

## ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 664.951.014:594.56

А.А.Зюзьгина, Н.М.Купина

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ  
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
ОСЬМИНОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Исследован химический состав мышечной ткани, показана пищевая и биологическая ценность щупалец и мантии осьминогов песчаного *Paroctopus conispadiceus* и гигантского *Paroctopus dofleini*. Установлено, что массовая доля воды, белка, углеводов и липидов в мышцах щупалец и мантии зависит от вида моллюска, сезона вылова и не зависит от вида органа. Исследован фракционный состав белков, выявлено, что отличительным признаком осьминогов является высокое содержание белков соединительной ткани в мышцах щупалец (18,9–19,0 %) и мантии (10,4–11,1 %). Установлено, что аминокислотный состав мышечных белков щупалец и мантии осьминогов идентичен. Показано, что мышечная ткань осьминогов содержит полноценный хорошо усвояемый белок и низкомолекулярные соединения, обладающие биологической активностью.

**Zuzgina A.A., Kupina N.M.** Chemical composition and technological characteristics of two Octopoda species from the Japan Sea // *Izv. TINRO.* — 2005. — Vol. 142. — P. 323–329.

Chemical composition of muscle tissues is investigated for the Chestnut octopus *Paroctopus conispadiceus* and North Pacific giant octopus *Paroctopus dofleini*. Nutritional and biological values of their arms and mantle are estimated. The weight portions of moisture, protein, carbohydrate, and lipids in the arms and mantle muscles depend on the mollusk species and season of catch, and don't depend on the organ type. Fractional composition of proteins is investigated, and high content of the connective tissues proteins in the muscle of the arms (18.9–19.0 %) and mantle (10.4–11.1 %) is revealed as distinctive characteristics of the Octopoda species. Amino acid content is identical both in the arms and mantle muscles proteins. The Octopoda muscle tissues contain valuable proteins with very good assimilability and low molecular compounds distinguished by high biological activity.

В последние годы специалисты в области физиологии и гигиены питания отмечают дефицит белка и незаменимых нутриентов в питании населения (Поздняковский, 1999). Одним из путей решения этой проблемы является увеличение объёма вылова продуктов моря, а также вовлечение в переработку малоиспользуемых объектов промысла. К таким объектам относятся осьминоги Японского моря. Следует отметить, что если гигантский осьминог ранее изучался (Katsumi, Kanna, 1969; Диденко, 1973; Кизеветтер, 1973; Щеникова, 1994), то сведения о технотехимических свойствах песчаного осьминога в литературе носят отрывочный характер. Это затрудняет выбор способа его переработки, не позволяет оценить его пищевую и биологическую ценность.

Для оценки технологических свойств, а также пищевой и биологической ценности осьминогов мы исследовали химический состав мяса щупалец и мантии моллюсков.

Объектами исследований служили осьминог песчаный *Paroctopus conispadiceus* и гигантский *Paroctopus dofleini*, выловленные в Уссурийском заливе в 2003 г.

Химический состав мышечной ткани осьминогов, содержание белковых и азотистых небелковых веществ ( $N_{\text{нб}}$ ), азота летучих оснований ( $N_{\text{лет. осн}}$ ) определяли по общепринятым методикам (Лазаревский, 1955). Влагоудерживающую способность (ВУС) мышечной ткани определяли по методу Грау и Хамма в модификации О.М.Мельниковой (1977). Массовую долю азота концевых аминокислот ( $N_{\text{ам}}$ ) устанавливали по методике Окуяма, Сатаке (Okuyama, Satake, 1960). Фракционный состав белков мышечной ткани щупалец и мантии осьминогов определяли в соответствии с методом Мацумото (Matsumoto, 1958). Фракционирование коллагена проводили по методике Сато с соавторами (Sato et al., 1986). Количество коллагена в тканях и фракциях оценивали по содержанию оксипролина (Крылова, Лясковская, 1965). Аминокислотный состав белков определяли на аминокислотном анализаторе "Hitachi-835" после кислотного гидролиза ткани (Практикум по биохимии, 1989). Оценка относительной биологической ценности моллюсков устанавливали с помощью реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* (Игнатьев и др., 1980). Статистическая обработка включала в себя оценку полученных данных и анализ разбросов ошибки от средней величины (Дерффель, 1997).

