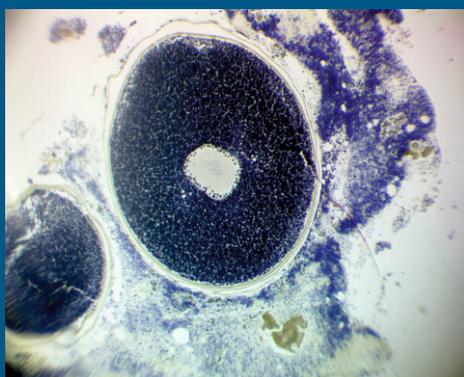




Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО»  
(«ВНИИПРХ»)

# РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ МАТОЧНЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ РЫБ ЗА СЧЁТ УПРАВЛЕНИЯ СОЗРЕВАНИЕМ САМОК В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ (НА ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ОСЕТРА И СТЕРЛЯДИ)



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»**

**Филиал по пресноводному рыбному хозяйству  
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)**

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОДУКТИВНОСТИ  
МАТОЧНЫХ СТАД ОСЕТРОВЫХ РЫБ ЗА СЧЁТ УПРАВЛЕНИЯ  
СОЗРЕВАНИЕМ САМОК В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ (НА  
ПРИМЕРЕ СИБИРСКОГО ОСЕТРА И СТЕРЛЯДИ)**

Рыбное 2020

УДК 639.371.2

Работа выполнена в Филиале по пресноводному рыбному хозяйству  
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

### **Авторы**

Мельченков Е.А., д.б.н., зав. лабораторией,  
Илясова В.А., д.б.н., гл. науч. сотр., Мышкин А.В., руководитель  
филиала, Канидьева Т.А., к.б.н., вед. науч. сотр., Бекина Е.Н., к.б.н., вед. науч.  
сотр., Воробьёв А.П., вед. специалист, Данилова Е.А., гл. специалист.,  
Арчибасов А.А., вед. специалист, Козовкова Н.А., гл. специалист,  
Мищенко А.В., гл. рыбовод

[www.vniiprh.ru](http://www.vniiprh.ru); [osetrlab@vniiprh.ru](mailto:osetrlab@vniiprh.ru)

В представленных Рекомендациях рассматриваются процессы прохождения оогенеза у сибирского осетра и стерляди при формировании ремонтно-маточных стад и в межнерестовый интервал в зависимости от температуры воды.

Приведены технологические аспекты, влияющие на продуктивность самок сибирского осетра и стерляди, параметры биохимических показателей крови, которые могут являться ориентировочными при оценке уровня развития ооцитов и стадий зрелости. Даны практические рекомендации по оценке продолжительности межнерестового интервала у самок осетровых рыб в зависимости от температурных условий содержания.

Рекомендации предназначены для специалистов промышленных осетровых рыбоводных хозяйств, студентов средних специальных и высших учебных заведений.

© Филиал по пресноводному рыбному хозяйству  
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ .....	5
1. Сибирский осетр ( <i>Acipenser baerii</i> Brandt, 1869) ленской популяции.....	5
1.1. Оогенез до первого созревания.....	5
1.2. Оогенез в период межнерестового интервала .....	11
1.3. Особенности прохождения оогенеза у сибирского осетра в межнерестовый интервал .....	13
1.4. Оценка физиологического состояния самок на различных этапах оогенеза .....	14
2. Стерлядь ( <i>Acipenser ruthenus</i> Linnaeus, 1758) волжской популяции.....	15
2.1. Оогенез до первого созревания .....	16
2.2. Оогенез в период межнерестового интервала .....	20
2.3. Особенности прохождения оогенеза у стерляди в межнерестовый интервал .....	21
2.4. Оценка физиологического состояния самок стерляди на различных этапах оогенеза.....	23
3. Прогноз длительности межнерестового интервала у осетровых рыб при содержании в бассейновом прямоточном хозяйстве.....	25
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	32

## **ВВЕДЕНИЕ**

Технологии искусственного воспроизводства осетровых рыб в условиях промышленных хозяйств должны базироваться на знаниях и всестороннем изучении различных звеньев репродуктивного процесса, начиная с начальных моментов развития половых клеток до анализа закономерностей оогенеза, процесса полового созревания, получения зрелых половых продуктов и влияния резорбции ооцитов на рыбоводно-биологические характеристики самок в последующих этапах онтогенеза.

