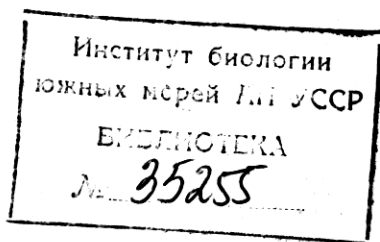


ПРОВ 2010

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

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ЮЖНЫХ МОРЕЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКОВА ДУМКА», КИЕВ, 1974

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ И КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИПИДОВ НЕРЕСТОВЫХ САМОК И ПОТОМСТВА В ПЕРИОД ЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ БЫЧКА-КРУГЛЯКА АЗОВСКОГО МОРЯ

А. В. Чепурнов, Н. К. Ткаченко

В последние годы рядом авторов проводились исследования липидов органов и тканей морских рыб с характеристикой не только их общего количества, но и качественного состава (Ando, 1968; Шатуновский, 1970; 1971; Макарова, Каневская, Шатуновский, 1971; Шатуновский, Новиков, 1971; Щепкин, 1971, 1972, и др.). При этом особое внимание уделялось преднерестовому и нерестовому периодам годового жизненного цикла с тем, чтобы познать закономерности воспроизводства популяций рыб. Изменение качества овариальной икры в зависимости от физиолого-биохимических показателей производителей изучено в большей степени, чем качество спермы. Практически отсутствуют данные по изменению физиолого-биохимических показателей в период эмбрионального и постэмбрионального развития. Немногочисленные данные, имеющиеся по этому вопросу, получены в основном на пресноводных и полупроходных рыбах (Привольнев, Стрельцова, Петрова, Бризинова, 1963; Маляревская, Биргер, 1965; Ando, 1968, и др.).

У морских рыб Азово-Черноморского бассейна довольно подробно изучен годовой цикл динамики жирового обмена (Шульман, 1969). Однако недостаточно еще исследован липидный обмен производителей и его влияние на качество половых продуктов (Павловская, 1964; Тараненко, 1964; Шульман, Ревина, Сафьянова, 1970). Практически не подвергались изучению физиолого-биохимические процессы раннего онтогенеза. Рыбы Азовского и Черного морей представляют с этих точек зрения несомненный интерес в связи с многопорционным икрометанием (Дехник и др., 1970) и интенсивным питанием во время нереста (Липская, 1959; Костюченко, 1960, и др.).

Ниже приводятся результаты исследований динамики количественного и качественного состава липидов в органах (печени, гонадах), тканях (мышцах) производителей и на различных стадиях эмбриогенеза азовского бычка-кругляка (*Gobius melanostomus* P a l a s).

Материал собран в прибрежной зоне Азовского моря (район мыса Казантип) в начале июня 1971 г., когда происходил интенсивный нерест. В связи с неблагоприятными метеорологическими условиями нерест бычка-кругляка начался с опозданием почти на месяц. Экстракция липидов печени, мышц, зрелых гонад и развивающихся в кладках эмбрионов производилась по Фолчу (Folch и др., 1951). Липиды, экстрагированные методом тонкослойной хроматографии (Прохорова, Тупикова, 1965), разделяли на пять фракций

(фосфолипиды, холестерин, свободные жирные кислоты, триглицериды, эфиры стерина). Количественное определение фракций производили колориметрическим методом на ФЭК-56. Фосфолипиды обнаруживали по методике Фиске — Саббероу, жирные кислоты по Блуру (Асатиани, 1953), холестерин реакцией Либерман — Бухарда, триглицериды по Штерн и Шапиро (Прохорова, Тупикова, 1965). Всего собрано 39 проб печени, мышц и гонад, кроме того на анализ взято 35 кладок икры бычка-кругляка на различных стадиях развития. Фракции липидов на различных этапах эмбриогенеза