Результаты исследований показали, что химический состав мышечной ткани щупалец и мантии осьминогов *P. conispadiceus* и *P. dofleini* зависит от вида моллюска, сезона вылова и практически не зависит от вида органа. Установлено, что в тканях песчаного осьминога содержится на 1,4–3,3 % меньше воды и на 3,0–4,7 % больше белковых веществ, чем у гигантского. В то же время щупалец и мантия осьминога одного вида по химическому составу между собой практически не различаются (табл. 1). В тканях осьминогов, выловленных осенью, содержится меньше воды, но больше белка, углеводов и липидов. Следует отметить, что по содержанию воды мясо осьминогов значительно отличается от мышечной ткани рыб (Зюзьгина, Купина, 2000). Значение водно-белкового коэффициента, не превышающего у рыб 4,0, у *P. conispadiceus* в зависимости от сезона вылова составляет 5,0–6,8, а у *P. dofleini* — 6,7–9,1. Высокая обводненность мяса и низкое содержание белков обуславливают невысокие реологические свойства фарша. Можно предположить, что качество фарша или фаршевых изделий из осьминогов можно повысить за счёт введения в технологический процесс операций, обеспечивающих дегидратацию мяса, либо за счёт включения в рецептуру фарша водосвязывающих добавок.

Содержание липидов в мышцах осьминогов зависит от сезона вылова и колеблется от 0,6–0,8 % (весной) до 0,9–1,1 % (осенью). Установлено, что в общей сумме жирных кислот полиненасыщенные составляют 52,7 %. Значительное содержание п-3 полиненасыщенных жирных кислот, в том числе эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, в мясе осьминогов, а также высокая биологическая ценность их тканей отмечены и другими исследователями (Tanaka et al., 1998).

Фракционирование белков мышечной ткани *P. conispadiceus* и *P. dofleini* не выявило существенных различий в качественном составе и количественном содержании белковых фракций между исследованными видами. Разницы во фракционном составе белков мышечной ткани щупалец и мантии также не было обнаружено. Среди белков мышечной ткани осьминогов преобладают миофибрилярные — на их долю приходится 56,8–62,0 %. Содержание саркоплазматических белков не превышает 25,8 % (табл. 2). По содержанию в ткани миофибриляр-

ных белков осьминоги значительно отличаются от кальмара *Berryteuthis magister*, мышечные белки которого более чем наполовину представлены саркоплазматической фракцией (Купина и др., 2001), а также от рыб, в мясе которых количество миофибриллярных белков составляет 66–77 % (Suzuki, 1981).

Таблица 1  
Содержание азотсодержащих веществ в мышечной ткани осьминогов  
*P. conispadiceus* и *P. dofleini* и кальмара *B. magister*, среднее  $\pm S$

Table 1  
Content of the nitrogen-containing matters in the muscle tissues of Chestnut  
*P. conispadiceus* and North Pacific giant *P. dofleini* Octopoda  
and Schoolmaster gonate squid *B. magister*, average  $\pm S$

| Вид моллюска            | Орган    | Белковые в-ва<br>$N_{\text{общ}} \cdot 6,25, \%$ | $N_{\text{нб}},$<br>мг/100 г | $N_{\text{ам}},$<br>мг/100 г | $N_{\text{лет. осн}},$<br>мг/100 г |
|-------------------------|----------|--------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| <i>P. conispadiceus</i> | Щупальца | $12,80 \pm 0,79$                                 | $538 \pm 18$                 | $125 \pm 6$                  | $12,30 \pm 1,08$                   |
|                         | Мантия   | $12,20 \pm 0,83$                                 | $521 \pm 21$                 | $115 \pm 5$                  | $10,06 \pm 0,95$                   |
| <i>P. dofleini</i>      | Щупальца | $9,50 \pm 0,65$                                  | $377 \pm 11$                 | $87 \pm 6$                   | $14,80 \pm 1,10$                   |
|                         | Мантия   | $10,80 \pm 0,73$                                 | $420 \pm 12$                 | $92 \pm 7$                   | $13,70 \pm 1,21$                   |
| <i>B. magister</i> *    | Щупальца | 15,00                                            | 590                          | —                            | —                                  |
|                         | Мантия   | 16,56                                            | 670                          | —                            | —                                  |

\* Литературные данные (Купина и др., 2001).

