагеноподобные белки характеризуются высоким содержанием аспарагиновой и глутаминовой кислот, глицина, пролина, а также других аминокислот.

При исследовании аминокислотного состава белка кукумарии *C. japonica* и *C. okhotensis*\* (табл. 1) установлено, что в нем содержится 17 аминокислот. Белки мышечной ткани обоих видов кукумарий содержат комплекс незаменимых аминокислот, однако их общее содержание не превышает для *C. japonica* 23,9 %, для *C. okhotensis* – 24,5 % от всего количества аминокислот, тогда как в идеальном белке содержание аминокислот составляет не менее 42 %. В количественном отношении эти показатели достаточно близки, разница составляет 0,6 %. Для незаменимых аминокислот максимальное значение приходится на долю лейцина (4,5 г на 100 г белка), минимальное – на долю метионина и цистина. Что касается заменимых аминокислот, то мышечная ткань *C. japonica* содержит на 1,3 % больше заменимых аминокислот, чем в *C. okhotensis*.

Таблица 1

**Аминокислотный состав (г на 100 г белка) и аминокислотный скор  
(%) белков мышечной ткани кукумари**

Table 1

**Amino acid composition (g per 100 g of protein) and amino-acid score  
(%) proteins of muscle tissue sea cucumber**

| Аминокислота                    | Справочная шкала<br>ФАО/ВОЗ |     | <i>C. japonica</i> |      | <i>C. okhotensis*</i> |      |
|---------------------------------|-----------------------------|-----|--------------------|------|-----------------------|------|
|                                 | А                           | С   | А                  | С    | А                     | С    |
| <i>Незаменимые аминокислоты</i> |                             |     |                    |      |                       |      |
| Валин                           | 5,0                         | 100 | 3,9                | 78   | 4,0                   | 80   |
| Изолейцин                       | 4,0                         | 100 | 2,9                | 72,5 | 3,1                   | 77,5 |
| Лейцин                          | 7,0                         | 100 | 4,5                | 64,3 | 4,5                   | 64,3 |
| Лизин                           | 5,5                         | 100 | 2,5                | 45,5 | 3,2                   | 58,2 |
| Метионин+Цистин*                | 3,5                         | 100 | 1,3                | 37,1 | 1,4                   | 40   |
| Треонин                         | 4,0                         | 100 | 4,2                | 105  | 3,8                   | 95   |
| Фенилаланин + Тирозин*          | 6,0                         | 100 | 4,6                | 76,6 | 4,5                   | 75   |
| Сумма незаменимых аминокислот   | 36,0                        |     | 23,9               |      | 24,5                  |      |
| <i>Заменимые аминокислоты</i>   |                             |     |                    |      |                       |      |
| Аспарагиновая кислота           |                             |     | 8,7                |      | 9,0                   |      |
| Глутаминовая кислота            |                             |     | 13,7               |      | 14,5                  |      |
| Серин                           |                             |     | 5,2                |      | 5,4                   |      |
| Глицин                          |                             |     | 19,1               |      | 16,9                  |      |
| Аланин                          |                             |     | 8,5                |      | 8,1                   |      |
| Гистидин                        |                             |     | 1,2                |      | 1,2                   |      |
| Аргинин                         |                             |     | 7,2                |      | 7,4                   |      |
| Пролин                          |                             |     | 12,4               |      | 12,7                  |      |
| Сумма заменимых аминокислот     |                             |     | 76,5               |      | 75,2                  |      |
| Сумма аминокислот               |                             |     | 99,9               |      | 99,7                  |      |
| Общий азот образца, %           |                             |     | 3,08               |      | 3,11                  |      |

Примечание. А – содержание аминокислоты в г/100 г белка; С – химический скор в % относительно шкалы ФАО/ВОЗ (1973).

\* Потребность организма человека в метионине удовлетворяется на 80-89 % заменимой аминокислотой цистином, а в фенилаланине – на 70-75 % заменимой аминокислотой тирозином, поэтому данные аминокислоты оцениваются в сумме.

Как следует из табл. 1, максимальное количество заменимых аминокислот в обоих представленных образцах приходится на долю глутаминовой кислоты (19,1 г для *C. japonica* и 16,9 г для *C. okhotensis*), а также на долю глицина. В наименьшем количестве из заменимых аминокислот у обоих представленных видов – гистидина.