Промышленные хозяйства для выращивания осетровых рыб подразделяются на три категории:

- пастбищные, организованные на водоёмах, как с естественной температурой воды, так и с подогретой сбросной водой энергетических объектов, при этом в таких хозяйствах формирование ремонтно-маточных стад и выращивание товарной продукции может производиться непосредственно в водоёмах или в садках, судах, размещенных в акватории водоёма;

- прудовые с естественной температурой воды и с подогретой сбросной водой ТЭЦ, АЭС;

- промышленные садковые, бассейновые, а также установки замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

Эксплуатация промышленных рыбоводных предприятий позволяет успешно решать большинство задач, стоящих перед современным осетроводством:

- создавать оптимальные условия выращивания, обеспечивающие короткий срок созревания производителей и максимальный прирост товарной продукции;

- осуществлять частичный или полный контроль за управлением производственными процессами, с возможностью сохранения ихтиопатологической и экологической чистоты производства за счет выращивания рыбы в контролируемых условиях;

- выращивать продукцию только необходимого ассортимента и требуемого качества в наиболее удобные сроки.

Нарушение технологии формирования маточных стад, выдерживания производителей в преднерестовый период непосредственно отражается на сроках нереста и качестве половых продуктов.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 1. Сибирский осетр (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) ленской популяции

В естественном ареале обитания самки сибирского осетра ленской популяции созревают в возрасте 11-13 лет (Соколов, Малютин, 1977; Акимова, 1978).

В тепловодных хозяйствах, где сумма тепла превышает 5500 градусо-дней, самки созревают в возрасте 5-7 лет. Отмечено созревание и в более раннем возрасте (4-5 лет) при сумме тепла около 8000 градусо-дней.

В аквакультуре России сибирский осетр используется с 1981 года, после того как во ВНИИПРХ под руководством И.И. Смольянова впервые в мире было получено потомство от сформированного в условиях индустриального хозяйства маточного стада. За очень короткий промежуток времени он стал основным объектом товарного осетроводства не только в нашей стране, но и далеко за её пределами (Методические рекомендации по формированию ..., 2019).

#### 1.1. Оогенез до первого созревания

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 определённый интерес.

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

В возрасте одного года гонады представлены лентовидными тонкими тяжами. У анального отверстия левая и правая части гонад соединяются (рисунок 1).

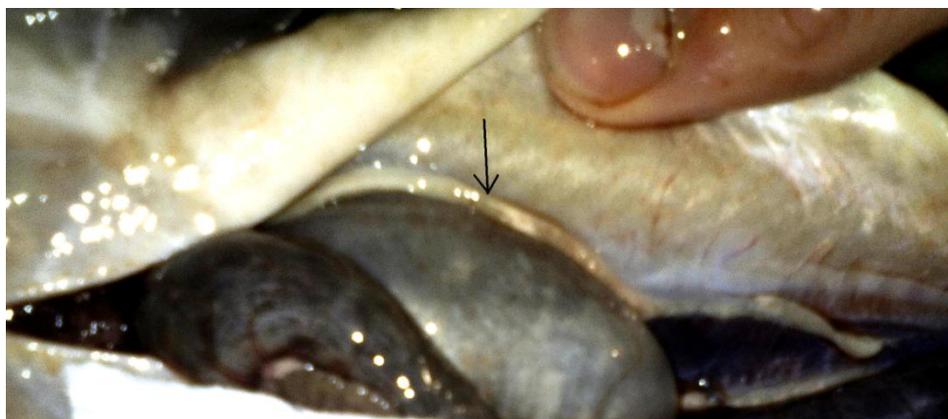


Рисунок 1 - Гонады осетра в возрасте одного года (показано стрелкой)

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. (рисунок 2).

