

На правах рукописи

РГБ ОД

ГАЛИЧ  
Елена Васильевна 25 ДЕК 2000

**ЭКОЛОГО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ  
ОСЕТРОВЫХ РЫБ РЕКИ КУБАНЬ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ  
ПРИ УПРАВЛЕНИИ СЕЗОННОСТЬЮ ИХ РАЗМНОЖЕНИЯ**

Специальность 03.00.16 – Экология

**АВТОРЕФЕРАТ**  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук

Краснодар, 2000

Работа выполнена в Краснодарском научно-исследовательском институте  
рыбного хозяйства (КрасНИИРХ) в 1990-2000 гг.

Научный руководитель: Доктор биологических наук М.С. ЧЕБАНОВ

Официальные оппоненты: Доктор биологических наук,  
профессор Ю.А. ВОЛЧКОВ

кандидат биологических наук,  
доцент Т.А. ДАУДА

Ведущее учреждение: Государственный комитет по охране окружающей  
среды Краснодарского края

Защита состоится "19" ноября 2000 г. в \_\_\_\_\_ часов  
на заседании Диссертационного Совета Д.120.23.05 при Кубанском  
государственном аграрном университете по адресу:  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Кубанского государственного  
аграрного университета (350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13).

Автореферат разослан "16" октября 2000 г.

Учёный секретарь Диссертационного совета

кандидат биологических наук, доцент

А.Ф. КУДИНОВА

E 693.324.3, 0

17729.4-44 0  
179/93 8 Киселев 172.0

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

*Актуальность.* Зарегулирование стока р.Кубань и многолетний искусственный отбор для воспроизводства только раннеяровых рыб с наиболее высокой зрелостью гонад привели к адаптивной реакции популяций русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* и севрюги *A. stellatus* – резкому сокращению продолжительности анадромной миграции и высокой функциональной зрелости. Эффективное рыбоводное использование очень зрелых производителей, заготавливаемых в короткий период времени, возможно только при сохранении их репродуктивного качества при низких температурах с управлением сезонностью размножения (Чебанов, Савельева, 1994). Использование при этом производителей разных сроков миграции позволяет обеспечить гетерогенность искусственно формируемых популяций осетровых в Азовском море при отсутствии естественного размножения. В связи с этим представляется актуальным оценить жизнестойкость, особенности морфогенеза, роста личинок и молоди при искусственной задержке завершения полового цикла производителей различных внутривидовых групп (экологических форм).

*Цель и задачи исследования.* Цель работы – изучение эколого-морфологических особенностей роста и раннего развития осетровых рыб р.Кубань при управлении сезонностью размножения в условиях искусственного воспроизводства. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Изучены видовые особенности эмбрионального и постэмбрионального развития русского осетра и севрюги при сдвиге полового цикла производителей на поздние сроки.

2. Изучены возрастная динамика индивидуальной изменчивости, видовые особенности линейно-весаого роста и жизнеспособность потомства осетровых рыб, полученного в нетрадиционные рыбоводные сроки.

3. Проведен тератологический анализ и установлены типичные морфологические аномалии для различных этапов развития личинок русского осетра и севрюги, полученных при управлении сезонностью размножения производителей различных внутривидовых групп.

4. Дана эколого-физиологическая оценка полноценности и жизнестойкости бассейновой молоди осетровых по "фоновым" реакциям пигментных клеток, а также с помощью метода функциональных нагрузок и нейрофармакологического тестирования.

*Научная новизна работы.* Впервые проведено комплексное изучение эколого-морфологических особенностей роста и развития внутривидовых групп

русского осетра и севрюги при управлении сезонностью их размножения. Установлены высокая жизнестойкость, физиологическая полноценность и нормальный ход морфогенеза осетровых, полученных в нетрадиционные сроки.

*Практическая ценность работы.* Выращивание молоди в межсезонье позволяет исключить негативные последствия повышения плотности посадки – снижение темпов роста и выживаемости личинок. Разработана и апробирована программа эколого-морфологического мониторинга молоди, выращенной на осетровых заводах в Азовском бассейне в условиях зарегулированного стока реки и преимущественно искусственного воспроизводства осетра и севрюги.

*Реализация результатов исследований.* Разработанные рекомендации прошли производственную проверку и утверждены в рыбоводно-биологических нормативах Главрыбвода (приказ Госкомрыболовства РФ от 21.09.1999г. № 264) и использованы в разделе по предотвращению деградации рыбных запасов "Комплексной экологической программы Краснодарского края".

*Апробация работы.* Результаты исследований обсуждались (1991, 2000) на заседаниях Ученых Советов и конференциях молодых ученых ГосНИОРХ, КрасНИИРХ, Научного Совета по осетровым Межведомственной Ихтиологической комиссии (1997, 1999), Международных конференциях "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" (Адлер, 1998) и "Осетровые на рубеже XXI века" (Астрахань, 2000).

*Публикация результатов исследований.* По результатам исследований опубликовано восемь работ.

*Структура и объем диссертации.* Диссертация состоит из введения, трех глав, выводов, рекомендаций и списка использованной литературы. Работа изложена на 142 стр. машинописного текста, включает 33 таблицы, 22 рисунка. Список использованной литературы состоит из 236 наименований.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА

### И СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние регулирования водного стока на естественное размножение осетровых р. Кубани. Особенностью р. Кубани до зарегулирования ее стока была большая (470 км) протяжённость участков, имеющих важное значение для размножения осетровых рыб. Нерестилища севрюги (370 га) располагались в среднем течении, в 300 км от устья.

