

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ

ЮЖНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МОРСКОГО  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ

КЕРЧЕНСКИЙ ГОРОДСКОЙ СОВЕТ

ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ЮЖНЫХ МОРЕЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ  
МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

ФГУП «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ИНСТИТУТ ЗООЛОГИИ АКАДЕМИИ НАУК МОЛДОВЫ

## **МАТЕРИАЛЫ**

### **VII МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

# **«СОВРЕМЕННЫЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО РЕГИОНА»**

## **ТОМ 2**

*г. Керчь, 20 - 23 июня 2012 г.*

УДК 639.2/.3+574.5(262.5+262.54)

Главный редактор:  
кандидат географических наук

**О. А. ПЕТРЕНКО**

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук **Н. П. Новиков**  
доктор географических наук **В. А. Брянцев**  
доктор географических наук **П. Д. Ломакин**  
кандидат биологических наук **В. А. Шляхов**  
кандидат биологических наук **Л. И. Булли**  
кандидат географических наук **Б. Г. Троценко**

**А. А. Солодовников**

**В. Н. Туркулова**

**Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона** : материалы VII Международной конференции. Керчь, 20-23 июня 2012 г. – Керчь: ЮгНИРО, 2012. – Т. 2. – 196 с.

Во втором томе материалов конференции публикуются доклады о состоянии и перспективах аквакультуры Азово-Черноморского бассейна, работы по результатам региональных ихтиологических изысканий и информационному обеспечению исследований.

**Сучасні рибогосподарські та екологічні проблеми Азово-Чорноморського регіону** : матеріали VII Міжнародної конференції. Керч, 20-23 червня 2012 р. – Керч: ПівденНІРО, 2012. – Т. 2. – 196 с.

У другому томі матеріалів конференції публікуються доклади про стан і перспективи аквакультури Азово-Чорноморського басейну, роботи по результатах регіональних їхтіологічних досліджень та інформаційному забезпеченню досліджень.

**Current fishery and environmental problems of the Azov-Black Sea Region** : materials of VII International Conference. Kerch, 20-23 June 2012. – Kerch: YugNIRO Publishers', 2012. – Vol. 2. – 196 p.

Volume II contains reports on state and prospects of aquaculture in the Azov-Black Sea basin, papers on the results of regional ichthyologic investigations and information support of the research.

**© АВТОРСКОЕ ПРАВО**

Исключительное право на копирование данной публикации или какой-либо её части любым способом принадлежит ЮгНИРО.

По вопросу возможности копирования для некоммерческих целей обращаться по адресу: ЮгНИРО, ул. Свердлова, 2, г. Керчь, 98300, Автономная Республика Крым, Украина.

Телефон (приемная): +380 6561 21012

Факс: +380 6561 6-16-27

E-mail: [yugniro@kerch.com.ua](mailto:yugniro@kerch.com.ua)

<http://yugniro.in.ua>

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ИКРЫ ЛОБАНА, СИНГИЛЯ И ПИЛЕНГАСА, ОБЪЕКТОВ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОМ БАССЕЙНЕ

Л. И. Булли

Южный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии  
(ЮгНИРО)

*При проведении работ по искусственному воспроизводству кефалей наиболее важным является обеспечение благоприятных условий инкубации икры и развития ранних личинок, прежде всего по солености морской воды. Показано, что между нейтральной плавучестью и некоторыми морфофизиологическими характеристиками икры существуют тесные корреляционные связи. Наиболее тесная связь выявлена с величиной относительного объема жировой капли оплодотворенной икры. В практической работе при определении соленостного оптимума для эмбрионального развития кефалей предложено использовать уравнение степенной функции зависимости нейтральной плавучести от относительного объема жировой капли.*

Ключевые слова: кефали, икра, корреляционная связь, липиды, нейтральная плавучесть, соленость, относительный объем жировой капли, эмбриональное развитие, зависимость

Азово-Черноморский бассейн является северным краем ареала таких видов как лобан, остронос и сингиль. Здесь обитают их уникальные популяции, так называемые, «черноморские кефали», способные эффективно воспроизводиться в условиях неустойчивого термического режима и низкой солености (15 - 18 ‰), в то время как в центре ареалов эти виды нерестятся в водах океанической солености (31 - 37 ‰). Это стало возможным благодаря высокой экологической пластичности видов, в результате которых выработались адаптации, обеспечивающие положительную плавучесть икринок и предличинок в воде относительно низкой плотности.

