

15. *Foissner W., Berger H., Blatterer H., Kohmann F.* Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band IV: Gymnostomatea, Loxodes, Suctoria. — Informationsberichte des Bayer. Landesamtes für Wasserwirtschaft. — 1995. — 1/95. — 540 p.
16. *Kahl A.* Urtiere oder Protozoa. Wimpertiere oder Ciliata (Infusoria). In Dahl F.: Die Tierwelt Deutschlands. — Jena.: G. Fischer, 1930–35. — B. 18, 21, 25, 30. — 860 s.
17. *Klein B.* Ergebnisse mit einer Silbermethode bei Ciliaten // Arch. Protistenk. — 1926. — B. 56. — S. 243–279.

## **ІНФУЗОРІЇ РИБНИЦЬКИХ ВОДОЙМ КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ. II. ПРИДОННИЙ ПЛАНКТОН**

*A.A. Kovalchuk*

Протягом 1988 та першої половини 1989 р. вивчали вільноживучі інфузорії (Ciliophora) придонного планктону рибоводних водойм (басейн Дніпра, Київська область). Досліджено два рибницькі стави та одна водойма комплексного призначення. У водоймах виявлено 106 видів і варієтетів інфузорій, два з яких були новими для України. Вивчено сезонну динаміку чисельності та біомаси, а також продукції і деструкції органічної речовини інфузоріями. Середні значення показників не мають статистично достовірних відмінностей між вивченими водоймами, однак їх сезонні зміни значно відрізняються (найвищі — влітку).

## **CILIATE OF FISH PONDS OF KYIV REGION. II. DEMERSAL PLANKTON**

*A. Kovalchuk*

In 1988 and the first half of 1989 the free-living plankto-benthic ciliates (Ciliophora) of fish waters (the Dnieper basin, Kyiv Province) were investigated. Two fish ponds and one reservoir of complex assignment were investigated. In these waters 106 species and varieties of ciliates were found, two of them were new for Ukraine. Seasonal dynamic of quantity and biomass, as well as production and destruction of organic substances by ciliates were studied. The average data of quantity and biomass of ciliates, and their functional activity in fish ponds do not differ statistically reliable from the reservoir of complex assignment, but their seasonal changes differ significantly (substantially higher in the summer time).

УДК 597-1.05:597.593.4

## **ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ЛИПИДОВ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ КЕФАЛЕЙ (ЛОБАНА, СИНГИЛЯ И ПИЛЕНГАСА) АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАСЕЙНА**

**Л.И. Булли**

Южный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии

---

*Исследован состав липидов зрелой икры лобана, сингиля и пиленгаса Азово-Черноморского бассейна. Показано, что большую их часть составляют воска — 57–80%. Жирнокислотный состав видоспецифичен и связан с особенностями биологии и адаптационными возможностями в раннем онтогенезе.*

---

Кефали Азово-Черноморского бассейна — ценные промысловые рыбы, которые с древних времен культивировались в лиманах Азовского и Черного морей. Это

вселенцы, адаптировавшиеся к обитанию и эффективному воспроизводству у северной границы ареала, в воде более низкой солености (17–19‰), чем в его центре

(31–37‰). В ходе адаптаций произошли изменения ряда морфологических и физиолого-биохимических показателей икры: уменьшение диаметра, увеличение обводненности яйца, относительно объема жировой капли, содержания липидов [1, 2]. Подобные изменения отмечаются и у пиленгаса в ходе его акклиматизации в Азово-Черноморском бассейне.

Поскольку адаптивные возможности животных экотермов в значительной степени определяются их липидными характеристиками [3–5], существенный интерес представляет изучение состава липидов зрелой икры трех видов кефалей: лобана *Mugil cephalus* L. (1758), сингиля *Liza aurata* Risso (1810) и пиленгаса *Liza haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845) = *Mugil soiuu* (Basilewsky, 1855), нерест которых происходит при различных экологических условиях.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работы проводились на НИБ ЮгНИРО “Заветное” в периоды нерестового хода кефалей через Керченский пролив. Материалом являлась зрелая икра лобана, сингиля и пиленгаса, полученная от интактных и инъецированных гипофизарными экстрактами своего вида рыб [6].