Условия формирования стока в бассейне р.Кубани разнообразны, что определяет сложный характер водного режима – наложение паводков на

длительную волну половодья. В верховьях реки при таянии ледников наблюдалось продолжительное весенне-летнее половодье (с мая по август). Максимальные расходы наблюдались в конце июля - начале августа. Это имело важное значение для естественного размножения севрюги, в связи с исключительно благоприятным (продолжительным и устойчивым) режимом уровня на нерестилищах и определяло длительный период миграции и нереста внутривидовых групп (яровой и озимой) и одновременный скат личинок в прибрежные участки моря, обеспечивавший снижение внутри- и межвидовой конкуренции.

Изъятие стока Кубани привело к негативным изменениям экологических условий размножения осетровых, вызвав снижение глубин, скоростей течения, заиливание нерестового субстрата и икринок, повысились прозрачность, температура воды, что создало условия для интенсивного выедания отложенной икры икрофагами. Федоровская (1967) и Краснодарская (1973) плотины стали преградой для нерестовой миграции осетра и севрюги.

Эколого-технологические основы совершенствования промышленного воспроизводства осетровых. Упрощённая стратегия промышленного воспроизводства, направленная на "валовый" и краткосрочный (до 20 сут.) выпуск в Азовское море молоди, получаемой только от наиболее зрелой части маточного стада осетровых, приводит к снижению экологической и эволюционной пластичности видов, что в условиях антропогенного воздействия обязательно вызывает снижение запасов (Баранникова, 1975; Казанский, 1975, Чебанов, 1996).

Выявленная Б.Н. Казанским (1963) закономерность смены фаз регуляции и эколого-физиологической стадийности гаметогенеза рыб, зарегистрированная как научное открытие (№20), позволила установить роль нейро-эндокринной системы в регулировании генеративного обмена на завершающих этапах оогенеза. Установлено, что это является основой для многочисленных адаптаций, связанных с внутривидовой дифференциацией осетровых по сезонности размножения (Гербильский, 1967; Баранникова, 1975) и, следовательно, позволяет получать потомство от производителей различных внутривидовых групп.

Использование различных методов эколого-гормонального управления сезонностью размножения осетра, севрюги, белуги и стерляди позволило с участием автора (Чебанов и др., 1991; Chebanov et al., 1997, 1998) осуществлять в производственных масштабах сдвиг полового цикла производителей различных сроков миграции на ранние (до 5 мес.) и более поздние (до 6 мес.) сроки и

существенно повысить экологическую эффективность заводского воспроизводства. В рамках биотехнологии разработаны специальные режимы длительного выдерживания производителей разных сроков миграции при низких донерестовых температурах и видоспецифические программы перевода производителей в нерестовое состояние.

Материал и методика исследований. Экспериментальные работы проводились в 1990-2000гг. на крупнейшем в Азовском бассейне Адыгейском осетровом заводе.

Сравнительный анализ проводили в трех экспериментальных группах икры, предличинок, личинок и молоди осетра и севрюги:

I – с использованием "традиционной" биотехники;

II – с непродолжительной задержкой завершения полового цикла производителей (10-25 сут.) при выдерживании их при температуре 6°C;

III – после длительного (до 3 мес.) сдвига полового цикла производителей.

В ходе наблюдений за эмбриогенезом, продолжительностью и сменой стадий, пробы отбирали на типичных стадиях эмбрионального развития, предложенных Т.А. Детлаф и др. (1981): 2-3-го дробления (ст. 5-6), гаструляции (15-18), формирования зачатка сердца (ст. 27-29). В ходе наблюдений за развитием предличинок пробы отбирали в различные периоды вылупления: в начале (35 ст.), в период массового вылупления и в конце (36ст.). Последующий отбор проб живых и погибших предличинок для оценки размерно-весовых показателей и морфологических аномалий проводился каждые 3 сут. до перехода на экзогенное питание и каждые 5 сут. после перехода. Измерения и анализ материала проводили по "Методике эколого-морфологических исследований развития молоди рыб" (Ланге, Дмитриева, 1981), а фиксации 4% раствором формалина. Для измерения икры, предличинок и личинок использовали бинокуляр МБС-9. При помощи окуляр-микрометра измеряли общую длину тела и хвостового отдела, длину, высоту и ширину желточного мешка. Для оценки достоверности различий средних значений признаков экспериментальных групп применяли критерий Стьюдента.

