

ООГЕНЕЗ СИБИРСКОГО ОСЕТРА (*ACIPENSER BAERII* BRANDT, 1869) В УСЛОВИЯХ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Е. А. Мельченков, В. А. Илясова, Т. А. Канидьева, Е. Н. Бекина,
Е. А. Данилова, А. П. Воробьев, А. А. Арчибасов

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»),
141821, Россия, Московская обл., пос. Рыбное

В представленных материалах рассматриваются результаты исследований состояния воспроизводительной системы и процесса оогенеза в межнерестовый интервал у сибирского осетра в условиях индустриального хозяйства со среднегодовой суммой тепла 5600 градусо-дней. Установлено, что при этой сумме тепла самки сибирского осетра созревают на шестой год. Оогенез в межнерестовых интервалах может иметь различную длительность. Часть самок, даже пройдя процесс резорбции половых продуктов, и после нереста могут созревать на следующий год, другие самки пропускают один или два нерестовых периода. Снижение годовой суммы тепла до 4200 градусо-дней вызывает смещение половых циклов на два нерестовых сезона и более, до 3000 градусо-дней — не менее чем на три нерестовых сезона. У самок сибирского осетра в пределах каждой стадии зрелости половых продуктов прослеживается сезонная динамика увеличения уровня белка в плазме крови от весны к осени; повышение уровня белка в плазме и триглицеридов в крови происходит также по мере созревания половых продуктов. Эти показатели могут являться ориентиром при оценке уровня развития ооцитов у самок сибирского осетра.

Ключевые слова: сибирский осетр; самка; межнерестовый интервал; градусо-дни; сумма тепла; оогенез; ооцит

Введение

Современные направления развития аквакультуры России и сформировавшаяся инфраструктура предприятий отрасли открывают широкие возможности в рыбохозяйственном освоении и получении рыбной продукции различного ассортимента. Особенно это касается индустриальных предприятий, использующих технологическую (сбросную) теплую воду энергетических объектов, промышленных предприятий, а также установки замкнутого водообеспечения (УЗВ). На каждом из таких предприятий свой технический регламент, свой специфический температурный режим воды, используемой для объектов аквакультуры, в частности для производителей, которые оказывают неоднородное влияние на протекание половых

циклов у рыб и требуют дополнительного исследования этого процесса. Особенно это касается позднезревающих видов, в том числе осетровых.

Сибирский осётр как объект рыбоводства в России используется с 1981 г., после того как во ВНИИПРХ было получено потомство от маточного стада, сформированного в условиях индустриального хозяйства [1].

За короткий промежуток времени он стал одним из основных объектов выращивания в товарном индустриальном осетроводстве.

Целью работы являлось изучение влияния температурных условий содержания производителей на процесс оогенеза сибирского осетра в межнерестовый интервал.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на 20 самках сибирского осетра генерации 2008 г. (возраст 9 лет), выращенных в условиях экспериментальной базы Филиала по пресновод-

ному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ», отдел «Конаковский»). Для моделирования температурных условий при проведении исследований использовали материально-техническую базу филиала: проточный бассейновый цех (вариант 1) и модуль длительного выдерживания УЗВ (вариант 3), а также опытного селекционно-племенного хозяйства «Якоть» (вариант 2).

Для гистологического анализа пробы гонад и ооцитов отбирали методом биопсии. Фиксировали в жидкости Серра и 70 % спирте, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации, проводили обработку и изготовление препаратов согласно общепринятой методике гистологической техники, окрашивали препараты железным гематоксилином по Гейденгайну [2; 3]. Анализ фрагментов гонад и половых клеток проводили на микроскопах «Микромед МС-2-ZOOM» и PrimoStar при помощи камеры Canon G10 с использованием программ видеоизображения AxioVision и ScoreTek.

Сбор и обработку материалов по физиолого-биохимическим, гематологическим, морфобиологическим исследованиям проводили по общепринятым методикам с использованием портативного оборудования для экспресс-анализа.

Результаты исследований и их обсуждение

Гистологические исследования

Выращивание сибирского осетра в условиях индустриальных хозяйств базируется на его искусственном воспроизводстве, основанном на формировании маточных стад.