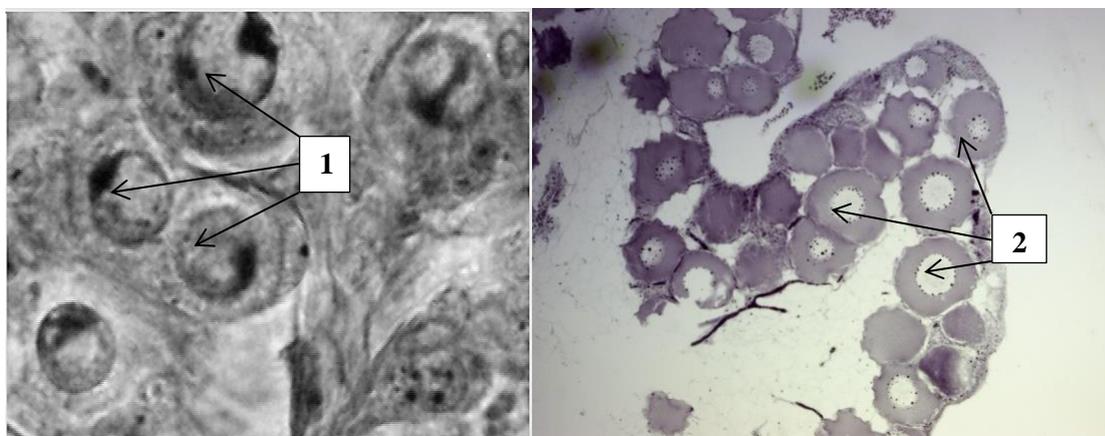


Рисунок 2 - Ооциты в яичнике самки сибирского осетра в возрасте 1 года:  
1 - ооциты синаптенного пути, ок.10× об.100×; 2 - ооциты протоплазматического роста, ок.10×об.10×

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 (рисунок 3).

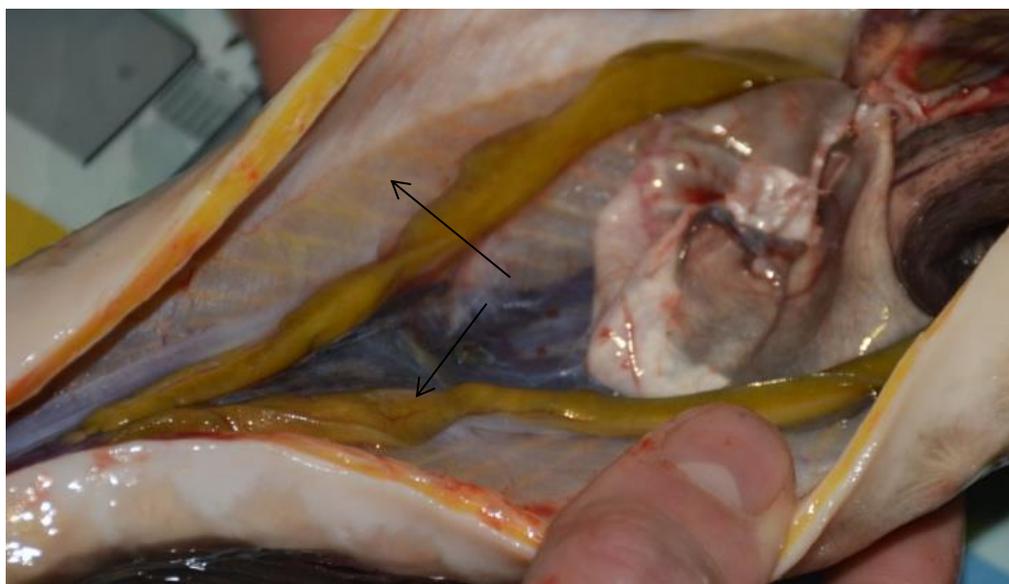


Рисунок 3 - Жир с генеративной тканью гонад самки сибирского осетра в возрасте два года

В трёхгодовалом 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 (рисунок 4).

