

**РЕГУЛЯЦИЯ ПОЛА У ОСЕТРОВЫХ РЫБ. СООБЩЕНИЕ 1: ВЛИЯНИЕ  
17 $\beta$ -ЭСТРАДИОЛА НА ДИФФЕРЕНЦИАЦИЮ ПОЛА БЕСТЕРА  
(*HUSO HUSO*  $\times$  *ACIPENSER RUTHENUS*) И РУССКОГО ОСЕТРА  
(*ACIPENSER GUELDENSTAEDTII*).**

**К.В. Ковалёв<sup>1</sup>, С.А. Купченко<sup>1</sup>, В.В. Дума<sup>1</sup>, Л.Н. Дума<sup>1</sup>, Д.А. Балашов<sup>1</sup>,  
Е.Н. Пономарева<sup>2</sup>, А.В. Рекубрятский<sup>1</sup>**

*1 – ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного  
рыбного хозяйства», Московская обл., Дмитровский р-н, пос. Рыбное, 141821*

*2 – ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»,  
Астрахань, 414025*

Статья поступила в редакцию 20.04.2012 г.

Окончательный вариант получен 21.06.2012 г.

Представлены результаты опытов по гормональному переопределению пола у бестера и русского осетра, которое вызывали с помощью скармливания молоди диеты с 17 $\beta$ -эстрадиолом. Определены эффективные сроки гормонального воздействия и доза гормона, вызывающие инверсию с частотой, близкой к 100%. Оптимальной является диета, содержащая 17 $\beta$ -эстрадиол в количестве 2 мг/кг корма. При более высоком содержании гормона (5-6 мг/кг) наблюдаются нарушения в формировании гонад и отставание рыб в росте. Важным фактором успешной инверсии пола является возраст рыб при начале гормонального воздействия – 3 мес.

*Ключевые слова:* регуляция пола, гормон, эстрадиол, гонады, осетровые рыбы.

Интерес к проблеме управления полом у осетровых рыб связан с тем, что производство ценных пищевых продуктов – черной икры и осетрины – в настоящее время осуществляется в основном за счет аквакультуры. Выращивание и воспроизводство в искусственных условиях различных видов осетровых рыб достаточно хорошо налажено, а объемы продукции осетроводства постоянно растут.

Очевидно, что при товарном производстве черной икры гораздо выгоднее использовать стадо производителей, состоящее только из самок. Осетровые созревают медленно, а половой диморфизм в этот период у них проявляется только в том, что самки растут быстрее самцов. И даже использование современных методов разделения потомства по полу (с помощью ультразвукового обследования или анализа гормонов в крови) становится возможным только после выращивания в течение нескольких лет. Крупные размеры рыб требуют значительных производственных мощностей, что существенно удорожает продукцию. Проблема обостряется еще и тем, что при выращивании осетровых рыб в промышленных условиях часто имеет место смещение соотношения полов в сторону самцов. Так, на Конаковском заводе товарного осетроводства количество самцов в ремонтном стаде сибирского осетра достигает 75%. Это, по-видимому, связано с лабильностью пола у осетровых, который легко изменяется в ту или иную сторону под влиянием условий выращивания (состав питательных веществ в комбикорме, температурный режим и т.п.).

Исследования по гормональному превращению пола у разных видов рыб имеют достаточно длительную историю (обзоры: Yamamoto, 1969; Ванякина, 1969; Гомельский, 1980; Devlin, Nagahama, 2002). В настоящее время этот метод уже успешно используется в аквакультуре карповых и лососевых рыб для получения одноположенного потомства, имеющего большую хозяйственную ценность по сравнению с обычным двуполом (Pifferer, 2001; Gomelsky, 2001).

