

ЭКОЛОГИЯ МОРЯ



27
—
1987

ДИНАМИКА ЛИПИДНОГО СОСТАВА МЫШЦ ШПРОТА НА ПРОТЯЖЕНИИ ГОДОВОГО ЦИКЛА

Интересы рыбного промысла на Черном море требуют всестороннего изучения объектов лова для их рационального использования. Шпрот (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) относится к одному из основных промысловых видов. К сожалению, его физиолого-биохимические характеристики в настоящее время изучены недостаточно. Данные, накопленные нами для других видов рыб, свидетельствуют о том, что липидные показатели могут служить индикатором физиологического состояния рыб [6, 7]. Задачей исследования было изучение липидных характеристик тканей шпрота на протяжении годового цикла в связи с особенностями физиологического состояния в каждый отдельный период.

Материал и методика. Материал был собран в экспедиционных рейсах на НИС «Академик Ковалевский» и на судах Севастопольского экспериментального конструкторского бюро подводных исследований «АзЧеррыба». Липидный состав тканей (белые мышцы, красные мышцы латеральной линии) исследовали у шпрота старшей возрастной группы, которая в вариационном ряду была представлена десятью и более экземплярами. Для анализа брали самок. Все пробы индивидуальные. Ткани препарировали; навески, отмеренные на торсионных весах, составляли (мг): белых мышц 1 000, красных 500. Экстракцию липидов из гомогенатов тканей проводили по методу Фолча [9]. Содержание суммарных липидов определяли весовым способом. Разделение липидов на отдельные фракции проводили методом тонкослойной хроматографии на пластинках «Силуфол UV254» по методике, разработанной Ю. П. Копытовым [2]. Количественное определение липидных фракций проводили на денситометре ERJ-65, снабженном интегрирующим устройством. Результаты обработаны статистически [4].

Результаты и обсуждение. При исследовании липидного состава мышц шпрота было выявлено одиннадцать фракций: фосфолипиды, моноацилглицерины, диацилглицерины, стерины, высшие жирные спирты, незатерифицированные жирные кислоты, триацилглицерины, метиловые эфиры жирных кислот, неидентифицированная фракция, стериды и углеводороды. В таблице представлены липидные характеристики тканей шпрота для периодов завершения нагула и нереста. По этим характеристикам шпрот в целом сходен с другими массовыми видами Черного моря — ставридой и хамсой, которые также относятся к жирным, активным рыбам пелагиали [5, 8]. Однако содержание липидов в мышцах шпрота выше. Ранее было показано, что среди десяти видов средиземноморских рыб шпрот тоже выделяется высоким содержанием липидов [6]. Как свидетельствуют результаты таблицы, суммарные концентрации липидов в мышцах в указанные периоды сильно различаются. На рисунке более детально отображены изменения этого показателя на протяжении годового цикла. Изменения установлены в обеих тканях. Следует отметить, что красные мышцы содержат значительно больше липидов, чем белые, но характер сезонной динамики сходен. Наибольшее количество липидов наблюдалось в июле. Для шпрота это завершение нагула. В августе концентрация липидов заметно снизилась; идет подготовка к нересту. У большинства особей половые продукты находились уже на стадии трофоплазматического роста, что вызвало сокращение липидных запасов. В ноябре—марте у шпрота отмечено низкое содержание липидов. Как в белых, так и в красных мышцах оно, по сравнению с июлем, ниже более чем в 2 раза. Для шпрота это период нереста, комплекс элементов которого связан с

**Содержание липидов в мышцах шпрота в период завершения нагула и нереста
в % суммарных**

Месяц	Мышцы	Число проб	Суммарные липиды	Фосфолипиды	Моноацилглицерины	Диацилглицерины
Июль	Белые	63	14 428±465	7,9±0,23	0,4±0,12	0,6±0,14
	Красные	63	25 915±684	11,3±0,41	0,3±0,11	0,5±0,16
Февраль	Белые	18	6 559±1 622	13,8±1,48	0,7±0,24	0,9±0,23
	Красные	20	11 651± ±2 283	12,9±1,37	0,8±0,42	1,1±0,24

большими энергозатратами, влекущими за собой интенсивное использование депонированных липидов. Весной (с марта по май) концентрация суммарных липидов в белых и красных мышцах увеличивается примерно в 1,5 раза. Нерест завершен, рыба начинает откармливаться и к июлю этот показатель вновь достигает максимальной величины.

Исследование количественного содержания отдельных липидных фракций показало, что на всем протяжении годового цикла фракция триацилглицеринов является доминирующей по величине. Ее содержание достигает 79% суммы всех липидов. На рисунке отображены сезонные изменения концентрации триацилглицеринов в белых и красных мышцах шпрота, выраженные в мг%. Этот способ выражения концентрации является для сравнительных целей более показательным. Прежде всего следует отметить, что красные мышцы на протяжении годового цикла содержат триацилглицеринов почти в 2 раза больше, чем белые. Показана большая амплитуда сезонных изменений их концентрации в обеих тканях. Максимальное содержание отмечено в июле. Далее следует снижение, достигающее минимального уровня в феврале—марте. По сравнению с июлем концентрация триацилглицеринов в этот период в красных и в белых мышцах меньше в 2,7— 3,3 раза. В весенне-летний период отмечено резкое возрастание этих соединений. Анализ результатов показывает, что характер сезонной динамики концентрации триацилглицеринов в тканях сходен с динамикой концентрации суммарных липидов.