Поэтому вопрос созревания самок в специфических (несвойственных для естественного ареала обитания) условиях при годовой сумме тепла 5600 градусо-дней представляет определенный интерес.

У молоди сибирского осетра в возрасте двух месяцев (средняя масса 3,2 г) гонады находятся еще в индифферентном состоянии (рис. 1).



Рисунок 1 — Вид гонады сибирского осетра в возрасте двух месяцев, ок.10×об.10×

Надежным показателем цитологической дифференцировки пола у самок служит появление ооцитов синаптенного пути (рис. 2, а).

В возрасте одного года гонады представлены лентовидными тонкими тяжами. У анального отверстия левая и правая части

гонад соединяются. Коэффициент зрелости равен 0,2. Для яичников характерна I–II полужировая стадия зрелости. Яйцевые пластины небольшие, и все пространство у них заполнено половыми клетками периода протоплазматического роста, так называемые ооциты однослойного фолликула (рис. 2, б).

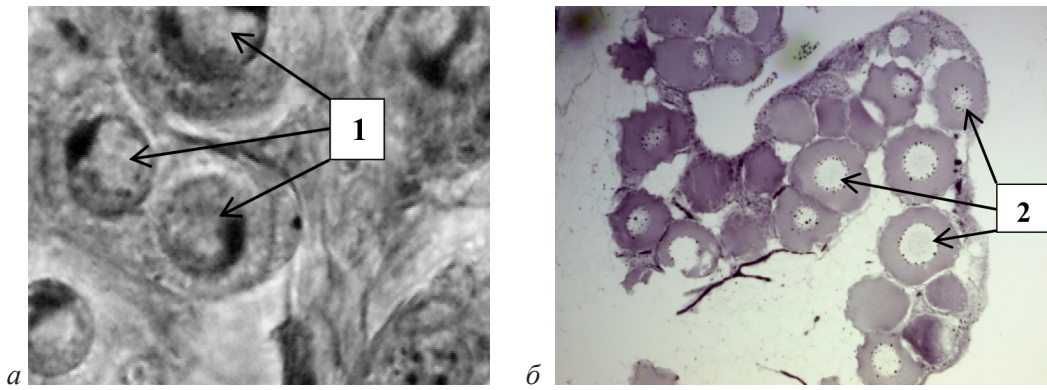


Рисунок 2 — Ооциты в яичнике самки сибирского осетра в возрасте одного года:
1 — ооциты синаптенного пути, ок.10×об.100×; 2 — ооциты протоплазматического роста,
ок.10×об.10×

В двухгодовалом возрасте масса рыб в среднем составляет 1085 г, а коэффициент зрелости увеличивается до 0,5. При вскрытии пол легко определяется, у самок заметна щель-борозда. Гонады имеют большие жировые тела, которые во много раз (до 90 %) превосходят генеративную ткань.

В трехгодовалом возрасте масса тела увеличивается в среднем до 2584 г при коэффициенте зрелости 1,1. На фоне жировых тел гонады имеют вид округлых тяжей, щель-борозда, характерная для самок, хорошо заметна.

В четырехгодовалом возрасте самки достигают в среднем 3890 г при коэффициенте

зрелости 3,0. Визуально гонады имеют вид массивных желтых тел с множеством сформированных яйцевых пластин. Вдоль яичника проходит крупный кровеносный сосуд, а светлые зернистые ооциты указывают на завершение периода протоплазматического роста.

Гистологическая картина гонады II жировой стадии зрелости представлена на рис. 3. Происходит протоплазматический рост ооцитов, диаметр самых крупных клеток составляет 325 мкм. Ооциты расположены несколькими рядами по краям яйценосных пластин, средняя часть которых заполнена жировой тканью.

