

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК:597.442:597-114.78:639.3:628.1

ОСОБЕННОСТИ ПОЛОВЫХ ЦИКЛОВ САМОК БЕСТЕРА *ACIPENSER RUTHENUS* × (*HUSO HUSO* × *ACIPENSER RUTHENUS*) АКСАЙСКОЙ ПОРОДЫ ПРИ СОДЕРЖАНИИ В УСТАНОВКЕ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

© 2012 г. О.П. Филиппова, А.С. Сафронов, С.Е. Зуевский, К.В. Дудин

Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии, Москва, 107140

Поступила в редакцию 29.04.2011 г.

Окончательный вариант 05.12.2011 г.

Показано, что процессы гамето- и гонадогенеза у бестера (*Acipenser ruthenus* L. × (*Huso huso* L. × *Acipenser ruthenus* L.)) Аксайской породы при выращивании в УЗВ в условиях постоянной температуры осуществляются по общей для всех осетровых схеме: с ускорением созревания и нарушением преимущественно весеннего размножения. Изучено влияние трех температурных режимов: 4°C, 10,5°C и 22°C на скорость прохождения IV стадии зрелости гонад. Определены размеры ооцитов на III, IV, V стадиях зрелости и длительность вителлогенеза при температуре 22°C.

Ключевые слова: бестер, стадии зрелости, коэффициент поляризации, температура, УЗВ.

ВВЕДЕНИЕ

Гибрид между белугой *Huso huso* и стерлядью *Acipenser ruthenus* – бестер, в 1952 г. впервые был получен в результате экспериментальных исследований по гибридизации осетровых рыб в Тепловском рыбоинституте Саратовской области (Николюкин, Тимофеева, 1953). Биологические особенности двух поколений гибрида и гаметогенез основных реципрокных форм бестера (БС и СБ) при выращивании в проточных прудах описаны в работах И.А. Бурцева (1967а, 1967б, 1967в, 1969, 1970). Позднее было показано, что гаметогенез бестера в трех поколениях проходит без нарушений (Филиппова, 1999).

В 1958 г. Н.И. Николокупиным и Г.В. Шпилевской (1960) были получены бэк-кроссы бестера с белугой (Б.БС) и стерлядью (С.БС), обладающие ¾ наследственности соответственно белуги или стерляди. Основные реципрокные формы бестера и бэк-кроссы выращивали в прудах Аксайского рыбхоза (ныне ЗАО Казачка, Ростовская обл.). От них было получено несколько поколений потомства и созданы три породы: Бурцевская, Впировская и Аксайская (Бурцев и др., 2002; Патент, 2003), которые зарегистрированы в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений. Аксайская порода (С.БС), в частности, получена на основе реципрокного гибрида бестера [стерлядь × (белуга × стерлядь)].

С началом формирования в конце 1970-х годов ремонтно-маточных стад осетровых и их гибридов: бестера, завезенного с Аксайского рыбхоза, начали повсеместно выращивать в садках, установленных на водоемах-охладителях при ГРЭС и ТЭЦ и хозяйствах с использованием замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ). Использование теплых вод ускоряет созревание и получение овулировавшей икры для рыбоводных и пищевых целей в более короткие сроки (Киселев, 1999; Жигин, 2002; Проскуренько, 2003).

Влияние температуры на отдельные периоды оогенеза в российских и зарубежных источниках фрагментарны (Акимова, 1981; Doroshova et al., 1991; Van Eenennaam et al., 1996; Doroshov et al., 1997; Williot, Brun, 1998; Webb et al., 1999; Дегтярева, Лозовский, 2004; Астафьева и др., 2006). Ранее были выяснены лишь некоторые аспекты развития половых клеток и желез бэк-кроссов бестера (Филипова, 2006; Филипова и др., 2007). Данные по плодовитости и срокам созревания бестера при выращивании в установках замкнутого водообеспечения (УЗВ) в открытой печати отсутствуют.

Цель данного исследования:

- выявить изменения, происходящие в процессе развития и функционирования воспроизводительной системы на III стадии зрелости яичников самок бестера Аксайской породы (С.БС) при выращивании в тепловодном модуле с УЗВ;
- определить критерии готовности самок к нересту и показатели для перевода в зимовальный модуль;
- оценить группы самок, сформированных в условиях постоянных температур;
- определить влияние разных температурных режимов на скорость прохождения IV стадии зрелости гонад.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Основой для настоящей статьи послужили материалы исследования гаметогенеза у самок бестера Аксайской породы (С.БС), собранные в процессе формирования маточного стада в 2002-2007 гг. В состав стада входили особи, полученные в апреле 2002 г. на рыбноводном хозяйстве «Казачка» (г. Аксай, Ростовская обл.), – потомство от 3-х самок первого поколения, 1973 г. рождения. В течение 5 мес. (май-октябрь 2002 г.) молодь выращивали в бассейнах, с использованием датских кормов фирмы «Aller Aqua». В октябре 2002 г. сеголетки С.БС были перевезены в садки тепловодного Электрогорского осетрового хозяйства при ГРЭС-3 имени Р.Э. Классона (г. Электрогорск, Московская обл.), где рыб выращивали с использованием импортных и отечественных гранулированных кормов до сентября 2004 г. (в зимний период рыб не кормили). В установку замкнутого водообеспечения (УЗВ) экспериментального комплекса ВНИРО (г. Дзержинский, Московская обл.) первую группу С.БС перевезли в возрасте 2+ в сентябре 2004 г. – 256 самок и 94 самца средней массой $1,0 \pm 0,4$ кг; вторую группу в возрасте 3+ в октябре 2005 г. – 50 самок (средней массой $1,2 \pm 0,5$ кг). Общее число рыб составило 400 экз. Все самки (306 шт.) имели индивидуальные метки. Рыб с яичниками III стадией зрелости до начала эксперимента выращивали в бассейнах площадью по 9 м² и глубиной 1 м при температуре воды 20-22°C в течение 6 мес.