Попытка феминизации гонад у осетровых впервые была предпринята Ахундовым. Кормление молоди стерляди (*Acipenser ruthenus*) и севрюги (*A. stellatus*) пищей, содержащей  $17\beta$ -эстрадиол в дозах 20, 50 и 100 мг/кг корма, вначале стимулировало развитие женских половых клеток, однако затем приводило к существенным нарушениям гонадо- и гаметогенеза (Akhundov, Fedorov, 1995; Ахундов, 1999).

Флинн и Бенфи (Flynn, Benfey, 2007) скармливали  $17\beta$ -эстрадиол молоди короткорылого осетра (*A. brevirostrum*) в диапазоне доз от 10 до 100 мг/кг корма. Воздействие гормоном начинали, когда возраст рыб составлял 5 мес., и продолжали в течение 9 мес. У рыб в возрасте 14 мес. наблюдали анатомическую феминизацию гонад, однако во всех вариантах опыта имели место дозозависимые нарушения гаметогенеза, существенные повреждения печени и почек, повышенная смертность.

Наиболее успешными оказались опыты на бестере (Omoto et al., 2002). Абсолютное большинство особей (97%), получавших в возрасте 3-18 мес.  $17\beta$ -эстрадиол в дозе 1 мг/кг, оказались самками, причем развитие яичников у них протекало нормально, а рост и выживаемость подопытных и контрольных рыб были сходными.

Другой способ гормонального воздействия был изучен итальянскими исследователями (Grandi et al., 2007). Эмбрионов и предличинок адриатического осетра (*A. passerii*) на несколько часов погружали в раствор  $17\beta$ -эстрадиола с целью воздействия на дифференциацию мигрирующих первичных половых клеток. Наиболее эффективным оказалось воздействие на эмбрионов, примененное за 1,5 сут. до вылупления. Доля самок в потомстве после такой обработки оказалась существенно выше, чем в контроле (соответственно, 70 и 42%).

В настоящем сообщении представлены результаты опытов по гормональному переопределению пола у бестера и русского осетра, которое вызывали с помощью скармливания молоди диеты с  $17\beta$ -эстрадиолом.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Опыты проводились в аквариальных комплексах лаборатории генетики и селекции ВНИИПРХ (пос. Рыбное, Московская обл.) и Южного филиала РАН (пос. Кагальник, Ростовская обл.).

**Гормон.** Эстрогенное воздействие осуществлялось с помощью полового гормона  $17\beta$ -эстрадиола, входящего в состав медицинского препарата «Дивигель». Дивигель представляет собой гель на спиртовой основе, содержащий синтетический аналог эндогенного эстрадиола человека с аналогичными биологическими эффектами и вспомогательные вещества – пропиленгликоль, этиловый спирт, карбопол 974Р, тропамин. Гель расфасован в пакетики на порции, содержащие по 1 мг эстрадиола.

Для приготовления гормонизированного корма необходимое количество дивигеля добавляли в корм. В контрольных вариантах рыб кормили аналогичным кормом без дивигеля. Использовали импортные гранулированные корма для молоди осетровых.

*Определение половой принадлежности рыб.* Признаки половой дифференцировки гонад обнаруживаются на относительно позднем этапе онтогенеза. Первоначально видны лишь изменения в анатомии гонад, которые оказываются типичными для одного из полов. Такие изменения пока еще не затрагивают генеративную ткань, т.е. в гонадах различного строения половые клетки еще не имеют отличий друг от друга. Обычно вслед за этим или несколько позже у одних особей появляются ооциты, у других идет усиленное развитие сперматогониев. Наиболее отчетливым показателем начала дифференцировки гонад в направлении яичников у осетровых является «борозда-щель», которая простирается вдоль всей гонады по ее латеральной стороне. Первоначально такая борозда видна в каудальной части железы. Позже на всем протяжении борозды, в перпендикулярном к ней направлении, начинается формирование яйценосных пластинок. На поперечных срезах гонады хорошо видно, что половые клетки группируются в области щели. Здесь встречаются оогонии в домитотическом состоянии и в состоянии митотических делений. Отсутствие такой щели в период, когда у значительной части молоди она уже четко выражена, служит косвенным показателем развития гонад в направлении семенника (Персов, 1975).