Таблица 1

**Соотношение фракций липидов в печени, мышцах и зрелых гонадах
у азовского бычка-кругляка**

Материал	Количество проб	Фосфолипиды	Холестерин	Свободные жирные кислоты	Триглицериды	Эфиры стерина	Сумма фракций липидов, % к сырому веществу
Печень	16	$\frac{0,19}{22,0}$	$\frac{0,05}{7,0}$	$\frac{0,12}{14,0}$	$\frac{0,49}{57,0}$	Следы	0,85
Мышцы	7	$\frac{0,12}{60,0}$	$\frac{0,01}{5,0}$	$\frac{0,01}{5,0}$	$\frac{0,06}{30,0}$	»	0,20
Гонады	16	$\frac{0,29}{27,0}$	$\frac{0,13}{13,0}$	$\frac{0,02}{2,0}$	$\frac{0,61}{58,0}$	»	1,05

Примечание. Здесь и в табл. 2 в числителе — количество фракции (в % к сырому веществу), в знаменателе — процент фракции к общей сумме фракций липидов.

(I, VI, IX, X этапы) определяли в кладках икры от разных производителей. Это нельзя не учитывать при анализе абсолютных и относительных величин полученных результатов так как состояние производителей влияет как на качество зрелой икры, так и на развивающееся из нее потомство (Никольский, 1965).

Кругляк Азовского моря по характеру жирового обмена относится к группе так называемых «тощих рыб», у которых главным жировым депо является печень. Особенности динамики жировых запасов в печени и мышцах этого вида рыб на протяжении годового жизненного цикла рассмотрены Г. Е. Шульманом (1967). Была отмечена важная роль генеративного процесса в мобилизации жировых запасов печени в период созревания и нереста, а липиды мышц предположительно выполняют теплоизолирующую функцию, а также служат источником энергии при плавании рыб. Установлено различие по степени ненасыщенности жиров печени и мышц (Шульман и др., 1967).

Приведенные в табл. 1 данные показывают, что во время нереста количество общих липидов печени в 4 раза больше, чем в мышцах. При этом наблюдается относительно высокое содержание триглицеридов (57%) и незначительный процент фосфолипидов (22%). Фракции холестерина и свободных жирных кислот присутствуют в

небольшом количестве (соответственно 7 и 14%). Эфиры стеринов не обнаружены.

В отличие от печени мышцы бычка-кругляка характеризуются при общем малом содержании липидов относительно высокой концентрацией фосфолипидов (60%) и меньшим содержанием триглицеридов (30%), холестерина (5%) и свободных жирных кислот (5%). При этом в них, как и в печени, отсутствуют эфиры стеринов. Преобладание фосфолипидов в мышцах по сравнению с печенью, по всей вероятности, объясняется более интенсивным окислением фосфолипидов, депонированных в печени для созревания икры. Липиды, содержащиеся в мышцах в период нереста в ограниченном количестве, очевидно, расходуются на энергетические процессы, связанные с движением, о чем свидетельствует низкое содержание триглицеридов.

Во время нереста зрелые гонады по сравнению с печенью и мышцами содержат наибольшее количество общих липидов. В них также больше в абсолютных значениях концентрируется триглицеридов, фосфолипидов и холестерина. Уменьшается содержание свободных жирных кислот. Эфиры стеринов присутствуют в незначительном количестве. Характерно, что процентное соотношение фракций липидов в гонадах почти такое же, как и в печени. Это свидетельствует о сходстве взаимосвязанных обменных процессов, протекающих в этих органах, когда при одинаковом соотношении отдельных компонентов липидов наибольшее их абсолютное содержание наблюдается в воспроизводительной системе. Аналогично на сходство белков, содержащихся в курином яйце, с белками материнской крови указывает Ж. Браше (1961). К. Андо (Ando, 1968) указывает на связь состава липидов кормов, потребляемых производителями форели, с составом их гонад и развивающегося потомства на ранних этапах онтогенеза. Относительно высокое содержание липидов в икре по сравнению с другими органами и тканями бычка-кругляка в период нереста может рассматриваться, очевидно, как приспособление, способствующее высокой выживаемости на последующих этапах онтогенеза. Качественный состав икры становится особенно важным фактором с учетом малой абсолютной плодовитости самок (460—1000 шт. в порции), а также значительной изменчивостью факторов среды в период эмбрионально-личиночного и малькового периодов жизни. Как отмечает С. Г. Крыжановский (1960), различия в количестве жировых отложений в икре разных видов рыб отражают характер их приспособления к условиям питания и голодания на начальном этапе личиночного периода развития. К этому следовало бы еще добавить, что соотношение отдельных фракций жиров играет немаловажную роль в жизнеобеспечении потомства на ранних этапах онтогенеза.