Для выявления адаптивной способности экспериментальной молоди к осуществлению пигментных реакций на смену фона отбирали личинок осетра и севрюги в возрасте 20-25 сут. Длительность выдерживания молоди составляла 2 часа. Эксперименты проводили в 12-14 час. при освещенности 2600-4500 лк. Освещенность измеряли люксметром Ю-16. Значения меланофорового индекса (mi) оценивали по пятибальной шкале, предложенной К.Д. Краснодарской

(1994). Эколого-физиологическая оценка жизнестойкости молоди методом функциональных нагрузок (Лукьяненко и др., 1984) проводилась для одно-возрастной (25 сут.) молоди при постоянной освещенности 500 лк. Терморезистентность оценивали по времени выживания особей при температуре 32°C. Солеустойчивость определяли по числу молоди, выжившей в воде соленостью 12‰ в течение 24 часов. Опыт ставили в аэрируемых аквариумах емкостью 7л. Оксирезистентность оценивали по пороговой для молоди концентрации растворенного в воде кислорода. Тесты проводили в 1,5 литровых сосудах. Концентрацию кислорода определяли оксиметром Oxugard (Дания). Нейрофармакологическое тестирование молоди по реакции на воздействие нейротропных веществ проводили при различной концентрации (50 и 75мг/л) анестетика трикаинметасульфата (MS-222). Время экспозиции зависело от концентрации MS-222. Оценивали двигательную активность и число наркотизированных особей, скорость их реанимации в чистой воде.

Определяли биохимические показатели. Тканевой белок мышц определяли в гомогенате по Лоури (Пушкина, 1963); содержание жира в тканях по Сокслету в модификации Рушковского (Бурштейн, 1963).

Статистические расчеты проводили на персональном компьютере PC AT, программа STATISTICA for Windows 4.3.

Всего для эколого-морфологического анализа было использовано 26 самок осетра и себрюги, 23400 развивающихся икринок, 12480 предличинок и личинок, 2160 шт. молоди.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

### Эколого-морфологические особенности развития и роста осетровых рыб в раннем онтогенезе при сдвиге полового цикла на более поздние сроки

Одним из показателей нормального эмбриогенеза, характеризующих качество полученного потомства, является синхронность развития зародышей. Изменение темпов и синхронности эмбрионального развития может возникать вследствие неблагоприятных условий созревания производителей и повреждающего действия абиотических факторов. Терморегулирование позволяет избежать негативного воздействия изменений температуры за пределами оптимального интервала и создает благоприятные условия для развития икры. Анализ эмбриогенеза осетровых, полученных от производителей с различным сдвигом полового цикла, проводился на типичных стадиях развития икры и не выявил существенных различий. Синхронно развивающиеся (на одной

стадии) эмбрионы осетра (III) составляли 87-94%, севрюги (II) – 89-93%. Общая продолжительность инкубации икры осетра при температуре 18°C не превышала 110 час., севрюги при температуре 14-17°C – 130 час.

Динамика морфологических показателей желточного мешка и развитие предличинки. Изучение морфогенеза осетра и севрюги на основе измерения морфометрических показателей желточного мешка и предличинки показало, что объем желточного мешка осетра (III) на стадии массового вылупления составлял 32 мм<sup>3</sup>, севрюги (II) – 19,6 мм<sup>3</sup> (рис. 1). Отношение длины желточного мешка к общей длине предличинки (L/L) осетра и севрюги варьировало от 0,36 до 0,42. Анализ последующего развития осетра показал, что до перехода на жаберное дыхание (ст. 40) расходование питательного желтка на рост составляло 39%.

Надежным диагностическим показателем деформации желточного мешка предличинки осетровых (Беляева, 1983) является отношение его высоты к длине (h/l), составляющее в норме 0,55-0,69. Для деформированного (грушевидного или удлинненно-овального) желточного мешка данное отношение уменьшается до 0,29-0,44. В связи с этим, следует отметить, что значения h/l для изученных экспериментальных групп предличинки соответствовали норме и составляли: 0,55 и 0,57 для II и III групп осетра; 0,67 и 0,64 для II и III групп севрюги, соответственно (табл. 1).

Таблица 1

Показатели длины и массы предличинки, размеров желточного мешка осетра и севрюги различных экспериментальных групп в период массового вылупления

Экспериментальная группа	Биометрические показатели	Предличинки		Желточный мешок	
		длина, мм	масса, мг	длина, мм	высота, мм
Осетр I	$\bar{x} \pm m_x$	12,1 ± 0,03	17,3 ± 0,1	4,2 ± 0,03	2,4 ± 0,02
	$C_v, \%$	2,8	5,3	3,6	4,5
Осетр II	$\bar{x} \pm m_x$	11,9 ± 0,04	19,4 ± 0,20	4,4 ± 0,02	2,4 ± 0,01
	$C_v, \%$	2,8	8,9	3,5	3,7
Осетр III	$\bar{x} \pm m_x$	11,5 ± 0,06	20,9 ± 0,17	4,6 ± 0,04	2,6 ± 0,01
	$C_v, \%$	4,7	7,2	7,2	3,8

Динамика расходования желточной массы в ходе дальнейшего развития предличинки севрюги соответствовала норме (рис. 1): к началу перехода на жаберное дыхание объем мешка сократился на 32-28%, L/L составляло 0,25-0,32. Более высокая интенсивность резорбции желточной массы отмечалась для яровой севрюги, чем для озимой, особенно, в период активизации процессов дифференцировки органов. Скорость утилизации желточной массы также связана с развитием молоди – её увеличение (по сравнению с предшествующим



этапом – пассивным залеганием на дне бассейнов) обусловлено началом активного плавания предличинок и усилением процессов морфогенеза.