В течение эксперимента проводили периодические вскрытия рыб из разных опытных групп, у самок яичники идентифицировали по наличию борозды, разделяющей гонаду на две лопасти. Гонады самцов имеют в разрезе треугольную форму и не формируют борозды.

*Опыт с бестером.* Для опыта была взята молодь бестера с начальной средней массой 30 г. В начале опыта молодь бестера содержали в аквариумах с замкнутой системой водоснабжения при температуре 17-20°C, затем часть рыб перевели в бассейны с проточным водоснабжением (14-18°C).

Кормление рыб кормом с эстрадиолом начинали в возрасте 3 мес. и продолжали в течение 6 мес.

Содержание эстрадиола в корме в опытных вариантах эксперимента составляло 2 и 5 мг/кг корма. Контролем служили бестеры, не получавшие гормональную диету. Количество скормливаемого корма было обычным и соответствовало стандартной технологии выращивания осетровых в промышленных условиях. По истечении срока кормления рыб гормонизированным кормом все выжившие особи были перемещены на Конаковский завод по осетроводству (филиал ВНИИПРХ), где продолжается их выращивание.

*Опыт с русским осетром.* Опыт проведен на базе Южного филиала РАН. Выращивание молоди русского осетра осуществлялось в установках замкнутого водоснабжения, бассейны с опытными группами были соединены в одну систему. Контрольных рыб выращивали в отдельной установке. Кормление рыб кормом с дивигелем начинали в возрасте 3 мес. и продолжали в течение 6 мес. Содержание эстрадиола в корме в опытных вариантах эксперимента составляло 2 и 6 мг/кг корма. В конце этого эксперимента было проведено вскрытие рыб из всех вариантов эксперимента.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

*Опыт с бестером.* Основные результаты опыта по гормональному превращению пола у бестера представлены в таблицах 1 и 2.

**Таблица 1.** Половой состав в группах бестера, получавшего эстрадиол в различных дозах (суммарные данные вскрытий в возрасте 6-9 мес.).

**Table 1.** Sex composition of bester administered with estradiol-17 $\beta$  at various dosages (aggregated data of examinations for 6-9 month old fish).

| Доза гормона, мг/кг                                  | 0      | 2      | 5      |
|--|--------|--------|--------|
| Самки, шт. (%)                                       | 11(52) | 17(85) | 27(84) |
| Самцы, шт. (%)                                       | 9(43)  | 0      | 0      |
| Не идентифицированы, шт. (%)                         | 1(5)   | 3(15)  | 5(16)  |
| Количество особей с нетипичной формой гонад, шт. (%) | 0      | 15(3)  | 13(4)  |
| Всего вскрыто рыб, шт.                               | 21     | 20     | 32     |
| Выживаемость рыб, %                                  | 35     | 73     | 52     |

**Таблица 2.** Характеристика молоди бестера, получавшего эстрадиол в различных дозах (возраст рыб 10 мес.).

**Table 2.** Performance of 10 month old bester administered with estradiol-17 $\beta$  at various dosages.

| Доза гормона, мг/кг     | 0                  | 2                  | 5                  |
|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Конечная масса рыб, г   | 255 $\pm$ 58       | 176 $\pm$ 30       | 185 $\pm$ 36       |
| Масса гонад, г          | 0,971 $\pm$ 0,2949 | 0,486 $\pm$ 0,1438 | 0,457 $\pm$ 0,1250 |
| Коэффициент зрелости, % | 0,322 $\pm$ 0,0516 | 0,249 $\pm$ 0,0395 | 0,248 $\pm$ 0,0461 |
| Всего вскрыто рыб, шт.  | 7                  | 7                  | 7                  |

В контрольном варианте количество самок и самцов составило соответственно 52% и 43% от общего числа вскрытых рыб. Количество особей с неидентифицированным полом составило 5%. Среди вскрытых рыб из контрольного варианта особей с нетипичной формой гонад обнаружено не было.

