

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН ЮНЦ РАН
ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ГУМАНИТАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЮНЦ РАН



**МАТЕРИАЛЫ НАУЧНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ,
ПРИУРОЧЕННЫХ К 15-ЛЕТИЮ
ЮЖНОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК:**

**МЕЖДУНАРОДНОГО НАУЧНОГО ФОРУМА
«ДОСТИЖЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУКИ
НА ЮГЕ РОССИИ»**

**МЕЖДУНАРОДНОЙ МОЛОДЕЖНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ОКЕАНОЛОГИЯ В XXI ВЕКЕ:
СОВРЕМЕННЫЕ ФАКТЫ, МОДЕЛИ, МЕТОДЫ И СРЕДСТВА»
ПАМЯТИ ЧЛЕНА-КОРРЕСПОНДЕНТА РАН Д.Г. МАТИШОВА**

**ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«АКВАКУЛЬТУРА:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЙСКИЕ РАЗРАБОТКИ»**

Г. РОСТОВ-НА-ДОНУ, 13–16 ДЕКАБРЯ 2017 Г.

Редколлегия:

академик Г.Г. Матишов (главный редактор), академик В.А. Бабешко, академик Ю.Ю. Балег, академик И.А. Каляев, академик В.И. Колесников, академик В.И. Лысак, академик В.И. Минкин, академик И.А. Новаков, академик Ю.С. Сидоренко, чл.-корр. РАН А.М. Никаноров, д.г.н. С.В. Бердников, д.ф.-м.н. В.В. Калинин, д.и.н. Е.Ф. Кринко, д.б.н. Е.Н. Пономарёва, к.б.н. Н.И. Булышева, к.г.н. Е.Э. Кириллова, к.б.н. В.В. Стахеев, Р.Г. Михалюк

М34 **Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук:** Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки» (г. Ростов-на-Дону, 13–16 декабря 2017 г.) / [гл. ред. акад. Г.Г. Матишов]. – Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2017. – 548 с. – ISBN 978-5-4358-0165-1.

УДК 001(063)

Издание включает материалы Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России», Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова, Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки», проходивших в период с 13 по 16 декабря 2017 г. и приуроченных к 15-летию Южного научного центра РАН.

Представлены результаты, полученные ведущими учеными научных организаций Юга России, молодыми учеными, студентами и аспирантами при выполнении фундаментальных и прикладных исследований в приоритетных областях науки с целью обеспечения комплексного решения технологических, инженерных, экологических, геополитических, экономических, социальных, гуманитарных проблем в интересах устойчивого развития южных регионов Российской Федерации.

Материалы научных мероприятий рассчитаны на широкий круг читателей, представляют интерес для ученых, преподавателей, аспирантов, студентов высших учебных заведений и всех, кто интересуется достижениями современной науки.

Издание опубликовано при финансовой поддержке Федерального агентства научных организаций.

Отдельные результаты опубликованы в рамках популяризации результатов исследований по проекту «Разработка технических средств, биотехнологий выращивания нетрадиционных видов рыб и беспозвоночных для прогресса аквакультуры Южного и Северо-Западного федеральных округов России» ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 гг.» (соглашение № 14.607.21.0163, уникальный идентификатор RFMEF160716X0163).

При переборке мидийных коллекторов часто встречается молодь анадара и черноморского гребешка. Взрослая анадара может достигать длины до 85 мм, гребешок – до 55 мм. Если их помещать в устричные садки, то можно получить деликатесный морепродукт. В настоящее время ИМБИ РАН проводит исследования биологии этих видов.

Гидролого-гидрохимическая структура морских вод, особенно в местах культивирования моллюсков, оказывает влияние на видовой состав и количественные характеристики микроводорослей планктона и бентоса. В местах культивирования моллюсков накапливается большая биомасса органических веществ и метаболитов. Поэтому биомониторинг в районе марихозяйства, включая микроводоросли как показатели качества среды, является актуальной задачей. Так, в районе экспериментальной мидийно-устричной фермы выявлено 26 потенциально токсичных видов микроводорослей.

Некоторые виды беспозвоночных уже на личиночной стадии оказывают негативное влияние на культивируемых моллюсков. К ним отнесены виды, способные перфорировать створки моллюсков, – брюхоногий моллюск *Rapana venosa* и многощетинковый червь *Polydora websteri*. Личинки полихеты *Hydroides dianthus* и усоногого рака *Amphibalanus improvisus*, оседая на раковины моллюсков, строят известковые домики, которые ухудшают товарный вид мидий и устриц. При организации мидийно-устричных ферм необходимо учитывать численность личинок объектов культивирования и сопутствующих видов, которые могут способствовать формированию сообщества на коллекторах либо неблагоприятно влиять на качество и количество ожидаемой продукции.