Эксперимент по изучению влияния различных температур на скорость прохождения IV стадии зрелости в связи с неодновременным созреванием самок проводили в период с марта 2006 г. по декабрь 2007 г. Схема эксперимента включала 4 варианта выращивания при температурах: 4°, 10,5° и два варианта при 22° С (в I варианте самок пересаживали с 22° С на 4° при достижении КП = 7-10%, а во втором варианте продолжали содержать при 22° С). За время эксперимента яичники у самок продвинулись с III завершенной стадии в IV завершенную стадию зрелости (рис. 1). При коэффициенте поляризации ядра ооцита 18-22% самок



Рис. 1. Схема содержания производителей С.БС от завершённой III-стадии зрелости до созревания.

Fig. 1. Scheme of maintenance of spawners S.BS from completed stage III to maturation.

рассаживали в бассейны с разной температурой воды (4 варианта). При завершении IV стадии зрелости гонад температуру воды постепенно (в течение 10-14 дней) доводили до нерестовой – 11-14°C, после чего проводили инъектирование рыб (Гончаров, 1984, 1998). Продолжительность созревания от времени инъекций до получения зрелых половых продуктов определяли по графикам (Филишова, Сафронов, 2004). Всего в эксперименте использовали 104 самки из I-й группы (табл.1), в том числе в I варианте 44, во II – 30, в III – 15, в IV, контрольном – 15.

Коэффициент поляризации (КП) ядра ооцита определяли методом В.З.Трусова (1964б, 1967) в модификации Б.Н. Казанского с соавторами (1978). Коэффициент поляризации вычисляли по формуле:

$$КП = \frac{h_{\text{средн.}}}{D_{\text{средн.}}} \times 100,$$

где $h_{\text{средн.}}$ – среднее наименьшее расстояние от оболочки ооцита до зародышевого пузырька, мм; $D_{\text{средн.}}$ – средний диаметр ооцита в пробе, мм.

Стадию зрелости определяли с помощью щупового метода (Казанский и др., 1978; Бурцев и др., 1999). У рыбы через прокол брюшины в области 3-4-й брюшных жучек (считая от хвоста) извлекали кусочек гонады и визуально определяли стадию зрелости. Дополнительно регистрировали особенности окраски икры. Пробу

фиксируют для дальнейшего гистологического исследования жидкостью Буэна или 4%-ным раствором формалина. Описание стадий зрелости приведено по шкале Трусова (1964а). Всего обработано 104 пробы. Дополнительно, для более точного определения пола и стадий зрелости использовали эндоскоп немецкой фирмы Karl Storz W/470 диаметром 5 мм. (Сафронов и др., 2006). Для получения фото- и видеоизображений к эндоскопу подключали переносной компьютер.

При изготовлении препаратов для гистологических исследований проводку проб осуществляли через автомат гистологической обработки тканей карусельного типа (Модель STP-120); заливку в парафин – через заливочную станцию EC-350; срезы толщиной 5-7 мкм делали на салазочном микротоме MICROM-УМ-440Е. Полученные срезы окрашивали квасцовым гематоксилином по Эрлиху (Роскип, Левинсон, 1957) с доокрашиванием ядер эозином.

Гонадосоматический индекс (ГСИ) рассчитывали как отношение массы гонад к массе тела без внутренностей только у погибшей рыбы.

Фотографии гистологических препаратов делаемы с помощью фотокамеры японского микроскопа «Olympus» при увеличении окуляра $\times 10$, объективов $\times 10$, 20.

Статистическую обработку выполнили с помощью программы Microsoft Excel 2002.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Гистологические исследования, проведенные в октябре 2005 г. у второй группы рыб показали, что гонады самок четырехлеток (3+), перевезенных в 2005 г., находились на II полужировой стадии зрелости, а самцы на III. Наблюдалось отставание по темпу созревания и массе от рыб того же возраста, но посаженных в УЗВ в 2004 г. Показатели гонадосоматического индекса на II жировой стадии зрелости у С.БС составляли 1,5-4,5%, масса гонад варьировалась от 14 до 120 г, а соотношение жировой и гонадосоматической тканей 2:1. Гонады опытных самок находились в нормальном состоянии и очевидных нарушений состояния ооцитов не наблюдалось. К концу цитоплазматического роста ооцитов их цитоплазма приобрела однородную мелкопенистую структуру. Желток отлагался в виде мелких гранул в слое ооплазмы вокруг ядра и под оболочкой ооцита (рис. 2а). С помощью эндоскопа на желтоватом фоне жира можно было наблюдать икринки белого цвета (рис. 2б).

Из первой группы рыб, перевезенных в УЗВ в 2004 г., до 80% самок имели гонады завершённой II стадии зрелости и начала III стадии, а большинство самцов уже созрело. Средняя масса данных рыб на октябрь 2005 г составляла 2,0 кг.

Из этой группы рыб с 1 марта 2006 г. по мере созревания отбирали самок с завершённой III стадией зрелости гонад.

В начале III стадии зрелости ядро, расположенное в центральной части ооцита постепенно начинает смещаться к анимальному полюсу. В конце III стадии, при КП равным 18-22% икринки начинают приобретать эллипсоидную форму. Гистологически в ооцитах намечается полярность. Жировые капли и крупнозернистый желток концентрируется преимущественно у одного полюса, а мелкозернистый – у противоположного (рис. 3а). С помощью эндоскопа в начале IV стадии зрелости можно увидеть ооциты в фолликулярном эпителии или черную икру, окруженную жировой прослойкой (рис. 3б). Оттенки цвета и размер икринок варьировались. Поэтому степень зрелости определялась выше описанным методом.

