

✓ 639. 371. 2

Глава 2. АКВАКУЛЬТУРА

Морфо-биологические и экологические аспекты эффективности использования производителей осетровых рыб на ОРЗ Азовского бассейна

*Л.Т. Горбачёва, В.П. Чихачёва, Н.М. Казакова, О.А. Воробьёва,
Е.В. Горбенко, Л.А. Буртасовская, М.Г. Панченко*

В современных условиях при остром, практически хроническом необеспечении ОРЗ (осетровых рыбоводных заводов) производителями, особенно важно с наибольшим эффектом использовать в осетроводстве имеющихся рыб. Для этого необходимо регулярно изучать их морфо-функциональное состояние, особенно самок.

Материал собирался на рыбоводных заводах Дона и Кубани при проведении мониторинга пополнения запасов азовских осетровых рыб. В процессе исследований изучалось функциональное состояние производителей из естественного водоёма, так называемых «диких» особей, отлавливаемых во время осенней и весенней миграций на различных участках нерестовой трассы, а также производителей из ремонтно-маточного стада ОРЗ «Донской», сформированного из доместифицированных «диких» самок после прижизненного получения от них икры.

Оценка состояния производителей велась по морфо-биологическим критериям: массе, длине, плодовитости. О качестве овулировавших яйцеклеток судили по их размерно-весовым характеристикам, содержанию белка, жира и влаги, степени поляризации, а также по рыбоводным критериям: характеру созреваемости и овуляции ооцитов, степени оплодотворения, выживаемости эмбрионов. Были использованы рекомендации и методические указания (Детлаф, Гинзбург, 1954; Детлаф, Васецкий, Давыдова, 1965; Казанский, Подушка, 1986; Методическое руководство, 2005). В последние годы нерестовая часть популяции азовских осетровых рыб значительно сократилась, поэтому для рыбоводных целей, в интересах сохранения генофонда этих уникальных

видов рыб, используются особи различных периодов и сроков миграции. А масштабы искусственного воспроизводства поддерживаются за счёт повторного рыбоводного освоения производителей, созревших в контролируемых условиях среды после прижизненного получения от них половых продуктов по методу С.Б. Подушка (1999).

В ходе экспериментов установлено, что в последние годы у самок осетра под действием сурфагона овуляция зрелых ооцитов происходит раньше расчётного времени (в отдельных партиях на 6-10 часов), рекомендованного методическими указаниями (Детлаф, Васецкий, Давыдова, 1965) при данной температуре воды. Возможно, это обусловлено высокой исходной степенью зрелости гонад азовских осетровых рыб. Поэтому даже при правильно выбранной схеме инъекции и дозе стимулятора созревания (сурфагон) не исключён рост потерь икры, так как преждевременное получение или задержка ооцитов в полости тела самок приводит к ухудшению рыбоводного качества яйцеклеток, а иногда и к серьёзным потерям в раннем онтогенезе. В связи с этим приходится тщательно следить за ходом созревания и овуляции икры, постоянно проверять самок, подвергая их вынужденной дополнительной стрессовой нагрузке. При наличии финансирования проще было бы определить новые графики, учитывающие современное состояние производителей и позволяющие устанавливать оптимальные сроки получения икры и спермы от разнокачественных особей в различных температурных условиях. Несмотря на значительную трудоёмкость работ по получению икры при разведении осетровых в искусственных условиях рыбоводам удаётся в основном своевременно получать и оплодотворять икру от самок, гонады которых характеризуются высокой степенью зрелости. К этому времени яйцеклетки достигают дефинитивных размеров 3,2 мм (2,9-3,4) с незначительной индивидуальной вариабельностью ооцитов внутри гонад, они имеют плотные оболочки, хорошо выраженные анимальный и вегетативный полюса с пигментацией в пределах нормы. Морфо-биологическая характеристика самок осетра из естественного водоёма, отлавливаемых в различных районах весной и осенью, приведена в таблице 1.

Из сравнения средних рыбоводно-биологических показателей самок осетра по районам использования в воспроизводственном процессе (табл. 1) следует, что в Азово-Донском районе особи осенней и весенней нерестовых миграций не имели достоверных различий по средним морфологическим показателям. В Азово-Кубанском районе самки осетра были крупнее и с большей плодовитостью (на 25-26 %), чем особи Азово-Донского района.

Таблица 1
 Морфологическая характеристика и репродуктивное качество «диких» самок осетра разных сроков миграции (2006-2007 гг.)