Содержание суммарных липидов определяли методом Фолча в модификации Лапина и Черновой [7]. Фракционный состав липидов (икры лобана, а также икры и молоди пиленгаса) определен методом тонкослойной хроматографии в отделе физиологии животных и биохимии Института биологии южных морей НАН Украины. Фракционный состав липидов икры сингиля и жирнокислотный состав липидов икры всех трех видов кефалей определяли в отделе физико-химичес-

ких методов исследования и анализа во ВНИРО. Газо-жидкостную хроматографию метиловых эфиров жирных кислот проводили на приборе фирмы “Янако” типа “G-180”. Для идентификации хроматограмм применяли стандарты метиловых эфиров жирных кислот. Количество отдельных жирных кислот определяли (по площадям соответствующих пиков) вычислением процентного содержания площади пика соответствующей жирной кислоты от суммарной площади всех пиков хроматограммы.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследований выяснено, что в зрелой икре кефалей липиды составляют 54–65% сухого вещества. Основная их доля (57–80%) приходится на воска, триацилглицерины (ТАГ) составляют 6,8–14,1%. Как известно [5, 8], воска являются более экономной формой запаса энергии у рыб, поскольку скорость их мобилизации значительно ниже, чем ТАГ. Кроме того, их удельная масса несколько меньше, чем ТАГ, а плотность зависит от температуры и давления среды [4, 9]. Эти свойства восков, вероятно, играют важную роль в обеспечении положительной плавучести икры исследуемых видов.

В липидах икры кефалей идентифицировано свыше 60 жирных кислот, их состав специфичен для каждого вида. Наибольшее количество насыщенных жирных кислот отмечено в икре лобана (табл. 1). На долю мононенасыщенных у разных видов приходится от 32,9 до 38,2% общей суммы кислот, на долю полиненасыщенных — у лобана — 21,2–29,6%, у сингиля — до 45,8%, у пиленгаса — до 42,2%.

Таблица 1. Содержание жирных кислот в икре кефалей Азово-Черноморского бассейна

Сумма жирных кислот	Лобан	Сингиль	Пиленгас
Насыщенных	22,4	10,49–19,96	6,68–9,19
Моноеновых	34,3	32,93–38,17	34,6–34,99
Полиеновых	21,24–29,6	34,27–45,8	38,8–42,2

Среди насыщенных жирных кислот суммарных липидов икры исследуемых видов доминируют пальмитиновая 16:0, стеариновая 18:0 и миристиновая 14:0. Икра лобана характеризуется более высоким содержанием пальмитиновой жирной кислоты — 10,9–14,0%. В икре других кефалей этой кислоты значительно меньше: у сингиля — 5,28–7,67%, у пиленгаса — 3,09–4,65%. Меньше ее и в икре лобана из других регионов — 4,1–7,7% [10–12]. Вероятно, увеличение насыщенности липидов икры лобана обусловлено особенностями его нагула и нереста. Лобан, нагуливающийся в Азовском море в период его интенсивного весенне-летнего прогресса, нерестится в летние месяцы (с середины июня до середины августа). Завершающие этапы созревания его ооцитов проходят при более высокой температуре, чем у пиленгаса и сингиля. Кроме того, оптимум развития эмбрионов и личинок лобана на 2–3°C выше, чем у других видов кефалей, нерестящихся в начале лета (пиленгас) и осенью (сингиль) [6].

Из мононенасыщенных кислот у всех трех видов кефалей наиболее значительно содержание пальмитоолеиновой 16:1 $\omega$ 7 (11,3–12,7%) и олеиновой 18:1 $\omega$ 9 (9,2–16,1%). В липидах икры пиленгаса содержание 18:1 $\omega$ 9 не превышает 1,5%, но выше содержание изомеров 18:1 $\omega$ 7 (6,6%) и 18:1 $\omega$ 5 (7,3%), которое в икре других кефалей составляет 3,1–6,5% и 0,2–0,7%, соответственно. Возможно, с этим связана большая холодоустойчивость пиленгаса в раннем онтогенезе по

сравнению с аборигенными кефалями. В наших экспериментах эмбрионы и личинки пиленгаса благополучно переносят снижение температуры до 12°C, тогда как эмбрионы и предличинки сингиля погибали при снижении температуры воды до 16–17°C.

Среди полиеновых кислот в икре сингиля преобладают гексадекатетраеновая 16:4 $\omega$ 3 (14,4–22,0%) и гексадекатриеновая (хирагоновая) 16:3 $\omega$ 3 (2,4–5,9%) кислоты. У лобана и пиленгаса эти кислоты не выявлены, в их икре преобладает гексадекадиеновая 16:2 $\omega$ 6 (12,3–23,0%) жирная кислота. Интересно, что в 1987 г. С.В. Шершовым было отмечено присутствие жирной кислоты 16:2 $\omega$ 6 и в икре сингиля, полученной на НИБ ЮгНИРО “Заветное” после стимулирования созревания рыб гормональными препаратами [13]. Вероятно, источником кислот 16:2 $\omega$ 6 и 16:4 $\omega$ 3 являются некоторые водоросли [14], в частности, пресноводная хлорелла [15], в которой состав и содержание жирных кислот зависит от климатических условий и существенно варьирует в отдельные годы. Эти кислоты могут попадать в пищевую цепь кефалей с зоопланктоном и детритом прудовых зон рек и опресненных прибрежных районов — обычных мест нагула кефалей.