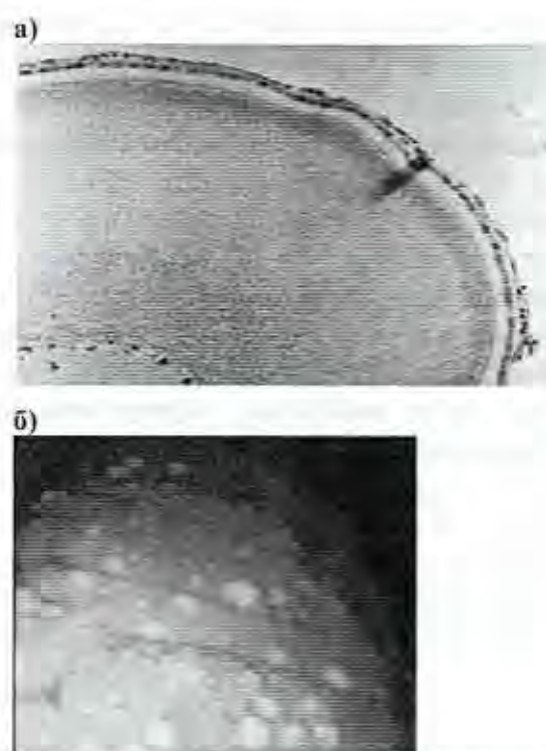


Рис. 2. Поперечные срезы гонад С.БС и вид с помощью эндоскопа в возрасте 3+: а – яичник в начале III стадии зрелости. Масса рыбы – 2,1 кг, d ооцита – 650 мкм. Ув.: ок. 10 × об. 20; б – яичник на завершенной II стадии зрелости. Масса рыбы – 1,9 кг.

Fig. 2. Cross sections of S.BS gonads and a view through the use of endoscope at the age of 3 +: а – ovary at the beginning of stage III. Weight – 2,1 kg, oocyte d – 650 μ m, magnification– 10 × 20; б – ovary at completed stage II, weight – 1,9 kg.

Таблица 1. Этапы формирования маточного стада бестера *Acipenser ruthenus* × (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*).

Table 1. Stages of broodstock formation of bester *Acipenser ruthenus* × (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*).

Условия выращивания (регион)	Период выращивания	Набранная сумма тепла, градусо-дни	Стадия зрелости в конце этапа	Средняя масса в конце этапа, кг
Бассейны (Ростовская обл.) Садки на водосме охладителя при ГРЭС (Московская обл.)	май-октябрь 2002 г.	4000	Juvenile	0,09 ± 0,004
- I группа	ноябрь 2002 г. – сентябрь 2004 г.	10000	I-II	1,00 ± 0,40
- II группа	ноябрь 2002 г. – октябрь 2005 г.	14700	II	1,2 ± 0,5
Бассейны в УЗВ (Московская обл.)				
- I группа	октябрь 2004 г. – конец марта 2006 г.	12600	III	2,85 ± 0,85
- II группа	ноябрь 2005 г. – конец марта 2006 г.	3500	II	2,1 ± 0,35

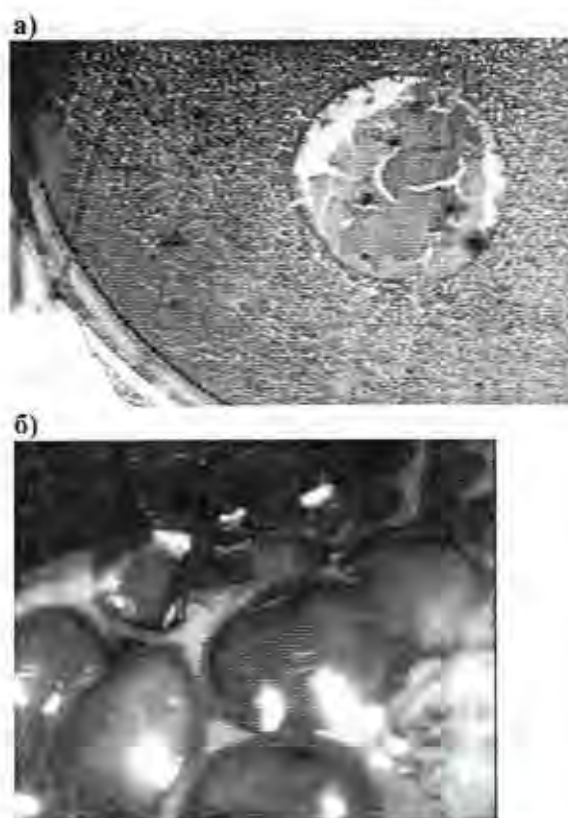


Рис. 3. Микроструктура яичника самки С.БС и вид с помощью эндоскопа в возрасте 4 года: а – масса рыбы – 3,5 кг. Плазма ооцита d – 2010 мкм заполнена желтком на завершённой III стадии зрелости. Ув.: ок. $10 \times$ об. 10; б – яичник самки С.БС начала IV стадии зрелости. Масса рыбы – 3,7 кг.

Fig. 3. Microstructure of ovary of S.BS and view through the use of endoscope at the age of 4 years. а – weight 3,5 kg. Oocyte plasma d – 2010 μm is filled with egg yolk at the completed stage III, magnification – $10 \times$ 10; б – ovary of S.BS at early stage IV, weight – 3,7 kg.

Сумма тепла в градусо-днях до начала эксперимента в 2006 г. приведена в таблице 1. При формировании маточного стада в нашем эксперименте мы учитывали весь диапазон температур, а не только эффективные (Чебанов и др. 2004). Сильная задержка в развитии воспроизводительной системы у С.БС произошла из-за наличия 2-х зимних периодов 2002-2003 гг. и 2003-2004 гг. для I группы и 3-х зимних периодов для II группы рыб. Отрицательную роль сыграли неоднократные перевозки и пересадки рыбы. Поэтому созревание рыбы началось в 4 года, тогда как при оптимальных температурных режимах должно было начаться в 3 года.