Для дальнейшего развития марикультуры на Чёрном море необходимо создать научно-образовательный Центр морских биотехнологий на базе научных подразделений ФГБУН ИМБИ РАН, базовой кафедры гидробиологии и аквакультуры совместно с Крымским федеральным университетом и экспериментальный биотехнический комплекс в форме малого инновационного предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов В.Н., Холодов В.И., Сеничева М.И., Пиркова А.В., Булатов К.В. Биология культивируемых мидий. Киев: Наукова думка, 1989. 100 с.

Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Чёрном море. 2-е изд., доп. Воронеж: Издат-Принт, 2017. 508 с.

ЗАВИСИМОСТЬ ДИФФЕРЕНЦИРОВКИ ПОЛА У ГИБРИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ИНКУБАЦИИ ИКРЫ

О.П. Филиппова, С.Е. Зуевский, А.С. Сафронов, М.А. Ёжкин

Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии, г. Москва
maricul@vniro.ru

Осетровые относятся к рыбам, у которых в норме соотношение самок и самцов очень близко, прямая идентификация половых хромосом невозможна и неизвестен механизм закладки пола. Неизвестно, какие из многочисленных хромосом являются половыми. Также неясно, какой из полов гетерогаметный – самки или самцы [Васильев, 1985].

Из-за отсутствия полового диморфизма определение пола осетровых требует использования гематологических, сонографических, гистологических и других дорогостоящих методов. Существующие методы регуляции пола (индуцированный гиногенез, диспермный андрогенез, инактивация ядерных аппаратов яйцеклеток и спермиев, технология получения клональных однополо-женских линий рыб, гормональная инверсия пола, сочетание гормональной инверсии пола и индуцированного гиногенеза) дорогостоящи, растянуты во времени и неоднозначны по влиянию на питательную ценность и безопасность рыбы в связи с использованием гормональных

препаратов [Персов, 1975; Ахундов, Федоров, 1994; Бурлаков, 2002; Грунина, Рекубратский, 2006; Гусейнова, 2010, 2012; Yamamoto, 1969; Mims et al., 1997; Eenennaam et al., 1999; Querat et al., 2000; Piferrer, 2001; Delvin, Nagahama, 2002]. Поэтому в случае положительного эффекта метод температурного воздействия на закладку пола в период эмбриогенеза будет наименее затратным и экологичным способом половой регуляции у осетровых рыб.

Целью работы было определить состояние воспроизводительной системы у молоди осетровых рыб на примере бестера, подвергнутой термической коррекции в эмбриогенезе, в конце первого года выращивания в бассейнах с УЗВ.

Методика. Материалы подготовлены на основании экспериментальных работ по выращиванию личинок и молоди аксайской (СБС) (*Acipenser ruthenus* (L.) × (*Huso huso* (L.) × *Acipenser ruthenus*)) и бурцевской (БС) *Huso huso* × *Acipenser ruthenus* пород бестера в бассейнах УЗВ экспериментального аквариального рыбоводного комплекса ФГБНУ «ВНИРО» в течение 2015–2017 гг. Работы проводились в 3 тура. В конце эксперимента при вскрытии проводили полный биологический анализ и визуально определяли пол рыбы. При невозможности определения пола визуально осуществляли гистологический анализ этих рыб по стандартным методикам [Микодина и др., 2009].

В каждом туре рыбоводная икра была получена от пяти самок бестера прижизненным методом [Подушка, 1986], смешана и разделена на равные части по числу вариантов эксперимента. Каждая часть оплодотворена смесью спермы пяти самцов той же породы при разных температурах и помещена в изолированные инкубационные аппараты «Осетр» при соответствующей температуре воды. Вылупившиеся из икры предличинки были посчитаны и переведены для дальнейшего выращивания в круглые бассейны с конусным дном объемом 400 л, а затем, по мере роста, – в круглые бассейны с плоским дном объемом 0,5 м³ и далее – объемом 3 м³. Перевод личинок на активное питание осуществляли с помощью науплиев артемии и сухих гранулированных кормов “Le Gouessant” и “Correns”. Плотность не превышала допустимых значений. Молодь массой 1 г рассаживали по мере достижения плотности 2 кг/м³. Температура выращивания до 1 г была стабильной (18 °С), в дальнейшем ее постепенно повышали до 22–23 °С.