Таблица 2  
Фракционный состав белков мышечной ткани осьминогов *P. conispadiceus*  
и *P. dofleini* и кальмара *B. magister*, % от белка, среднее  $\pm S$

Table 2  
Fractional composition of the muscle tissues proteins of Chestnut *P. conispadiceus*  
and North Pacific giant *P. dofleini* Octopoda and Schoolmaster gonate squid  
*B. magister*, % of protein average  $\pm S$

| Вид моллюска            | Орган    | Саркоплаз-<br>матические | Миофиб-<br>риллярные | Щелочера-<br>створимые | Соединитель-<br>нотканые |
|-------------------------|----------|--------------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| <i>P. conispadiceus</i> | Щупальца | $21,5 \pm 0,97$          | $58,2 \pm 3,05$      | $1,3 \pm 0,01$         | $19,0 \pm 0,93$          |
|                         | Мантия   | $25,8 \pm 1,28$          | $61,3 \pm 2,86$      | $2,5 \pm 0,01$         | $10,4 \pm 0,85$          |
| <i>P. dofleini</i>      | Щупальца | $21,1 \pm 1,01$          | $56,8 \pm 2,84$      | $3,2 \pm 0,01$         | $18,9 \pm 0,89$          |
|                         | Мантия   | $23,2 \pm 1,63$          | $62,0 \pm 3,11$      | $3,7 \pm 0,02$         | $11,1 \pm 0,67$          |
| <i>B. magister</i> *    | Щупальца | 58,2                     | 13,0                 | 17,2                   | 10,6                     |
|                         | Мантия   | 57,0                     | 18,7                 | 13,7                   | 11,6                     |

\* Литературные данные (Купина и др., 2001).

Белки мышц осьминогов обладают достаточно высокой гидрофильностью, показатель ВУС составляет у *P. conispadiceus* и *P. dofleini* соответственно 48,5 и 50,9 %. Исследования показали, что при термообработке моллюсков вследствие денатурации белков ВУС мяса снижается в 2–5 раз. Нами установлено, что более половины солерастворимых белков осьминогов денатурирует при температуре 40–50 °С, а полная их денатурация наблюдается при 80 °С. Интересно отметить, что по термостабильности белки осьминогов превосходят таковые кальмара *Todarodes pacificus*, у которого полная их денатурация наблюдается уже при температуре 60 °С (Леванидов, Мельникова, 1973).

Результаты исследования аминокислотного состава белков осьминогов показали, что они являются полноценными. Качественный и количественный состав аминокислот белков щупалец и мантии осьминогов практически идентичен (табл. 3). В белках исследованных осьминогов доля незаменимых аминокислот, определяющих биологическую ценность продукта, составляет почти 53 %, в то время как у кальмара *B. magister* не превышает 47 %. Сопоставление содержания аминокислот в белках мышечной ткани *P. dofleini* и *B. magister* показало, что белки осьминога содержат в 1,7 раза больше тирозина и фенилаланина, в

1,5 раза изолейцина, в 1,3 раза валина, цистеина и метионина, но в 2,0 раза меньше лизина. Белки мантии и щупалец *P. dofleini* обогащены глутаминовой кислотой, её доля в общем составе аминокислот достигает 12,9–15,0 %. Высокое содержание глутаминовой кислоты обуславливает специфический сладковатый вкус мяса моллюсков.

Таблица 3

Аминокислотный состав мышечной ткани органов осьминога *P. dofleini*  
и мантии кальмара *B. magister* (мг/г), среднее  $\pm S$

Table 3

Amino acids composition of the muscle tissues organs of North Pacific giant octopus  
*P. dofleini* and mantle of Schoolmaster gonate squid *B. magister* (mg/g),  
average  $\pm S$