Планомерное взятие и анализ шуповых проб икры позволяло определить скорость прохождения III, IV стадий зрелости. От завершённой II стадии зрелости при среднем диаметре ооцитов 450-500 мкм, стадия III завершается за 6 мес., при средней температуре выращивания 22°C (табл. 2).

Зависимость коэффициента поляризации от диаметра ооцитов у просмотренных самок, находящихся на III и IV стадиях зрелости показано на диаграммах (рис. 4 и 5).

Таблица 2. Длительность этапов оогенеза у самок маточного стада бестера Аксайской породы.
Table 2. Duration of oogenesis stages in the broodstock bester females of the Aksay breed.

Стадия зрелости гонад	Пабранная сумма тепла, градусо-дни	Диаметр ооцитов, мм	Масса рыб, кг		Возраст, мес.
			<i>min – max</i>	<i>М ср.</i>	
II – начало протоплазматического роста ооцитов	14670-18685	0,1-0,2	1,4-1,6	1,5	30-36
III – начало накопления желтка	22030-28720	0,45-0,7	1,6-3,6	2,6	41-51
III – завершённая	26045-32735	1,76-2,34	1,7-3,8	2,9	47-57
IV – завершённая	26675 – 33935	2,1-2,48	2,0-5,1	3,2	49-59
Овуляция	26825-34085	2,1-2,48	2,0-5,1	3,2	+0,3

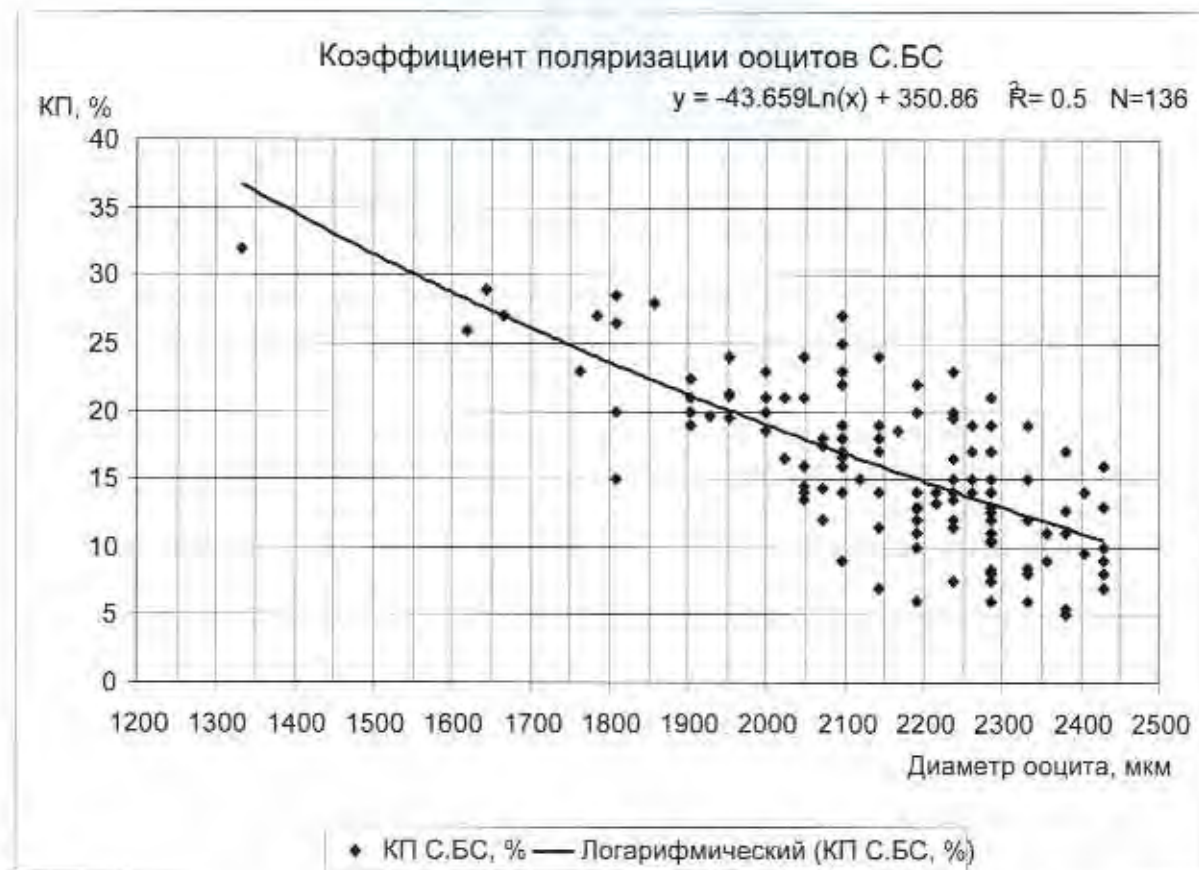


Рис. 4. Изменение коэффициента поляризации у С.БС в зависимости от диаметра ооцита.
Fig. 4. Change of the polarization index (PI,%) in S.B.S depending on the oocyte diameter.

