

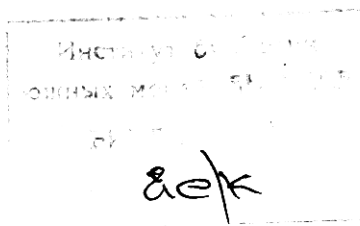
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ
им. А. О. КОВАЛЕВСКОГО

Экология моря

РЕСПУБЛИКАНСКИЙ
МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СБОРНИК

Основан в 1980 г.

Выпуск 6



А. М. ЩЕПКИНА

ОСОБЕННОСТИ ЛИПИДНОГО СОСТАВА ТКАНЕЙ АЗОВСКОЙ ХАМСЫ НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОДОВОГО ЦИКЛА

В исследовании, проведенном нами ранее на черноморской хамсе, изучена динамика липидного состава тканей в течение годового цикла [5]. Были отмечены значительные изменения количественного содержания отдельных липидных фракций в связи с особенностями ее физиологического состояния.

Цель настоящей работы — изучение динамики липидного состава тканей азовской хамсы *Engraulis encrasicolus maeoticus* Pusanov, 1926, являющейся не только важным промысловым объектом, но и экологически близкой расой черноморской хамсы [2].

Результаты исследования и обсуждение. Материал для исследования собран в январе—октябре 1977 г. в Черном и Азовском морях и Керченском проливе (таблица). Методика сбора и обработки материала аналогична описанной ранее [5]. Анализировали только самок длиной 8—10 см (длина l до развилки). Фракционный состав липидов исследовали методом тонкослойной хроматографии. Полученные данные обработаны статистически.

Результаты исследований показали, что липиды печени, белых скелетных и красных латеральных мышц азовской хамсы содержат значительное количество триглицеридов, фосфолипидов и незэтерифи-

**Характеристика исследованной азовской хамсы
(исследовано 15 рыб, обработано 450 проб)**

Ме- сяц	Район	Размер рыб $\frac{L}{l}$, мм	Масса рыб, г
I	Черное море	$\frac{95}{83} - \frac{130}{112}$ *	5,7—10,8
V	Керченский пролив	$\frac{100}{85} - \frac{115}{95}$	4,8—7,5
VI	Азовское море	$\frac{100}{85} - \frac{115}{100}$	5,5—9
VIII	Азовское море (Казантип)	$\frac{103}{87} - \frac{115}{102}$	6,9—2
X	Керченский пролив	$\frac{103}{88} - \frac{115}{98}$	7,0—9,6

* L — абсолютная длина; l — длина от
рыла до конца чешуйного покрова.

цированных жирных кислот (НЭЖК). Холестерин и эфиры холестерина обнаружены в следовых количествах. Характер изменений концентраций отдельных фракций липидов и общей суммы липидов в печени и мышцах хамсы показан на рис. 1—3.

В липидах печени азовской хамсы количественно доминирующей фракцией являются триглицериды (рис. 1). Они составляют 36—78% суммарной концентрации липидов. Завершение нагула характеризуется максимальной концентрацией триглицеридов, после чего наблюдается их снижение, продолжающееся в период зимовки и подготовки к нересту и достигающее минимума в период нереста. Концентрация фос-

фолипидов в печени азовской хамсы составляет 19—61% суммы липидов, что значительно ниже концентрации триглицеридов во все периоды годового цикла, за исключением нерестового периода. Относительное содержание фосфолипидов в печени в течение годового цикла стабильно, и только в период нереста оно достигает 61%. Содержание НЭЖК в печени невелико (2—3%). В период зимовки концентрация

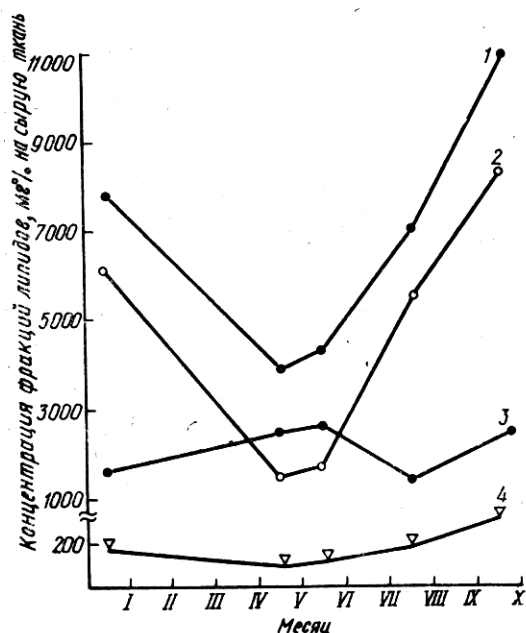


Рис. 1. Изменение отдельных липидных фракций и суммарной концентрации липидов в печени хамсы в течение годового цикла:

1 — суммарная концентрация липидов; 2 — триглицериды; 3 — фосфолипиды; 4 — неэстерифицированные жирные кислоты (НЭЖК).