Биологический анализ проводили у СБС в возрасте 10 месяцев, а у БС – 17 месяцев. В качестве критериев рыбоводной оценки выращиваемых рыб использовали выживаемость и темп роста. Массу предличинок определяли в первые сутки жизни, перед началом активного питания (на 7-е сутки), массу личинок – каждые 5 дней, молоди – каждые 10 дней. Измерение молоди проводили по общепринятой методике [Правдин, 1966]. Размер выборки составлял не менее 40 экз. для каждого варианта. Статистическая обработка материалов выполнена с использованием прикладной программы Microsoft Excel.

Результаты. В первом туре инкубация икры проведена при четырех различных температурах воды – 4 варианта, два из которых (8 °С и 18 °С) близки к критическим, а два других (12 °С и 16 °С) находились в пределах температурного оптимума инкубации икры бестера. Оплодотворяемость икры во всех вариантах была близкой и составляла 90–94 %.

Продолжительность инкубации при 8 °С оказалась наибольшей и составила от 17,5 до 19 сут.; при 12 °С – 8–9,5 сут.; при 16 °С – 5,5–7,0 сут.; при 18 °С – 4,0–5,5 сут.

Аномалии. Важным рыбоводно-биологическим показателем является доля нормально развивающейся икры (количество эмбрионов без аномалий развития). Отличительной особенностью варианта инкубации икры при 18 °С от остальных вариантов является элиминация большого количества оплодотворенных икринок (25 %); при 20 °С гибель составляла 75 % еще на ранних стадиях развития. Наибольшая доля тяжелых нарушений, связанных с водянкой околосердечной сумки и неполным отделением головного отдела, наблюдалась при температуре 8 °С [Гинзбург, Детлаф, 1969].

Самый высокий процент уродливых зародышей наблюдался на 35-й стадии при 8 °С и на 17-й стадии при 18 °С. Также при низких температурах воды (8 и 12 °С) наблюдалась самая высокая доля достигших последней стадии невылупившихся зародышей (до 20 %). Наименьшая доля эмбрионов с аномалиями в развитии была отмечена в варианте инкубации при температуре 16 °С. Таким образом, отмечено влияние температуры инкубации не только на скорость эмбрионального развития осетровых, но и на возникновение отдельных эмбриональных аномалий.

Темп роста. Личинки, икра которых инкубировалась при температурах 12–16–18 °С, в возрасте 45 суток после вылупления имели среднюю массу 1 г, личинки из варианта 8 °С имели среднюю массу 0,7 г. Быстрее всех росли личинки из варианта с температурой 18 °С. Средняя температура воды в бассейнах в первом туре составляла 19 °С.

Во втором и третьем турах условия инкубации икры были сходными с условиями первого тура. Икра инкубировалась при трех вариантах температуры воды, два из которых (8 °С и 20 °С) близки к критическим, а при 13–14 °С находилась в пределах температурного оптимума инкубации икры бестера. Темп роста мальков во втором туре был выше, чем в первом.

Средней массы 1 г мальки достигли уже на 30–34-й день, а в возрасте 45 суток – 5–6,4 г, что было связано с более высокой средней температурой выращивания – 20,8 °С.

В третьем туре средней массы 1 г мальки достигли на 34–38-й день, а в возрасте 45 суток – только 2,1–4,2 г, что связано с более низкой средней температурой воды – 18,9 °С. Во всех турах скорость роста молоди, икра которой инкубировалась при 8 °С, была наименьшей.

Выживаемость. Во всех трех турах выживаемость гибридов бестера определялась в процентах – как количество выживших рыб к общему количеству вылупившихся личинок. Подчиняясь общей тенденции, к возрасту 60–80 дней, несмотря на разницу массы тела (5–30 г), происходит резкое снижение смертности рыб; выживаемость во всех турах была самой низкой у молоди, полученной из икры при 8 °С (14–32 %). При температуре 12 °С, являющейся оптимальной для развития всех органов личинок, наблюдалось несколько большее, по сравнению с другими вариантами, выживание их до массы 1 г. По показателю выживаемости оптимальной температурой инкубации была температура 16 °С.

Биологический и гистологический анализ. При анализе значения гонадосоматического индекса (ГСИ) самцы имели *бóльшие* значения сравнительно с одновозрастными самками, как у СБС, так и у БС, независимо от температуры инкубации икры (табл. 1).