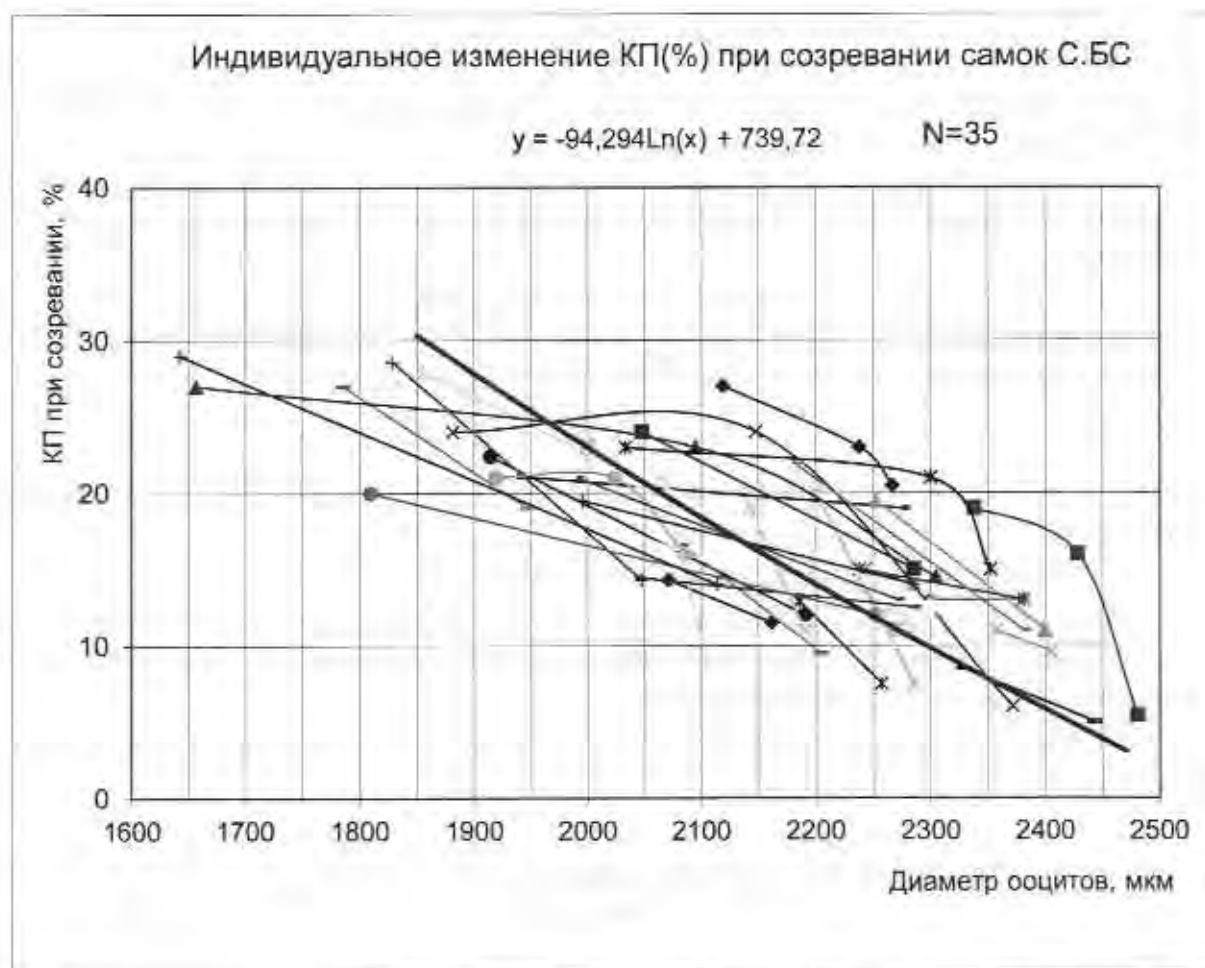


Рис. 5. Индивидуальное изменение коэффициента поляризации КП(%) у отдельных самок С.БС в зависимости от диаметра ооцита.

Fig. 5. Individual change of the polarization index (PI,%) in the individual females S.BS depending on the oocyte diameter.

Изменение коэффициента поляризации в зависимости от диаметра ооцита ориентировочно описывается уравнением:

$$Y = -43,659\ln(x) + 350,86,$$

где Y – индекс поляризации ооцита у С.БС, в %; X – диаметр ооцита С.БС, в мкм при величине уровня аппроксимации $R^2 = 0,5$.

На основании экспериментальных данных, полученных в УЗВ, всех созревающих самок С.БС. можно разделить на три группы: при созревании первой группы самок происходит последовательное увеличение диаметра ооцита, сопровождающееся уменьшением КП. На рисунке 5 эти самки представлены кривыми, которые образуют углы с осью абсцисс более 30° . При созревании второй группы самок сначала происходит увеличение диаметра до дефинитивных размеров, а после этого быстрое уменьшение КП. На рисунке 5 эти самки представлены кривыми, круто падающими в конце роста ооцитов. Доля каждой группы самок в общем стаде составляет 40%. Все изменения в ооцитах этих 2-х групп проходят достаточно интенсивно, при содержании на температуре 4°C . Но существует также третья группа рыб, доля которых составляет около 20% от стада. Развитие ооцитов у

них происходит существенно медленнее, чем у большинства самок. Для прохождения IV стадии зрелости от КП=22% до КП=10% этой группе самок требуется 6-7 мес. На рисунке 5 эти самки представлены более пологими кривыми, которые образуют углы с осью абсцисс менее 30°.

При содержании С.БС в воде с температурой 4-10, 5-22° С были получены экспериментальные данные об изменении коэффициента поляризации ядра ооцита (в процентах).

На графике (рис. 6) показана суточная скорость изменения положения ядра в ооците, выраженная в процентах, в зависимости от температуры воды. Тренд данного изменения положения ядра ооцита описывается уравнением:

$$Y = 0,0233X^{0,7512},$$

где X - температура воды в градусах Цельсия; Y - индекс поляризации ядра ооцита (КП), %.

Величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,72$.

При использовании мягкой зимовки 10,5°С средняя скорость изменения КП на 1% составляет 8,0 дней с незначительными колебаниями (рис. 6), но до 80% самок ответили на инъекцию резорбцией фолликулов.

Средняя скорость изменения КП на 1% при 22°С составляет 4 дня и может колебаться от 2,5 до 6,0 дней (рис. 6).



Рис. 6. Изменение коэффициента поляризации ядра ооцита (КП, %) в день у самок С.БС в зависимости от температуры воды.

Fig. 6. Daily rate of change of the oocyte polarization index (PI,%) in S.BS depending on water temperature.