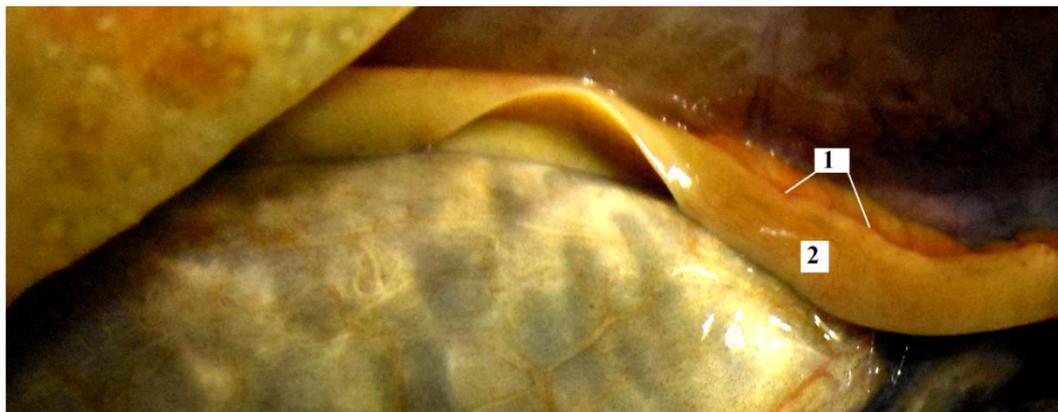


Рисунок 4 – Гонада самки сибирского осетра в возрасте три года:  
1 - щель-борозда в генеративной ткани; 2 - жировая ткань

В четырёхгодовалом 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 (рисунок 5).



Рисунок 5 – Внешний вид яичника четырёхгодовалой самки сибирского осетра  
II жировой стадии зрелости: а) гонада в брюшной полости (1); б) участок гонады

Гистологическая картина гонады II жировой стадии зрелости представлена на рисунке 6. 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.

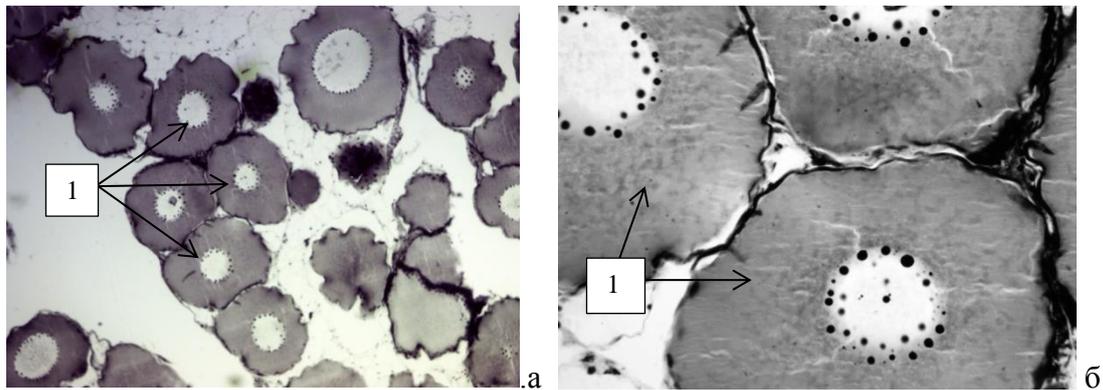


Рисунок 6 – Гистологическая картина яичника II жировой стадии зрелости: 1 - ооциты протоплазматического роста, а) ок.10×об.10×; б) ок.10× об.40×

У сибирского осетра в естественном ареале обитания период протоплазматического роста ооцитов (II стадия зрелости гонад) длится до 7-9-летнего возраста (Акимова и др., 1980). Гонады самок, содержащихся в индустриальных 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.

На рисунке 7 представлен яичник III стадии зрелости шестилетней (5+) самки, выращенной в индустриальных условиях. Характер роста ооцитов изменяется не только за счет увеличения объема цитоплазмы, но и в результате накопления трофических веществ – жира и желтка.



Рисунок 7 - Внешний вид яичника III стадии зрелости, в котором на фоне пигментированных ооцитов еще присутствует жировая ткань

На этой стадии зрелости гонад ооциты фазы трофоплазматического роста достигают размеров от 1,8 до 2,0 мм и имеют пигментацию от желтой до серой.

Параллельно 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 (рисунок 8).