В варианте опыта с содержанием эстрадиола 2 мг/кг количество самок составило 85% от общего числа вскрытых рыб. Гонады разных самок одного возраста были развиты неравномерно, у одних половую принадлежность идентифицировали по наличию борозды, которая разделяла яичник на две лопасти, у других обнаружены яйценосные пластинки и даже ооциты (рис. а, б). Яичники 15% самок оказались нетипичными, по форме напоминая семенник. Самцов в опытном варианте не обнаружены. Количество неидентифицированных по полу особей составило 15%.

В варианте опыта с содержанием эстрадиола 5 мг/кг количество самок составило 84% от общего числа вскрытых рыб. Самцов обнаружено не было. Количество неидентифицированных по полу особей составило 16%, а у 13% самок обнаружены гонады с нетипичной формой.

Невысокая выживаемость рыб в опытных и контрольной группах, по-видимому, связана с тем, что при их выращивании не были обеспечены оптимальные условия, в частности по температурному режиму.

Чтобы сохранить как можно больше рыб для дальнейшего выращивания, сравнительный анализ метрических показателей проведен по выборкам, в которых было только по 7 особей из каждого варианта опыта. Полученные данные представлены в таблице 2. В связи с небольшим количеством анализируемых по метрическим показателям рыб ни по одному из признаков достоверных различий найдено не было. Несмотря на это, приведенные данные свидетельствуют о том, что по таким показателям, как конечная масса рыб, вес гонад и коэффициент зрелости, особи из контрольного варианта явно превосходят рыб из обоих опытных вариантов. Возможно, это объясняется угнетающим действием гормона.

По достижении рыбами двухлетнего возраста было проведено вскрытие небольшого числа особей для того, чтобы изучить у них процесс созревания гонад. Результаты вскрытия представлены в таблице 3.

Яичники двухлетних самок разделялись на участки жировой и генеративной ткани, последняя имела выраженную двулопастную структуру, при наблюдении под биноклем были четко видны яйценозные пластинки и ооциты (рис. г). Некоторое преимущество контрольных самок перед опытными из варианта 2 мг/кг по средним значениям веса гонад и коэффициентов зрелости было обусловлено тем, что в контрольном варианте одна из рыб имела существенно большие значения этих показателей, чем у всех остальных рыб.

**Таблица 3.** Половой состав и характеристика двухлетних бестеров, получавших эстрадиол в разных дозах.

**Table 3.** Sex composition and performance of two years old bester administered with estradiol-17 $\beta$  at various dosages.