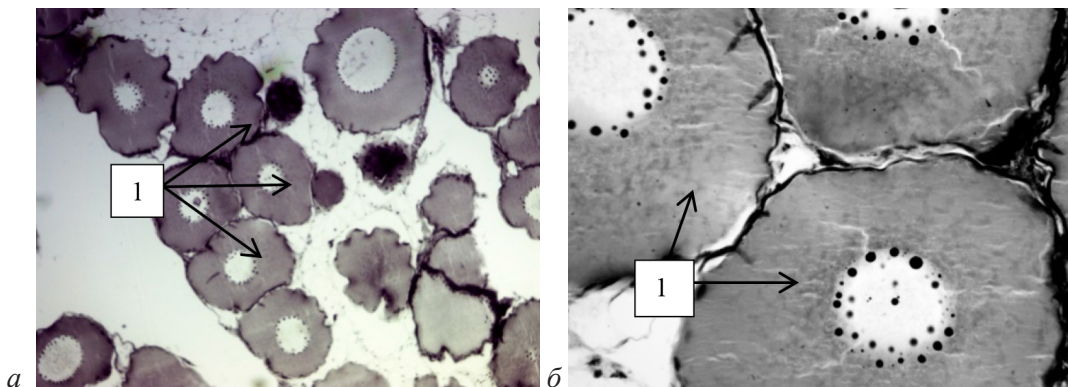


Рисунок 3 — Гистологическая картина яичника II жировой стадии зрелости:
1 — ооциты протоплазматического роста: а — ок.10×об.10×; б — ок.10×об.40×

У сибирского осетра в естественном ареале обитания период протоплазматического роста ооцитов (II стадия зрелости гонад) длится до 7–9-летнего возраста [4]. Гонады самок, содержащихся в промышленных условиях в течение нескольких лет (от двух- до

четырёхгодовалого возраста), находятся во второй жировой стадии зрелости. На этой стадии характерно интенсивное увеличение количества жира в гонадах, и вителлогенез начинается после достижения ими пятилетнего возраста.

У самки, выращенной в индустриальных условиях, в возрасте шести лет наблюдается III стадия зрелости. Характер роста ооцитов изменяется не только за счет увеличения объема цитоплазмы, но и в результате накопления трофических веществ — жира и желтка. На этой стадии зрелости гонад ооциты фазы трофоплазматического роста достигают размеров от 1,8 до 2,0 мм и имеют пигментацию от желтого до серого цвета.

Одновременно с накоплением питательных веществ происходит формирование оболочек. Снаружи ооцит покрыт фолликулярной, под ней расположены наружная радиально исчерченная и внутренняя желточная оболочки. Ядерный пузырек находится в центре ооцита, а в кариоплазме ядра в большом количестве присутствуют ядрышки разных размеров, часть из которых расположена в центре ядра, а остальные по периферии ядерной оболочки. При трофоплазматическом росте ооцитов перед последними этапами мейоза с хромосомами происходят преобразования — они принимают вид «ламповых щеток», хорошо видимых под микроскопом (рис. 4).

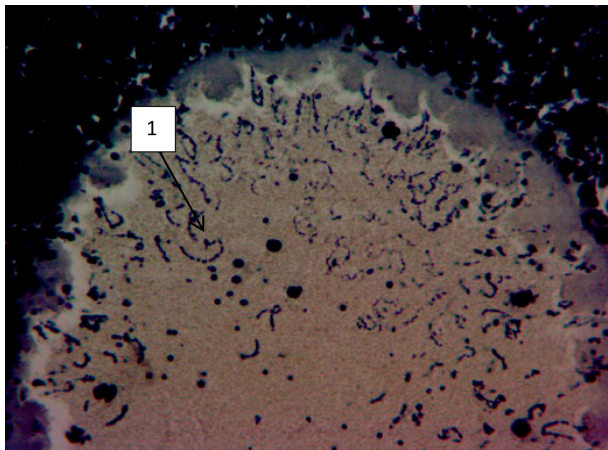


Рисунок 4 — Ооцит периода вителлогенеза:
1 — хромосомы типа «ламповых щеток»,
ув. ок.10×об.40×

При завершении роста и развития яйцеклеток гонады самок переходят в IV стадию зрелости, которая подразделяется на две подстадии: IV незавершенная и IV завершенная. Для успешного созревания и нереста обязательное условие — синхронный рост ооцитов. Переход из первой подстадии во вторую

характеризуется смещением ядра яйцеклетки к анимальному полюсу в зону мелкозернистого желтка. Крупнозернистый желток локализуется на вегетативном полюсе уже овальной икринки. Интенсивное накопление питательных веществ завершается осенью. Рыбы в зимовку уходят со зрелыми половыми продуктами IV завершенной стадии (рис. 5).