Подобным соотношением отдельных фракций в органах и тканях характеризуется балтийская треска, относящаяся также к «тощим» рыбам с основным содержанием жира в печени (Шатуновский, 1971). Так же, как у бычка-кругляка, в мышцах трески со-

держится больше фосфолипидов, чем триглицеридов, а в печени наблюдается противоположное соотношение. Это можно объяснить невысокими скоростными качествами двух сопоставляемых видов рыб, когда отсутствует необходимость в больших затратах энергетически наиболее емких липидных соединений, таких как триглицериды. Характерной особенностью этих рыб является незначительное присутствие в мышцах, печени и икре эфиров холестерина и свободных жирных кислот. Однако при сравнении фракционного состава липидов гонад балтийской трески и азовского бычка-кругляка обнаруживаются существенные различия в соотношениях содержания их отдельных компонентов. В икре кругляка, по сравне-

Таблица 2

Соотношение фракций липидов в зрелой икре разного диаметра у азовского бычка-кругляка

Диаметр икры, мм	Количество проб	Фосфолипиды	Холестерин	Свободные жирные кислоты	Триглицериды	Эфиры холестерина	Сумма фракций липидов, % к сырому веществу
1,8—2,0	5	$\frac{0,37}{34,0}$	$\frac{0,15}{14,0}$	$\frac{0,02}{2,0}$	$\frac{0,55}{50,0}$	Следы	1,09
2,0—2,2	5	$\frac{0,25}{21,0}$	$\frac{0,11}{9,0}$	$\frac{0,01}{1,0}$	$\frac{0,82}{69,0}$	»	1,19

нию с треской, наблюдается намного больше триглицеридов и меньше фосфолипидов. Эти различия в содержании и составе липидов, по-видимому, можно объяснить не только адаптацией к разным температурным условиям окружающей среды в период нереста (Проссер, 1964; Шатуновский, 1971), но и особенностями размножения. Уменьшение количественного содержания триглицеридов коррелирует с увеличением абсолютной плодовитости (0,6—9,0 млн. шт.) пелагической икры трески по сравнению с охраняемой немногочисленной икрой бычка-кругляка.

При анализе фракционного состава липидов зрелой икры, отличающейся по размерам, обнаруживаются существенные различия, отражающие разное качественное состояние икры одной стадии зрелости. Крупные овоциты содержат больше триглицеридов и меньше фосфолипидов и холестерина (табл. 2). Таким образом, более крупная икра имеет больше лабильных энергетических компонентов, чем мелкая.

Значительный интерес представляют результаты исследования характера липидного обмена на различных этапах эмбрионального развития бычка-кругляка. По данным К. И. Москальковой (1967), эмбриональный период его продолжается в течение 14—17 суток.

Как видно на рис. 1, после оплодотворения икры (I этап —

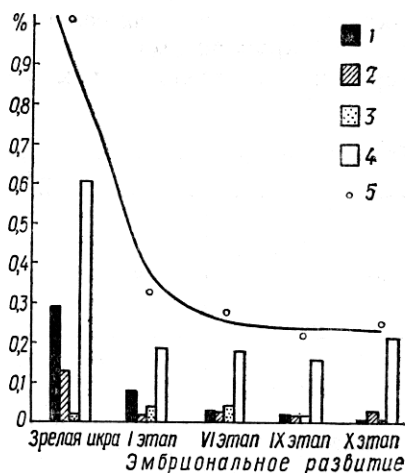
образование бластодиска) наблюдается интенсивное уменьшение общего количества липидов и их отдельных фракций по сравнению с неоплодотворенной икрой, что можно объяснить существенным оводнением икры после оплодотворения. Известно, что этот процесс сопровождается немедленным повышением проницаемости яйца как для воды, так и для ионов калия (Браше, 1961). На фоне уменьшения суммарных липидов отмечен различный характер за-

