

Пров. 1973

ПРОВ 98

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ  
ИМ. А.О. КОВАЛЕВСКОГО  
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ПРОВ 2010

## БИОЛОГИЯ МОРЯ

Вып. 30

БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ  
СТРУКТУРЫ ЮЖНЫХ МОРЕЙ

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ  
СБОРНИК

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА»  
КИЕВ—1973

ИНСТИТУТ  
БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ  
ОДЕССКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

К ИЗУЧЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ  
НЕКОТОРЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ЭПИПЕЛАГИАЛИ

В.И.Лисовская, А.Г.Руденко

В настоящее время все больше внимания уделяется увеличению добычи ценных тунцовых рыб, а наряду с этим и использованию в пищу меч-рыбы и других хищников акул, являющихся приловом при ярусном промысле тунцов. Всестороннее изучение этих промысловых рыб эпипелагиали будет способствовать их дальнейшему освоению и внедрению в пищевой рацион.

Большинство видов акул обладают хорошими вкусовыми качествами, их мясо, а также печень ценятся на мировом рынке. Акулы относятся к так называемым хрящевым рыбам – наиболее древним по происхождению. Они характеризуются рядом отличий в анатомическом строении и обмене веществ. Мы исследовали печень четырех представителей акул из сем. *Alopiidae* – акулы-лисы (*Alopias vulpinus*); из семейства *Carcharhinidae* – акулы коричневой (*Carcharhinus milberti*), белоперой акулы (*Carcharhinus longimanus*) и синей акулы (*Prionace glauca*).

Тунцы – пелагические рыбы, у которых весь жизненный цикл проходит в открытом море. Они совершают протяженные миграции как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении. Наибольший размах вертикальных миграций наблюдается у тунца большеглазого. Это единственный вид тунцов, который опускается до 100 м глубины. Наиболее надежным признаком для различения отдельных видов этих рыб является степень исчерченности печени. Кроме того, тунцы имеют мощную кожную сосудистую систему, связанную с сосудистым сплетением в боковых мышцах. По-видимому, эта система служит приспособлением к терморегуляции, так как температура тела у тунцов обычно несколько выше температуры окружающей воды, причем разница может достигать 9°C. Из подотряда *Thunnoidae* изучался липидный состав печени большеглазого тунца (*Thunnus obesus* Lowe) и желтоперого тунца (*Thunnus albacorae* Lowe).

Мечеобразные – это хищные пелагические рыбы, широко распространенные в теплых водах Мирового океана. Питаются они кальмарами и рыбой, в том числе тунцами. Из сем. *Xiphiidae* исследовалась печень меч-рыбы (*Xiphias gladius*).

Всестороннее изучение новых объектов промысла уже нашло свое отражение в литературе, в частности по изучению биохимического состава в работах Гордиевской с соавторами (1968), Долбиш с соавторами (1969), Егоровой (1970), Рублевской (1970) и др.

Целью нашей работы было изучение количественного содержания общих липидов, выделенных по Фолчу в модификации Блая и Дайера (Bligh, Dyer, 1959) и их фракционного состава, определенного методом тонкослойной хроматографии (Шталь, 1965).

Кроме того, использование дифференцированной экстракции липидов методом Сокслета в модификации З.А.Виноградовой (1969) позволяет выяснить качественные особенности этих липидов, в частности величины связанных и свободных липидов, скорость экстракции липидов из тканей печени, а также сравнить фракционный состав липидов, выделенных различными методами (по Фолчу и Сокслету). В литературе приведены работы по изучению липидов, выделенных из рыб вышеуказанными методами (Лапин, Чернова, 1970; Шабалина, 1971).

Метод Фолча разработан для определения липидов в сырых тканях. Кроме того, в процессе их выделения можно определить содержание сухих веществ (см. статью А.Г.Руденко в настоящем сборнике) в сырой навеске. Это позволяет рассчитать содержание липидов в процентах на сухой и сырой вес.