Подобные процессы в настоящее время происходят и у интродуцента пиленгаса, который в районе вселения стал одним из наиболее ценных объектов промысла, а также считается перспективным объектом аквакультуры.

Однако несмотря на разработанные биотехнологии искусственного воспроизводства пиленгаса и аборигенных кефалей [1, 6 - 8, 11, 13], ряд вопросов, касающихся некоторых сторон биологии отдельных видов, все еще требуют дальнейших исследований. В частности, представляется важным оценить взаимосвязи между плавучестью икры и некоторыми ее морфофизиологическими характеристиками.

Объектами исследований служили, ооциты IV стадии зрелости, зрелая овулировавшая и оплодотворенная икра трех видов кефалей: лобана (*Mugil cephalus* L., 1758), сингиля (*Liza aurata* Risso, 1810) и дальневосточного акклиматизанта пиленгаса (*Liza haematocheilus* Temminck et Schlegel, 1845 = *Mugil soiuy* Basilewsky, 1855).

Исследования и сбор материала проводили на экспериментальной базе ЮгНИРО «Заветное» (Керченский пролив). Производителей кефалей с ооцитами IV стадии зрелости отбирали в период их нерестовых миграций из Азовского в Черное море. В работе также использованы материалы, полученные в 1989 - 1993 гг. на экспериментальном кефалевом заводе (ЭКЗ, Одесская область), от производителей пиленгаса, выращенных в искусственных условиях (маточные стада).

Для стимулирования созревания самок применяли методы гормональных инъекций [1].

Содержание влаги в икринках определяли высушиванием навески 0,5 - 1,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы. Для определения химического состава пробу икры навеской 0,5 - 1,0 г фиксировали в смеси Фолча. Содержание общих липидов и обезжиренного сухого вещества определяли методом Фолча в модификации В. И. Лапина и Е. Г. Черновой [10].

После набухания в воде соленостью, обеспечивающей нейтральную плавучесть икры (в которой большая часть икринок находилась у поверхности и в толще), отбирали пробу и на свежем материале измеряли диаметр овулировавшей икры и жировой капли (n = 25 - 50 для каждой самки). По полученным данным рассчитывали относительный объем жировой капли.

Данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики [14], а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

В ходе исследований выявлена значительная вариабельность морфофизиологических показателей желтковых ооцитов в яичниках IV стадии зрелости всех 3 видов кефалей. Так, в период

нерестовых миграций этих рыб через Керченский пролив диаметры ооцитов колеблются в следующих пределах: у лобана от 450 до 537 мкм (среднее  $498 \pm 2,9$ ), у сингиля от 485,5 до 579 мкм (среднее  $517,8 \pm 3,58$ ), у пиленгаса от 496,5 до 656,4 мкм (среднее  $608,43 \pm 5,21$ ). В этот период ооциты непрозрачны, содержание в них влаги составляет около 50 %.

В то же время, средние показатели сырой и сухой массы ооцитов лобана –  $54,1 \pm 2,8$  и  $28,3 \pm 1,4$  – существенно меньше, чем у сингиля и пиленгаса:  $71,6 \pm 3,2$  и  $35,5 \pm 1,9$  и  $108,0 \pm 8,5$  и  $57,0 \pm 2,4$ , соответственно. Вероятно, это связано не только с видовыми особенностями, но и с тем, что в период нерестового хода через Керченский пролив производители лобана характеризуются меньшей подготовленностью к нересту, и дозревание их половых клеток происходит в Черном море. Это подтверждается отсутствием в косяках «текучих» самок лобана, тогда как в косяках сингиля и пиленгаса такие рыбы встречаются.