| Аминокислота          | Осьминог                             |                                      | Кальмар                              |
|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                       | Щупальца                             | Мантия                               |                                      |
| Триптофан             | 10,00 $\pm$ 0,70                     | 10,00 $\pm$ 0,62                     | 10,00 $\pm$ 0,85                     |
| Треонин               | 46,30 $\pm$ 3,09                     | 47,50 $\pm$ 3,06                     | 54,10 $\pm$ 3,78                     |
| Валин                 | 69,30 $\pm$ 4,12                     | 67,20 $\pm$ 5,11                     | 50,90 $\pm$ 4,08                     |
| Цистеин + Метионин    | 56,40 $\pm$ 3,92                     | 48,60 $\pm$ 6,12                     | 43,40 $\pm$ 2,56                     |
| Изолейцин             | 62,60 $\pm$ 4,38                     | 63,90 $\pm$ 4,47                     | 39,90 $\pm$ 2,79                     |
| Тирозин + Фенилаланин | 113,40 $\pm$ 7,19                    | 111,20 $\pm$ 8,12                    | 66,10 $\pm$ 4,62                     |
| Лизин                 | 49,70 $\pm$ 3,08                     | 49,30 $\pm$ 5,13                     | 101,40 $\pm$ 7,12                    |
| Лейцин                | 99,60 $\pm$ 6,14                     | 101,80 $\pm$ 7,04                    | 81,70 $\pm$ 5,67                     |
| Аспарагиновая кислота | 89,90 $\pm$ 7,17                     | 94,90 $\pm$ 6,14                     | 90,00 $\pm$ 6,30                     |
| Серин                 | 27,00 $\pm$ 2,24                     | 29,10 $\pm$ 3,07                     | 37,60 $\pm$ 2,63                     |
| Глутаминовая кислота  | 121,00 $\pm$ 8,20                    | 134,00 $\pm$ 8,11                    | 146,50 $\pm$ 10,22                   |
| Глицин                | 50,30 $\pm$ 3,53                     | 48,30 $\pm$ 4,10                     | 52,80 $\pm$ 3,64                     |
| Аланин                | 35,00 $\pm$ 2,08                     | 39,00 $\pm$ 3,68                     | 45,90 $\pm$ 3,21                     |
| Гистидин              | 19,60 $\pm$ 1,09                     | 21,70 $\pm$ 6,26                     | 23,70 $\pm$ 1,66                     |
| Аргинин               | 66,80 $\pm$ 4,27                     | 72,30 $\pm$ 7,14                     | 82,20 $\pm$ 5,75                     |
| Пролин                | 10,20 $\pm$ 0,69                     | 11,30 $\pm$ 0,83                     | 35,60 $\pm$ 2,49                     |
| Оксипролин            | 12,00 $\pm$ 0,92                     | 7,10 $\pm$ 1,51                      | 6,90 $\pm$ 0,72                      |
| <b>Итого</b>          | <b>939,10 <math>\pm</math> 27,19</b> | <b>957,20 <math>\pm</math> 31,14</b> | <b>968,70 <math>\pm</math> 22,17</b> |

Показатели аминокислотного сора мышечной ткани моллюска свидетельствуют, что белки осьминога по сравнению с идеальным белком перегружены аминокислотами (рис. 1). Это необходимо учитывать при составлении сбалансированных рационов питания. Рассматривая мясо осьминогов как источник аминокислот, мы рекомендуем использовать его при изготовлении комбинированных пищевых продуктов из сырья, обедненного незаменимыми аминокислотами.

Качество продуктов питания определяется не только сбалансированностью аминокислотного состава белков, но и способностью их усваиваться организмом. Определение биологической ценности мяса осьминогов с использованием реснитчатой инфузории показало, что относительная биологическая ценность мышечной ткани осьминога достигает 82,3 %.

Отличительной особенностью мышечной ткани осьминогов является высокое (18,9–19,0 %) содержание соединительнотканых белков (см. табл. 2). Количество белков соединительной ткани в мышцах щупалец и мантии *P. conisradiceus* и *P. dofleini* в 4–6 раз выше, чем в ткани рыб (Yoshinaka et al., 1990). Важно отметить, что в мышцах мантии исследуемых осьминогов массовая доля белков соединительной ткани почти в два раза меньше, чем в мясе щупалец (10,4–11,1 %). По количеству в мясе этих белков осьминоги отличаются от других головоногих моллюсков, в частности от кальмаров, у которых массовая доля соединительнотканых белков в мышцах в 2 раза ниже, причем содержание их в мясе щупалец и мантии мало различается (Купина и др., 2001). Выявленные различия в количественном содержании соединительнотканых белков

в различных органах осьминогов позволяют предполагать, что продукты из мантии будут иметь более нежную консистенцию, чем из щупалец.