Анализируя в целом аминокислотный состав, можно сказать, что между собой белки кукумари, представленные в табл. 1, практически не отличаются, а состав белков является неполноценным с физиологической точки зрения, при этом в них содержится большое количество заменимых аминокислот, которые также необходимы нашему организму. Обращает на себя внимание факт пониженного (по сравнению с белками рыбы) содержания лизина, валина, цистина, изолейцина, лейцина и тирозина. В то же время в белках кукумари больше глицина.

Результаты исследования аминокислотного сора белков мышечной ткани кукумари говорит об их невысокой биологической ценности. Единственная кислота в *C. Japonica*, аминокислотный скор которой превышает 100 %, – треонин.

Таким образом, высокое количество коллагена в тканях кукумарии предопределяет резко отличный от рыб аминокислотный состав их белков и вытекающую отсюда низкую пищевую ценность. Однако известно, что белок соединительной ткани, несмотря на его биологическую неполноценность, можно с успехом применять в качестве дополнительного поставщика азота, который будет являться сырьем для построения белка организма потребителя. В питании человека можно произвести частичную замену полноценного мускульного белка на коллаген.

Жиры являются важнейшим поставщиком энергии. При «сгорании» в организме только грамма жира образуется 9,8 ккал энергии. Это, примерно, вдвое выше, чем у белков и углеводов. Но поставлять энергию – не единственная функция этого вещества. Нет такого органа в организме, в состав клеток которого жиры не входили бы в качестве структурного материала. Они участвуют в обменных процессах, повышают защитные способности организма, откладываются про запас в так называемых жировых депо организма. Жировая ткань принимает также участие в процессах терморегуляции организма, т.е. защищает его в холод и в жару. Она же предохраняет жизненно важные органы (почки, сердце, кишечник и др.) от случайных сотрясений при падении, ударах, ушибах и т.д.

Отличительной особенностью липидов гидробионтов является преобладание в их составе ненасыщенных жирных кислот и наличие среди них лабильных высоконепредельных с четырьмя-шестью двойными связями, оказывающих большое влияние на сроки хранения получаемой продукции [9].

Известно, что наилучшее соотношение жирных кислот в обычном рационе питания дает характеристика соотношения насыщенных и ненасыщенных кислот (ПНЖК + МНЖК) : НЖК (70:30) [4].

Насыщенные жирные кислоты (НЖК) используются организмом как энергетический материал. Особое значение имеют мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) и полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), особенно линоленовая, линолевая и арахидоновая, которые входят в состав клеточных мембран и других структурных элементов тканей и выполняют в организме ряд важных функций, в том числе обеспечивают нормальный рост и обмен веществ, эластичность сосудов. ПНЖК в отличие от насыщенных жирных кислот способствуют удалению холестерина из организма [4]. Арахидоновая кислота входит в состав простагландинов, которые участвуют в биохимических процессах в клетке, а также обладают бактерицидной активностью.

Степень окисления липидов невысока, на основании чего можно предположить, что они содержат мощные природные антиоксиданты [8].

Результаты жирно-кислотного состава липидов мышечной ткани кукумарии показывают (табл. 2), что они состоят из насыщенных, мононасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот.

Жирно-кислотный состав липидов кукумарии на 70 % представлен ненасыщенными жирными кислотами. Присутствующая в них арахидоновая кислота входит в состав простагландинов, которые участвуют в биохимических процессах в клетке, а также обладают бактерицидной активностью. Также присутствуют линолевая и линоленовая кислоты [8]. Физиологическая потребность для взрослых составляет 8-10 г/сут  $\omega$ -6 жирных кислот и 0,8-1,6 г/сут  $\omega$ -3 жирных кислот. Оптимальное соотношение в суточном рационе  $\omega$ -6 к  $\omega$ -3 жирных кислот должно составлять 5-10:1 [6].

Двумя основными группами ПНЖК являются кислоты семейств  $\omega$ -6 и  $\omega$ -3. Из ПНЖК  $\omega$ -6 особое место занимает линолевая кислота, которая является предшественником наиболее физиологически активной кислоты этого семейства – арахидоновой.