На последних этапах процесса созревания ооцитов кефалей происходит их интенсивная гидратация, за счет чего существенно увеличивается сырая масса. Содержание влаги в зрелом яйце достигает 76,1 - 87,6 % (таблица). Сухая масса зрелых яиц (пересчитанная на одну икринку), представляющая собой запас пластических и трофических веществ, необходимых для развития будущего потомства, также варьирует в значительных пределах. Обращает на себя внимание то, что у аборигенных видов кефалей она почти в два раза ниже, чем у акклиматизанта пиленгаса (таблица). Однако относительное содержание липидов и их отношение к содержанию сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце несколько выше, причем, у лобана оно выше, чем у сингиля. По-видимому, меньшее количество трофических веществ в яйцах лобана компенсируется увеличением жирности.

Зрелые яйца исследуемых видов кефалей прозрачны и имеют, как правило, одну крупную жировую каплю диаметром от 230 - 310 мкм у лобана до 370 - 500 мкм у пиленгаса. В период эмбриогенеза она выполняет в основном гидростатическую функцию. Диаметры яиц также варьируют в значительных пределах: 663,1 - 713,0 мкм у лобана, 714,4 - 883,6 мкм у сингиля и 763,8 - 926,6 мкм у пиленгаса.

Как видно из таблицы, содержание липидов в икре кефалей составляет более 50 % сухой массы икринки. Совершенно очевидно, что у них, как и у многих пелагофильных костистых рыб, липиды и влага являются основными компонентами, которые обеспечивают плавучесть икры, поскольку их плотность меньше плотности морской воды [5, 15].

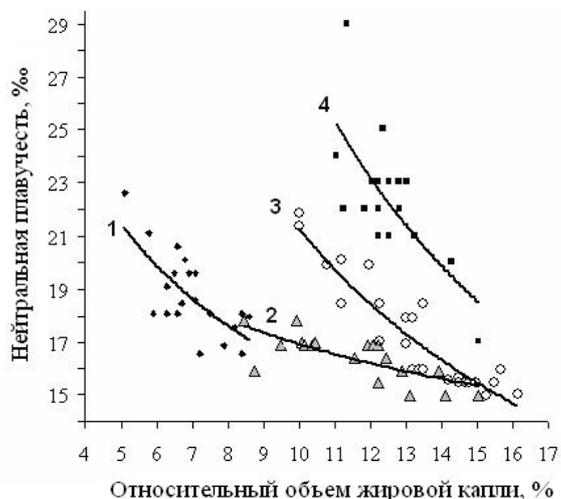
В наших экспериментах у лобана положительная плавучесть икры отмечалась при солёности воды 15 - 18 ‰, сингиля – при 16 - 22 ‰, пиленгаса – при солёности воды 20 - 25 ‰ у рыб из маточных стад и 14 - 20 ‰ – у рыб из естественных популяций.

#### Характеристика овулировавших яиц кефалей

Вид кефали	n	Диаметр, мкм	Содержание влаги, %	Сырая масса, мкг	Сухая масса, мкг	Содержание в сухом веществе яйца липидов, %	Отношение липиды/сухое обезжиренное вещество
Лобан	50	$\frac{679,4 \pm 3,8}{633,1 - 713,0}$	$\frac{82,2 \pm 0,3}{79,9 - 84,6}$	$\frac{172,0 \pm 5,3}{145,4 - 202,0}$	$\frac{31,5 \pm 0,9}{27,4 - 34,7}$	$\frac{58,8 \pm 3,1}{51,5 - 65,3}$	$\frac{1,40 \pm 0,02}{1,1 - 1,8}$
Сингиль	30	$\frac{764,0 \pm 3,4}{714,4 - 883,6}$	$\frac{86,0 \pm 0,3}{82,0 - 87,6}$	$\frac{246,7 \pm 6,2}{217,3 - 303,8}$	$\frac{34,3 \pm 1,2}{30,9 - 42,8}$	$\frac{58,2 \pm 3,7}{54,2 - 62,9}$	$\frac{1,35 \pm 0,02}{1,0 - 1,7}$
Пиленгас: маточные стада	22	$\frac{818,7 \pm 4,6}{781,4 - 847,3}$	$\frac{80,0 \pm 0,4}{76,1 - 81,9}$	$\frac{325,1 \pm 9,9}{245,1 - 379,2}$	$\frac{67,0 \pm 1,2}{61,8 - 73,9}$	$\frac{55,7 \pm 4,2}{51,0 - 61,5}$	$\frac{1,34 \pm 0,02}{1,0 - 1,6}$
естественные популяции	43	$\frac{823,4 \pm 6,3}{763,8 - 926,6}$	$\frac{79,8 \pm 0,4}{76,1 - 82,3}$	$\frac{331,8 \pm 7,6}{255,0 - 392,8}$	$\frac{66,3 \pm 1,8}{53,7 - 80,0}$	$\frac{55,9 \pm 3,6}{52,6 - 59,6}$	$\frac{1,34 \pm 0,02}{1,1 - 1,5}$