Вариабельность размеров предличинок. Средняя масса предличинок осетра II группы в период вылупления составила 19,4 мг (табл. 1), при несколько более высокой изменчивости ( $Cv_{pII} = 8,9\%$ ). Длина не изменялась в ходе вылупления и составляла 11,9 мм, но её вариабельность была меньше во время массового выклева ( $Cv_L = 2,8\%$ ) по сравнению с его началом ( $Cv_L = 5,0\%$ )

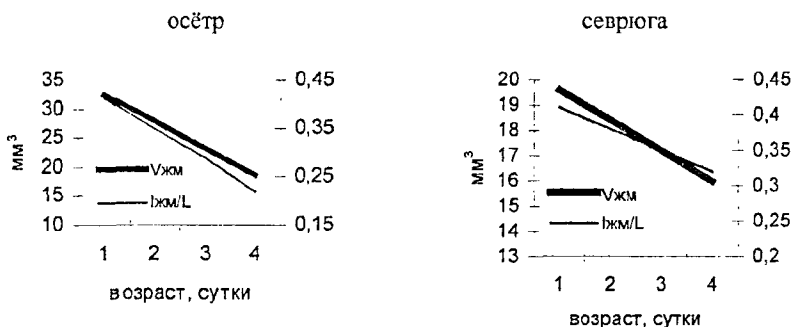


Рис. 1 Динамика размеров желточного мешка осетровых III экспериментальной группы (V – объём желточного мешка, lжм/L – отношение длины желточного мешка к длине предличинки)

и окончанием ( $Cv_L = 3,3\%$ ). Длина хвостового отдела составляла 31% от длины тела, головного – 13%, коэффициент упитанности по Фультону – 1,17.

Предличинки яровой севрюги, после длительного выдерживания производителей при низкой температуре, отличались низкой вариабельностью длины ( $Cv_L = 1,9\%$ ) и массы ( $Cv_p = 3,4\%$ ) при средних значениях 8,7мм и 11,7мг. Перед переходом на экзогенное питание индивидуальная изменчивость ещё более снизилась ( $Cv_L = 1,5\%$ ;  $Cv_p = 3,2\%$ ), что связано с элиминацией нежизнеспособных особей и ростом средних значений длины и массы предличинок.

Обобщение экспериментальных данных свидетельствует о том, что при управлении температурным режимом в период эмбриогенеза происходит ускорение развития предличинок II и III групп осетра. Интерпретация этого вывода основана на особенностях влияния температуры в период инкубации икры и вылупления на соотношение скорости резорбции желточной массы, роста и развития предличинок. Известно, что при низких температурах в период

эмбриогенеза вылупляющиеся предличинки имеют большую массу, длину и объем желточного мешка (Новиков, Куфтина, 1988; Рубан, 1999) и отличаются последующими более высокими темпами роста.

#### Рост и изменчивость размерно-весовых показателей личинок

Осетр. Средняя суточная скорость линейного роста предличинок осетра (III) до перехода на экзогенное питание составила 7,8%, прирост массы – 12,4%. Скорость увеличения длины и массы повышалась в возрасте 4 сут. (переход личинок на жаберное дыхание) и 7 сут. (перед переходом на экзогенное питание). Длина предличинок при этом увеличивалась за счет роста (до 7 мм) хвостового отдела (при относительном уменьшении преданального расстояния). По-видимому, это связано с эколого-морфологической адаптацией предличинок к этапу перехода на активное питание, требующему способности к быстрому плаванию и активному захвату корма. На этом этапе развития отмечаются особенно высокие темпы роста. Значения коэффициента массонакопления достигали 18% у предличинок осетра, полученных после длительного выдерживания производителей и 12% - после кратковременного; упитанность по Фультону была близка для обеих групп и составляла 0,67 (табл. 2).

Таблица 2

#### Показатели длины, массы и коэффициента упитанности личинок осетра и севрюги перед переходом на активное питание

Экспериментальная группа	Биометрические показатели	Длина, мм	Масса, мм	Коэффициент упитанности
Осетр I	$x \pm m_x$	18,3±0,03	33,3±0,29	0,54±0,004
	$C_v, \%$	1,76	8,72	7,40
Осетр II	$x \pm m_x$	17,9±0,12	38,4±0,67	0,67±0,008
	$C_v, \%$	3,22	8,72	5,63
Осетр III	$x \pm m_x$	18,5±0,08	42,7±0,46	0,67±0,009
	$C_v, \%$	3,25	7,96	9,83
Севрюга I	$x \pm m_x$	18,2±0,06	30,4±0,31	0,51±0,03
	$C_v, \%$	2,8	8,9	4,7
Севрюга II	$x \pm m_x$	18,1±0,09	30,5±0,53	0,51±0,01
	$C_v, \%$	3,1	11,4	7,3
Севрюга III	$x \pm m_x$	19,0±0,13	30,3±0,66	0,44±0,01
	$C_v, \%$	3,4	11,0	5,6

Севрюга. Рост различных групп личинок при переходе на экзогенное питание незначительно отличался между собой при одинаковых значениях коэффициента упитанности – 0,51 для первых двух групп и 0,44 для третьей. Для сравнения

отметим, что до зарегулирования стока, в условиях естественного размножения севрюги в р.Кубань (Мусатова, 1973), средняя длина и масса личинок составляли 18,3 мм и 28,5 мг. Коэффициент упитанности по Фультону у предличинок варьировал от 0,6 до 0,9, а с переходом на экзогенное питание снижался до 0,3-0,4. Близость этих значений к экспериментальным очевидна.