Т а б л и ц а I

Содержание общих липидов, выделенных методом  
Фолча в печени эпипелагических рыб

| Вид                | Содержание липидов, % |                | Содержание сухих<br>веществ, % |
|--------------------|-----------------------|----------------|--------------------------------|
|                    | сырой<br>ткани        | сухой<br>ткани |                                |
| Акула белоперая    | 60,5                  | 75,2           | 80,5                           |
| Акула коричневая   | 79,9                  | 89,5           | 89,2                           |
| Акула синяя        | 66,7                  | 83,4           | 79,9                           |
| Акула-лис          | 56,9                  | 84,9           | 67,0                           |
| Тунец желтоперый   | 6,0                   | 21,2           | 28,9                           |
| Тунец большеглазый | 7,8                   | 26,3           | 29,9                           |
| Меч-рыба           | 9,8                   | 27,8           | 35,0                           |

Из приведенных в табл. I данных видно, что наибольшим содержанием липидов характеризуется печень акулы коричневой, наименьшим — акулы белоперой, соответственно 89,5 и 75,2% в расчете на сухой вес. Содержание липидов в печени у тунцов и меч-рыбы приблизительно в 3-4 раза меньше, чем у акул. Сухих веществ больше в печени акулы коричневой и белоперой, соответственно 89,2 и 80,5%, меньше всего — у тунцов.

Содержание связанных и свободных липидов определялось методом Сокслета в модификации З.А.Виноградовой (1969). После экстракции в аппарате Сокслета материал обрабатывался этиловым спиртом, при этом разрушались липопротеидные связи и определялось количество связанных липидов (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

Содержание жира, по Сокслету, в печени эпилептических рыб, % на сухое вещество

| Вид                | :Свобод-<br>ный жир:<br>: | :Связан-<br>ный<br>жир<br>: | :Сумма сво-<br>бодных и<br>связанных<br>жиров | :Свободный<br>жир, % к<br>сумме жи-<br>ров |
|--------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Акула белоперая    | 73,9                      | 3,0                         | 76,9                                          | 96,1                                       |
| Акула коричневая   | 87,1                      | 1,1                         | 88,3                                          | 98,8                                       |
| Акула синяя        | 83,7                      | 1,8                         | 85,5                                          | 97,9                                       |
| Акула-лиса         | 88,0                      | 2,2                         | 90,3                                          | 97,3                                       |
| Тунец желтоперый   | 11,3                      | 11,4                        | 22,7                                          | 49,7                                       |
| Тунец большеглазый | 19,2                      | 7,8                         | 28,1                                          | 27,7                                       |
| Меч-рыба           | 17,2                      | 9,4                         | 26,6                                          | 64,8                                       |

Данные опытов свидетельствуют о том, что суммарное содержание связанных и свободных липидов, выделенных по Сокслету, соответствуют количеству липидов, выделенных по Фолчу (небольшие колебания в процессе использования разных методов составляют  $\pm 1-2\%$  липидов). Наибольшее содержание жира, по Сокслету, обнаружено у акулы-лисы - 90,3% и акулы коричневой - 88,3%, наименьшее - у белоперой - 76,9%. В 3-4 раза меньше жира обнаружено в печени тунцов и меч-рыбы.

Т а б л и ц а 3

Скорость экстрагирования жира из печени эпилептических рыб, % к исходной величине

| Вид                | Содержание жира через |               |               |                |                |
|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|
|                    | :3 часа:<br>:         | :6 ча-<br>сов | :9 ча-<br>сов | :12 ча-<br>сов | :15 ча-<br>сов |
| Акула белоперая    | 94,8                  | 95,2          | 96,2          | 96,7           | 100            |
| Акула коричневая   | 92,5                  | 96,1          | 97,3          | 98,9           | 100            |
| Акула синяя        | 93,3                  | 96,3          | 98,2          | 99,1           | 100            |
| Акула-лиса         | 93,1                  | 96,8          | 98,3          | 98,4           | 100            |
| Тунец желтоперый   | 86,5                  | 89,5          | 93,6          | 94,4           | 100            |
| Тунец большеглазый | 77,5                  | 92,6          | 93,2          | 95,3           | 100            |
| Меч-рыба           | 82,5                  | 90,2          | 96,1          | 96,3           | 100            |

При дифференцированной экстракции жира, по Сокслету в модификации З.А.Виноградовой, обнаружено (табл. 3), что основное количество жира (77,5% у тунца большеглазого и 93,9% у акулы синей и акулы-лисы) экстрагируется уже через 3 часа. Таким образом, у акул основное количество жира находится в свободном состоянии и

легко извлекается серным эфиром. У тунца желтоперого количество такого жира составляет 49,7%, у тунца большеглазого – 73,3% и у меч-рыбы – 64,8%.