ет 63%. Концентрация НЭЖК в белых мышцах невелика (1—6,5%). В период нереста концентрация НЭЖК увеличивается в 3 раза по сравнению с их концентрацией в период зимовки. Далее их относительное содержание снижается. В динамике суммарной концентрации липидов и триглицеридов в белых мышцах наблюдается синхронность. Суммарная концентрация липидов в белых мышцах в 2—3 раза ниже, чем в печени.

Красные мышцы азовской хамсы характеризуются более высокой концентрацией триглицеридов и суммарной концентрацией липидов по сравнению с печенью и белыми мышцами. Относительное содержание триглицеридов составляет 63—92% в зависимости от периода годового цикла. Концентрация триглицеридов в красных мышцах в 1,5—3 раза выше, чем в печени, и в 3—8 раз, чем в белых мышцах. Следует отметить, что концентрация триглицеридов в красных мышцах в разгар нереста значительно выше, чем в начале нереста. В следующий месяц она остается без изменения. Начиная с августа концентрация триглицеридов резко возрастает. На долю фосфолипидов приходится 7—32% суммы липидов, их концентрация также ниже концентрации триглицеридов. Концентрация фосфолипидов остается относительно стабильной на протяжении годового цикла, хотя начиная с зимнего периода и до начала нагула прослеживается тенденция к снижению. Концентрация НЭЖК в липидах красных мышц составляет 1—10%. В период весеннего созревания и нереста наблюдается увеличение концентрации

НЭЖК снижается вдвое по сравнению с периодом нагула. В преднерестовый период это снижение продолжается. Характер динамики суммарной концентрации липидов в печени определяется изменением концентрации триглицеридов. Минимум суммарной концентрации липидов наблюдается в период нереста, максимум — в период нагула.

В липидах белых мышц азовской хамсы основной фракцией, как и в печени, являются триглицериды (см. рис. 2). Они составляют 30—82% суммы липидов. Сезонная динамика триглицеридов в белых мышцах сходна с их динамикой в печени. На долю фосфолипидов в белых мышцах приходится 17—63% суммы липидов, однако их концентрация во все периоды годового цикла ниже таковой триглицеридов. Лишь в период нереста относительное содержание фосфолипидов достигает

НЭЖК, далее отмечено их снижение. Суммарная концентрация липидов в красных мышцах в 2—6 раза выше, чем в белых, и в 1,5—2 раза выше, чем в печени.

Таким образом, результаты исследования указывают на сопряженность изменений концентраций триглицеридов и суммарной концентрации липидов в печени и мышцах азовской хамсы в течение года.

Печень принимает активное участие в обеспечении обменных процессов липидными соединениями, особенно в период генеративного синтеза. В печени концентрация триглицеридов и фосфолипидов в 2—3 раза выше, чем в белых мышцах. Увеличение концентрации фосфолипидов в печени в период нереста, вероятно, связано с интенсификацией генеративного синтеза.

Красные мышцы азовской хамсы характеризуются более высокой концентрацией триглицеридов по сравнению с белыми мышцами. По нашим данным, триглицериды составляют до 90% суммы липидов. Наблюдаемое увеличение концентрации свободных жирных кислот в красных мышцах в период нереста, очевидно, указывает на усиленный гидролиз триглицеридов и использование НЭЖК как субстрата в энергетическом обмене [1]. Все это свидетельствует о более высоком уровне окислительных процессов, проходящих в красных мышцах, по сравнению с белыми мышцами, и согласуется с высказываниями других авторов, которые считают, что красные мышцы характеризуются аэробным метаболизмом с использованием липидов в качестве энергетического субстрата [6, 8, 9].

Красные мышцы содержат гораздо больше триглицеридов, чем печень. Многие авторы считают, что красные мышцы берут на себя некоторые функции печени, и то, что они составляют единый морфофункциональный комплекс с белыми мышцами, создает определенные преимущества при переносе метаболитов [7].

Однако, несмотря на высокую концентрацию липидов в красных мышцах, они не могут депонировать большое количество липидов, так как их относительное количество в общей массе мышц мало. Печень у азовской хамсы сравнительно невелика — 2,5% массы тела. Следовательно, депонировать большое количество липидов в печени азовская хамса не может. На долю белых мышц приходится основная масса всех мышц. Поэтому белые мышцы являются «липидным депо» азовской хамсы. Количественные характеристики отдельных липидных фракций в печени и мышцах азовской хамсы тесно связаны с функциональным состоянием рыб в каждый из периодов годового цикла.