Таблица 1

ГСИ МОЛОДИ ГИБРИДОВ СБС И БС РАЗНЫХ ВАРИАНТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА
В КОНЦЕ ПЕРВОГО ГОДА ВЫРАЩИВАНИЯ В БАССЕЙНАХ УЗВ В ТРЕТЬЕМ ТУРЕ

3-й тур Данные	СБС		БС	
	пол ♀	пол ♂	пол ♀	пол ♂
Инкубация икры при температуре 8 °С				
Не определённые по полу, шт./%	3	2,6%	5	22,7%
Кол-во определённых, шт.	50	61	6	11
ГСИ, %	1,47%	1,76%	0,45%	0,77%
Инкубация икры при температуре 14 °С				
Не определённые по полу, шт./%	1	2,4%	0	0
Кол-во определённых, шт.	19	21	0	0
ГСИ, %	1,55%	1,79%	0	0
Инкубация икры при температуре 20 °С				
Не определённые по полу, шт./%	3	3,2%	9	21,4%
Кол-во определённых, шт.	45	46	14	19
ГСИ, %	1,47%	1,89%	0,54%	0,87%

По результатам проведенного биологического анализа и на основании гистологических исследований гонад, взятых у молоди СБС и БС во втором и третьем туре, прослеживалась следующая закономерность в закладке пола: из икры, которая инкубировалась при температуре 8 °С (ниже оптимальной), сформировалось несколько больше самцов – 55 %; из икры, которая инкубировалась при температуре 13–14 °С, оптимальной для бестера, соотношение самцов и самок было приблизительно равным (количество самок изменялось от 47 % до 53 % в разных турах); а из икры, которая инкубировалась при температуре 20 °С, выше оптимальной, сформировалось больше самок – 53 % (максимально – 60,7 % у СБС во втором туре). Максимальное количество самок – 70,3 % – было получено в варианте с инкубацией икры при температуре воды 18 °С (табл. 2).

Наиболее изменчивым оказалось соотношение полов при 20 °С. Так, по данным второго тура, в возрасте 12–13 месяцев количество самок гибрида СБС превышало количество самцов (60,7 % и 39,3 % соответственно), а в среднем по двум турам составило только 52,6 %, т. е. близкое к нормальному.

При морфологическом исследовании генеративная часть половых желез во всех группах имела вид тонких тяжей белого, сероватого и розового цветов. Жир, покрывающий саму генеративную часть, имел разные оттенки цветов – белый прозрачный, белый молочный, серо-белый, серый, светло-желтый, светло-розовый, янтарно-желтый, желтый, бледно-желтый, темно-желтый, серо-желтый, бежевый и серо-зеленый. Цвет генеративной части у самцов, как и у самок, часто был розовый, а жир чаще был белый у самцов и желтый у самок. Соотношение жировой и генеративной частей варьировало от 2: 1 у самок до 7: 1 у самцов. При гистологическом исследовании до 80 % самок и самцов имели гонады на II стадии зрелости, до 10 % – на juvenile и на стадии I–II, у части рыб гонады не были дифференцированы.

Таблица 2
СООТНОШЕНИЕ САМОК И САМЦОВ У СБС И БС
В РАЗНЫХ ВАРИАНТАХ ЭКСПЕРИМЕНТА 1, 2 и 3-го ТУРОВ
ВЫРАЩИВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ
ИНКУБАЦИИ ИКРЫ

Данные 1, 2, и 3-й туры	пол ♀	пол ♂
Инкубация икры при температуре 8 °С		
Не определённые по полу, шт.	20	7,0%
Кол-во определённых, шт.	121	146
Сотношение самки/самцы, %	45,3%	54,7%
Инкубация икры при температуре 12 °С		
Не определённые по полу, шт.	0	0,0%
Кол-во определённых, шт.	15	19
Сотношение самки/самцы, %	44,1%	55,9%
Инкубация икры при температуре 13 °С		
Не определённые по полу, шт.	9	10,8%
Кол-во определённых, шт.	34	40
Сотношение самки/самцы, %	45,9%	54,1%
Инкубация икры при температуре 14 °С		
Не определённые по полу, шт.	1	2,4%
Кол-во определённых, шт.	19	21
Сотношение самки/самцы, %	47,5%	52,5%
Инкубация икры при температуре 18 °С		
Не определённые по полу, шт.	5	5,2%
Кол-во определённых, шт.	64	27
Сотношение самки/самцы, %	70,3%	29,7%
Инкубация икры при температуре 20 °С		
Не определённые по полу, шт.	16	7,8%
Кол-во определённых, шт.	100	90
Сотношение самки/самцы, %	52,6%	47,4%

Выводы. 1. Инкубация икры при 8 °С у бестера аксайской и бурцевской пород ведет к пониженному выживанию эмбрионов (48,3 %) по сравнению с оптимальными температурами (94,6 %) и преобладанию самцов.