Таким образом, анализ возрастной динамики изменчивости размерно-весовых показателей осетра и севрюги в раннем онтогенезе показал, что они соответствуют нормальному уровню вариабельности потомства, получаемого в традиционные сроки и выращиваемого в бассейнах на искусственных кормах, и статистически не различаются ( $p < 0.001$ ).

Установлено, что соотношение между ростом длины и массы исследованных предличинок меняется после перехода на экзогенное питание, что выражается в увеличении показателя степени "b" в уравнении регрессии "масса-длина" ( $P = aL^b$ ), характеризующего изменение пропорций тела рыб. В период эндогенного питания значения b изменяются в пределах от 1,5 до 1,9 для осетра и от 2 до 2,6 для озимой и яровой севрюги, что свидетельствует о более интенсивном линейном росте, по сравнению с весовым. В период экзогенного питания и активного роста значения b возрастают для осетра и севрюги до 2,5-3,2.

#### **Типизация морфологических аномалий и возрастная динамика частоты их встречаемости в раннем онтогенезе**

Сравнительный анализ морфогенеза экспериментальной молодежи осетровых позволил установить следующие типы морфологических аномалий: 1 – грудных плавников, 2 – обонятельных органов, 3 – формы головы и рострума, 4 – формы тела, 5 – жаберных крышек, 6 – пищеварительной системы (Табл. 3).

Первый пик смертности наблюдался при переходе на экзогенное питание, когда проявляются морфо-физиологические дефекты органов и систем, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность организма. Наиболее часто наблюдаемые морфологические отклонения у живых предличинок осетра III группы – недоразвитые грудные плавники и укороченные жаберные крышки. Реже встречались личинки с аномалиями обонятельных органов, формы тела и пищеварительной системы. В процессе дальнейшего развития частота встречаемости особей с аномалиями среди живых предличинок снижается в 17 раз. Снижение частоты морфологических нарушений среди живой молодежи, происходило за счёт элиминации аномальных особей, у которых наибольший уровень аномалий (до 87,5%) установлен в период перехода на экзогенное питание. Морфологические дефекты в развитии органов дыхания и обоняния, грудных плавников приводят к снижению локомоторных способностей личинок,

торможению процессов резорбции желтка и задержке формирования пищеварительной системы. Уже на 26-е сут. особи осетра с аномалиями составили 15% от общего числа погибших. Доля аномалий погибших особей севрюги (дефекты формы головы и обонятельных органов, недоразвитие жаберных крышек) снижалась с 69 до 13% в течение 14 сут. после перехода на экзогенное питание.

Таблица 3

Возрастная динамика размерно-весовых показателей и встречаемости различных типов аномалий у осетра и севрюги (живые / погибшие)

Показатели	Значения показателей		
		<b>Осетр яровой III</b>	
Дата - возраст, сут.	31.07 - 7	10.08 - 17	19.08 - 26
Ср., мм	18,50 / 17,80	27,80 / 24,40	36,90 / 30,80
С <sub>д</sub> %,	3,10 / 4,20	7,50 / 9,70	19,00 / 21,7
Ср., мг	42,35 / 37,35	140,05 / 91,96	288,35 / 224,20
С <sub>в</sub> %,	7,20 / 18,3	22,60 / 25,90	22,50 / 32,30
Типы аномалий, %			
1	20,0 / 27,5	6,4 / 14,9	2,2 / 13,6
2	4,0 / 5,0	0 / 0	0 / 0
3	0 / 10,0	2,1 / 11,5	0 / 1,6
4	0 / 17,5	0 / 0	0 / 0
5	10,0 / 7,5	0 / 3,55	0 / 0
6	2,0 / 20,0	0 / 3,55	0 / 0
Всего	36,0 / 87,5	8,5 / 33,5	2,2 / 15,2
	<b>Севрюга озимая II</b>		
Дата - возраст, сут.	30.05 - 10	09.06 - 19	15.06 - 25
Ср., мм	18,14 / 18,01	22,47 / 21,66	26,08 / 22,47
С <sub>д</sub> %,	1,03 / 2,90	4,01 / 3,46	14,68 / 7,94
Ср., мг	30,66 / 29,60	49,48 / 39,78	74,72 / 50,02
С <sub>в</sub> %,	5,95 / 12,76	15,03 / 20,49	41,62 / 46,56
Типы аномалий, %			
1	0 / 0	0 / 5,1	0 / 1,0
2	5,9 / 19,4	0 / 0	0 / 0
3	0 / 25,0	0 / 0	0 / 6,0
4	0 / 8,3	0 / 0	0 / 4,0
5	0 / 16,7	0 / 2,0	0 / 2,0
6	0 / 0	0 / 0	0 / 0
Всего	5,9 / 69,4	0 / 7,1	0 / 13,0

Статистический анализ показал, что на первых этапах развития средняя масса и длина погибших особей меньше, а их изменчивость существенно выше, чем у живых личинок. Для осетра III группы в возрасте 17 суток эти показатели составляли: 27,8 мм, 140 мг и 23% у живых; 24,4 мм, 92 мг и 26% у погибших

особей. Особенно существенны (более чем в 2 раза) были различия коэффициентов вариации массы в период перехода на экзогенное питание, что свидетельствует об обратной связи между разнокачественностью и жизнестойкостью потомства у осетровых рыб.

