

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СОЗРЕВАНИЯ САМОК АЗОВО-  
ЧЕРНОМОРСКИХ КЕФАЛЕЙ: ЛОБАНА, СИНГИЛЯ И ПИЛЕНГАСА  
НА РЫБОВОДНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИКРЫ**

**Л. И. Булли**  
ЮгНИРО

Для работ по искусственному воспроизводству азово-черноморских кефалей: лобана, сингиля и пиленгаса на НИБ ЮгНИРО «Заветное» производителей отлавливают в Керченском проливе в период их нерестовых миграций из Азовского моря в Черное. Гидрологический и гидрохимический режимы пролива крайне неустойчивы, что отражается как на динамике, так и продолжительности хода рыб. С повышением температуры воды в Азовском море (весной и летом) ход пиленгаса и лобана в Керченском проливе интенсифицируется, в уловах возрастает число рыб с завершенной IV стадией зрелости. У сингиля, нерестящегося осенью, наоборот, интенсивность нерестового хода растет на фоне постепенного охлаждения Азовского моря с 24 до 19 °С и обычно достигает максимума в конце августа-начале сентября. В этот период результаты индуцированного созревания кефалей очень сильно зависят от направления течений, так как в бассейны, где содержатся созревающие рыбы, вода подается из Керченского пролива. Во время азовского течения в летний период условия содержания рыб на НИБ ЮгНИРО «Заветное» часто становятся близкими к таковым на местах нагула, температура воды достигает 25-26 °С. Во время же сгонных явлений в Черном море при мощном черноморском течении температура может снижаться до 9-13 °С.

В данной работе мы обобщаем многолетние экспериментальные данные (1985-2007 гг.) по исследованию влияния абиотических условий при индуцированном созревании производителей кефалей на состояние их половых желез и качество зрелой икры.

Исследование этого вопроса является одной из важных задач при искусственном воспроизводстве ценных видов рыб, поскольку совершенствование технологии преднерестового содержания производителей в контролируемых условиях гарантирует стабильное получение качественных икры и личинок.

Работы выполнялись на НИБ ЮгНИРО «Заветное», где использовали «диких» рыб, отлавливаемых в Керченском проливе, а также на экспериментальной базе ХТМО (Будакская коса, Одесская область, 1989-1990 гг.) на производителях пиленгаса маточных стад. Для экспериментов отбирались рыбы с ооцитами, достигшими IV стадии зрелости.

Производителей содержали в бетонированных или пластиковых бассейнах объемом 2,5-3 м<sup>3</sup> при плотности 3-5 экз./м<sup>3</sup> в замкнутых системах и в условиях постоянной проточности при аэрации воды сжатым воздухом.

Были проведены серии экспериментов, в которых производителей кефалей инъецировали гомогенатом ацетонированных гипофизов своего вида и содержали при различных комбинациях солености и температуры воды, соответствовавших наблюдаемым во время нерестового хода: при азовском (12-14 ‰, 24-25 °С), черноморском (18-19 ‰, 17-22 °С) течениях, а также при

плавном снижении температуры воды и повышении солености. Созревания самок в искусственных условиях добывались с помощью инъекирования гормональными препаратами по методам, разработанным в ЮгНИРО [4, 6, 7, 9, 2]. Инъекирование самок лобана проводила Л. Г. Гнатченко, используя свежие и ацетонированные гипофизы своего вида. Икра сингиля и пиленгаса была получена нами совместно с Н. И. Куликовой, с 1993 г. икру пиленгаса получали совместно с А. Ф. Булли.

Результаты гормональной обработки оценивали по состоянию ооцитов в щуповых пробах после действия первой и последующих доз гормонального препарата [1].

Икру оплодотворяли «полусухим» способом и инкубировали в лотках и пластиковых бассейнах объемом от 50 до 400 л при плотности закладки 1 тыс. шт./л при температуре 16-23 °С.