В условиях УЗВ ВНИРО первые самки С.БС (около 1% от общего количества одновозрастных самок) созрели в возрасте 4 года. У следующих за передовыми самками созревание наступило только через 5,5 мес. В течение первого года достигли зрелости 104 самки, что составило 34% от общего количества самок в стаде.

Разница в условиях выращивания вызвала различные особенности не только в окраске тела, но и в окраске генеративной части гонад и покрывающего гонады жира. Все привезенные с тепловодного хозяйства рыбы были светло-серого цвета, а гонады у этих самок имели розовато-желтоватую окраску с желтым жиром.

Рыбы, которых в течение года выращивали в УЗВ, отличались разнообразной внешней окраской – от серой до черной, что вероятно связано с повышенной освещенностью бассейнов в стеклянной теплице. Цвет жира, покрывающий генеративную часть гонад, варьировал от чисто белого или розовато-белого до желтого и оранжевого, что вероятно связано с использованием разных типов кормов при выращивании. Иногда белый цвет жира вводил в заблуждение при визуальном определении пола рыб при взятии шуповых проб. Отличить самок от самцов можно было только при помощи эндоскопа, либо полностью разрезав гонаду вдоль или поперек.

Цвет полученной овулировавшей икры у впервые созревающих самок С.БС различался: светло-серый, серый, серо-коричневый, желто-коричневый и черный.

Таблица 3. Рыбоводно-биологические показатели самок С.БС при первом созревании в разных условиях содержания.

Table 3. Fish breeding and biological characteristics of females S.BS at first maturation under different maintenance conditions.

Рыбоводные Показатели	Условия содержания самок			
	Прудовое (весеннее получение)	С удлиненным вегетационным периодом в УЗВ		
		(весеннее получение)	(осеннее получение)	(зимне-весеннее)
Возраст наступления половозрелости (лет)	6-13	4	4+	4+ - 5
Масса, кг	3,07	1,75	2,37	2,8
Рабочая плодовитость, тыс. шт. икринок	40,75	21,4	23,86	32,30
Средняя масса икринки (мг)	12,2	8,1	7,7	11
Относительная плодовитость (тыс.шт. икринок/кг массы)	13,3	9,8	11,15	12,21
Кол-во нормальных эмбрионов на стадии гаструляции, %	43,3	45	40	75

ОБСУЖДЕНИЕ

При выращивании осетровых в прудовых условиях или на тепловодных хозяйствах, с использованием теплых сбросных вод ГРЭС и АЭС и в условиях искусственно подогреваемой воды в установках замкнутого водообеспечения существует большая разница в возрасте достижения половой зрелости передовых особей и последних самок, вступающих в перест. В прудовых условиях сроки

созревания С.БС растягиваются до 7 лет, на тепловодных хозяйствах на 3-4 года, в условиях УЗВ на 2-3 года.

Возраст достижения полового созревания при прудовом методе выращивания для передовых самок бестера Аксайской породы составил 6 лет, а для самцов 4 года (Николюкин, 1972). При этом доля передовых самок в стаде одновозрастных рыб не превышала 2-3%. Около 70% одновозрастных самок созревали на 2-3 года позже передовой группы, а часть отстающих в развитии – в 11-13-ти летнем возрасте, т.е. на 5-7 лет позже передовых особей. Завершение II стадии зрелости происходило в широком возрастном диапазоне (от 4-х до 10-леток). III стадия зрелости наблюдалась в течение 1 года: с сентября до конца августа следующего года. IV стадия зрелости протекала осенью, зимой и ранней весной и продолжалась в течение 6 мес. Таким образом, суммарно III и IV стадии зрелости длились 1,5 года. Возможно, столь растянутое половое созревание было связано с нестабильным и нерегулярным кормлением (рыба получала основную массу корма в весенне-летний период, в виде фарша из малоценных рыб и комбикормов) и длительными низкими температурами в осенне-зимний период.

Гибриды осетровых, выращенные в прудовых условиях с сезонными колебаниями температуры воды, осенью имели практически зрелые половые продукты. В качестве эксперимента в прудах была сделана попытка простимулировать таких производителей, с целью получения потомства в осеннее время. Однако полученная прижизненным методом икра имела низкую способность к оплодотворению, в то время как весной следующего года, при наступлении нерестовых температур, от самок со сходными показателями зрелости икры получали рыбоводную икру хорошего качества.

В нашем эксперименте в УЗВ, благодаря удлинению вегетационного периода выращивания, ускорилось развитие воспроизводительной системы С.БС. Перед посадкой в УЗВ, гонады у самок, участвовавших в эксперименте в возрасте 2+, находились в начале II стадии зрелости. Самки, помещенные в УЗВ на год позже, отстали в развитии от I группы рыб. В возрасте 5+ яичники этих самок не достигли III стадии зрелости гонад. А гонады небольшого количества самок (3-4%) в возрасте 5+ из общего числа самок в стаде так и не достигли II стадии зрелости. Таким образом, наличие зимнего периода в первые 2-3 года жизни существенно задержало начало и завершение периода цитоплазматического роста ооцитов.

После завершения трофоплазматического роста ооцитов и процесса сперматогенеза, половые железы осетровых при низких температурах могут оставаться в этом состоянии в течение нескольких месяцев, до наступления нерестовых температур и начала периода размножения (Баранникова и др. 1983). Действительно, скорость развития воспроизводительной системы при низких температурах существенно замедляется. Движение ядра ооцита к анимальному полюсу на IV стадии зрелости при температуре 4°C происходит на 1% КП с большим разбросом: за 8-50 дней, но у большинства самок это происходит за 15 дней. Содержание С.БС при низкой температуре воды (4°C) без кормления в течение 5 мес. позволяет гонадам полностью пройти IV стадию зрелости, и поэтому при их дальнейшем содержании существует опасность перезревания.