Таким образом, сравнительное эколого-морфологическое и тератологическое изучение раннего онтогенеза осетра и севрюги, полученных с использованием методов регулирования полового цикла, показало отсутствие у них значимых различий в частоте встречаемости морфологических аномалий с молодью, полученной с использованием традиционной биотехники.

### **Эколого-физиологическая оценка жизнестойкости молоди осетровых различных внутривидовых групп**

Анализ жизнестойкости молоди требует, наряду с эколого-морфологической оценкой, существенного расширения критериев определения ее полноценности.

В качестве одного из критериев использован метод оценки физиологического состояния молоди осетровых по "фоновым" реакциям пигментных клеток (меланофоров). Реакция меланофоров (Краснодембская, 1884), обеспечивающих адаптивное изменение окраски тела рыбы в зависимости от окраски фона (тёмный, светлый), характеризует способность молоди к образованию покровительственной окраски, определяющей возможность выживания молоди в естественных водоёмах (р. Кубань, дельтовых лиманах и Азовском море). Реакция меланофоров, отражая состояние гормональной системы, позволяет идентифицировать аномалии раннего развития осетровых.

Для оценки степени агрегации и дисперсии пигмента в меланофорах предложена пятибалльная шкала меланофоровых индексов ( $m_i$ ). Максимальное значение  $m_i$ , равное 5, соответствует максимальной дисперсии пигмента и потемнению окраски. Минимальное, равное 1, – максимальной агрегации пигмента и светлой окраске тела. Для личинок осетровых оценивается состояние меланофоров головы и боковой поверхности тела; для молоди – меланофоров грудных плавников.

Анализ результатов исследования способности к осуществлению "фоновых" реакций меланофоров различных экспериментальных групп выявил следующие особенности. Наибольшая агрегация пигмента отмечалась в темных емкостях в среднем у 90% молоди осетра III группы и до 100% у потомства отдельных самок (рис. 2). В светлых емкостях разброс значений меланофорового индекса был больше. Вместе с тем установлено, что неадекватная пигментная реакция характерна только для отстающей в развитии молоди. В целом же, явно

преобладающее число тестируемых особей, судя по реакции пигментных клеток, является физиологически полноценным.

Сравнительный анализ корреляционных связей значений меланового индекса с длиной и массой молоди в светлых емкостях показал наличие тесной обратной связи. При этом отмечаются различия значений коэффициента корреляции для различных видов и внутривидовых групп, подробный анализ которых приведен в работе.

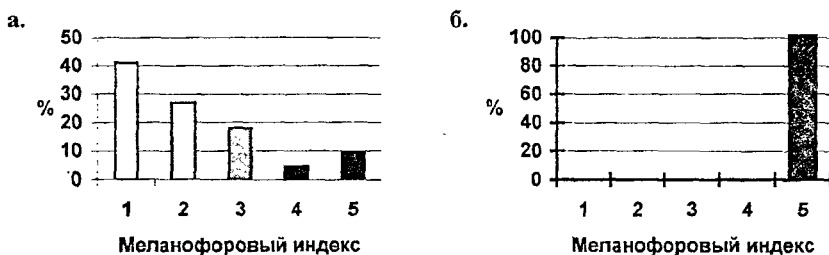


Рис. 2 Результаты экспериментов по оценке меланового реакции молоди осетра III экспериментальной группы (♀ 16): а. – светлые, б. – тёмные ёмкости

Таким образом, своевременная адаптивная реакция меланобластов на белый и тёмный фон свидетельствует о функциональной норме элементов нейро-гормональной системы у осетра и севрюги, полученных с использованием биотехнологии управления сезонностью размножения.

Эколого-физиологический метод функциональных нагрузок (Лукьяненко и др., 1984), позволяющий оценить уровень экологической пластичности и толерантности молоди к экстремальным значениям экологических факторов (высокая температура воды (32°C), солёность (12‰) и дефицит кислорода), характеризует степень физиологической сформированности организма и даёт интегральную оценку пределов его устойчивости и адаптационных возможностей. Экспериментами установлено (табл. 4), что при температуре 32°C время выживания 25-суточной молоди осетра, полученной от производителей с краткой (II) и длительной (III) задержкой полового цикла, значительно превышает время выживания молоди такого же возраста, полученной в традиционные сроки. Для личинок осетра III группы время выживания при температуре 32°C составляло 160-165 мин., уровень терморезистентности одновозрастной молоди II группы был ниже – 94 мин. Более высокую

устойчивость экспериментальной молоди осетра, характерную обычно для особей старшего возраста (45 сут.), можно объяснить тем, что постэмбриональное развитие этой группы проходило при более высокой температуре (23-27°C), чем обычно, и положительно отразилось на адаптивных возможностях молоди.

Сравнение терморезистентности различных групп севрюги не показало отличий экспериментальной молоди от одновозрастной "традиционной". Следует также отметить, что большей устойчивостью к критической температуре обладает экспериментальная яровая севрюга. Последнее обстоятельство объясняется, по-видимому, экологическими особенностями размножения яровых мигрантов осетровых рыб, эмбриональное и постэмбриональное развитие которых в естественных условиях проходили при более высоких температурах воды.