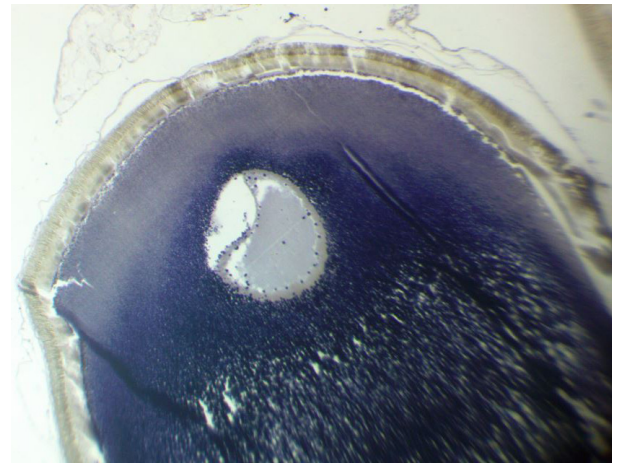


Рисунок 5 — Гистологическая картина ооцита IV завершенной стадии зрелости, ок.10×об.10×

После нереста наступает VI стадия «выбоя», когда на гонадах остается небольшое количество невыметанных икринок, спавшиеся фолликулы и комплекс ооцитов протоплазматического роста, происходит резорбция и дальнейший рост ооцитов новой генерации половых клеток и гонады уже характеризуются как VI–II стадия зрелости (рис. 6).

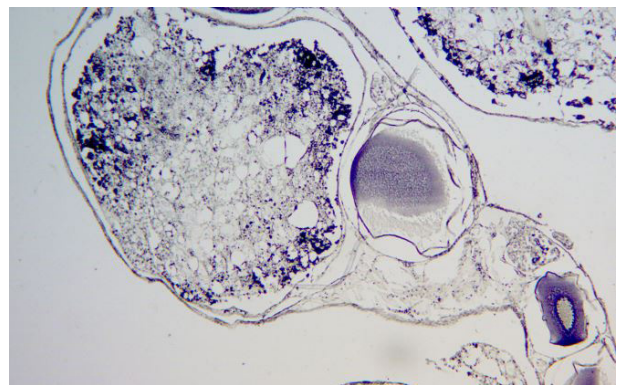


Рисунок 6 — Резорбция желтка и жира у ооцитов дефинитивных размеров, ок.10×об.10×

Морфобиологические показатели и характеристика гонад сибирского осетра в разном возрасте представлены в табл. 1.

Таблица 1 — Морфобиологические показатели и состояние гонад самок сибирского осетра разного возраста

Возраст	Годовая сумма тепла, градусо-дней	Масса, г		Коэффициент зрелости	Характеристика гонад
		тела	гонад		
2 месяца	—	3,2	—	—	Индифферентный период, начало анатомической дифференцировки гонад, первичные гонии размером до 9 мкм
Годовик	5829	290,0	1,0	0,3	Цитологическая дифференцировка пола, I–II стадии зрелости. Размер ооцитов — от 11,5 до 46,9 мкм, в среднем — $21,7 \pm 1,5$ мкм
Двухгодовик	5697	1085,0	5,1	0,5	II полужировая стадия зрелости: развитие ооцитов протоплазматического роста
Трехгодовик	5340	2584,0	28,4	1,1	II полужировая стадия зрелости: развитие ооцитов протоплазматического роста
Четырехгодовик	5827	3890,0	116,7	3,0	II жировая стадия, жировая ткань на гонадах составляет 60 %
Пятигодовик	5488	6345,0	800,4	12,6	III–IV стадия зрелости, ооциты фазы трофоплазматического роста размером $1,9 \pm 0,012$ мм (от 1,8 до 2,0 мм)
Шестигодовик	5372	9300,0	*	*	IV стадия зрелости
Семигодовик (производители)	5900	10670,0	*	*	IV стадия зрелости

* Пробы взяты методом биопсии.