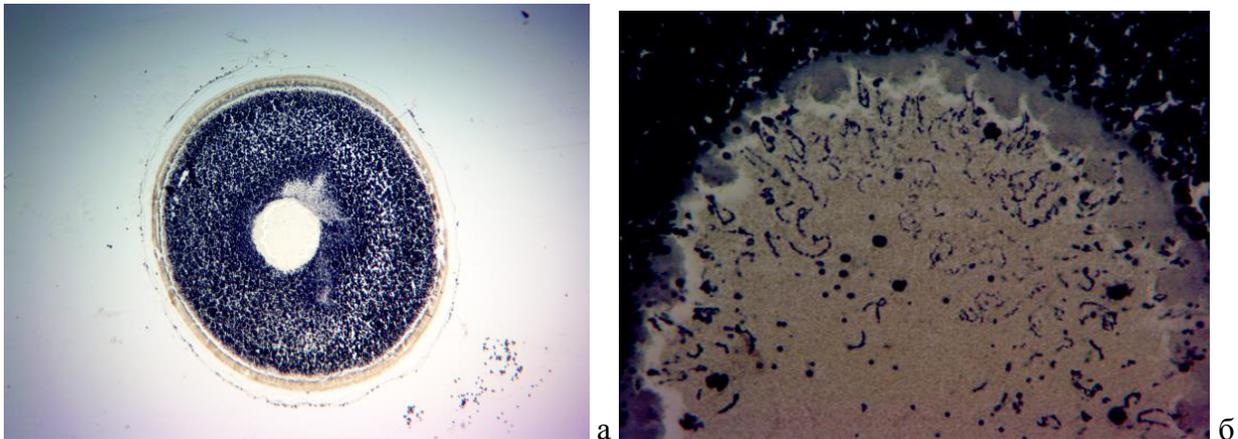


Рисунок 8 - Ооцит периода трофоплазматического роста: а) ооцит при ув.ок.10× об.4×; б) ядро ооцита с хромосомами типа «ламповых щеток» под увеличением ок.10×об.40×;

При завершении роста и развития яйцеклеток гонады самок переходят в IV стадию зрелости, которая подразделяется на две подстадии: IV незавершённая и IV завершённая (рисунок 9).

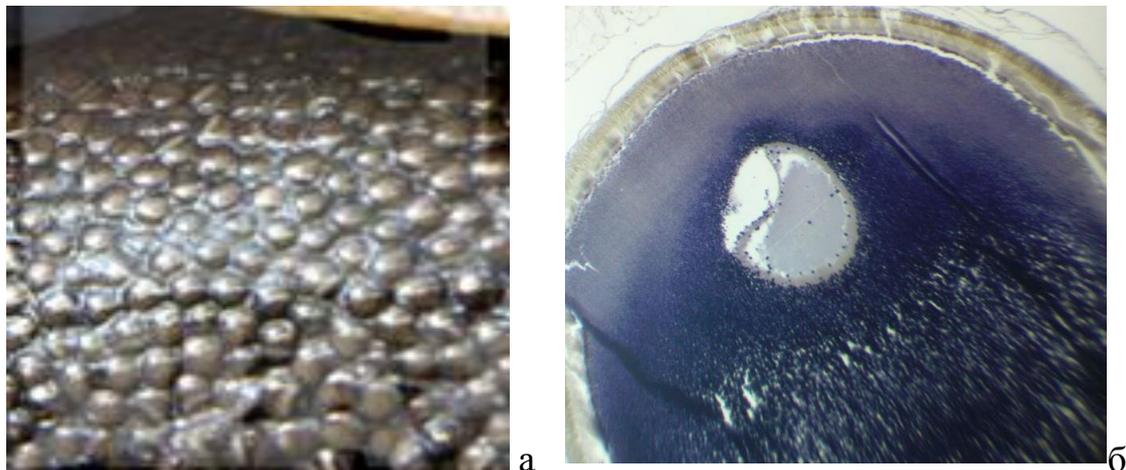


Рисунок 9 – Фрагмент гонады (а) и ооцит IV завершённой стадии зрелости (б), ок.10×об.10×

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 завершённой стадии.

Оценка готовности самок к нересту проводится прижизненным методом биопсии, где критерием оценки готовности самок к искусственному воспроизводству является положение ядра в ооците, именуемое коэффициентом поляризации (Кп). Для получения половых продуктов с применением гормональной стимуляции созревания ооцитов используют самок с коэффициентом поляризации ядра 0,03-0,1.

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 (рисунок 10).