трат их фракций на развитие эмбрионов. При эмбриональном развитии икры происходит расхождение фосфолипидов и одновременное окисление свободных жирных кислот. Фосфатиды в данном случае, очевидно, ускоряют их окисление. Содержание основного энергетического компонента липидов — триглицеридов резко уменьшается после оплодотворения, а при дальнейшем развитии икры изменяется в абсолютном количестве незначительно, даже несколько накапливаясь к моменту выклева. Не исключено, что накопление триглицеридов на X этапе происходит за счет их синтеза в печени, которая к этому времени достигает крупных размеров (Москалькова, 1967). Процентное содержание нейтральных липидов

увеличивается в процессе эмбрионального развития за счет уменьшения количества других фракций. На всех этапах эмбриогенеза так же, как в тканях и органах производителей, нами практически не обнаружены эфиры стерина. О преимущественном распаде фосфолипидов, объединенных в липопротеидный комплекс, в процессе развития эмбриона форели указывает К. Андо (Ando, 1968).

Отсутствие у бычка-кругляка активного личиночного периода жизни (Москалькова, 1967) обуславливает затраты в основном пластического материала. Это влечет за собой сокращение запасов фосфолипидов и сохранение триглицеридов. Нейтральные липиды, очевидно, подвергаются распаду после выклева, обеспечивая энергией организм в течение первых этапов постэмбрионального периода развития. Экспериментально показано, что мальки кругляка способны после выклева не питаться, сохраняя жизнеспособность в течение продолжительного времени (12 и более суток).

Таким образом, можно предположить, что специфика липидного обмена в эмбрионально-личиночный период является немаловажным фактором, определяющим подготовленность организмов к



Изменение фракционного состава липидов у азовского бычка-кругляка в процессе эмбрионального развития.

1 — фосфолипиды, 2 — холестерин, 3 — свободные жирные кислоты, 4 — триглицериды, 5 — сумма фракций липидов.

активному образу жизни, и отражает характер их приспособленности к условиям питания и голодания. Приведенные данные свидетельствуют о большой роли не только общих липидов, но и отдельных их фракций в формировании поколения рыб. При более широком дальнейшем изучении данного вопроса открывается возможность использования динамики фракционного состава липидов как одного из индикаторов качественного состояния рыб в раннем онтогенезе.

ЛИТЕРАТУРА

- Асатиани В. С. Биохимический анализ. Грузмедиздат. Тбилиси, 1953, ч. I.
- Браше Ж. Биохимическая эмбриология. ИЛ, М., 1961.
- Дехник Т. В., Дука Л. А., Калинина Э. М., Овен Л. С., Салехова Л. П., Синюкова В. И. Размножение и экология массовых рыб Черного моря на ранних стадиях онтогенеза. «Наукова думка», К., 1970.
- Костюченко В. А. Питание бычка-кругляка и использование им кормовой базы Азовского моря. — Тр. АЗНИИРХ, 1960, 1.
- Крыжановский С. Г. О значении жировых включений в яйцах рыб. — Зоол. журн., 1960, 39.
- Липская Н. Я. — Суточный и сезонный ход питания барабули *Mullus barbatus ponticus* Essirov. — Тр. Севастоп. биол. ст., 1959, 11.
- Макарова Н. П., Каневская Н. К., Шатуновский М. И. Сезонные изменения качественного и количественного состава липидов печени трески и наваги Белого моря. — В кн.: Закономерности роста и созревания рыб. «Наука», М., 1971.
- Малыревская А. Я., Биргер Т. И. Биохимический состав производителей, икры и личинок тарани и леща. — В кн.: Влияние качества производителей на потомство у рыб. «Наукова думка», К., 1965.
- Москалькова К. И. Морфо-экологические особенности развития бычка-кругляка *Gobius melanostomus* Pallas. — В кн.: Морфо-экологический анализ развития рыб. «Наука», М., 1967.
- Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. «Наука», М., 1965.
- Павловская Р. М. Динамика плодовитости и жирности икры черноморской хамсы и значение этих факторов в урожайности поколений. — Тр. АЗЧерНИРО, 1964, 22.
- Привольнев Т. И., Стрельцова С. В., Петрова З. И., Бризина П. Н. Влияние обмена веществ производителей на качество эмбрионов рыб. — Тез. докл. IV Совещ. эмбриол. Изд-во ЛГУ, Л., 1963.
- Проссер К. Л. Акклиматизация к холоду метаболических процессов и центральной нервной системы у рыб. — В кн.: Клетка и температура среды. «Наука», М., 1964.
- Прохорова М. И., Туликова З. Н. Большой практикум по углеводному и липидному обмену. Изд-во ЛГУ, Л., 1965.
- Тараненко Н. Ф. Уровень жировых запасов в теле азовской хамсы как показатель воспроизводительных свойств стада и сроков миграций. — Тр. АЗЧерНИРО, 1964, 22.
- Шатуновский М. И. Особенности качественного состава жиров икры, молоди и нерестовых самок весенней и осенней салаки Рижского залива Балтийского моря. — Вopr. ихтиол., 1970, 10, 6 (65).
- Шатуновский М. И. Изменения в качественном составе липидов органов и тканей балтийской трески *Gadus morhua callarias* в ходе созревания гонад. — Вopr. ихтиол., 1971, 11, 5 (70).
- Шатуновский М. И., Новиков Г. Г. Изменения некоторых биохимических показателей мышц и крови в ходе созревания половых продуктов. — В кн.: Закономерности роста и созревания рыб. «Наука», М., 1971.
- Шульман Г. Е. Особенности динамики жировых запасов в печени азовского бычка-кругляка. — ДАН, 1967, 175, 3.