На основании полученных данных можно сделать заключение, что по сравнению с методом Фолча при экстракции тканей эфиром в аппаратах Сокслета не выделяется значительное количество липидов – неодинаковое у разных видов рыб. У костистых рыб происходит заметно менее полное извлечение жира методом Сокслета. После дополнительной экстракции тканей этиловым спиртом (в модификации З.А.Виноградовой) увеличивается процент выхода общих липидов и данные приближаются к результатам, полученным при экстракции по Фолчу (табл. 4).

Методом тонкослойной хроматографии (см. описание методики в статье А.Г.Руденко в настоящем сборнике) были выделены следующие фракции липидов в печени эпипелагических рыб: фосфолипиды, моно- и диглицириды, холестерин, свободные жирные кислоты, триглицериды, эфиры стеринов и углеводороды.

У акул основная фракция липидов, выделенных по Фолчу, представлена триглицеридами – 33,0% у акулы белоперой и 41,5% у акулы-лисы. Содержание остальных фракций, за исключением эфиров стеринов, незначительно колеблется у разных видов акул. У акулы белоперой и лисы содержание их составляет соответственно 7,1 и 7,2%. У акул коричневой и синей – 22,5 и 20,5%. Возможно, такое различие в содержании эфиров стеринов связано с условиями обитания разных видов акул. Одни акулы, например акула белоперая и лиса, являются пелагическими видами, они почти не подходят к берегам, другие – акула синяя и коричневая – встречаются далеко в открытом море и в прибрежной зоне. Экологические условия, по мнению Гастауда (Gastaud, 1969), являются важными факторами, определяющими фракционный состав липидов. Исследуя фракционный состав липидов печени двух средиземноморских акул и двух атлантических, ученый обнаружил, что количественное содержание классов липидов у прибрежных видов акул отличается от такового у глубоководных.

У костистых рыб (тунцы и меч-рыба) в печени преобладают фосфолипиды, триглицеридов в ней значительно меньше – 4,5 – 6,8%, т.е. в 6–7 раз меньше, чем у акул. Эфиры стеринов составляют 8,2–9,4% общих липидов.

При изучении фракционного состава липидов, экстрагированных

Т а б л и ц а 4

Фракционный состав липидов, выделенных по  
Фолчу и Сокслету из печени эпипелагических рыб

| Фракция липи-<br>дов                   | :Аку-<br>ла<br>:бело-<br>:перая | :Акула<br>:ко-<br>:риче-<br>:вая | :Акула<br>:си-<br>:няя | :Аку-<br>ла-ли-<br>:са | :Тунец<br>:желто-<br>:перый | :Тунец<br>:боль-<br>:шегла-<br>:зый | :<br>:Меч-рыба      |
|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Фосфолипиды                            | <u>18,0</u><br>13,9             | <u>10,1</u><br>8,6               | 18,7                   | <u>13,9</u><br>11,8    | <u>38,5</u><br>20,9         | <u>40,6</u><br>10,6                 | <u>36,4</u><br>21,7 |
| Моно- и дигли-<br>цериды               | <u>7,1</u><br>5,2               | <u>5,0</u><br>3,4                | 7,0                    | <u>11,3</u><br>7,0     | -                           | -                                   | -                   |
| Холестерин                             | <u>14,8</u><br>7,8              | <u>11,4</u><br>4,4               | 10,0                   | <u>10,3</u><br>11,2    | <u>21,4</u><br>19,3         | <u>20,3</u><br>7,7                  | <u>23,0</u><br>14,3 |
| Свободные жир-<br>ные кислоты          | <u>19,0</u><br>6,1              | <u>6,1</u><br>4,5                | 8,0                    | <u>11,7</u><br>8,4     | <u>16,9</u><br>11,4         | <u>19,0</u><br>9,5                  | <u>22,5</u><br>16,2 |
| Триглицериды                           | <u>33,0</u><br>29,3             | <u>39,5</u><br>39,4              | 35,7                   | <u>41,5</u><br>42,4    | <u>6,8</u><br>6,9           | <u>4,8</u><br>14,2                  | <u>4,5</u><br>7,5   |
| Эфиры стери-<br>нов                    | <u>7,1</u><br>32,9              | <u>22,5</u><br>37,2              | 20,5                   | <u>7,2</u><br>14,8     | <u>9,4</u><br>29,9          | <u>8,2</u><br>40,3                  | <u>8,2</u><br>34,5  |
| Углеводороды<br>и другие ве-<br>щества | <u>1,0</u><br>4,4               | <u>5,4</u><br>2,5                | 5,1                    | <u>4,1</u><br>4,1      | <u>8,0</u><br>9,3           | <u>7,1</u><br>11,5                  | <u>5,4</u><br>5,6   |