Районы	Сроки заготовки	Показатели							
		Длина, см	Масса, кг	Масса 1 ооцита, мг	Кол-во икринок в 1 г, шт.	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Созреваемость, %	Оплодотворяемость икры, %	Кол-во рыб, шт.
Азово-Донской	Весенняя миграция	132 (130-163)	22,5 (19-27)	18,0 (16,4-21,0)	56 (47-61)	190 (99-260)	100	85 (70-95)	8
	Осенняя миграция	130 (120-131)	20,0 (17-23)	19,0 (17-22)	55 (46-60)	200 (120-280)	100	86 (82-89)	11
Азово-Кубанский	Весенняя миграция	137 (129-150)	24,2 (15-30)	17,0 (16,9-17,6)	59 (57-62)	240 (210-350)	100	89 (71-46)	29
	Осенняя миграция	141 (132-165)	27 (22-38)	16,5 (15,8-17,4)	62 (58-63)	251 (210-490)	100	90 (81-97)	30

Рыбоводно-биологическое качество производителей осетра из естественных водоёмов изучаемых районов характеризовалось высокой репродуктивной способностью, при 100%-ной созреваемости самок под действием сурфагона и средней степени оплодотворения яйцеклеток 85-90 %. Невысокие показатели оплодотворения икры (70 %) у отдельных самок связаны с особенностями метода прижизненного её изъятия, особенно у особей массой более 27 кг.

Последние годы в рыбоводном процессе Азово-Донского района наряду с «дикими» производителями используются самки осетра из ремонтно-маточного стада. Это особи, 4-6 лет назад выловленные в естественном водоёме и созревшие повторно в искусственных условиях после прижизненного получения от них половых продуктов. Анализ материалов по использованию в воспроизводстве доместцированных «диких» самок азовского осетра свидетельствует о том, что при повторном нересте межнерестовый интервал варьировал от 3 до 4 лет, имело место увеличение массы тела, длины и рабочей плодовитости в среднем на 24 %. В ходе исследований установлено, что у 20-40 % самок (различные годы) в этой группе рыб встречались ооциты с нарушениями в строении оболочек. Морфо-функциональное состояние самок азовского осетра из естественного водоёма (р. Дон, Таганрогский залив) и из ремонтно-маточного стада представлено в таблице 2.

Таблица 2

Морфо-функциональное состояние разнокачественных самок осетра

Группа рыб	Показатели							Кол-во рыб, шт.
	Длина, см	Масса, кг	Кол-во икры к массе тела, %	Ооцит				
				Масса, мг	Белок, мг	Влага, %	Жир, мг	
«Дикие» из естественного водоёма	132 (125-163)	22 (18-25)	19 (15-26)	18,8 (16,5-22)	4,3 (3,7-5,2)	61 (58-63)	1,9 (1,5-2,6)	18
РМС, «дикие» повторно созревшие в искусственных условиях	135 (118-150)	24 (18-33)	17 (11-24)	19 (16-20,8)	4,0 (3,3-4,9)	63,2 (60-66)	2,0 (1,6-2,3)	16

Из данных таблицы 2 видно, что средняя оснащённость ооцитов белком и липидами у изучаемых групп рыб практически не отличается и находится в пределах нормы – 4,0-4,3 и 1,9-2,0 мг соответственно, при несколько повышенной оводнённости 61,0-63,2 %. Однако, в группе самок из ремонтно-маточного стада, в среднем у 30 %, выявлены признаки атрезии ооцитов с гофрированием и расслоением оболочек, расширением меланинового слоя, мраморностью окраса вегетативного полюса, и, как правило, с пониженным содержанием белка (3,3 мг) и высокой оводнённостью (до 66 %). Репродуктивная способность самок осетра различных групп показана в таблице 3.

Таблица 3

Рыбоводные показатели разнокачественных самок осетра

Группы рыб	Температура воды при созревании, °С	Кол-во созревших рыб, %	Кол-во рыбоводно-продуктивных, %	Рабочая плодовитость, тыс. шт.	Степень оплодотворения икры, %	Выживаемость эмбрионов, %
«Дикие» из естественного водоёма	14,5-16,2	100	87	180 (99-250)	86 (75-94)	84
РМС, «дикие» повторно созревшие в искусственных условиях	14,6-16,2	94	80	213 (94-310)	81 (60-93)	80

Таким образом, у самок обеих групп отмечены высокие показатели созреваемости, степени оплодотворения и доли высокопродуктивных особей.

Причины, обусловившие в среднем у 30 % самок осетра нарушения морфологии отдельных ооцитов при повторном их созревании в искусственных условиях, пока остаются невыясненными. Возможно, это связано с воздействием пресной воды, условиями кормления и содержания,

в том числе с плотностями посадки на различных этапах созревания гонад, а может быть - с биологическим старением производителей.