- Шульман Г. Е. Физиолого-биохимические особенности состояния рыб в различные периоды годового цикла. Автореф. докт. дис. М., 1969.
- Шульман Г. Е., Попова В. П., Павловская Р. М., Беляевская В. Т. О специфичности йодных чисел азово-черноморских рыб близких видов.— Тр. АзЧерНИРО, 1967, 26.
- Шульман Г. Е., Ревина Н. И., Сафьянова Т. Е. Связь физиологического состояния с особенностями овогенеза пелагических рыб.— Тр. ВНИРО, 1970, 69.
- Щепкин В. Я. Динамика липидного состава скорпены *Scorpaena porcus* L. в связи с созреванием и нерестом.— Вопр. ихтиол., 1971, 11, 2 (67).
- Щепкин В. Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпены.— Биол. науки, 1972, 2.
- Ando K. Biochemical studies on the lipids of Cultured Fishes.— J. of the Tokyo University of Fisheries, 1968, 54, 2.
- Folch J., Ascoli J., Lees M., Meath J. A., Le Baron F. N. Preparation of lipid extracts from brain tissue.— J. Fish. Res. Board of Canada, 1951, 23, 7.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF LIPIDS IN SPAWNING FEMALES AND PROGENY DURING EMBRYONIC DEVELOPMENT OF *GobiUS MELANOSTOMUS* PALLAS FROM THE SEA OF AZOV

A. V. Chepurnov, N. K. Tkachenko

Summary

The fraction composition of lipids in the gonads, muscles and liver was studied in *Gobius melanostomus* Pallas mature females and in embryos at different stages of their development. The mature gonads as compared with the muscles and liver contain the highest amount of lipids which may be considered as a means of high survival rate at the subsequent stages of ontogeny. During embryonic development the plastic material is mainly spent. For the first stages of post-embryonic development the neutral lipids are the main energetic sources.

О МНОГОПОРЦИОННОМ НЕРЕСТЕ МОРСКИХ РЫБ

Л. С. Овен

Известны два типа нереста рыб — единовременный и порционный. В основе их лежит различный характер созревания ооцитов (Heidrich, 1925; Clark, 1931; Reitt, 1933; Мейен, 1927, 1933; Дрягин, 1949; Казанский, 1949; Виноградов и Ткачева, 1950; Смирнов, 1950; Наумов, 1956; Prabhu, 1956; Götting, 1961; Ткачева, 1969, и др.). Продолжительность нерестового периода и характер икрометания тесно связаны с длительностью вегетационного периода. Рыбы с порционным типом нереста преобладают в зонах с теплым и умеренным климатом (Дрягин, 1949, 1952; Qasim, 1956).