В период зимовки азовской хамсы в Черном море наблюдается

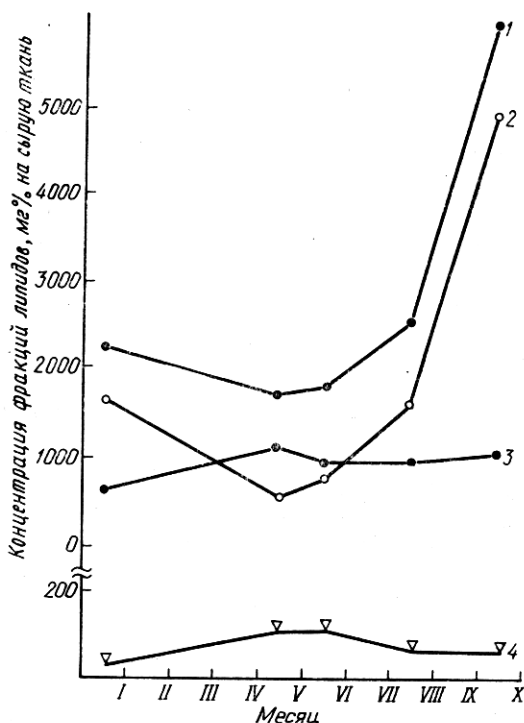


Рис. 2. Изменение отдельных липидных фракций и суммарной концентрации липидов в белых мышцах хамсы в течение годового цикла: 1 — суммарная концентрация липидов; 2 — триглицериды; 3 — фосфолипиды; 4 — НЭЖК.

снижение липидных запасов во всех тканях, что связано со снижением интенсивности питания [3]. В конце преднерестового — начале нерестового периодов в связи с генеративным синтезом и процессами линейного роста [4] продолжается значительная мобилизация триглицеридов в печени и мышцах. После вымета половых продуктов наблюдается усиленное накопление

триглицеридов, что свидетельствует о высоком темпе жироснакопления.

Интересно сопоставить результаты, полученные при исследовании динамики отдельных липидных фракций и суммарной концентрации липидов в тканях азовской и ранее нами изученной черноморской хамсы.

Прежде всего можно отметить у обеих рас одинаковую направленность липидного обмена. В липидах азовской и черноморской хамсы триглицериды являются самой лабильной фракцией на протяжении годового цикла. Концентрации остальных липидных фракций относительно стабильны. Характер динамики суммарной концентрации липидов определяется главным образом изменением концен-

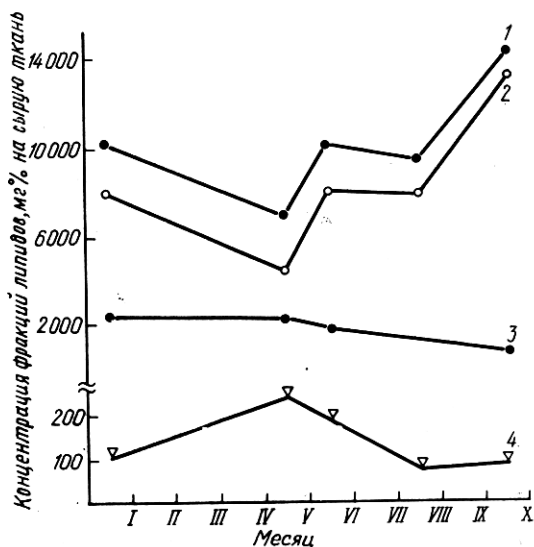


Рис. 3. Изменение отдельных липидных фракций и суммарной концентрации липидов в красных мышцах хамсы на протяжении годового цикла:

1 — суммарная концентрация липидов; 2 — триглицериды; 3 — фосфолипиды; 4 — НЭЖК.

трации триглицеридов. Минимум и максимум триглицеридов наблюдаются в одни и те же месяцы (май—июнь и октябрь). Накопление триглицеридов у обеих рас происходит в предмиграционный период, а расхождение — в период зимовки, преднерестового нагула и миграций.