Влияние температурных условий на оогенез в межнерестовый интервал

Изменения температурного режима при содержании рыбы в межнерестовый интервал больше всего влияют на продолжительность репродуктивных циклов, длительность развития половых клеток и скорость прохождения отдельных стадий зрелости гонад в течение полового цикла. Это может повлечь за собой пропуски нерестовых сезонов.

Низкая температура затягивает время наступления созревания или может совсем задержать его, в то же время действие повышенных температур приводит к нарушению процесса оогенеза, перезреванию половых продуктов и снижению их качества.

Во время прохождения резорбции у самок наблюдается снижение массы тела, но с началом протоплазматического роста ооцитов в связи с изменением генеративного обмена начинается ее восстановление.

Развитие половых клеток в годовом цикле у одних особей протекает более интен-

сивно, половые железы переходят в IV стадию за один вегетационный период и самки выходят с готовыми половыми продуктами в нормальные для хозяйства нерестовые сроки (январь — февраль). Для этого им требуется около 5541 градусо-дня. У других самок, находящихся в идентичных условиях, эти процессы находятся в начальных фазах протоплазматического (II–III стадии) и трофоплазматического (III стадия) роста, и только осенью следующего года начинается второй этап — развитие интенсивного вителлогенеза и осенью половые железы переходят в IV стадию.

Однако у части самок при той же сумме тепла процесс оогенеза замедляется. В осенний период при сумме тепла 5067 градусо-дней начинается трофоплазматический рост ооцитов, который продолжается длительный период времени (около 300 сут), затем ооциты переходят в IV стадию зрелости. При этом процесс резорбции как в первом, так и во втором случае не оказывает значительного влияния на конечный результат —

достижение ооцитами IV стадии зрелости. При снижении суммы тепла в межнерестовый интервал до 4227 градусо-дней у самок, прошедших процесс резорбции ооцитов, наблюдается смещение стадий созревания ооцитов на более продолжительный период времени, и самки пропускают от одного и более нерестовых периодов. При полученной сумме тепла 3056 градусо-дней самки созревают через два вегетационных периода.

Таким образом, у самок сибирского осетра, содержащихся в индустриальных условиях, прохождение половых циклов имеет свои особенности — стадии оогенеза занимают разный временной интервал, на который большое влияние оказывает температура воды.

Общая характеристика прохождения половых циклов у самок сибирского осетра представлена в табл. 2.

Таблица 2 — Общая характеристика половых циклов у самок сибирского осетра в разных условиях содержания

Месяц	Суммируемая сумма тепла	Годовая сумма тепла, градусо-дней									
		Вариант 1				Суммируемая сумма тепла	Вариант 2		Суммируемая сумма тепла	Вариант 3	
		5541 градусо-день					4227 градусо-дней			3056 градусо-дней	
		Контроль		Опыт			Опыт			Опыт	
1	281	V	V	IV	IV	281	IV	IV	281	IV	
2	556	VI-II	VI-II	IV	IV	556	IV	IV	556	IV	
3	831	VI-II	VI-II	IV	IV	831	IV	IV	761	IV	
4	1236	II	VI-II	IV	IV	1236	IV	IV	971	IV	
5	1803	II	II	VI-II	VI-II	1803	VI-II	VI-II	1210	IV	
6	2524	II-III	II-III	VI-II	VI-II	2332	VI-II	VI-II	1414	IV	
7	3278	III	II-III	II-III	VI-II	2835	VI-II	VI-II	1619	IV	
8	3945	III	III	III	II-III	3367	VI-II	VI-II	1845	VI-II	
9	4539	III	III	III	II-III	3857	II	VI-II	2092	VI-II	
10	5067	IV	III	III	III	4385	II-III	VI-II	2620	VI-II	
11	5361	IV	III	IV	III	4679	III	VI-II	2914	VI-II	
12	5592	IV	III	IV	III	4910	III	VI-II	3245	VI-II	
1	5833		III		III	5151	III	VI-II	3386	VI-II	
2	6119		III		III	5437	III	VI-II	3672	VI-II	
3	6361		III		III	5679	III	VI-II	3914	VI-II	
4	6741		III		III	6059	III	VI-II	4294	VI-II	
5	7466		III		III	6784	III	II	5019	II	
6	8104		III		III	7422	III	II	5657	II	
7	8774		IV		III	8092	IV	II	6327	II	
8	9457		IV		IV	8775	IV	II	7010	II	
9	10005		IV		IV	9323	IV	II	7558	III	
10	10608		IV		IV	9926	IV	II	8161	III	
11	10993		IV		IV	10311	IV	II	8546	III	
12	11331		IV		IV	10649	IV	II	8884	III	
1						10974		II	9209	III	
2						11223		II	9458	III	
3						11507		II	9742	III	
4						11895		II	10130	III	
5						12522		II	10757	III	
6						13197		II	11432	III	
7						13773		II	12008	IV	
8						14344		II	12579	IV	