На свежем материале измеряли диаметр овулировавшей икры и жировой капли ( $n = 25-50$  для каждой самки), подсчитывали количество икринок в навеске, взвешенной на аналитических весах, и определяли среднюю массу одной икринки. Содержание влаги в икринках определяли высушиванием навески 0,5-1,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы. По массе высушенной навески определяли среднюю сухую массу икринки.

Для определения биохимического состава икру фиксировали в смеси Фолча. Содержание общих липидов, обезжиренного сухого вещества и влаги определяли методом Фолча в модификации Лапина и Черновой [8].

Икра каждой самки осеменялась спермой 3-4 самцов и инкубировалась в отдельных емкостях в соответствии с методиками [7, 2].

В табл. 1 приведены результаты экспериментов по созреванию самок лобана в разных условиях при одинаковой схеме введения гипофизарных гормонов. Как видно из таблицы, во все варианты опыта были отобраны самки с ооцитами, близкими по исходному состоянию, т. е. достигшими дефинитивных размеров. Однако результаты различались как по числу самок, отреагировавших созреванием на гормональные инъекции, так и по качеству икры.

В условиях, близких к условиям нагула в Азовском море, при солености 13-14,5 ‰ и повышающейся температуре воды с 23 до 25,5 °С, созревание лобана заканчивается овуляцией икры лишь у части рыб – 5-10 %. Процент ее оплодотворения, как правило, низкий – 27-29 %.

Как показано нами ранее [5], содержание рыб в этих условиях более 3 суток приводит к утрате их способности реагировать на введение гипофизарных гормонов, быстрому ухудшению самочувствия производителей: потере чешуи, появлению на этих участках тела кровоподтеков и дегенеративным изменениям в ооцитах.

В то же время, в условиях постепенно повышающейся солености и понижающейся температуры, практически у всех рыб наблюдалась овуляция зрелой икры (табл. 1). При этом отмечалась тенденция повышения сухой массы овулировавшей икры по мере снижения температуры воды во время созревания производителей. Этот показатель, по-видимому, является одной из важнейших рыбоводных характеристик качества икры. Ранее нами [3] было показано, что величина сухой массы овулировавшей икры кефалей, представляющей собой в основном трофические компоненты (белок и липиды), за счет которых развиваются буду-

**Таблица 1. Характеристика икры лобана, созревшего в разных условиях**

Исходный диаметр ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса яйца, мкг		Влага, %	% оплодотворения	Время в опыте, час	Число созревших рыб, % (n)
		сырая	сухая				
Условия нагула (азовское течение): 23-25,5 °С и 13-14,5 ‰							
494,15 ±8,49	678,0 ±8,77	163,17 ±4,57	29,54 ±0,92	81,87 ±0,44	27-29	38-61	7
Постоянные условия: 20,5-21 °С и 20 ‰							
502,3 7,74	674,0 ±3,62	162,27 ±5,47	29,19 ±1,13	81,99 ±0,50	53-95	43-57	91
Постоянные условия: 22-23 °С и 15,8 ‰							
498 ±1,93	688,05 ±8,44	180,08 ±5,78	31,19 ±0,95	81,99 ±0,25	42-95	42-65	70
Снижение температуры и повышение солености: с 25,5 до 22,5 °С и с 16,5 до 18 ‰							
488,7 ±,73	661,87 ±8,2	154,67 ±2,53	28,67 ±1,76	82,56 ±0,27	10-86	42-62	100
Снижение температуры: с 18 до 16-15 °С при 17-18 ‰							
496,16 ±8,95	686,25 ±11,44	173,4 ±2,19	33,0 ±1,32	80,86 ±0,77	48-71	39-71	100

щие эмбрион и личинка, положительно коррелирует с размером желточного мешка личинок и их выживаемостью до 15-суточного возраста.

Очевидно, сроки миграций, их продолжительность, а также структура популяций и вариабельность физиологического состояния производителей кефалей в период нерестовых миграций связаны, прежде всего, с особенностями преднерестового развития гонад, биологии видов и степени совершенства у них механизма адаптации к созреванию и размножению (воспроизводству) в водах низкой солености.