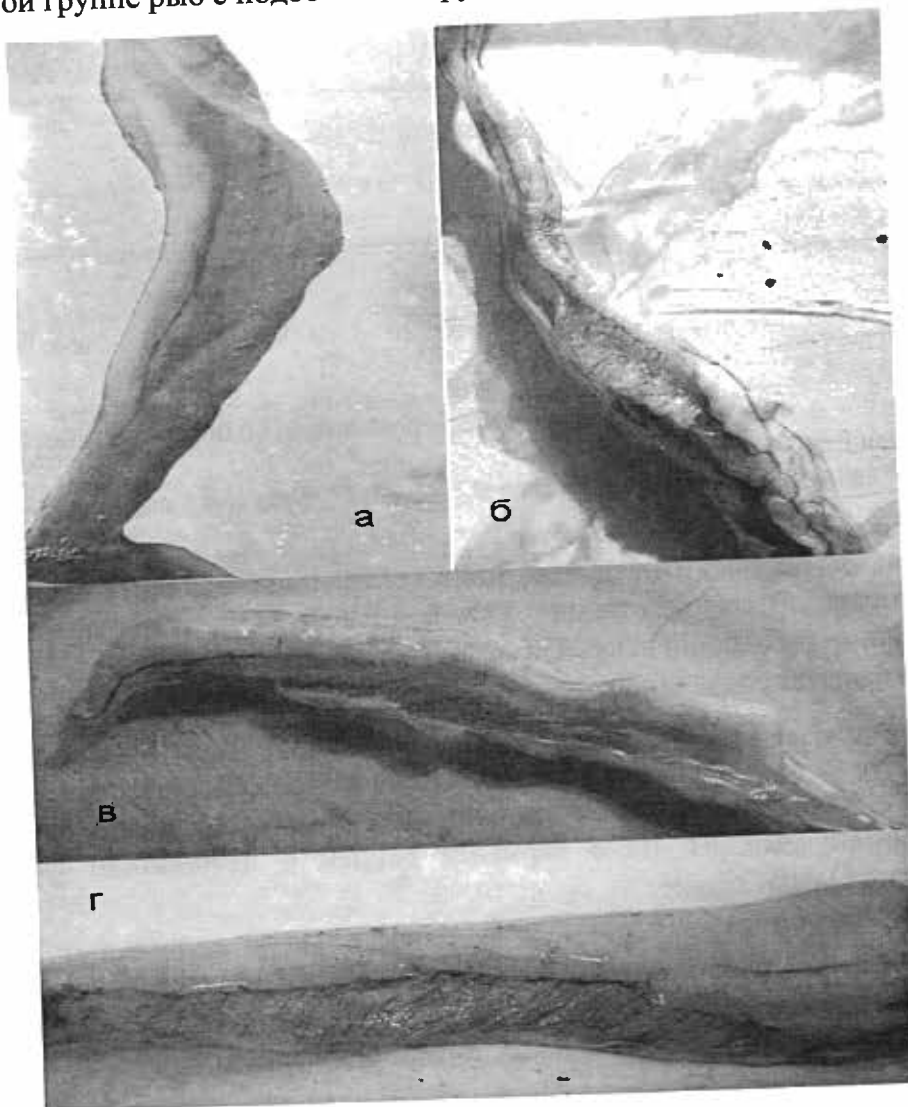
| Доза гормона, мг/кг      | 0 (контроль)    | 2               | 5              |
|--------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Самки, шт.               | 3               | 5               | 6              |
| Самцы, шт.               | 1               | 0               | 0              |
| Не идентифицированы, шт. | 0               | 0               | 0              |
| Конечная масса рыб, г    | 1401 $\pm$ 104  | 1378 $\pm$ 233  | 1170 $\pm$ 222 |
| Масса гонад, г           | 42,7 $\pm$ 18,8 | 32,2 $\pm$ 13,2 | 16,4 $\pm$ 5,1 |
| Коэффициент зрелости, %  | 3,1 $\pm$ 1,4   | 2,0 $\pm$ 0,6   | 1,3 $\pm$ 0,2  |
| Всего вскрыто рыб, шт.   | 4               | 5               | 6              |

Гонады самца имели однородную структуру и не содержали ооцитов. Особей с недифференцированными и нетипичными гонадами среди двухлетних рыб отмечено не было.

Во время вскрытия подопытных рыб в возрасте до года половую принадлежность некоторых особей идентифицировать не удавалось, как правило, такие особи отличались меньшей живой массой. Гонады неидентифицированных по полу рыб представляли собой узкие, светлые однородные тяжи, судить по которым о половой принадлежности особей было невозможно. При этом в начале эксперимента количество неидентифицированных особей было существенно выше в опытных группах (15% в варианте опыта с содержанием эстрадиола в корме 2 мг/кг корма и 16% в варианте с содержанием эстрадиола в корме 5 мг /кг корма), чем в контрольной (5%).