Инкубационный процесс развивающихся эмбрионов во всех экспериментах осуществлялся в близкие календарные сроки при благоприятном гидрохимическом режиме, в том числе при температуре воды 16-18 °С, концентрации кислорода 7,5-9,0 мг/л. Так что результаты развития зародышей, характер выклева предличинок, их морфологическая сформированность определялись в основном исходным качеством овулировавшей икры.

Для характеристики этапов морфогенеза эмбрионов от момента оплодотворения икры до вылупления предличинок проводились регулярные прижизненные наблюдения. Особенно внимательно отслеживались изменения на стадиях 4-х бластомеров, гастрюляции, нейруляции, закладки сердечной трубки, начала пульсации сердца и начала выклева, как наиболее показательных для оценки синхронности, дружности развития зародышей, их подготовленности к освобождению из оболочек. О характере выклева судили по его продолжительности и времени перехода от единичного к массовому, от массового к единичному. По данным на стадии 4-х бластомеров определяли способность различных партий икры к оплодотворению; по состоянию эмбрионов на этапе гастрюляции прогнозировались особенности закладки жизненно важных систем, отвечающих за выживаемость эмбрионов, типичность морфогенеза, характер возможных аномалий развития. Известно, что если в конце гастрюляции остаётся желточная пробка, особенно большого размера, то это способствует появлению отклонения в формировании нервной борозды, приводя к сокращению нервной пластинки, возникает опасность появления на стадии нейрулы значительных дефектов в развитии эмбрионов. При остаточной небольшой пробке, к концу закрытия бластопора, как правило, аномалий в развитии эмбрионов не отмечается. Зародыши с остаточной желточной пробкой, занимающей по объёму около половины его тела, останавливаются в развитии и не покидают оболочек. На этапе формирования сердечной трубки проверяется синхронность развития эмбрионов, уточняется срок ожидаемого начала выклева предличинок и оцениваются экологические условия, так как этот этап составляет по времени $\frac{1}{2}$ часть всего эмбриогенеза. Если произошло серьёзное замедление в темпе развития зародышей, то необходимо принимать меры по их спасению. В таких случаях возможно изменение плотности посадки зародышей в инкубационном аппарате или параметров водоподачи.

Анализ результатов инкубации эмбрионов осетровых рыб из различных опытных партий позволил сделать вывод о том, что достоверных различий в ходе эмбриогенеза в среднем от самок из естественного водоёма и от особей из ремонтно-маточного стада не выявлено. Основные потери в группе рыб из РМС составили 6 % самок, не ответивших на инъекцию сурфагона, а также из-за пониженной способности к оплодотворению у 7 % особей.

Результаты инкубации икры традиционно определялись её рыболовным качеством. В икре высокого качества, полученной от рыб независимо от группы, развитие зародышей проходило синхронно, стадийный разброс не превышал 2-х стадий. Среди аномально развивающихся зародышей в таких партиях встречались несущественные отклонения в развитии, носящие в основном обратимый характер, которые не влияли отрицательно на формирование жизненно важных органов предличинки. К таким аномалиям относятся некоторые нарушения: отставания в дроблении, закладке борозд, замедленное погружение желточной пробки, незначительное искривление хвостового плавника, задержка в обособлении головы, слабая пульсация сердца на первых этапах его работы, нормализующаяся к стадии начала выклева эмбрионов. Количество таких аномалий составляет 1-2 %.

В партиях икры с нарушенным тургором оболочек, с пониженной способностью к оплодотворению (60-65 %) в процессе инкубации обнаруживается до 10-12 % аномально развивающихся зародышей, в том числе:

- с недоразвитым головным отделом или вообще без головы;
- с отсутствующим передним отделом кишечной трубки эктодермального происхождения, состоящим из ротовой полости, глотки и пищевода, что не позволяет личинкам переходить на активное потребление пищи, поэтому они гибнут на этом этапе развития;
- с огромной водянкой перикардальной полости, вызывающей недоразвитие перикардального органа - плоского образования красного цвета, прилегающего с брюшной стороны к сердцу у осетровых рыб, в котором осуществляется формирование белых кровяных телец;
- с оводнением желточного мешка, в отдельных случаях приводящее к выходу желточных масс.