Соленость воды является лимитирующим фактором, определяющим выживаемость заводской молоди в устье Кубани и море в условиях высокой зарегулированности стока. В связи с этим, представлялось важным оценить насколько, полученная в нетрадиционные сроки, бассейновая молодь будет устойчива к воде с соленостью 12‰.

Наибольшая солеустойчивость установлена у ярового осетра из I и III групп. Как следует из табл. 4, 87-90% и 85-87% этой молоди, соответственно, выжило в течение всего эксперимента – 24-х часового содержания в солевом растворе. Несколько ниже уровень солеустойчивости (77%) отмечен у ярового осетра II группы, хотя его возраст (23 сут.) и масса (102,1 мг) были несколько меньше. Вместе с тем, доля рыб, выживших в соленой воде, соответствовала возрастной норме.

Жизнестойкость в солевом растворе одновозрастной яровой и озимой молоди севрюги была значительно ниже, чем у осетра, и составила 35-37%, что соответствует данным о солеустойчивости "традиционной" молоди.

Высокая устойчивость к недостатку кислорода (установленный порог 2,4 мг/л), выявленная у экспериментальной молоди осетра, также характерна для более старшего возраста. Оксирезистентность у севрюги была еще выше – 1,7 мг/л. Установленные ранняя термоустойчивость, эвргалинность и оксирезистентность экспериментальной молоди, отражающие адаптивные способности к выживанию в естественных условиях, свидетельствуют о её нормальной морфо-физиологической сформированности.

Показатели терморезистентности, солеустойчивости  
и устойчивости к дефициту кислорода молоди осетровых

Виды рыб, эксперимен- тальные группы	Возраст, сут.	Длина		Масса		Терморезис- тентность, выживание, млн.	Выжива- ние рыб за 24 часа, %	Кисло- родный порог, мг/л
		Л ср., мм	С., %	Р ср., мг	С., %			
I – осётр яровой (крупный)	28	33,3	6,01	271,5	16,0	70	90	3,1
I – осётр яровой (мелкий)	28	25,1	12,8	108,8	30,0	80	87	3,3
II – осётр яровой	23	29,2	15,2	102,1	37,2	94	77	3,0
III – осётр яровой (♀ 16)	25	39,6	17,5	518,2	35,3	165	87	2,5
III – осётр яровой (♀ 19)	25	34,2	14,5	291,8	22,5	160	85	2,4
I – севрюга озимая	25	23,2	4,4	45,3	17,3	272	30	1,7
II – севрюга озимая	24	25,7	13,8	68,9	45,5	270	35	1,8
II – севрюга яровая	24	26,9	11,2	77,9	43,7	295	37	1,8

Таким образом, впервые проведенное комплексное изучение эколого-морфологических особенностей роста и развития русского осетра и севрюги различных внутривидовых групп при управлении сезонностью их размножения и бассейновом выращивании молоди позволило установить высокую жизнестойкость, физиологическую полноценность и нормальный ход морфогенеза осетровых, полученных в нетрадиционные рыбоводные сроки.

## ВЫВОДЫ

1. Сравнительный анализ эмбриогенеза осетра и севрюги при управлении сезонностью их размножения не выявил существенных отличий в общей продолжительности, типичности и синхронности развития зародышей. Синхронно развивающиеся (на одной стадии) эмбрионы осетра составляли 87-94%, севрюги – 89-92%. Объем желточного мешка осетра, полученного после сдвига полового цикла производителей на 3 мес. (III), при вылуплении составлял 32 мм<sup>3</sup>, севрюги (сдвиг на 1,5 мес.) – 19,6 мм<sup>3</sup>. Отношение длины желточного мешка к длине предличнок осетра и севрюги варьировало от 0,36 до 0,42.

2. Обобщение экспериментальных данных свидетельствует о том, что при поддержании оптимально-низких температур в период эмбриогенеза предличинки имели большую длину и массу тела, объем желточного мешка и



отличались более высокими темпами роста в период эндогенного питания. Динамика расходования желточной массы соответствовала норме. К переходу на жаберное дыхание ее объем сократился на 23-32%, а ИЛ до 0,25-0,32. Наиболее высокая интенсивность резорбции желточного мешка отмечалась для яровой севрюги в период активизации процессов дифференцировки органов.

3. Установлены внутривидовые различия озимой и яровой севрюги. Для первой пик массонакопления отмечался в период перехода на экзогенное питание ( $K_m = 0,18$ ), для второй была характерна двухвершинная кривая массонакопления с первым пиком ( $K_m = 0,10$ ) при переходе на жаберное дыхание. Коэффициент массонакопления осетра достигал 0,18; упитанность по Фультону – 0,67. В период эндогенного питания наблюдался более интенсивный линейный рост по сравнению с весовым.

4. Тератологический анализ развития экспериментальных рыб показал отсутствие значимых различий в частоте встречаемости типичных морфологических аномалий с молодью, полученной с использованием традиционной биотехники. Наиболее часто наблюдаемые дефекты: аномалии грудных плавников (до 20%) и обонятельных органов (до 10%). В процессе развития частота морфологических нарушений у живых особей осетра снижается в 17 раз. Средние масса и длина погибших особей меньше, а их изменчивость и частота морфологических аномалий существенно выше, чем у живых личинок. Доля аномалий у погибших особей севрюги (дефекты формы головы и обонятельных органов, недоразвитие жаберных крышек) быстро снижалась с 69 до 13% после перехода на экзогенное питание.