Среди вскрытых и идентифицированных по половому признаку рыб были обнаружены особи, гонады которых имели нетипичную форму – орган внешне заметно отличался от гонад остальных рыб. Тем не менее, по таким гонадам можно

было судить о половой принадлежности рыб, т. к. щель-борозда была хорошо видна, а на более поздних стадиях развития просматривались и ооциты. Вначале эксперимента количество особей с нетипичной формой гонад было более высоким в опытных вариантах (15% в варианте опыта с содержанием эстрадиола в корме 2 мг/кг корма и 13% в варианте с содержанием эстрадиола в корме 5 мг /кг корма), в контрольной группе рыб с подобными нарушениями отмечено не было.



**Рис.** Гонады бестера.

А, Б – яичники рыб из варианта 2 мг эстрадиола/кг, возраст 9 мес. Видны ооциты и яйценосные пластинки (А), борозда (Б). В – семенник самца (возраст 9 мес.) из контроля. Г – яичник двухгодовалого бестера из варианта 2 мг эстрадиола/кг. Видны генеративная и жировая ткань.

**Fig.** Gonads in bester.

А, Б – ovaries of fish from estradiol 2 mg/kg group, age of 9 month. Oocytes and ovarian lamellae (А) and ovarian groove (Б) are shown. В – testis of fish from control group (9 month old male). Г – Ovary of 2 years old bester from estradiol 2 mg/kg group. Generative and fat tissues are shown.

*Опыт с русским осетром.* Основные результаты опыта по инверсии пола у русского осетра представлены в таблице 4.

**Таблица 4.** Половой состав и характеристика молоди русского осетра, получавшего эстрадиол в различных дозах (возраст рыб 10 мес.).

**Table 4.** Sex composition and performance of 10 month old Russian sturgeon administered with estradiol-17 $\beta$  at various dosages.

| Доза гормона, мг/кг корма                            | 0                              | 2                              | 6                                |
|--|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Самки, шт. (%)                                       | 8 (53)                         | 12 (80)                        | 12 (80)                          |
| Самцы, шт. (%)                                       | 6 (40)                         | 0                              | 0                                |
| Не идентифицированы, шт. (%)                         | 1 (7)                          | 3 (20)                         | 3 (20)                           |
| Количество особей с нетипичной формой гонад, шт. (%) | 0                              | 0                              | 6 (40)                           |
| Конечная масса рыб, г                                | 235 $\pm$ 25 <sup>2</sup>      | 215 $\pm$ 20 <sup>1</sup>      | 162 $\pm$ 12 <sup>1,2</sup>      |
| Масса гонад, г                                       | 0,520 $\pm$ 0,133 <sup>2</sup> | 0,327 $\pm$ 0,056 <sup>1</sup> | 0,153 $\pm$ 0,019 <sup>1,2</sup> |
| Коэффициент зрелости, %                              | 0,183 $\pm$ 0,029 <sup>2</sup> | 0,145 $\pm$ 0,020 <sup>1</sup> | 0,096 $\pm$ 0,010 <sup>1,2</sup> |
| Всего вскрыто рыб, шт.                               | 15                             | 15                             | 15                               |
| Выживаемость рыб, %                                  | 40                             | 24                             | 38                               |

**Примечание:** <sup>1</sup> – 2 мг и 6 мг: различия достоверны при  $P \leq 0,05$ ; <sup>2</sup> – 0 мг и 6 мг: различия достоверны при  $P \leq 0,05$ .

**Note:** <sup>1</sup> – 2 mg and 6 mg: significant difference at  $P \leq 0,05$ ; <sup>2</sup> – 0 mg and 6 mg: significant difference at  $P \leq 0,05$

При вскрытии десятимесячных рыб в контрольном варианте количество самок и самцов составило соответственно 53% и 40% от общего числа исследованных особей. Количество неидентифицированных особей составило 7%. Особей с нетипичной формой гонад обнаружено не было.

В варианте с содержанием эстрадиола в корме 2 мг/кг количество самок составило 80% от общего числа вскрытых рыб, самцы не обнаружены. Количество неидентифицированных особей составило 20% от общего числа вскрытых рыб. Среди вскрытых рыб из этого варианта особей с нетипичной формой гонад обнаружено не было.