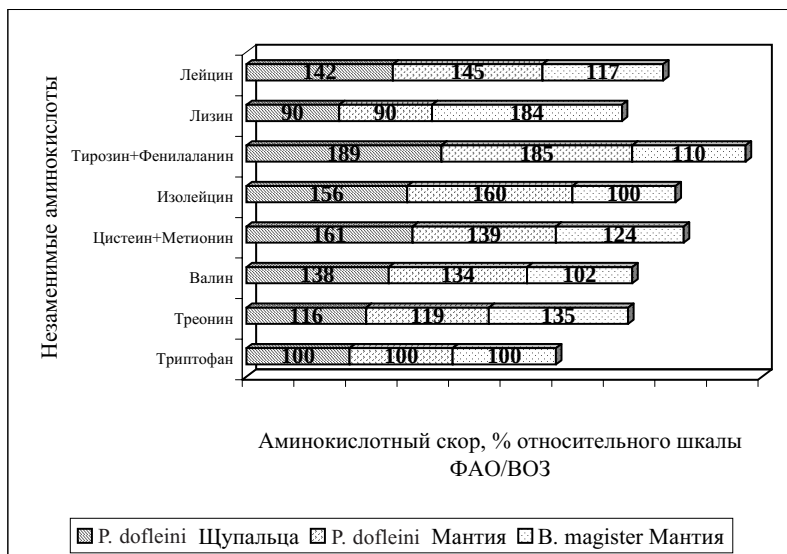


Рис. 1. Аминокислотный скор белков мышечной ткани осьминога *P. dofleini* и кальмара *B. magister*

Fig. 1. Amino acids score of the muscle tissues proteins of North Pacific giant octopus *P. dofleini* and Schoolmaster gonate squid *B. magister*

Известно, что консистенция мышечной ткани гидробионтов и её изменение в процессе технологической обработки определяются не только количеством соединительнотканых белков, но и свойствами основного компонента соединительной ткани — коллагена (Snowden et al., 1982; Mizuta et al., 1996).

Проведенные нами исследования показали, что белки соединительной ткани мышц *P. dofleini* на 91,7–92,2 % представлены коллагеном. Доля растворимого коллагена в общей его массе у щупалец и мантии составляет соответственно 78,9 и 74,5 % (рис. 2). Содержание неколлагеновых соединительнотканых белков в мясе *P. dofleini* — 7,8–8,3 %, поэтому они не будут оказывать существенного влияния на консистенцию мышечной ткани.

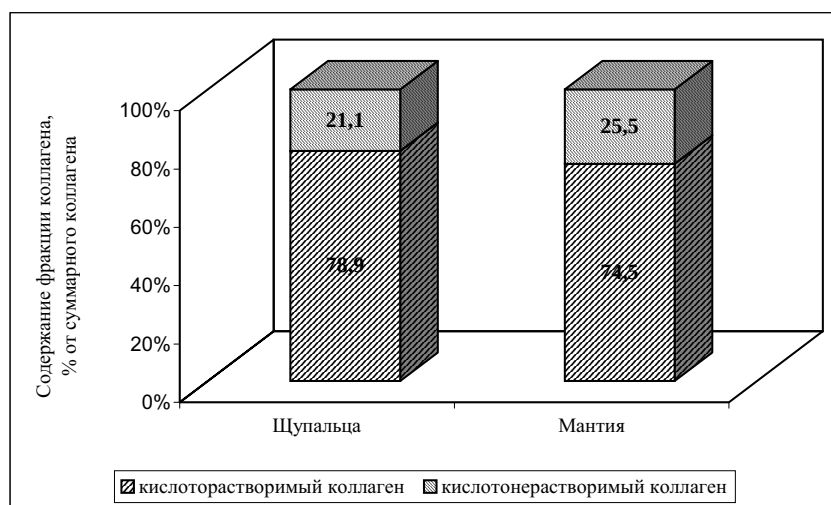


Рис. 2. Фракционный состав коллагена мышечной ткани органов *P. dofleini*

Fig. 2. Fractional composition of the muscle tissues collagen of North Pacific giant octopus *P. dofleini* organs

Вышеизложенное позволяет сделать предположение о возможности размягчения мышечной ткани осьминогов путем термического или ферментативного воздействия, так как известно, что растворимый коллаген по сравнению с нерастворимым менее устойчив к действию температуры и протеолитических ферментов (Makinodan et al., 1993; Руденская и др., 1998; Ando et al., 2001).