Так, период нереста у сингиля, в отличие от такового у лобана, очень короткий. Кроме того, нерест сингиля происходит осенью и осложняется частыми сменами погодных условий: штормами, изменением направления течений, нередко резким снижением температуры воды.

Нерестовые миграции из Азовского моря в Черное у сингиля начинаются обычно в середине августа и продолжаются около месяца. В начале хода у большинства самок гонады находятся на III стадии зрелости, ГСИ варьирует от 4 до 17,9 %, средний диаметр ооцитов – от 125 до 450 мкм. Среди мигрирующих рыб в этот период преобладают самцы в соотношении 4:1 и 8:1. Самки с гонадами IV стадии зрелости (размер клеток – 470-540 мкм) составляют не более 10 %.

В пик хода соотношение полов становится равным 1:1, а в конце миграции косяки состоят преимущественно из самок (3:1, 10:1). В разгар хода – в конце августа-первой декаде сентября и в его конце ооциты самок, как правило, находятся на незавершенной и завершенной IV стадии зрелости, ГСИ достигает 26,3 %. В этот момент иногда встречаются зрелые самки, у которых ГСИ составляет 60-70 %.

Таким образом, в конце августа-первой половине сентября через Керченский пролив мигрируют физиологически наиболее подготовленные к нересту производители сингиля. Однако даже в этот период лишь 30-50 % самок имеют ооциты, достигшие дефинитивных размеров (> 500 мкм).

По нашим наблюдениям, период нерестового хода кефалей, когда в Керченском проливе происходит постепенное понижение температуры воды и повышение ее солености, наиболее благоприятен для созревания производителей. При

проведении рыбоводных работ в сериях опытов, в которых комбинации солёности и температуры воды соответствовали наблюдаемым во время выхода этих рыб из теплых вод Азовского моря в более холодные воды Черного моря, нарушений созревания производителей не наблюдалось (табл. 2). В то же время, созревание рыб в 2007 г., при аномально высокой температуре воды 24-26 °С, проходило с нарушением и заканчивалось либо тотальной резорбцией, либо гибелью рыб. Лишь после снижения температуры воды в бассейнах замкнутой системы с 24 до 18 °С (в течение 5 суток) чувствительность к гормональным препаратам у самок повысилась, была получена зрелая икра (см. табл. 2).

Как видно из табл. 2, созревание самок сингиля при температуре 21-22,5 °С происходит за более короткий промежуток времени, чем при снижающейся температуре. Однако в последнем случае качество икры выше: по мере снижения температуры и повышения солёности во время созревания производителей отмечается тенденция повышения величины основных рыбоводных показателей зрелых ооцитов. Средние показатели сухой массы икры в крайних вариантах различаются достоверно ( $P < 0,95$ ).

Сходная тенденция наблюдается также при сравнении показателей сухой массы икры «дикого» пиленгаса, созревавшего в разных условиях (табл. 3). В икре рыб маточных стад таких различий не обнаружено. Вероятно, это свидетельствует о том, что параметры среды, в которых проводились эксперименты по получению зрелой икры от рыб, выращенных в искусственных условиях, варьировали в пределах, близких к оптимальным для вида.

При температуре воды выше 24 °С у пиленгаса, как и у других кефалей, отмечаются нарушения в созревании ооцитов, появляются дегенеративные изменения. Содержание рыб в таких условиях уже через двое суток приводило к утрате их способности реагировать на введение гормональных препаратов, быстрому ухудшению самочувствия и тотальной резорбции половых клеток. По-видимому, введение гормональных препаратов при высокой температуре и низкой солёности воды прерывает процесс нормального завершения вителлогенеза, что в итоге ведет к снижению сухой массы зрелого яйца.

Высокая температура блокирует не только созревание, но и процесс овуляции у кефалей. Оболочки неовулировавшей и невыметанной икры могут уплотняться, «спрессовываться» в твердые образования. Подобная картина отмечается и у самок черноморских кефалей (лобана и сингиля). Эти образования могут иметь значительные размеры, сохраняться в течение ряда лет и отражаться на степени развития гонад в последующие нерестовые сезоны.