П р и м е ч а н и е. В числителе - данные по Фолчу, в знаменателе - по Сокслету. У акулы синей разделение липидов, выделенных по Сокслету, не производилось.

по Сокслету, получаемые результаты ни в коей мере не могут быть сравнимы с фракционным составом липидов, выделенных по Фолчу. Это, вероятно, связано с окислением жиров при выделении липидов по Сокслету.

#### Выводы

1. При определении жирности рыб можно пользоваться методом Сокслета в модификации З.А.Виноградовой и методом Фолча.
2. При изучении фракционного состава липидов тканей рыб липиды необходимо экстрагировать по Фолчу, поскольку при экстрагировании по Сокслету происходит окисление жиров.
3. У хрящевых рыб содержание жиров в печени выше, чем у тунцовых и мечеобразных.
4. В липидах печени акул преобладают триглицериды, а у тунцовых и меч-рыб - фосфолипиды.

## Литература

- Виноградова З.А. Энергетический потенциал морских *Somateria*. - В кн.: Биологические проблемы океанографии южных морей. "Наукова думка", К., 1969.
- Гордиевская В.С., Леванидов И.П., Рублевская Н.А. Об определении общего химического состава мяса акул. - Рыбное хозяйство, 12, 1968.
- Долбиш Г.А., Теплицкая А.М., Бочкарева В.Г., Конышева Л.М., Никитина И.Н. Содержание витаминов в печени некоторых акул Тихого океана. - Рыбное хозяйство, 5, 1969.
- Егорова Н.И. Изменение содержания витамина А в замороженной печени акул и тунцов при хранении. - Рыбное хозяйство, 3, 1970.
- Лалин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб. - Вопросы ихтиологии, 10, 4 (63), 1970.
- Метелькин Л.И. Промysel тунцов. Владивосток, 1957.
- Матвеев Б.С. Курс зоологии. Т.П. М., 1966.
- Осипов В. Океанские педагические рыбы. Владивосток, 1968.
- Пинчук В.И. Определитель акул. ВНИРО, М., 1968.
- Рублевская Н.А. Содержание мочевины в мышцах некоторых видов акул и скатов Тихого и Индийского океанов. - Рыбное хозяйство, 10, 1970.
- Шабалина А.А. Сравнительный анализ результатов определения липидов у рыб методом Сокслета и Фолча. - Вопросы ихтиологии, 11, 1 (66), 1971.
- Шталь Э. Хроматография в тонких слоях. "Мир", М., 1965.
- Willing A.G., Duer W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. - Can. J. Biochem. and Physiol., 37, 8, 1959.
- Gastaud J.M. Comparaisons biochimiques des huiles de foie de Squales en fonction de leurs biotopes. - Rapp. proces-verb. reun., 19, 5, 1969.
- Folch J., Lees M., Sloane G. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. - J. Biol. Chem., 226, 1957.

### МИКРОЭЛЕМЕНТЫ У ПОНТЕЛЛИД (*SOMATERIA*) ГИДРОФРОНТОВ РЕК ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА

Т.А.Петкевич

*Pontella mediterranea* Claus - веслоногий рачок, живущий в поверхностном слое Черного моря. Рачки постоянно обитают в приатмосферном слое моря (0-5 см), активно плавая в горизонтальном направлении под пленкой поверхностного натяжения (Ковалев, 1970). Они могут опускаться на глубину 10 - 25 см и глубже, держатся стайками, на ночь уходят в более глубокие слои. Активное движение понтеллид не дает им возможности накапливать большое количество жира, среднее содержание которого составляет 2-11% на