Окончание табл. 2

Месяц	Суммируемая сумма тепла	Годовая сумма тепла, градусо-дней								
		Вариант 1				Суммируемая сумма тепла	Вариант 2		Суммируемая сумма тепла	Вариант 3
		5541 градусо-день					4227 градусо-дней			3056 градусо-дней
		Контроль		Опыт		Опыт		Опыт		
9					14838		II	13073	IV	
10					15404		II	13629	IV	
11					15773		II–III	13954	IV	
12					16067		II–III	14248	IV	

Многолетний опыт эксплуатации промышленного маточного стада сибирского осетра в отделе «Конаковский» показывает, что процесс резорбции, увеличивающий период созревания, не оказывает значительного влияния на количество повторно созревших самок. При сумме тепла не менее 5600 градусо-дней пропуск нереста у осетра вызывает потерю половых продуктов (за счет резорбции) в первый нерестовый период, но не оказывает значительного воздействия на окончание процесса оогенеза в следующем году. Из общего числа самок в стаде повторно созревает 40–80 % самок, пропустивших нерестовый сезон, против 43–60 %, участвующих в нересте.

При прохождении резорбции у самок наблюдается снижение массы тела. С началом протоплазматического роста ооцитов в связи с изменением генеративного обмена она восстанавливается и увеличивается. Незначительное

уменьшение у части самок массы ооцитов новой генерации и, как следствие, увеличение относительной плодовитости в конечном итоге не оказывают критического влияния на качество продуцируемой икры.

У некоторых самок, находящихся в одинаковых условиях, формирование новой генерации икры протекает асинхронно, что, по-видимому, связано с их индивидуальными особенностями и сохранением сложной популяционной структуры, позволяющей более адекватно реагировать на изменяющиеся условия среды.

Оценка физиологического состояния самок на различных этапах оогенеза

У самок сибирского осетра в возрасте девяти лет наиболее значимые изменения при созревании половых продуктов происходят в белковом и жировом обмене, что отражается на уровне общего белка в плазме и триглицеридов в крови (табл. 3).

Таблица 3 — Биохимические показатели крови самок сибирского осетра на разных стадиях зрелости яичников

Масса, кг	Стадия зрелости	Этап индустриального содержания*	Общий белок в плазме крови, %	Триглицериды в крови, ммоль/л
11,0 ± 1,5	VI–II	Весна	3,13 ± 0,32	2,32 ± 1,20
10,6 ± 1,1		Лето	3,60 ± 0,54	2,20 ± 0,54
10,2 ± 1,0		Осень	3,79 ± 0,54	1,90 ± 0,54
10,8 ± 1,0	II	Весна	3,04 ± 0,21	2,91 ± 0,41
10,9 ± 1,6		Лето	3,08 ± 0,97	2,59 ± 0,67
10,4 ± 1,5		Осень	3,21 ± 0,83	2,30 ± 0,80
12,1 ± 1,2	III	Весна	4,32 ± 0,31	4,75 ± 1,11
12,2 ± 1,6		Лето	3,76 ± 0,76	3,19 ± 0,96
12,3 ± 1,7		Осень	4,89 ± 0,81	4,16 ± 0,80
12,2 ± 1,4	IV	Весна	4,71 ± 0,41	4,31 ± 0,31
12,7 ± 1,8		Лето	3,31 ± 0,65	3,41 ± 1,25
12,8 ± 1,5		Осень	4,98 ± 0,96	4,10 ± 1,47

* Для бассейнового прамоточного хозяйства.