Таблица 2

**Состав жирных кислот липидов мышечной ткани кукумарии**

Table 2

**The fatty acid composition of muscle tissue lipids sea cucumber**

| Жирные кислоты          | Наименование жирной кислоты | Содержание жирных кислот, % от суммы жирных кислот |
|-------------------------|-----------------------------|--|
|                         |                             | Кукумария  |
| <i>Насыщенные</i>       |                             | 32,32  |
| 14:0                    | Миристиновая                | 3,65   |
| 16:0                    | Пальмитиновая               | 17,14  |
| 18:0                    | Стеариновая                 | 11,54  |
| <i>Мононенасыщенные</i> |                             | 24,62  |
| 16:1n-7                 | Пальмитолеиновая            | 1,27   |
| 18:1n-7                 | Цисвакценовая               | 21,52  |
| 20:1n-7                 | Эйкоеновая                  | 1,79   |
| <i>Полиненасыщенные</i> |                             | 42,57  |
| 18:2n-6                 | Линолевая                   | 10,79  |
| 18:3n-3                 | Арахидоновая                | 8,31   |
| 22:4n-6                 | Докозатетраеновая           | 5,81   |
| 22:5n-3                 | Докозапентаеновая           | 7,27   |
| 22:6n-3                 | Докозагексаеновая           | 8,71   |
| Сумма жирных кислот     |                             | 99,51  |

Результаты исследований, представленные в табл. 2, показывают, что общее количество полиненасыщенных и мононенасыщенных жирных кислот в кукумарии составило 67,19 %. Основное процентное содержание в ПНЖК составили линолевая (10,79 %), арахидоновая (8,31 %), докозагексаеновая (8,71 %) и докозапентаеновая (7,27 %).

Отношение насыщенных и ненасыщенных кислот в мышечной ткани кукумарии (ПНЖК+МНЖК):НЖК составляет 67,5:32,5, что является наиболее оптимальным соотношением с точки зрения рационального питания.

Сумма насыщенных жирных кислот составляет 32,32 %. Основной насыщенной кислотой у изученной голотурии является пальмитиновая (С16:0). Ее содержание в кукумарии составило 17,14 %. Данная кислота способствует активизации синтеза коллагена, эластина, гликозаминогликанов и гиалуроновой кислоты. Таким образом, происходит обновление межклеточного вещества дермы.

### Выводы

Проведенные исследования показывают, что белки кукумарии в основном представлены коллагеном, результаты исследования аминокислотного скора белков мышечной ткани кукумарий говорят об их невысокой биологической ценности. Однако известно, что белок соединительной ткани, несмотря на его биологическую неполноценность, можно применять в качестве дополнительного поставщика азота, который будет являться сырьем для построения белка организма человека.

При исследовании жирно-кислотного состава липидов кукумарии установлено, что они богаты полиненасыщенными жирными кислотами и являются биологически полноценными. В большом количестве содержатся линоленовая и арахидоновая кислоты, являющиеся незаменимыми для нашего организма.

### Список литературы

1. Абрамова Л.С. Поликомпонентные продукты питания на основе рыбного сырья. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 175 с.
2. Бойцова Т. М. Современные технологии пищевого рыбного фарша и пути повышения их эффективности. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. – 156 с.
3. Левин В.С. *Cucumaria anivaensis (Holothurioideä: Dendrochirotida)* – новый вид голотурий из присахалинских вод // Биология моря. – 2004. – Т. 30, № 1. – С. 76-78.
4. Левачев М. М. Роль липидов пищи в обеспечении процессов жизнедеятельности организма // Вопр. питания. – 1980. – № 2.
5. Неклюдов А.Д. Пищевые волокна животного происхождения. Коллаген и его фракции как необходимые компоненты новых и эффективных пищевых продуктов // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 261-272.
6. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08; приняты Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор), 18.12.2008.
7. Рисман М. Биологически активные пищевые добавки. Неизвестное об известном. – М.: Арт-бизнес-центр, 1998. – 489 с.
8. Саватеева Л.Ю., Маслова М.Г., Володарский В.А. Дальневосточные голотурии и асцидии как ценное пищевое сырье. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 1983. – 184 с.
9. Слуцкая Т.Н., Павель К.Г., Акулин В.Н., Калиниченко Т.П., Тимчишина Г.Н., Карлина А.Е. Рациональное использование кукумарий дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 6. – С. 389-404.
10. Чернова Е. В. Комплексные исследования водных биоресурсов: рыболовство, аквакультура, экология, переработка, экономика и управление рыбохозяйственной отраслью: материалы I Всерос. заочной науч.-техн. конф. аспирантов, молодых ученых и специалистов. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – С. 81-84.
11. Suzuki M., Wilcox B.J., Wilcox C.D. Implication from and for food cultures for cardiovascular disease: longevity // Asia pasific J Clin Nutr. – 2001. – Vol. 10, № 2. – P. 165-171.

**Сведения об авторе:** Чернова Евгения Владимировна, аспирант,  
e-mail: beregelya81@mail.ru.