Содержание остальных липидных фракций, менее значительных по величине, также изменяется на протяжении годового цикла шпрота. Обратим внимание на фосфолипиды, содержание которых в тканях сравнительно велико. Красные мышцы содержат больше фосфолипидов, чем белые. Эта зависимость сохраняется на протяжении всего года. В июле это превышение составляет 2,6, феврале — 1,6, марте — 2,4 раза. Характер динамики концентрации этого класса липидов в основном подчиняется зависимости, отмеченной для суммарных липидов и триацилглицеринов. Максимальное количество фосфолипидов в мышцах приходится на летний период, минимальное на зимний. Анализируя сезонные количественные изменения отдельных липидных фракций, необходимо отметить, что фракция триацилглицеринов в отдельные периоды превосходит другие в 10 и более раз. Учитывая ее величину и синхронность изменения с суммарными липидами, можно заключить, что именно она определяет количественные характеристики и динамику суммарных липидов.

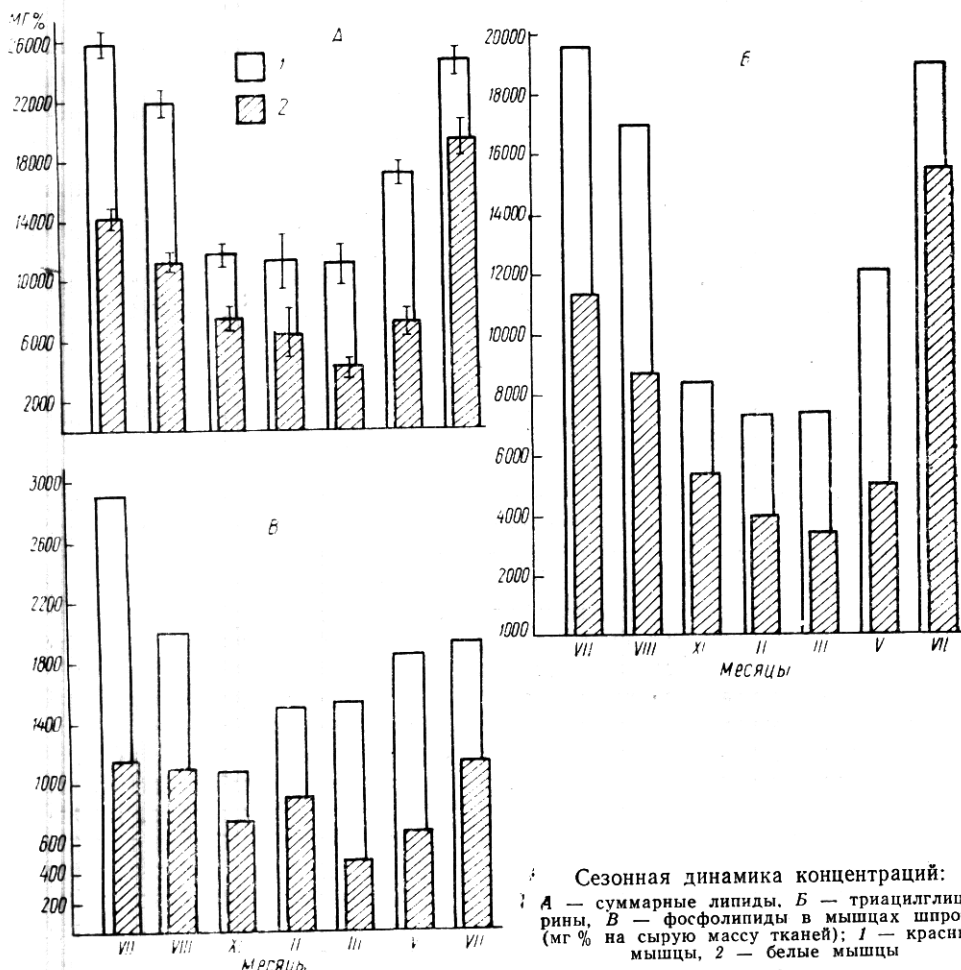
Результаты исследования показали тесную связь липидных характеристик мышц шпрота с физиологическим состоянием во все периоды годового жизненного цикла. Если сравнить характер сезонной динамики концентрации липидов шпрота с черноморской ставридой и хамсой, то у них наблюдается противоположная направленность процессов накопления и расходования липидов. Особенно четко это выражено летом и осенью. Летом у шпрота концентрация липидов в мышцах возрастает

(суммарные липиды в мг % на сырую массу ткани, липидные фракции липидов)