У впервые созревающих самок гибрида С.БС диаметр зрелых ооцитов колеблется в пределах от 2 100 до 2 480 мкм, мода 2 280-2 340 мкм. При достижении КП < 10% диаметр ооцита увеличивается незначительно на 50-100 мкм.

Нами были проведены работы по получению потомства от впервые нерестующих самок в разные сезоны года. Наилучшие результаты по оплодотворяемости и развитию икры в условиях УЗВ были получены при работе с зимне-весенней группой созревающих рыб. В осенний сезон результаты были значительно хуже.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, кардинальное изменение условий выращивания осетровых – круглогодичное выращивание при температуре воды 20-22° С, дает возможность «внесезонного» получения потомства осетровых с применением «искусственной зимовки».

Особая актуальность работ по изучению половых циклов пород бестера связана с использованием этих гибридов в качестве модельных объектов при формировании маточных стад в контролируемых условиях. Проведенные исследования помогут в дальнейшем при работе с другими видами осетровых, как при их искусственном воспроизводстве для восстановления естественных популяций в морях и реках, так и при их репродукции в аквакультуре. На основании проведенных исследований мы пришли к следующим выводам:

1. Период трофоплазматического роста ооцитов на III стадии зрелости, при средней температуре выращивания 22° С длится 6 мес. без нарушений в развитии воспроизводительной системы, и завершается в 2 раза быстрее, чем при выращивании в прудах V рыбопродуктивной зоны России.

2. Критерием готовности самок к нересту может служить коэффициент поляризации ядра в ооците, но при прогнозе созревания следует учитывать, как коэффициент поляризации, так и средний диаметр ооцита. При диаметре ооцитов более 1 950 мкм и КП менее 18-22%, производителей необходимо отсаживать в зимовальный модуль.

3. В условиях постоянных температур формируются группы самок с разным сроком созревания в течение года. Необходимо их своевременное выявление и сортировка по группам: 1-я группа с коэффициентом поляризации (КП) ядра в ооцитах более 18-22% остается для дальнейшего выращивания на теплой воде, 2-я группа с КП менее 18-22% отсаживается в зимовальный модуль на срок до 3 мес., 3-я группа с КП менее 10% отсаживается в зимовальный модуль на срок до 1-2 мес., 4-я группа с резорбцией икры и КП менее 3-5% остается для дальнейшего выращивания на теплой воде.

4. При значениях коэффициента поляризации (КП) ядра в ооцитах менее 18-

На странице 406, в последнем абзаце, в последнем предложении следует читать:

«При содержании С.БС при низкой температуре воды (4°С) без кормления в течение 5 мес. в гонадах может завершиться IV стадия зрелости, и поэтому при дальнейшем содержании самок существует опасность их перезревания».

БЛАГОДАРНОСТИ

Огромный вклад в создание замкнутой установки водообеспечения и формирование маточного стада осетровых внес заведующий сектором ВНИРО Д.П. Андрианов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акимова Н.В. Созревание и половые циклы у осетровых (на примере сибирского осетра р. Лена). Сб. Исследования размножения и развития рыб. М.: Наука, 1981. С. 48-57.

Астафьева С.С., Федосеева Е.А., Судакова Н.В. Особенности формирования гонад у бестера при выращивании в различных технологических режимах // Сб. докл. IV междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Астрахань, 13-15 марта 2006 г. М.: Изд-во ВНИРО. С. 63-65.

Баранникова И.А., Боев А.А., Буковская О.С., Ефимова Н.А. Гормональная регуляция репродуктивной функции у осетровых и биотехника стимуляции созревания производителей в осетроводстве. Сб. Биологические основы осетроводства. М.: Наука, 1983. С. 22-42.

Бурцев И.А. Вителлогенез в ооцитах гибрида белуги со стерлядью *Huso huso* (L.) × *Acipenser ruthenus* (L.) // Сб. докл. АН СССР, 1967а. Т. 172. №2. С. 464-467.

Бурцев И.А. Влияние питания на гаметогенез некоторых гибридов осетровых рыб при прудовом содержании. Сб. Обмен веществ и биохимия рыб. М.: Наука, 1967б. С. 241-243.

Бурцев И.А. Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб // Тр. Центр. НИИ осетр. хоз-ва. 1967в. Т. 1. С. 252-257.

Бурцев И.А. Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью. Сб. Генетика, селекция и гибридизация рыб. М.: Наука, 1969. С. 232-242.

Бурцев И.А. Половое созревание гибридов белуги со стерлядью в Азово-Донском бассейне // Тр. Всесоюз. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 1970, Т. 76. С. 238-243.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Крылова В.Д., Филиппова О.П., Сафронов А.С. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью – бестера // Мат-лы междунар. научно-практ. конф. Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. Пос. Рыбное, 3-6 сентября 2002 г. Изд-во: ВНИРО. С. 146-150.

Бурцев И.А., Николаев А.И., Сафронов А.С., Крылова В.Д., Филиппова О.П. Методические указания по прижизненному получению икры у осетровых рыб. М.: ВНИРО, 1999. 10 с.

Гончаров Б.Ф. Синтетический аналог люлиберина – новый перспективный стимулятор созревания половых продуктов осетровых рыб // Сб. докл. АН СССР. 1984. Т. 276. С. 1002-1006.

Гончаров Б.Ф. Гормональная регуляция заключительных стадий оогенеза у низших позвоночных животных. Автореф. диссерт. На соиск. уч. степени доктора биол. наук. М.: ИБР РАН, 1998. 64 с.

Дегтярева С.С., Лозовский А.Р. Гонадогенез и содержание половых гормонов в крови у сеголеток бестера разных пород // Сб. докл. III междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. 22-25 марта 2004 г. Астрахань. Изд-во: НПЦ БИОС. С. 171-174.

Жигин А.В. Пути и методы интенсификации выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водоиспользования (УЗВ). Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени доктора с.-х. наук. М.: ТСХА, 2002. 36 с.