На II стадии, соответствующей периоду цитоплазматического роста ооцитов, начинается формирование липидных отложений по периферии цитоплазмы, незначительно увеличивается уровень триглицеридов в крови от 2,30 до 2,91 мМоль/л, уровень общего белка в плазме остается невысоким и в среднем составляет от 3,04 до 3,21 %.

На III стадии происходит интенсивное заполнение желтком цитоплазмы ооцитов и формирование оболочек клеток с соответствующим усилением белкового и жирового обменов, средний уровень триглицеридов возрастает до 3,76–4,89 мМоль/л, общего белка в плазме повышается до 3,19–4,75 %.

На IV стадии зрелости гонад ооцит достигает дефинитивных размеров, цитоплазма заполнена глыбками желтка. Средний уровень триглицеридов в крови — от 3,41 до 4,31 мМоль/л, белка в плазме — от 3,31 до 4,98 %.

В пределах каждой стадии зрелости яичников у самок сибирского осетра прослеживается сезонная динамика увеличения уровня белка в плазме крови от весны к осени. Уровень триглицеридов более связан со стадией зрелости, чем с этапом индустриального содержания, он увеличивается по мере созревания половых продуктов.

Данные параметры биохимических показателей крови могут являться ориентировочными при оценке уровня развития ооцитов у самок сибирского осетра.

Заключение

При изменении температурного режима водной среды ритм размножения у рыб подвержен большим колебаниям — это изменение длительности развития половых клеток и скорости прохождения отдельных стадий зрелости гонад в течение полового цикла, которые и могут повлечь за собой пропуски нерестовых сезонов. Низкая температура может увеличить продолжительность наступления созревания или замедлить его, в то же время действие повышенных температур приводит к нарушению процесса оогенеза, перезреванию самок и снижению качества половых продуктов.

На ритм размножения также могут повлиять нарушения гидрологического и гидрохимического режимов в преднерестовый период, в том числе возникновение стрессовых ситуаций, не востребованность зрелых половых продуктов в данный период времени и многое другое.

Во время прохождения резорбции у самок наблюдается снижение массы тела, но с началом протоплазматического роста ооцитов в связи с изменением генеративного обмена начинается ее восстановление.

Исследования показали, что межнерестовый интервал у самок сибирского осетра, даже при одинаковой общей сумме тепла, может продолжаться от одного до трех вегетационных периодов.

Таким образом, у самок сибирского осетра прохождение половых циклов в индустриальных условиях имеет свои особенности, стадии оогенеза занимают разный временной интервал, на который большое влияние оказывает температура воды, также прослеживается сезонная динамика увеличения уровня белка в плазме крови от весны к осени.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации по формированию продукционных маточных стад сибирского осетра на предприятиях индустриального типа / Е. А. Мельченков [и др.]. М.: Сельскохозяйственные технологии, 2019. 87 с.
2. Гинзбург А. С., Детлаф Т. А. Развитие осетровых рыб. Созревание яиц. Оплодотворение и эмбриогенез. М.: Наука, 1969. 134 с.
3. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы / Е. В. Микодина, М. А. Седова, Д. А. Чмилевский [и др.]. М.: Изд-во ВНИРО, 2009. 112 с.
4. Акимова Н. В., Соколов Л. И., Смольянов И. И., Малютин В. С. Сравнительный анализ роста и гаметогенеза сибирского осетра р. Лены в природных и экспериментальных условиях // Внутривидовая изменчивость в онтогенезе животных. М.: Наука, 1980. С. 167–176.

OOGENESIS OF THE SIBERIAN STURGEON (*ACCIPENSER BAERII* BRANDT, 1869) IN THE CONDITIONS OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

E. A. Melchenkov, V. A. Iliasova, T. A. Kanideva, E. N. Bekina,
E. A. Danilova, A. P. Vorobev, A. A. Archibasov

Branch for the freshwater fisheries of VNIRO ("VNIIPRKH"),
p. Rybnoye, Moscow area, Russia, 141821