Примечание: над чертой – средние значения ( $M \pm m$ ), под чертой – пределы их колебаний.

В ходе анализа полученных данных выявлена тесная корреляционная связь между плавучестью икры пиленгаса и размерами его зрелых яиц ( $r = 0,66$ ), содержанием влаги ( $r = 0,75$ ), и количеством в икринке липидов ( $r = -0,63$ ). Близкие по значению коэффициенты корреляции между этими показателями получены нами и для партий икры лобана и сингиля [9]. У всех трех видов кефалей четко прослеживается зависимость плавучести икры от величины относительного объема жировой капли (рисунок).



**Зависимость плавучести икры кефалей от относительного объема жировой капли: 1 – сингиля; 2 – лобана; 3 – пиленгаса естественных популяций; 4 – пиленгаса, выращенного в искусственных условиях**

значительном различии коэффициентов пропорциональности и степенных коэффициентов в уравнениях, описывающих эту зависимость для икры рыб из разных групп. Это, вероятно, обусловлено особенностями состава яиц разных видов кефалей, что определяет их плотность и разную плавучесть даже при близких значениях относительного объема жировой капли. Меньшая вариабельность относительного объема жировой капли икры пиленгаса из маточных стад, несомненно, связана с более однородными условиями его содержания в искусственных условиях. Различия же в плавучести икры рыб маточных стад и естественных популяций могут быть обусловлены как особенностями условий обитания, так и химическим составом пищи [2, 3].

Более ранними исследованиями показано, что икра кефалей оплодотворяется в широком диапазоне солёности: в 15 - 35 ‰ – лобана, в 10 - 40 ‰ – сингиля [4], в еще более широком диапазоне солёности: от 3 - 5 до 45 ‰ способна оплодотворяться икра пиленгаса [2]. В пресной воде оплодотворение не наблюдается, поскольку сперматозоиды теряют подвижность, хотя набухание икры и кортикальная реакция происходят.

Не смотря на способность икры кефалей оплодотворяться в широком диапазоне солёности воды, нормальное развитие эмбрионов и ранних личинок кефалей происходит лишь в морской воде, плотность которой близка той, в которой отмечается нейтральная плавучесть оплодотворенной икры. У пиленгаса маточных стад вылупление личинок отмечалось в морской воде солёностью 20 - 35 ‰, оптимум наблюдался при 23 - 30 ‰ [2]. Нейтральная плавучесть икры интродукта из азовской популяции отмечается в диапазоне от 14 до 22 ‰, преимущественно в 17 - 18 ‰, а оптимум эмбрионального развития – в 17 - 20 ‰, тогда как в Амурском заливе Японского моря икра пиленгаса развивается при солёности 29 - 33 ‰ [12].

Полученные данные свидетельствует о высоких адаптационных возможностях пиленгаса, позволяющем виду осуществлять размножение в воде широкого диапазона солёности. За сравнительно короткий период времени (менее чем за 20 лет после вселения) в Азово-Черноморском бассейне появились самовоспроизводящиеся популяции пиленгаса. При этом в некоторых районах относительный объем жировой капли его икры может достигать более 20 %. Диаметр жировой капли в такой икре часто превышает 500 мкм.