В то же время, в условиях повышающейся солёности (с 13-14 до 18-19 ‰) и плавно понижающейся температуры (с 22-20 до 18-16 °С) практически у всех рыб наблюдалась овуляция зрелой икры. Американские исследователи [10] также отмечали, что для осуществления нормального нереста кефалям необходимы более низкие температуры по сравнению с теми, при которых идет активный трофоплазматический рост.

Резкое снижение температуры воды приводит к резорбции ооцитов.

Таким образом, результаты наших экспериментов показывают, что нормальное завершение созревания ооцитов кефалей всех трех исследуемых видов происходит в температурном диапазоне – от 16 до 23 °С. При постепенном снижении температуры и повышении солёности отмечается тенденция увеличения ряда

Таблица 2. Характеристика икры сингля, созревшего в разных условиях

Температура, °С	Соленость, ‰	Диаметр ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Время в опыте, час	Масса яйца, мкг		Содержание влаги, %	Содержание сыром вещество яйца, мкг		Развитие, %	Количество рыб, шт.
					сырая	сухая		липидов	«белка»		
Интактные рыбы:											
20-22,5	18	611,5 «ГОМ»	814,68 ±18,42	0-16	269,44 ±10,33	42,34* ±2,71	83,91 ±0,87	22,64 ±1,50	10,23 ±1,05	23-97	6
	14	«ГОМ»	800 ±10,5	1-2	283,4 ±18,4	35,69 ±0,96	87,36 ±0,26	-	-	96-93	2
Гормональное инъецирование											
17-18	17,2	585,51 «2-4ЖК»	871	21	339,2	43,04*	87,49	-	-	21	1
Снижение:											
с 21 до 17	17,2	579,0- 544,5	850,5	41-61	290,3 ±3,7	40,94 ±3,26	85,73 ±1,12	-	-	30-87	2
с 20-21 до 19,5	14	513,21 ±7,23	776,42 ±11,77	47-65	248,5 ±9,74	36,32 ±2,13	85,23 ±1,70	16,94 ±1,31	14,10 ±0,87	46-93	7
с 24 до 18 (за 5 суток)	18	506,1 ±5,95	713,25 ±10,56	70-73	231,53 ±0,88	36,75 ±0,91	84,80 73	-	-	48-10	3
Постоянные условия:											
20-21	18	515,61 ±2,16	773,79 ±8,94	32-56	261,54 ±8,82	35,96 ±0,81	86,23 ±0,38	16,89 ±0,68	14,21 ±0,64	30-86	10
21-22,5	16,5-18	521,92 ±6,53	758,23 ±10,18	31-60	247,22 ±13,92	31,84* ±1,17	86,26 ±0,35	16,60 ±0,88	15,55 ±5,18	8-90	10

\* данные достоверно (P<0,99) различаются. «ГОМ» – в клетках наблюдается гомогенизация желтка, «2-4 ЖК» – в клетках наблюдается слияние жировых капель до 2-4.

**Таблица 3. Характеристика икры пиленгаса, полученной в условиях искусственного воспроизводства**

Температура, °С	Соленость, ‰	Диаметр исходного ооцита, мкм	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса, мкг		Влага, %	Оплодотворение, %	Число рыб, шт.
				сырая	сухая			
Естественные популяции								
16,5-18	17-18	607,6 ±6,58	815,3 ±6,35	321,96 ±7,49	65,66 ±1,77	79,30 ±0,51	44 (0-86)	20
23-24	11-13	623,6 ±15,45	861,12 ±18,97	333,9 ±25,35	62,71 ±4,71	81,25 ±3,15	24 (0-66)	3
Интактные самки								
19-20	16-18	-	823,0 ±14,42	349,37 ±13,52	74,34 ±3,63	78,75 ±0,53	60 (0-92)	10
23-25	13	-	781,8 ±17,5	275,06 ±22,9	56,23 ±3,80	80,14 ±2,34	5 (0-10)	3
Маточные стада								
16-19	20-23	621,0 ±17,9	826,04 ±6,15	343,06 ±3,38	66,43 ±1,68	79,68 ±0,53	86 (61-94)	8
20-22	17	625,16 ±15,07	817,71 ±7,03	338,43 ±10,12	68,78 ±1,77	80,61 ±0,59	68 (35-84)	10