The presented materials consider the results of studies of the reproductive system and oogenesis process during the inter-spawning interval of Siberian sturgeon under industrial farm conditions with the average annual sum of the warmth of 5600 degree-days. It has been established that with this sum of warmth, female Siberian sturgeon mature by the sixth year. Oogenesis between spawning intervals may have different duration. Some females, even having passed the process of resorption of sexual products, and after spawning, can mature for the next year, another one miss one or two spawning periods. Decrease of the annual sum of warmth to 4200 degree-days causes shifts of sexual cycles for two spawning seasons or more, to 3000 degree-days – for at least three spawning seasons. In Siberian sturgeon females, a seasonal dynamics of the increase in the plasma protein level from spring to autumn is traced within each stage of sexual maturity; the increase in the plasma protein and triglycerides in the blood also occurs as the sexual products mature. These indicators can be a reference point for assessing the level of oocyte development in females of Siberian sturgeon.

Keywords: *Siberian sturgeon; female; inter-spawning interval; degree-days; the sum of warmth; oogenesis; oocyte*

REFERENCES

- Melchenkov E.A., et al. [Methodical Recommendations for the Formation of Production Bloodstocks of Siberian Sturgeon at the Industrial Enterprises]. Sel'skokhozyaistvennye tekhnologii. Moscow. 2019; 87. (In Russ.)
- Ginzburg A.S., Detlaf T.A. [Development of Sturgeon: Egg Maturation, Fertilization, and Embryogenesis]. Nauka Publishers. Moscow. 1969; 134. (In Russ.)
- Mikodina E.V., Sedova M.A., Chmylevskii D.A., et al. [Histology for Ichthyologists: Experience and Advice]. VNIRO Publishing. Moscow. 2009; 112. (In Russ.)
- Akimova N.V., Sokolov L.I., Smolianov I.I., Maliutin V.S. [Comparative Analysis of the Growth and Gametogenesis of the Siberian Sturgeon of the Lena River under Natural and Experimental Conditions. Intraspecific Variability in the Animal's Ontogeny]. Nauka Publishers. Moscow. 1980; 167-176. (In Russ.)

Об авторах

Мельченков Евгений Алексеевич,
доктор биологических наук,
заведующий лабораторией
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 964 552-72-46; innovazii-vniiprh@mail.ru

Илясова Вера Александровна,
доктор биологических наук,
главный научный сотрудник
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 916 160-39-69; innovazii-vniiprh@mail.ru

About the authors

Melchenkov Evgenii Alekseevich,
Doctor of Biosciences, Head of the Laboratory
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 964 552-72-46; innovazii-vniiprh@mail.ru

Iliasova Vera Aleksandrovna,
Dr. habil. in Biology, Chief Researcher
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 916 160-39-69; innovazii-vniiprh@mail.ru

Канидьева Татьяна Андреевна,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 905 549-96-76; innovazii-vniiprh@mail.ru

Бекина Елена Николаевна,
кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
innovazii-vniiprh@mail.ru

Данилова Елена Анатольевна,
главный специалист
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 905 501-49-86; aljonad@bk.ru

Воробьев Александр Павлович,
ведущий специалист
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 925 453-21-59; innovazii-vniiprh@mail.ru

Арчибасов Артур Алексеевич,
ведущий специалист
Филиал по пресноводному рыбному хозяйству
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)
141821, Московская обл., Дмитровский г. о.,
пос. Рыбное, д. 41А
8 985 115-59-91; innovazii-vniiprh@mail.ru

Kanideva Tatiana Andreevna,
Candidate of Biosciences,
Leading Researcher
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 905 549-96-76; innovazii-vniiprh@mail.ru

Bekina Elena Nikolaevna,
Candidate of Biosciences,
Leading Researcher
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
innovazii-vniiprh@mail.ru

Danilova Elena Anatolevna,
Chief Specialist
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 905 501-49-86; aljonad@bk.ru

Vorobev Aleksandr Pavlovich,
Chief Specialist
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 925 453-21-59; innovazii-vniiprh@mail.ru

Archibasov Artur Alekseevich,
Chief Specialist
Branch for the freshwater fisheries of VNIRO
("VNIIPRKH")
41A, p. Rybnoye, Dmitrov region,
Moscow area, 141821
+7 985 115-59-91; innovazii-vniiprh@mail.ru