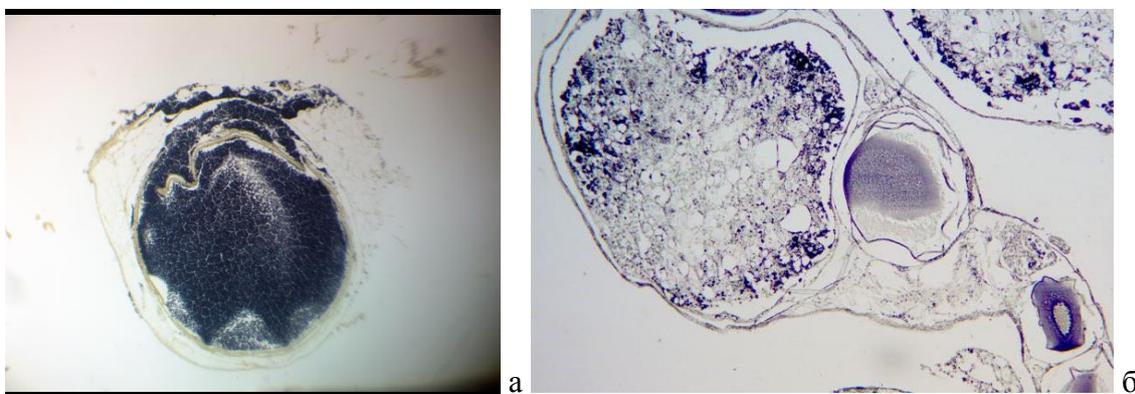


Рисунок 10 – Ооциты в стадии резорбции:

- а) первый этап резорбции ооцитов дефинитивных размеров, ок.10×об.4×;  
 б) второй длительный этап резорбции желтка и жира, ок.10×об.10×.

Морфо-биологические показатели и характеристика гонад сибирского осетра в различном возрасте представлены в табл. 1.

**Таблица 1**

**Морфо-биологические показатели и состояние гонад самок сибирского осетра различного возраста**

Возраст	Годовая сумма тепла, градусо-дней	Масса, г		Кэфф. 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±1,5 мкм

Двухгодовик	5697	1085,0	5,1	0,5	II полужировая стадия зрелости: развитие ооцитов протоплазматического роста
Трёхгодовик	5340	2584,0	28,4	1,1	II полужировая стадия зрелости: развитие ооцитов протоплазматического роста
Четырёхгодовик	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. Первое созревание самок – 30 %
Семигодовик (производители)	5900	10670,0	*	*	IV стадия зрелости

Примечание - \* пробы взяты методом биопсии

## 1.2. Оогенез в период межнерестового интервала

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 и снижению качества половых продуктов.

Развитие половых клеток в годовом цикле у одних особей протекает более интенсивно, 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-дней. 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 суток), 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. Снижение 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 осётра прохождение половых циклов, содержащихся в индустриальных условиях, имеет свои особенности - стадии зрелости гонад в оогенезе занимают разный временной интервал, на который большое влияние оказывает температура воды.

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				Суммируе- мая сумма тепла	Вариант 2		Суммируе- мая сумма тепла	Вариант 3	
		5541 градусо-дней					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	
9						14838		II	13073	IV	
10						15404		II	13629	IV	

11					15773		II-III	13954	IV
12					16067		II-III	14248	IV

### 1.3. Особенности прохождения оогенеза у сибирского осетра в межнерестовый интервал

При сумме тепла не менее 5600 градусо-дней пропуск нереста у осетра вызывает потерю половых продуктов (за счёт резорбции) в первый нерестовый период, но не оказывает значительного воздействия на окончание процесса оогенеза в следующем году.

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 оказывает критического влияния на качество продуцируемой икры.