Высоконенасыщенные жирные кислоты (ВНЖК) в икре кефалей представлены в основном эйкозапентаеновой 20:5 $\omega$ 3 (5,0–2,4%) и докозагексаеновой 22:6 $\omega$ 3 (2,2–4,4%) жирными кислотами (табл. 2).

Таблица 2. Содержание некоторых жирных кислот (% от их суммы) в липидах овулировавшей икры кефалей

Жирные кислоты	Лобан	Сингиль	Пиленгас
20:5 $\omega$ 3	1,67–3,17	2,38–5,03	2,66–4,34
22:4 $\omega$ 6	0,42–0,76	0–0,24	2,32–2,85
22:5 $\omega$ 3	–	1,59–4,10	–
22:6 $\omega$ 3	2,26–4,05	2,32–3,0	3,0–4,42
$\Sigma$ кислот $\omega$ 3	4,04–7,78	27,25–38,10	6,17–9,07
$\Sigma$ кислот $\omega$ 6	17,38–21,79	7,02–8,76	32,60–33,10
$\omega$ 3/ $\omega$ 6	0,23–0,36	3,88–4,96	0,19–0,27

Обращает на себя внимание достаточно низкое их содержание. Вероятно, это связано с тем, что преднерестовый нагул и нерест у кефалей происходит преимущественно в теплое время года.

В икре сингиля в отличие от лобана и пиленгаса отмечается довольно высокое соотношение кислот  $\omega 3/\omega 6$ , близкое к 4–5, за счет значительного количества кислот линоленового ряда, характерных для генеративно морских рыб. Это подтверждает все имеющиеся (наши и литературные) данные о большей стенобионтности потомства сингиля. Сингиль нерестится осенью, при снижении температуры воды, в черноморских водах его икра и личинки развиваются, вероятно, на глубине. Об этом свидетельствуют данные ихтиопланктонных съемок [16, 17], а также наличие слабой пигментации эмбрионов и высокая нейтральная плавучесть икры — 19–22%. Кроме того, экспериментально установлено [18], что зимовка мальков сингиля благополучно проходит только в морской воде.

В то же время у пиленгаса отмечается значительное содержание кислот  $\omega 6$ . Это, вероятно, связано с большей эвригалинностью его потомства. Эмбрионы пиленгаса, как и лобана, хорошо пигментированы, развиваются в поверхностных, хорошо прогреваемых летом слоях воды, а молодь (сеголетки) для нагула и зимовки избирает опресненные прибрежные участки моря и лагуны. Как показано нами ранее [19], уже в 6-суточном возрасте личинки пиленгаса легко переносят прямой перенос в распресненную до 5% и пресную воду, а оплата корма, темп роста и накопление триацилглицеринов увеличиваются по мере снижения солености среды обитания.

Таким образом, различия в жирнокислотном составе икры разных видов кефалей связаны с биологией отдельных видов, экологическими особенностями нагула, нереста, особенностями их развития в раннем онтогенезе.

Несомненно, полиеновые жирные кислоты, температура плавления которых снижается по мере удлинения углеводородной цепи, увеличения степени ее разветвленности, числа двойных связей и уменьшения степени их удаленности от центра молекулы, играют важную роль в регулировании плавучести икры и выживании ранних личинок кефалей, развивающихся в разных условиях. Вероятно, особенности жирнокислотного состава липидов икры кефалей Азово-Черноморского бассейна определяют их адаптационные возможности в раннем онтогенезе. Присутствие в икре сингиля значительного уровня кислот 16:4 $\omega 3$  и 16:3 $\omega 3$ , а в икре лобана и пиленгаса — 16:2 $\omega 6$  существенно повышает ненасыщенность липидов. По-видимому, эти кислоты могут определять плотность восков, что влияет на местоположение икры в толще воды и эффективность развития эмбрионов и личинок кефалей.