Казанский Б.Н., Феклов Ю.А., Подушка С.Б., Молодцов А.Н. Экспресс метод определения степени зрелости гонад производителей осетровых // Рыб. хоз-во. 1978. № 2. С. 24-27.

Киселев А.Ю. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения. Автореф. диссерт. на соиск. уч. степени доктора биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1999. 62 с.

Николюкин Н.И. Отдаленная гибридизация осетровых и костистых рыб. М.: Пищ. Промышленность, 1972. 335 с.

Николюкин Н.И., Бурцев И.А. Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью. М.: Изд-во ВНИРО, 1969. 52 с.

Николюкин Н.И., Тимофеева Н.А. Гибридизация белуги со стерлядью // Докл. АН СССР. 1953. Т. 93, № 5. С. 899-902.

Николюкин Н.И., Шпилевская Г.В. Возвратные скрещивания гибрида белуга × стерлядь с исходными видами // Тр. Саратовск. отд. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1960. Т. 6. С. 124-139.

Патент на селекционное достижение № 1829 на породу бестера Аксайская зарегистрирован в Государственном реестре охраняемых селекционных достижений (авторы *Арефьев В.А., Бурцев И.А., Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.*) от 03.04.2003 г.

Проскуренок И.В. Замкнутые рыбоводные установки. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 152 с.

Роскин Г.И., Левинсон Л.Б. Микроскопическая техника. М.: Сов. наука, 1957. 467 с.

Сафронов А.С., Солохин И.В., Николаев А.И., Бурлаченко И.В., Филиппова О.П., Дудин К.В. Использование эндоскопа для ранней прижизненной диагностики пола у осетровых рыб // Сб. докл. IV междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. 13-15 марта 2006 г., Астрахань. М.: Изд-во ВНИРО. С. 121-124.

Трусов В.З. Некоторые особенности созревания и шкала зрелости половых желез осетра // Тр. Всесоюз. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 1964а. Т. 56. С. 69-78.

Трусов В.З. Метод определения степени зрелости половых желез самок осетровых // Рыбное хозяйство 1964б, № 1. С. 26-28.

Трусов В.З. Биологическое обоснование рыбоводных работ с летне-нерестящимся (поздним яровым) осетром // Тр. Центр. НИИ осетр. хоз-ва. 1967. Т. 1. С. 168-180.

Филиппова О.П. Влияние температуры воды на развитие воспроизводительной системы бестера трех пород при выращивании в разных экологических условиях // Сб. докл. IV междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Астрахань, 13-15 марта 2006 г. М.: Изд-во ВНИРО. С. 134-137.

Филиппова О.П., Сафронов А.С. Сроки созревания разных пород бестера после гормональной инъекции // Сб. докл. III междунар. научно-практ. конф. Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. 22-25 марта 2004 г. Астрахань: Изд-во НПЦ БИОС. С. 80-83.

Филиппова О.П., Сафронов А.С., Горбачева М.Н. Формирование репродуктивной системы у самцов бестера «Аксайской» породы при выращивании в условиях тепловодной аквакультуры // Сб. докл. междунар. симп. Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. 16-18 апреля 2007 г. Астрахань. Изд-во: АГТУ. С. 376-379.

Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. М.: Росинформагротех, 2004. 136 с.

Doroshov S.I., Moberg G.P., Van Eenennaam J.P. Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon *Acipenser transmontanus* // J. Environ. Biol. Fish. 1997. V. 48. P. 265-278.

Doroshova J.N., Van Eenennaam J.P., Chapman F.A. and Doroshov S.I. Histological study of the ovarian development in wild white sturgeon, *Acipenser transmontanus*// In P. Williot (ed). *Acipenser*. France: Cemagref Publications, Bordeaux. 1991. P. 129-135.

Filippova O.P. Review of reproductive system development in sturgeon hybrids *Huso huso* x *Acipenser ruthenus*, over three successive generations// J. Applied Ichthyology to the Vol. 15 (4-5), Proceedings of the III-rd International symposium on sturgeons, Piacenza, Italy, July 8-11, 1997. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, 1999. P. 313.

Van Eenennaam J.P., Doroshov S.I., Moberg G.P., Watson J.G., Moore D.S. and Linares J. Reproductive conditions of Atlantic sturgeon (*Acipenser oxyrinchus*) in the Hudson River // Estuaries. 1996. V. 19. P. 769-777.

Webb M.A.H., Van Eenennaam J.P., Doroshov S.I., Moberg G.P. Preliminary observations on the effects of holding temperature on reproductive performance of female white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson // Aquaculture. 1999. V. 176. P. 315-329.

Williot P., Brun R. Ovarian development and cycle in cultured Siberian sturgeon, *Acipenser baeri* // Aquat. Living Resour. 1998. V. 11 № 2. P. 111-118.

ECULIARITIES OF SEXUAL CYCLE IN FEMALES OF BESTER *ACIPENSER RUTHENUS* L. × (*HUSO HUSO* L. × *ACIPENSER RUTHENUS* L.) OF THE AKSAY BREED BEING MAINTAINED IN THE UNIT WITH RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEM (RAS)

© 2012 y. O.P. Filippova, A.Z. Safronov, S.E. Zuevskiy, K.V. Dudin

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow

Duration of vitellogenesis at the temperature 22 °C has been determined. The effect of three temperature regimes: 4 °C, 10.5 °C and 22 °C on the length of gonad maturity stage IV has been studied. It is shown that the processes of gameto - and gonadogenesis in bester (*Acipenser ruthenus* × (*Huso huso* × *Acipenser ruthenus*)) of the Aksay breed reared under RAS conditions at a constant temperature occur according to the common for all sturgeons scheme: accelerated maturation and broken spring spawning season.

Key words: bester, maturity stage, polarization index, temperature, RAS.