важнейших рыбоводных характеристик овулировавшей икры: размеров, сырой и сухой массы, количества сухого обезжиренного вещества, а также ее оплодотворяемости. Созревание кефалей при 25-26°С в большинстве случаев сопровождается различными нарушениями, часто появляются признаки резорбции желтковых ооцитов. У рыб снижается чувствительность к гормональным препаратам, отмечаются покраснение плавников, потеря чешуи, а нередко и гибель. Содержание рыб во время экспериментов в замкнутых рециркуляционных системах, в которых температурные и соленостные параметры среды соответствуют оптимальным (17-22 °С и 17-20 ‰ – предпочтительно плавное снижение первых и повышение вторых в пределах указанных значений), значительно повышает эффективность рыбоводных работ, позволяет избегать негативных влияний внешней среды.

Следовательно, для нормального завершения вителлогенеза в яйцеклетках азово-черноморских кефалей, обеспечивающего повышение уровня чувствительности к гормональным препаратам и качества половых продуктов, необходимы регулируемые условия, которые могут быть созданы только в замкнутых системах и термостатированных помещениях.

### *Литература*

1. Апекин В. С., Вальтер Г. А., Гнатченко Л. Г. Изменение ооцитов при созревании и получении зрелой икры с помощью гомопластических инъекций у лобана (*Mugil cephalus* L.) // Труды ВНИРО. – М., 1976. – Т. 115. – С. 13-23.
2. Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. / Составители: Куликова Н. И., Шекк П. В. – Керчь: ЮгНИРО, 1996. – 27 с.

3. Булли Л. И. Связь общего биохимического состава икры пиленгаса с качеством получаемого потомства // Труды ЮгНИРО. – Керчь: ЮгНИРО, 1996. – Том 42. – С. 221-224.
4. Вальтер Г. А. Особенности созревания самок сингиля (*Mugil auratus* Risso) в зависимости от размера их ооцитов, а также дозы введенного гипофиза сазана // Физиология морских рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – С. 70-77.
5. Гнатченко Л. Г., Федулина В. Н., Булли Л. И. Определение оптимальных условий преднерестового содержания черноморского лобана для перевода в нерестовое состояние // Тезисы докл.: VIII науч. конф. по экологической физиологии и биохимии рыб. Т. 1. – Петрозаводск, 1992. – С. 69-70.
6. Инструкция по разведению кефали лобана / Составители: Аронович Т. М., Маслова О. Н., Лапина Н. М., Куликова Н. И., Гнатченко Л. Г., Демьянова Н. И., Куприянов В. С., Шершов С. В. – М.: ВНИРО, 1986. – 54 с.
7. Инструкция по разведению кефали-сингиля / Составители: Куликова Н. И., Демьянова Н. И., Хомутов С. М., Гнатченко Л. Г., Федулина В. Н., Семик А. М., Куприянов В. С., Макухина Л. И., Писаревская И. И., Копейка Н. В., Фитингов Е. М. – М.: ВНИРО, 1990. – 69 с.
8. Лапин В. И., Чернова Е. Г. О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. – 1970. – Т. 10. – Вып. 4. – С. 753-756.
9. Методические указания по разведению кефали-пиленгаса *Mugil so-iuy* (Basilewsky) в водоемах юга Украины / Шекк П. В., Куликова Н. И., Федулина В. Н., Яровенко А. В., Макухина Л. И., Булли А. Ф., Воля Е. Г. – Киев: Укррыбхоз, 1993. – 19 с.
10. Kuo C.-M., Nash C. E., Shehadeh Z. H. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (*Mugil cephalus* L.) // Aquaculture. – 1974 b. – V. 3. – No 1. – P. 25-43.