Таблица 3

#### Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самок сибирского осетра

Биологические показатели	Результат
Первое созревание самок при среднегодовой сумме тепла 5600 градусо-дней, сут.	2200
Средний процент созревания самок от стада при сумме тепла не менее 5200 градусо-дней: - первое - второе	30 70
Повторное созревание самок после прохождения резорбции, %	до 80 (40-80)
Повторное созревание самок, участвующих в нересте, %	60 (43-60)
В условиях прямиоточного бассейнового предприятия ежегодное повторное созревание самок может составлять, % - в возрасте от 10 до 45 лет - в возрасте 10 лет - в возрасте 31 год	40 (22-60) 43 (35-68) 41 (15-60)
При прохождении стадии резорбции ооцитов	масса тела снижается
С началом протоплазматического роста ооцитов в связи с изменением генеративного обмена	масса тела восстанавливается и увеличивается
Снижение годовой суммы тепла при выдерживании самок: до 4200 градусо-дней  менее 3050 градусо-дней  до 2500 градусо-дней	пропуск одного нерестового цикла пропуск двух нерестовых циклов пропуск трёх нерестовых циклов
Самки имеют выраженные индивидуальные особенности по адаптации к условиям среды. Некоторые сохраняют высокие воспроизводительные способности, у других они менее выражены, что сказывается на их репродуктивном цикле	Это необходимо учитывать при организации работ по их искусственному воспроизводству.
У самок, находящихся в одинаковых условиях, формирование новой генерации икры может проходить асинхронно	Индивидуальные особенности самок

Нарушение гидрологического и гидрохимического режимов, стрессовые ситуации	Могут вызвать резорбцию и нарушение развития ооцитов
Прохождение половых циклов, в зависимости от индивидуальных особенностей самок, может занимать разный временной интервал	Большое влияние оказывает температура воды. Процесс развития ооцитов протекает интенсивнее при более высокой температуре (до 26 °С)
Колебание температуры воды на 1,5-2°С в сутки	не сказывается отрицательно на формировании новой генерации икры
Продолжительность стадий в межнерестовый интервал, сутки/градусо-дней: II II-III III IV  VI-II	60/972 - 540/9345 30/490 - 30/567 90/2015 - 330/4826 До получения половых продуктов или резорбции 60/550 - 360/4823
Для формирования новой генерации икры самкам, требуется сумма тепла, градусо-дней: - участвующим в воспроизводстве - прошедшим процесс резорбции	4228-7823 3831-7538
Средняя относительная плодовитость, тыс. шт./кг	5,5 (4,53-6,04)
Неоплодотворенная икра: - количество в 1 г, шт. - масса, мг	62 (49-80) 16,1 (15,3-17,5)
Диаметр ооцита на IV стадии зрелости	2,7 (2,5-2,9)
Масса набухшей икры, мг	17,2 (16,5-19,0)
Масса эмбриона, мг стадия 19 стадия 31 при выклеве	18,9 (18,2-20,2) 24,1 (22,8-26,4) 16,5 (16,3-17,1)
Влияние резорбции и её продолжительность на качество личинок и выживаемость молоди	не прослеживается
Взаимосвязь массы самок и её влияние на конечный результат выращивания молоди	не прослеживается
Изменения Км потомства от самок, содержащихся в разных температурных условиях	однотипное

#### **1. 4. 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. 4).

Таблица 4

**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

Примечание \*- для бассейнового прямоточного хозяйства

Во 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 составил от 3,04 до 3,21 %.

В 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 %.

В 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.

## 2. Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) волжской популяции

Стерлядь относится к основным объектам выращивания в товарном осетроводстве. В естественных водоёмах половая зрелость у самцов наступает в возрасте 3-7 (преимущественно 4-5) лет, а у самок в 5-12 лет (преимущественно от 7 до 9), обладает высокой пластичностью к условиям содержания и коротким циклом созревания в условиях тепловодных предприятий. Весь цикл

выращивания от личинки до производителей в условиях хозяйств с суммой тепла более 5600 градусо-дней занимает от 4 до 5 лет.

## 2.1. Оогенез до первого созревания

При содержании в условиях индустриального хозяйства с годовой суммой тепла 5600 градусо-дней у сеголетков стерляди средней массой 48,5 г в возрасте пять месяцев гонады находятся на I стадии зрелости и имеют вид тонких тяжей (рисунок 11).



Рисунок 11 - Гонады стерляди в возрасте один год (показано стрелкой)

В развитии яйцевых клеток различают четыре периода: синаптенный или начальных мейотических преобразований, превителлогенез или протоплазматический рост, вителлогенез или трофоплазматический рост и завершение созревания.