Таким образом, икра исследуемых видов кефалей характеризуется значительной гетерогенностью по ряду морфофизиологических показателей: размерам исходных ооцитов, зрелых яиц, их

Как видно из рисунка, чем больше относительный объем жировой капли икры, тем выше нейтральная плавучесть, тем в воде меньшей солёности она способна удерживаться во взвешенном состоянии. Связь между плавучестью икры ( $S_N$ ) и относительным объемом жировой капли ( $V$ ) хорошо аппроксимируется уравнениями степенной функции:

$$S_N = a \cdot V^{-b},$$

где  $S_N$  – солёность воды, в которой отмечается нейтральная плавучесть икры,  $V$  – относительный объем жировой капли.

Для партий икры лобана и сингиля уравнения имеют следующий вид:

$$S_N = 30,10 \cdot V^{-0,247} \quad (r = -0,72) \text{ и}$$

$S_N = 41,09 \cdot V^{-0,412} \quad (r = -0,71)$ . Для икры пиленгаса, полученной от рыб из естественных популяций, значения коэффициентов  $a$  и  $b$  уравнения этой зависимости, соответственно равны 132,81 и -0,793 ( $r = -0,91$ ), а для икры пиленгаса из маточных стад: 278,17 и -1,001 ( $r = -0,73$ ).

Приведенные данные свидетельствуют о

массе, содержанию сухого обезжиренного вещества, липидов, а также плавучести. Нормальное развитие икры кефалей происходит только в воде определенной минерализации, плотность которой близка плотности оплодотворенной и набухшей икринки.

Следовательно, при проведении работ по искусственному воспроизводству кефалей наиболее важным является обеспечение благоприятных условий инкубации икры и развития ранних личинок, прежде всего по солености морской воды.

#### Литература

1. Куликова Н.И., Шекк П.В. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. – Керчь: ЮгНИРО, 1996. – 27 с.
2. Булли Л.И. Некоторые особенности раннего онтогенеза пиленгаса из маточных стад и естественных популяций // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1994. – Т. 40. – С. 111 - 114.
3. Булли Л.И. Эколого-биохимические особенности икры пиленгаса из разных мест обитания // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1995. – Т. 41. – С. 149 - 153.
4. Демьянова Н.И. Морфо-экологические особенности раннего онтогенеза черноморской кефали сингиля *Liza aurata* (Risso) при выращивании в замкнутых системах водоснабжения : автореф. дисс. ... канд. биол. наук : спец. 03.00.10: Ихтиология. – М., 1989. – 24 с.
5. Зотин А.И. Физиология водного обмена у зародышей рыб и круглоротых. – М.: АН СССР, 1961. – 319 с.
6. Инструкция по разведению кефали лобана / Т.М. Аронович, О.Н. Маслова, Н.И. Куликова и др. – М.: ВНИРО, 1986. – 54 с.
7. Инструкция по разведению кефали сингиля / Н.И. Куликова, Н.И. Демьянова, С.М. Хомутов и др. – М.: ВНИРО, 1990. – 69 с.
8. Инструкция по разведению дальневосточной кефали пиленгаса / Л.И. Семенов, А.Ф. Булли, Т.Г. Шаповалова, Е.Ю. Сайфулина. – Ростов н/Д: АзНИИРХ, 1990. – 77 с.
9. 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.
10. Лапин В.И., Чернова Е.Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10, вып. 4. – С. 753 - 756.
11. Методические указания по разведению кефали-пиленгаса *Mugil soiyu* (Basilewsky) в водоемах юга Украины / П.В. Шекк, Н.И. Куликова, В.Н. Федюлина и др. – К.: Укррыбхоз, 1993. – 19 с.
12. Мизюркина А.В. Нерест пиленгаса в Амурском заливе // Рыбное хозяйство. – 1984. – № 5. – С. 31.
13. Патент 28426 Украина, МПК6 АО1К. 61/00. Спосіб заводського розведення кефалі піленгасу / Н.Й. Кулікова, П.В. Шекк, В.М. Туркулова, Л.І. Буллі : заявитель и патентообладатель ЮгНИРО – № 97020525; заявл. 07.02.1997; опубл. 16.10.00. Бюл. № 5. – 2000.
14. Плохинский Н.А. Биометрия. – Новосибирск: Сибирское отделение АН СССР, 1961. – 364 с.
15. Craik J.C.A., Harvey S.M. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts // J. mar. biol. Assoc. U.K. – 1987. – V. 67, No 1. – Pp. 169 - 182.