В ходе эмбрионального развития в партиях икры пониженного рыболовного качества наблюдается также значительная асинхронность при переходе от одной стадии эмбриогенеза к другой, стадийный разброс в пробе иногда доходит до 4-5 стадий, обуславливая растянутый недружный

выклев, как правило – ослабленных предличинок. У выклюнувшихся предличинок отмечалось нарушение двигательной активности, искривление тела, аномальные пропорции головного, туловищного и хвостового отделов, отсутствие плавниковой каймы. Подобная картина наблюдалась у эмбрионов и предличинок, полученных от отдельных самок из РМС. Причины пока не известны, возможно, атипичное развитие эмбрионов и личинок является следствием нарушения экологии в период выдерживания производителей на этапе завершения созревания ооцитов и их овуляции.

В основном потомство, полученное от самок осетра из опытных групп, по изучаемым нами критериям достоверно не отличалось - средняя масса тела составляла 20 мг (19-21), длина -11 мм (10,0-11,8), размер желтка – 3,7 мм (3,6-4,0), коэффициент упитанности по Фультону 1,2-1,4, относительная длина желточного мешка к длине тела варьировала от 31 до 35 %, отношение высоты желтка к длине 0,5-0,6. Все приведённые критерии характерны для оптимально развивающихся личинок.

Так, формирование жаберного аппарата и пищеварительной системы проходило одновременно практически во всех изучаемых группах, независимо от происхождения личинок. Динамика расхождения желточных масс соответствовала норме, и к началу экзогенного питания масса тела личинок во всех наблюдаемых партиях возросла в 2,7 раза, среднесуточная скорость линейного роста колебалась в пределах 8,5-8,7 %. К концу эндогенного периода питания коэффициент упитанности по Фультону был в норме (средняя 0,65), относительная масса печени достигла в среднем 2,3 мг (2,0-2,5), гепатосоматический индекс составил в среднем 4,2 (3,5-5,0). То есть, на ответственном жизненном этапе (переход на активное внешнее питание) личинки осетра независимо от происхождения (производители из естественных условий или РМС) характеризовались высокими адаптационными способностями и их дальнейшая выживаемость, толерантность к различным факторам экологии, в том числе и стрессовым ситуациям, будет определяться условиями выращивания.

Таким образом, анализ использования в воспроизводственном процессе производителей осетра из естественных водоёмов (р. Дон, Таганрогский залив) и из ремонтно-маточного стада показывает, что «дикие» самки оказались более продуктивными, независимо от массы тела. У очень крупных самок (33-38 кг), выловленных в Азово-Кубанском районе, не отмечено угасающей репродуктивной функции. Несколько снижены воспроизводительные способности у производителей осетра из

РМС, вероятно, это обусловлено условиями их жизни в искусственных водоёмах в течение 3-5 лет после получения от них половых продуктов, особенно на этапах формирования и завершения созревания яйцеклеток. Для повышения эффективности формирования ремонтно-маточных стад осетровых рыб в Азово-Донском районе необходимо заниматься вопросами отбора особей (особенно самок) для длительного их содержания в контролируемых условиях среды, определения плотностей посадки рыб в нагульные водоёмы на различных этапах онтогенеза, установления рационов кормления при вариабельности температуры воды от 5 до 30 °С, а также определением биотехнологии и нормативов использования зрелых разнокачественных производителей в воспроизводстве, а не ориентироваться на биотехнику и нормативы, установленные для особей, выросших и созревших в естественных условиях среды. То есть повышение эффективности осетроводства в перспективе должно рассматриваться с позиций создания экономических и биологических предпосылок, способствующих развитию и укреплению искусственного разведения этих ценнейших анадромных мигрантов, так как возрождение естественного размножения азовских осетровых рыб в ближайшем будущем нереально.

✓ 639.3.053.1

Химические основы формирования биопродуктивности осетровых прудов Азовского бассейна

*Л.Т. Горбачёва, Е.В. Горбенко, Л.А. Буртасовская, В.П. Чихачёва,
Н.М. Казакова, М.Г. Панченко*

В условиях активного антропогенного пресса, на длительный период времени обусловившего отсутствие естественного размножения большинства ценных азовских промысловых рыб (в том числе осетровых в течение 27 последних лет), необходимо постоянно совершенствовать биотехнологию искусственного получения молоди проходных и полупроходных рыб с целью увеличения их запасов в Азовском море. Формирование естественных популяций азовских осетровых рыб в годы отсутствия эффективного нереста осуществляется исключительно за счёт их искусственного разведения, базирующегося на 9 осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ), работающих комбинированным и бассейновым методами выращивания молоди.

В современных условиях из-за постоянного роста цен на искусственные гранулированные корма и энергоносители всё большее