Количество небелковых азотсодержащих веществ, участвующих в формировании вкуса готового продукта, в мышечной ткани осьминогов составляет 24,3–26,8 % от общего количества азотистых соединений (см. табл. 1). Содержание летучих оснований в мясе свежих осьминогов не превышает 15 мг/100 г. Ранее было установлено, что мышцы осьминогов отличаются низким содержанием триметиламмониевых оснований. Именно этим исследователи объясняют отсутствие специфического рыбного запаха у мяса осьминогов (Щеникова, 1994).

Массовая доля свободных аминокислот в мышцах мантии и щупалец осьминогов колеблется от 210 до 245 мг/100 г. Значительных различий в их качественном и количественном составе в отдельных органах осьминогов не обнаружено. Среди свободных аминокислот в мышечной ткани осьминогов доминируют аргинин, глутаминовая кислота и цистеин.

Проведенные нами исследования показали, что мышечная ткань осьминогов содержит таурин — биологически активную аминокислоту. Известно, что таурин снижает уровень холестерина в крови, проявляет кардиопротекторное действие (Gherian, Milky, 1992; Tanaka et al., 1998), способствует улучшению памяти и повышению концентрации внимания (Оруджев, Ростовщиков, 1998). Установлено, что содержание таурина в мышцах *P. conispadiceus* и *P. dofleini* составляет соответственно 860 и 1080 мг/100 г. Высокое содержание таурина в мясе головоногих моллюсков отмечают и другие исследователи (Suyama, Kobayashi, 1980; Аюшин и др., 1997).

По данным А.В.Лебедева (1974), в тканях осьминогов присутствует карнозин — биологически активный дипептид — и его предшественники —  $\beta$ -аланин (264–287 мг/100 г) и гистидин (2,3–2,8 мг/100 г). Известно, что карнозин обладает антиоксидантной активностью и защищает биологические мембраны от перекисного окисления липидов (Болдырев, 1986).

Таким образом, проведенные исследования показали, что в мясе *P. conispadiceus* и *P. dofleini* присутствуют не только полноценные хорошо усвояемые белки, но и комплекс биологически активных соединений. Это свидетельствует о необходимости вовлечения осьминогов в переработку для изготовления из щупалец и мантии продуктов с высокой биологической ценностью, а также низкожировых и лечебно-профилактических продуктов. Причем при разработке продукции из осьминогов необходимо отдавать предпочтение мягким режимам обработки сырья для сохранения ценных питательных и биологически активных компонентов, присутствующих в мышечной ткани.

## Литература

- Аюшин Н.Б., Петрова И.П., Эпштейн Л.М. Таурин и карнозин в тканях тихоокеанских моллюсков // Вопр. питания. — 1997. — № 6. — С. 6–8.
- Болдырев А.А. О биологическом значении гистидинсодержащих дипептидов // Биохимия. — 1986. — Т. 51, вып. 12. — С. 1930–1943.
- Дерффель К. Статистика в аналитической химии. — М.: Мир, 1997. — 268 с.
- Диденко А.П. Исследование технoхимических характеристик, технологических свойств и способов переработки осьминогов: Дис. ... канд. техн. наук. — Владивосток, 1973. — 136 с.
- Зюзьгина А.А., Купина Н.М. Характеристика осьминогов как сырья для производства пищевой продукции // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2000. — № 10. — С. 40–42.
- Игнатьев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью реснитчатой инфузории тетрахимена пириформис // Вопр. питания. — 1980. — № 1. — С. 70–71.

**Кизеветтер И.В.** Биохимия сырья водного происхождения. — М.: Пищ. пром-сть, 1973. — 385 с.

**Крылова Н.Н., Лясковская Ю.Н.** Физико-химические методы исследования продуктов животного происхождения. — М.: Пищ. пром-сть, 1965. — 313 с.

**Купина Н.М., Поваляева Н.Т., Герасимова Н.А.** Изменение состава мышечной ткани кальмара в процессе ферментативного обесшкуривания и хранения обесшкуреного сырья // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2001. — № 2. — С. 20–23.