5. Эколого-физиологическая оценка молоди показала адекватную и своевременную приспособительную реакцию пигментных клеток (меланофоров) на темный и светлый фон. Более четкий адаптивный тип "фоновой" реакции отмечен в темных емкостях у крупной и мелкой молоди (90%), неадекватная реакция в белых емкостях установлена только у отстающего в росте осетра. Выявлена тесная обратная связь меланофорового индекса с длиной и массой молоди в светлых емкостях.

6. Установлена высокая экологическая пластичность, выражающаяся в толерантности молоди к экстремальным значениям экологических факторов: температуры (32°C), солености (12‰), дефициту кислорода. Более высокая, чем у "традиционной", термоустойчивость экспериментальной молоди осетра (выживание до 165 мин.) объясняется тем, что ее постэмбриональное развитие проходило при более высокой температуре (23-27°C), что отразилось на

адаптивных возможностях молоди. Выявлены различия по термоустойчивости для внутривидовых групп севрюги. Наибольшая солеустойчивость установлена для осетра: 87% особей выжило в течение 24 час. в солевом растворе. Жизнестойкость при экстремальной солевой нагрузке у севрюги была значительно ниже – 30-37%, но соответствовала возрастной норме. Высокая устойчивость к недостатку кислорода (2,4 мг/л), выявленная у экспериментального осетра, характерна для более старшего возраста. Оксирезистентность севрюги была еще выше - 1,7мг/л. Экспериментально доказанные ранняя эвригалинность, термоустойчивость и оксирезистентность молоди осетровых, полученной при управлении сезонностью размножения, отражающие адаптивные способности к выживанию в естественных условиях, свидетельствуют о её нормальной морфо-физиологической сформированности.

### ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Выявленные особенности роста и раннего развития, возрастной динамики индивидуальной изменчивости размерно-весовых показателей и морфологических аномалий осетра и севрюги необходимо использовать при оценке негативного влияния на молодь различных экологических факторов в заводских условиях воспроизводства осетровых.

2. Использование методов управления сезонностью размножения осетровых рыб позволяет оптимизировать условия выращивания молоди на заводах на ранних этапах онтогенеза, а также осуществлять подращивание личинок в межсезонье при меньших плотностях посадки. Это обеспечит их высокую выживаемость до жизнестойких стадий.

3. Программа эколого-морфологического мониторинга молоди осетра и севрюги, выращенной на осетровых заводах в бассейне р.Кубань, в условиях преимущественно искусственного воспроизводства осетровых, должна включать, кроме оценки изменчивости размерно-весовых показателей, тератологического анализа, также методы оценки "фоновых" реакций меланофоров, метод функциональных нагрузок и нейрофармакологическое экспресс-тестирование молоди.

## Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Чебанов М.С., Савельева Э.А., Староверов Н.Н., Колос А.А., Понкратьева (Галич) Е.В. Методика длительного выдерживания производителей кубанской севрюги при регулируемом температурном режиме//Итоги деятельности рыбохоз. институтов в XII Пятилетке и основн. направ. исследов. на 1991-1995гг. Л., ГосНИОРХ, 1991. С. 52-53.
2. M. S. Chebanov, E. A. Savelyeva, E. V. Galich, Yu. N. Chmyr. Ecological-biotechnological problems in sturgeon culture in Sea of Azov Basin//Inter. symp. on Fisheries & Ecology Proceedings. Trabzon, Turkey, 1998. p.p.199-207.
3. M. S. Chebanov, E. A. Savelyeva, E. V. Galich, Yu. N. Chmyr. Reproduction of sturgeon under the conditions of the flow regulation of river//Abstr. of the Intern. Symp. Aquaroom'98, Galati, Romania, 1998. p.p. 58-59.
4. M. S. Chebanov, E. A. Savelyeva, E. V. Galich, Yu. N. Chmyr. Ecological-biotechnological problems in sturgeon culture in Sea of Azov Basin//Abstr. of the Intern. symp. Fisheco'98. Trabzon, Turkey, 1998 p.p. 42-43.
5. Галич Е.В., Крымов В.Г. Оценка качества потомства осетровых рыб полученного от производителей разных периодов нерестового хода в нетрадиционные рыбоводные сроки//Тез. докл. I науч.-практ. конф. "Проблемы современного товарного осетроводства" Астрахань, 1999. С. 25-28.
6. Галич Е.В. Эколого-морфологические особенности развития осетровых рыб в раннем онтогенезе при управлении сезонностью их размножения//II Межд. симп. "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре". Краснодар, 1999. С.27-28.
7. Галич Е. В. Эколого-физиологическая оценка и тератологический анализ молоди, выращенной на осетровых рыбоводных заводах Кубани//Информ. листок КрасЦНТИ, Краснодар, 2000. 3 с.
8. Галич Е.В. Эколого-морфологическая характеристика и нейрофармакологическое экспресс-тестирование молоди различных видов осетровых, выращенной в бассейнах//Тез. докл. межд. конф. "Осетровые на рубеже XXI века", Астрахань, 2000. С. 227-229.