## ВЫВОДЫ

Особенности состава липидов икры у разных видов кефалей связаны с их биологией, соответствуют условиям их нереста и развития в раннем онтогенезе. По-видимому, на жирнокислотном уровне формируются адаптации, обеспечивающие выживание видов и их эффективное воспроизводство на краю ареала при снижении солености среды обитания.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Куликова Н.И., Макухина Л.И. О некоторых факторах, определяющих плавучесть икры черноморского лобана *Mugil cephalus* L. // Культивирование кефалей в Азово-Черноморском бассейне. — М.: ВНИРО, 1991. — С. 30–37.
2. Булли Л.И. Изменение некоторых морфологических и биохимических показателей икры кефалей (сем. *Mugilidae*) при снижении солености среды обитания // Рыбне хозяйство. — 2004. — Вып. 63. — С. 29–31.
3. Крепс Е.М. Липиды клеточных мембран. — Л.: Наука, 1981. — 341 с.
4. Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимической адаптации. — М.: Мир, 1977. — 398 с.
5. Минюк Г.С., Шульман Г.Е., Щепкин В.Я., Юнева Т.В. Черноморский шпрот. — Севастополь: ИнБЮМ, 1997. — 137 с.
6. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. [Куликова Н.И., Шекк П.В.] — Керчь: Издательский центр ЮгНИРО, 1996. — 27 с.

7. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопр. ихтиологии. — 1970. — Т. 10, вып. 4. — С. 753–756.
8. Lee R.F., Nevenzel J., Paffenhofer G.A. The presence of wax esters in marine planktonic copepods // Naturwissenschaften. — 1972. — 59. N. 9. — P. 406–411.
9. Хочачка П., Сомеро Дж. Биохимическая адаптация. — М.: Мир, 1988. — 588 с.
10. Ackman R.G. Occurrence of odd-numbered fatty acids in the mullet *Mugil cephalus*. — Nature, 1965. V. 203. — P. 1213–1214.
11. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 470 с.
12. Kayama M., Horii I., Ikeda Y. Studies on Fish Roe Lipids, especially on Mullet Roe Wax Esters // J. Jap. Oil Chem. Soc. — Yukagaku, 1974. — V. 23, N 5. — P. 290–295.
13. Фракционный и жирнокислотный состав липидов личинок кефалей на различных этапах онтогенеза из естественных популяций и выращенных в искусственных условиях. Отчет АзЧерНИРО, 1987, № гос. регистрации 01860060083, с 32.
14. Viso A.C., Marty J.C. Fatty acids from 28 marine microalgae // Phytochemistry. — 1993. — Vol. 34, № 6. — P. 1521–1533.
15. Watanabe T., Kitajima C., Fujita S. Nutritional values of live organisms used in Japan for mass propagation of fish: a review // Aquaculture. — 1983. — V. 34, № 1/2. — P. 115–143.
16. Дехник Т.В., Павловская Р.М. Распределение икры и личинок некоторых рыб Черного моря // Труды АзЧерНИРО. — 1950. — Т. 14. — С. 151–176.
17. Зайцев Ю.П. 1964. О распределении и биологии ранних стадий развития кефалей (*Mugilidae*) в Черном море // Вопр. ихтиологии. — 1964. — Т. 4. — Вып. 3(32). — С. 512–522.
18. Куликова Н.И., Шекк П.В., Старушенко Л.И., Руденко В.И. Влияние солености на устойчивость к низкой температуре черноморских кефалей в раннем онтогенезе // Ранний онтогенез объектов марикультуры. — М.: ВНИРО, 1989. — С. 81–102.
19. Булли Л.И., Куликова Н.И. Адаптивные возможности личинок пиленгаса *Liza haematocheila* (*Mugilidae*, *Mugiliformes*) при снижении солености среды // Вопр. ихтиологии. — 2006. — Вып. 46, № 4. — С. 525–535.

**ОСОБЛИВОСТІ СКЛАДУ ЛІПІДІВ ЗРІЛОЇ ІКРИ КЕФАЛЕЙ  
(ЛОБАНЯ, СИНГІЛЯ І ПІЛЕНГАСА)  
АЗОВО-ЧОРНОМОРСЬКОГО БАСЕЙНУ**

Л.І. Булли

Досліджено склад ліпідів зрілої ікри лобаня, сингіля і піленгаса Азово-Чорноморського басейну. Показано, що більшу їх частину становлять воски — 57–80%. Жирнокислотний склад видоспецифічний і пов'язаний з особливостями біології і адаптаційними можливостями у ранньому онтогенезі.

**FEATURES OF LIPID COMPOSITION OF MATURE MULLET  
(STIPED MULLET, GREY MULLET AND PACIFIC MULLET)  
EGGS IN THE AZOV-BLACK SEA BASIN**

L. Bulli

Lipid composition of mature eggs of striped mullet, grey mullet and Pacific mullet in the Azov-Black Sea basin was studied. Their most part was shown to be comprised by waxes — 57–80%. Fatty acid composition is species specific and related to biological features and adaptation possibilities in the early ontogenesis.