У азовской и черноморской хамсы в период нереста концентрация фосфолипидов в белых мышцах и печени значительно выше концентрации триглицеридов, в красных — наоборот. Концентрация НЭЖК в печени обеих рас хамсы за тот же период снижается почти вдвое, что свидетельствует о высокой утилизации жирных кислот в связи с созреванием половых продуктов. Однако концентрация триглицеридов и соответственно суммарная концентрация липидов в белых мышцах азовской хамсы к моменту завершения нагула значительно выше, чем в белых мышцах черноморской хамсы. Эти результаты согласуются с данными ряда авторов [4] и свидетельствуют о том, что у азовской хамсы наблюдаются более высокие темпы накопления жировых запасов. Вместе с тем концентрация триглицеридов в печени и красных мышцах азовской хамсы значительно ниже, чем у черноморской. Возможно, такое различие связано с более высокой естественной подвижностью черноморской хамсы и соответственно более высоким уровнем ее липидного обмена.

В период нереста у обеих рас хамсы различия в концентрации триглицеридов и суммарной концентрации липидов в тканях сглажены. Та же закономерность наблюдается и для концентрации фосфолипидов (за исключением красных мышц). Однако в период нагула концентрация фосфолипидов в белых мышцах и печени азовской хамсы почти в два раза выше, чем в тех же тканях черноморской хамсы.

Выводы. 1. В липидах азовской хамсы триглицериды являются

самой значительной по концентрации и самой лабильной фракцией. Другие фракции относительно стабильны. 2. Основные запасы липидов аккумулируются в белых мышцах, хотя печень и красные мышцы тоже участвуют в депонировании липидов. 3. Динамика отдельных фракций липидов в тканях азовской хамсы тесно связана с ее функциональным состоянием. В период синтеза генеративной ткани наблюдается значительное снижение концентрации триглицеридов, которые используются не только в энергетическом, но и в пластическом обмене. В период нереста, когда выметывание половых продуктов чередуется с созреванием очередных порций, требующих значительных энергетических затрат, концентрация триглицеридов снижается до минимума. 4. Динамика отдельных липидных фракций и суммарной концентрации липидов азовской и черноморской хамсы имеет одинаковую направленность, что отражает сходство многих сторон их биологии и определяется синхронностью физиологических состояний в каждый из периодов годового цикла. 5. Азовская хамса характеризуется более высокими темпами накопления триглицеридов в белых мышцах по сравнению с черноморской хамсой.

1. Дергалева Ж. Т., Шатуновский М. И. Данные о липидном обмене личинок и молоди полосатого окуня *Nauphe saxatilis* (Michill). — *Вопр. ихтиологии*, 1977, 17, вып. 5, с. 947—949.
2. Световидов А. Н. Рыбы Черного моря. — Л.; М.: Наука, 1964. — 551 с.
3. Тараненко Н. Ф. Изменение биологических показателей и их приспособительное значение на примере черноморской и азовской хамсы. — *Тр. совещ. Ихтиол. комис. АН СССР*, 1961, вып. 13, с. 381—385.
4. Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности годовых циклов рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1972. — 368 с.
5. Щепкина А. М. Особенности липидного состава тканей черноморской хамсы в течение годового цикла и при поражении личинками нематод *Contracaecum aduncum*. — *Экология моря*, Киев, 1980, вып. 3, с. 33—39.
6. Bilinski E., Gonas R. E. E. Utilisation of lipid by fish. II. Fatty acid oxidation by a particulate fraction from lateral line muscle. — *Can. J. Biochem.*, 1964, 2, N 3, p. 345—352.
7. Braekkan O. R. A. Function of the Red Muscle in Fish. — *Nature*, 1956, 178, N 4536, p. 747—748.
8. George I. C. A histophysiological study of red and white muscles of the mackerel. — *Amer. Midl. Nat.*, 1962, 68, N 2, p. 487—494.
9. George I. C., Bokdawala F. D. Cellular organization and fat utilisation in fish muscle. — *J. Anim. Morphol. and Physiol.*, 1964, 11, N 1, p. 124—132.

Институт биологии южных морей
им. А. О. Ковалевского АН УССР

Поступила в редколлегию
21.09.79

A. M. SHCHERKINA

PECULIARITIES OF TISSUES LIPID COMPOSITION IN THE AZOV ANCHOVY IN THE COURSE OF AN ANNUAL CYCLE

Summary

Clear seasonal rhythms of certain lipid fractions and total concentration of lipids are found in the Azov anchovy. In the after-spawning period there occurs an intensive deposition of triglycerides in the white and red muscles and liver. In winter all the fractions are gradually mobilized. In the spring-summer (pre-spawning) period the deposited lipids (triglycerides) are intensively utilized in the energy and plastic metabolism. During spawning the triglyceride concentration in the liver and muscle in the Azov anchovy is the lowest.

The same direction is found out in the dynamics of certain lipid fractions in Azov and Black Sea anchovy races, which reflects a similarity in many aspects of their biology. The white muscles of the Azov anchovy are marked to have a higher concentration of triglycerides as compared to those of the Black Sea anchovy.