**Лазаревский А.А.** Технохимический контроль в рыбообработывающей промышленности. — М.: Пищепромиздат, 1955. — 518 с.

**Лебедев А.В.** Азотистые экстрактивные вещества мышечной ткани беспозвоночных // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. — 1974. — Т. 10, № 3. — С. 232–242.

**Леванидов И.П., Мельникова О.М.** Тепловая денатурация солерастворимых белков мышечной ткани мороженых рыб и промысловых беспозвоночных // Исслед. по технологии рыбных продуктов. — Владивосток: ТИНРО, 1973. — Вып. 4. — С. 8–12.

**Мельникова О.М.** О влагоудерживающей способности мышечных тканей // Рыб. хоз-во. — 1977. — Вып. 2. — С. 72–74.

**Оруджев Я.С., Ростовщиков В.В.** Применение медиаторных аминокислот (таурин) во внебольничной геронтологической практике // Социальная и клиническая психиатрия. — 1998. — № 3. — С. 78–81.

**Поздняковский В.М.** Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров. — Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 1999. — 448 с.

**Практикум по биохимии: Учебное пособие** / Под ред. С.Е.Северина, Г.А.Соловьёвой. — М.: МГУ, 1989. — 509 с.

**Руденская Г.Н., Исаев В.А., Калебина Т.С. и др.** Выделение трипсина РС Камчатского краба *Paralithodes camtschatica* и его свойства // Биоорган. химия. — 1998. — Т. 23, № 2. — С. 112–118.

**Щеникова Н.В.** Технология комплексной переработки головоногих моллюсков. — Владивосток: ДВГУ, 1994. — 162 с.

**Ando M., Ando M., Makino M. et al.** Interdependence between heat solubility and pyridinoline content of squid mantle collagen // J. of Food Science. — 2001. — Vol. 66, № 2. — P. 265–269.

**Gherian V.M., Milky M.J.** Hypolipidemic action of taurin in rats // Indian Journal of Experimental Biology. — 1992. — Vol. 30. — P. 413–417.

**Katsumi S., Kanna K.** Studies on muscle proteins of Octopus // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1969. — Vol. 35, № 11. — P. 1094–1099.

**Makinodan Y., Nakagawa T., Hujita M.** Effect cathepsins on textural change during ripening of *Ika-shiokara* (salted squid preserves) // Nippon Suisan Gakkaishi. — 1993. — Vol. 59, № 9. — P. 1625–1629.

**Matsumoto J.J.** Some aspects on the water-soluble proteins of squid muscle // Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. — 1958. — Vol. 20. — P. 64–74.

**Mizuta S., Yoshinaka R., Sato M., Sakaguchi M.** Thermal stability of two heterotrimetric molecular forms of the quantitatively major collagen from the Kuruma prawn muscle // J. Fish. Sci. — 1996. — Vol. 62, № 4. — P. 577–581.

**Okuyama G., Satake K.** On the preparation and properties of 2,4,6-trinitrophenylamino acid and peptides // Journ. of Biochemistry. — 1960. — Vol. 47, № 5. — P. 456–461.

**Sato K., Yoshinaka R., Sato M., Ikeda S.** A Simplified Method for Determining Collagen in Fish Muscle // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1986. — Vol. 52, № 5. — P. 889–893.

**Snowden J.M., Eyre D.R., Swann D.A.** Vitreous structure VI. AGE-related change in the thermal stability and crosslinks of vitreous articular cartilage and tendon collagen // Biochimica et Biophysica Acta. — 1982. — Vol. 706. — P. 153–157.

**Suyama M., Kobayashi H.** Free amino acids and quaternary ammonium bases in mantle muscle of squids // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. — 1980. — Vol. 46, № 10. — P. 1261–1264.

**Suzuki T.** Fish and krill protein processing technology. — L.: Applied Science publishers LTD, 1981. — 258 p.

**Tanaka K., Sakai T., Ikeda I. et al.** Effect of Dietary Shrimp, Squid and Octopus on Serum and Liver Lipid Levels in Mice // Biosci. Biotechnol. Biochem. — 1998. — Vol. 62, № 7. — P. 1369–1375.

**Yoshinaka R., Sato K., Sato M., Anbe H.** Distribution of Collagen in Body of Several Fishes // Nippon Suisan Gakkaishi. — 1990. — Vol. 56, № 3. — P. 549.

*Поступила в редакцию 26.11.04 г.*