В варианте с содержанием эстрадиола 6 мг/кг количество самок также составило 80% от общего числа вскрытых рыб. Самцов обнаружено не было. Количество неидентифицированных по полу особей составило 20% от общего числа вскрытых рыб, 40% самок имели гонады нетипичной формы.

Ввиду того, что в опыте с русским осетром вскрытие всех рыб проводилось единовременно, стало возможным провести сравнительный анализ метрических показателей русского осетра на большом количестве подопытных особей.

Молодь русского осетра из контрольного варианта и варианта 2 мг/кг имела достоверно большую живую массу, чем особи из варианта с содержанием эстрадиола 6 мг/кг ( $P \leq 0,05$ ). По массе гонад и коэффициенту зрелости особи из первых двух вариантов также достоверно превосходили особей из варианта 6 мг/кг. Достоверных различий между контрольным и опытным вариантом с содержанием эстрадиола 2 мг/кг ни по одному из показателей найдено не было.

## ОБСУЖДЕНИЕ

Опыты по инверсии пола у бестера и русского осетра оказались достаточно успешными. Впервые достигнута феминизация у русского осетра. Определены эффективные сроки гормонального воздействия и доза гормона, вызывающие частоту инверсии, близкую к 100%.

По сравнению с работой японских ученых (Omoto et al., 2002), в опыте с бестером удалось существенно сократить период гормонального воздействия. Важным фактором успешной инверсии пола является возраст рыб при начале гормонального воздействия (3 мес.). Поскольку опыты по феминизации у разных видов проводили при разном температурном режиме (это относится и к содержанию рыб до начала гормонального воздействия), можно считать трехмесячный возраст рыб достаточно универсальным параметром технологий по гормональной регуляции пола у разных видов осетровых рыб.

Оптимальной является диета, содержащая  $17\beta$ -эстрадиол в количестве 2 мг/кг корма. При более высоком содержании гормона (5-6 мг/кг) наблюдаются нарушения в формировании гонад и отставание рыб в росте. Подобные отрицательные эффекты эстрадиола у осетровых были описаны и другими авторами (Ахундов, 1997; Omoto et al., 2002; Flynn, Benfey, 2007).

Механизм негативного влияния высоких доз эстрадиола на формирование гонад и основные рыболовные показатели не вполне ясен. В медицинской литературе есть данные, которые указывают на угнетающее действие некоторых гормонов на тимус и соответственно иммунную систему, например, известно, что эстрадиол в относительно больших дозах вызывает атрофию тимуса.

Некоторые авторы называют тимус рыб центральным лимфоидным органом, т. к. именно в нем происходит лимфопоэз, а удаление тимуса у костистых рыб приводит к подавлению гуморального иммунного ответа и задержке отторжения трансплантата (Tatner, 1986). Тимус рыб является поставщиком зрелых клеток для периферических лимфомиелоидных органов и тканей: селезенки, почки, лимфоидной ткани печени, а выселяющиеся из тимуса клетки создают потенциал долгоживущих Т-лимфоцитов периферии. Можно предположить, что при скормливаниях молоди осетровых рыб диеты, содержащей эстрадиол, наблюдаемые отрицательные эффекты связаны с отрицательным влиянием повышенных доз эстрадиола на тимус и иммунную систему.

Эстрадиол в дозе 2 мг/кг не вызывал повышенной смертности рыб, а некоторая задержка в половом созревании может быть следствием реверсии развития семенников в женском направлении. С возрастом, как это видно из опыта с бестером, различия в скорости созревания сглаживаются. Есть основания предполагать, что плодовитость самок-инверсантов не будет сниженной по сравнению с обычными самками.