2. Оптимально проводить инкубацию икры бестера в диапазоне температур 14–16 °С, что способствует наибольшему выживанию эмбрионов и наименьшему количеству уродств в эмбриогенезе, но при этом соотношение полов сохраняется 1: 1.

3. Температура инкубации 18–20 °С позволяет получить до 70,3 % самок при условии более высокой элиминации эмбрионов (до 50–75 %) в сравнении с оптимальными условиями инкубации икры.

4. Критическая температура инкубации 20 °С является благоприятной для рождения большего числа самок, но не может быть рекомендована для инкубации икры в связи с повышенной смертностью на личиночной стадии и нестабильностью результатов.

5. Температура воды в период инкубации не оказала существенного влияния на дальнейший темп роста молоди, данное воздействие нивелируется к возрасту 250–300 суток выращивания при соблюдении оптимальных плотностей посадки. Гораздо большее влияние на темп роста оказывает плотность посадки молоди при выращивании.

Полученные в результате проведенного исследования закономерности можно использовать в рыбоводной практике для получения осетровых рыб и их гибридов с заданным соотношением самцов и самок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахундов М.М., Федоров К.Е. Влияние экзогенного эстрадиола на формирование яичников у молоди стерляди *Acipenser ruthenus* // Вопросы ихтиологии. 1994. Т. 34. № 4. С. 557–563.
- Бурлаков А.Б. Гормональная регуляция репродуктивной функции у икромечущих рыб: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.00.10, 03.00.30. М.: МГУ, 2002. 56 с.
- Васильев В.П. Эволюционная кариология рыб. М.: Наука, 1985. 300 с.
- Гинзбург А.С., Детлаф Т.А. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц, оплодотворение и эмбриогенез. М.: Наука, 1969. 134 с.
- Грунина А.С., Рекубрятский А.В. Андрогенез у рыб, или Только из мужского семени // Природа. 2006. № 11. С. 25–31.
- Гусейнова Г.Г. Пластичность становления статуса половых стероидов в процессе дифференцировки пола у молоди севрюги (*Acipenser stellatus* P.) // Зоологические исследования в регионах России и на сопредельных территориях: Мат-лы Междунар. науч. конф. Саранск: Прогресс, 2010. С. 156–158.
- Гусейнова Г.Г. Гетерохрония развития половых желёз у осетровых рыб в условиях аквакультуры: автореф. дис. ... д.б.н.: 03.00.08, 03.00.13. Баку, 2012. 21 с.
- Микодина Е.В., Седова М.А. и др. Гистология для ихтиологов: Опыт и советы. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112 с.
- Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. Ленинград: Изд-во ЛГУ, 1975. 148 с.
- Подушка С.Б. Авторское свидетельство 1412035 СССР. Способ получения икры от самок осетровых рыб. 1986.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

Devlin R.H., Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences // *Aquaculture*. 2002. Vol. 208. P. 191–364.

Eenennaam van A.L., Eenennaam van J.P., et al. Evidence of female heterogametic genetic sex determination in white sturgeon // *J. Hered.* 1999. Vol. 90. P. 231–233.

Mims S.D., Shelton W.L., et al. Induced meiotic gynogenesis of paddlefish *Polyodon spathula* // *J. World Aquacult. Soc.* 1997. Vol. 28. No. 4. P. 334–343.

Piferrer F. Endocrine sex control strategies for the feminization of teleost fish // *Aquaculture*. 2001. Vol. 197. P. 229–281.

Querat B., Sellouk A., Salmon C. Phylogenetic analysis of the vertebrate glycoprotein hormone family including new sequences of sturgeon (*Acipenser baerii*) subunits of two gonadotropins and the thyroid-stimulating hormone // *Biol. Reprod.* 2000. Vol. 63. P. 222–228.

Yamamoto T. Sex differentiation // *Fish physiology*. N.-Y.: Academic Press, 1969. Vol. III. P. 117–177.