Стерины	Жирные спирты	Неэтерифицированные жирные кислоты	Триацилглицерины	Метиловые эфиры жирных кислот	Неидентифицированная фракция	Стериды	Углеводы
6,4±0,45 7,4±0,68	0,2±0,07 0,3±0,07	3,7±0,42 4,1±0,38	79,4±0,43 76,0±0,57	— —	— —	— —	1,5±0,40 0,2±0,06
9,1±0,78 9,2±0,65	0,2±0,07 0,5±0,86	3,3±0,34 3,7±0,44	61,3±2,39 64,0±2,60	1,3±0,44 1,0±0,31	1,1±0,40 0,7±0,10	2,4±0,70 1,6±0,30	5,9±0,51 4,5±0,47

до максимума, а у ставриды и хамсы снижается до минимума. Осенью происходит обратный процесс. Такие различия несомненно связаны с эколого-физиологическими особенностями видов и их адаптацией к условиям среды. В данном случае мы имеем дело с моделями разных метаболических комплексов — теплолюбивого и холодолюбивого. Теплолюбивая хамса и ставрида нерестятся летом. Летом интенсивно развивается зоопланктон — основа пищевой базы трех данных видов [1]. Ставрида и хамса активно питаются, обеспечивая энергетическим и пластическим материалом формирование половых продуктов и двигательную функцию. Несмотря на большое поступление веществ с пищей, содержание липидов в их тканях сокращается, что свидетельствует об исключительно высоком уровне метаболизма в данный период. После нереста эти виды успевают накопить запасы липидов, необходимые для зимовки в нижних слоях воды. Шпрот — холодолюбивый вселенец из Северной Атлантики, осваивая условия обитания в Черном море, реализует свои метаболические возможности иным путем. Обитая в слое воды, приуроченном к термоклину, он непосредственно не испытывает сезонных изменений температурного режима, как теплолюбивые рыбы. Влияние температуры водной среды, на наш взгляд, может проявляться через кормовую базу. Нерест шпрота приходится на зимний период, когда продукция всего зоопланктона, а также популяций видов, представляющих основу его пищи, значительно меньше, чем летом [1]. То есть кормовая база зимой сокращена. Однако, как показали исследования Н. Я. Липской [3], индекс наполнения желудка у шпрота в этот период выше, чем в летний. Можно предположить, что интенсивность питания при сокращенной концентрации объектов требует увеличения двигательной активности. Следует также отметить, что характер нереста у шпрота порционный, при котором вымет половых продуктов и завершающий этап формирования новой порции, совмещенный с откормом, чередуются. Для обеспечения энергией указанных процессов в основном используются липиды, не только поступающие с пищей, но и накопленные ранее. Таким образом, вся совокупность энергоемких элементов жизнедеятельности в период зимнего нереста у шпрот требует значительно большего депонирования липидов в период нагула, чем у теплолюбивых рыб.

1. Грезе В. Н., Балдина Э. П., Билева О. К. Динамика численности и продукции основных компонентов зоопланктона в неритической зоне Черного моря // Биология моря. — 1971. — Вып. 24. — С. 12—49.
2. Копытов Ю. П. Новый вариант тонкослойной хроматографии липидов // Экология моря. — 1983. — Вып. 13. — С. 76—80.
3. Липская Н. Я. Суточный и сезонный ход питания черноморского шпрота (*Sprattus sprattus phalericus* Risso) // Тр. Севастоп. биол. станции. — 1960. — 13. — С. 190—204.
4. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. — Минск: Вышэйш. шк., 1967. — 328 с.
5. Щепкин В. Я. Сравнительная характеристика липидов печени и мышц ставриды и скорпены // Науч. докл. высш. шк. Биол. науки. — 1972. — № 2. — С. 36—39.



- Щепкин В. Я., Шульман Г. Е. Исследование липидного состава мышц и печени средиземноморских рыб // Журн. эволюц. биохимии и физиологии. — 1978. — № 3. — С. 230—236.
- Щепкин В. Я. Сезонная динамика липидного состава печени и мышц ставриды и скорпены // Гидробиол. журн. — 1979. — 15, вып. 5. — С. 77—84.
- Щепкина А. М. Особенности липидного состава тканей черноморской хамсы в течение годового цикла и при поражении личинками нематод *Contracaecum aduncum* // Экология моря. — 1980. — Вып. 3. — С. 33—39.
- Folch J., Lees M., Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem. — 1957. — 226, N 1. — P. 497—509.

Ин-т биологии юж. морей
 им. А. О. Ковалевского АН УССР,
 Севастополь

Получено
 14.10.85

V. Ya. SHCHERKIN, G. S. MINYUK
**DYNAMICS OF THE LIPID COMPOSITION
 IN SPRAT MUSCLES DURING THE ANNUAL CYCLE**

Summary

Studies on seasonal dynamics of the lipid composition in sprat muscles have revealed a close relation of ecological species peculiarities and physiological state in all the periods of the annual cycle with lipid characteristics of tissues.