Тот факт, что гормональное воздействие оказываемое на рыб, от которых в дальнейшем планируется получать пищевую икру, не вызывает опасений. Эстрадиол хорошо усваивается и выводится из тела рыбы, его дозы, применявшиеся в наших опытах, не велики. Кроме того, между гормональным воздействием (до девятимесячного возраста) и получением икры пройдет не менее 4-5 лет.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Ахундов М.М. Пластичность дифференцировки пола у осетровых рыб. Баку: Элм, 1997. 200 с.
- Ванякина Е.Д. Генетика определения пола и некоторые вопросы гормональной регуляции пола у рыб. В кн.: Генетика, селекция и гибридизация рыб. М.: Наука, 1969. С. 29-44.
- Гомельский Б.И. Гормональное переопределение пола у рыб и возможности его применения в рыбоводстве // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ «Генетика и селекция рыб». М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1980. Вып. 28. С. 117-136.
- Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975. 274 С.
- Akhundov M.M., Fedorov K.Y. Effect of exogenous estradiol on ovarian development in juvenile sterlet, *Acipenser ruthenus* // J. Ichthyol. 1995. V. 35. P. 109-120.
- Devlin R.H., Nagahama Y. Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences // Aquaculture. 2002. V. 208. P. 191-364.
- Flynn S.R., Benfey T.J. Effects of dietary estradiol-17 $\beta$  in juvenile shortnose sturgeon, *Acipenser brevirostrum*, Lesueur // Aquaculture. 2007. V. 270. P. 405-412.
- Gomelsky B. I. Chromosome set manipulation and sex control in common carp: a review // Aquat. Living Resour. 2003. V. 16. P. 408-415.
- Grandi G., Giovannini S., Chicca M. Gonadogenesis in early developmental stages of *Acipenser naccarii* and influence of estrogen immersion on feminization // J. Appl. Ichthyol. 2007. V. 23. P. 3-8.
- Omoto N., Maebayashi M., Mitsuhashi E., Yoshitomi K., Adachi S., Yamauchi K. Effects of estradiol-17 $\beta$  and 17 $\alpha$  -methyltestosterone on gonadal sex differentiation in the F2 hybrid sturgeon, the bester // Fish. Sci. 2002. V. 68. P. 1047-1054.
- Piferrer F. Endocrine sex control for the feminization of teleost Fish // Aquaculture. 2001. V. 197. P. 229-281.
- Tatner M.F. The ontogeny of humoral immunity in rainbow trout, *Salmo gairdneri* // Vet. Immunol. Immunopathol. 1986. V. 12. P. 93-105.
- Yamamoto T. Sex differentiation // Fish Physiology. 1969. V. 3. P. 117-175.

### SEX CONTROL IN STURGEONS. 1. INFLUENCE OF ESTRADIOL-17 $\beta$ ON GONADAL SEX DIFFERENTIATION IN BESTER (*HUSO HUSO* $\times$ *ACIPENSER RUTHENUS*) AND RUSSIAN STURGEON (*ACIPENSER GUELLENSTAEDTII*).

© 2012 y. K.V. Kovalev<sup>1</sup>, S.A. Kupchenko<sup>1</sup>, V.V. Douma<sup>1</sup>, L.N. Douma<sup>1</sup>,  
D.A. Balashov<sup>1</sup>, E.N. Ponomareva<sup>2</sup>, A.V. Recoubratsky<sup>1</sup>

1 – All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries, Rybnoe, Moscow area

2 – Astrakhan State Technical University, Astrakhan

Results of hormonal sex reversal in bester and Russian sturgeon have been presented. In experiments where fry was fed with diet containing estradiol-17 $\beta$ , optimal period and hormone dosages resulted in reversal yield close to 100% were determined. Optimal dosage proved to be of 2 mg of estradiol-17 $\beta$  per 1 kg, with 5-6 mg/kg gonadal abnormalities and slow growth rate were observed. The effective age to start hormone administration is 3 month after hatching.

**Key words:** sex control, hormone, estradiol, gonad, sturgeon fish.