На гистологических препаратах вдоль стромы гонады в гнездах видны оогонии в состоянии митотического деления, рисунок 12а. Вступление женских половых клеток в мейоз характеризует цитоморфологическую дифференцировку пола, которая соответствует I стадии зрелости (рисунок 12б).

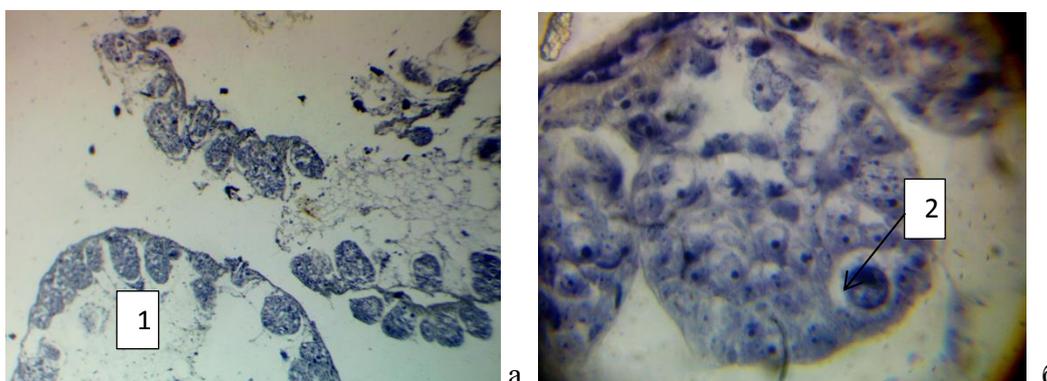


Рисунок 12 – Фрагмент гонады I стадии зрелости  
1 - гнезда оогониев, ок.10×об.4×; 2 - ооцит синаптенного пути, ок.10×об.100×

В возрасте одного года гонады находятся в I-II стадии зрелости, визуально пол различим по наличию щели-борозды. (рисунок 13).



Рисунок 13 - Внешний вид гонады I-II стадии зрелости у самки в возрасте один год

У двухгодовика массой 421 г гонады находятся во II полужировой стадии зрелости, при коэффициенте зрелости 1,1. В гонадах осуществляется протоплазматический рост ооцитов, размеры которых синхронизируются, то есть асинхронность при переходе к вителлогенезу сглаживается (рисунок 14).

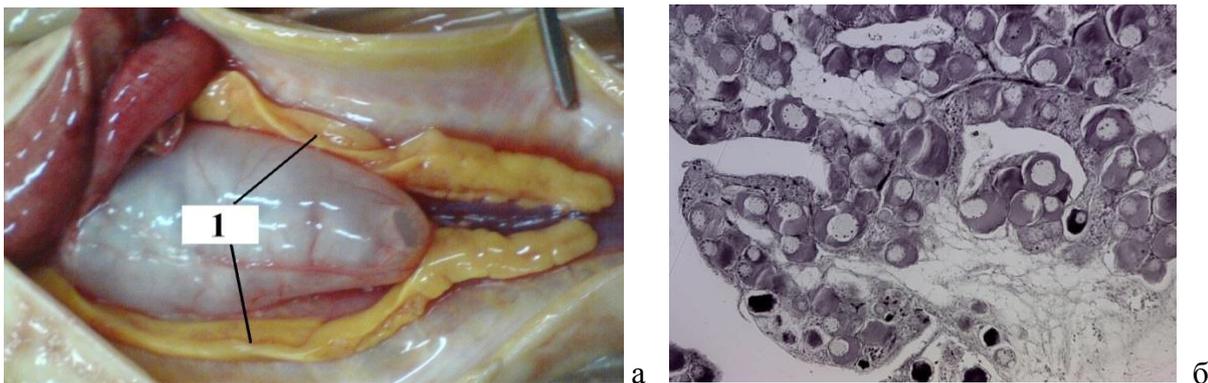


Рисунок 14 – Гонада стерляди во II полужировой стадии зрелости:  
а) внешний вид гонады (1); б) яйцевые пластины с рядами ооцитов протоплазматического роста, ок.10×об.10×

У трехлетних самок масса гонад сильно увеличивается, рисунок 15а. На гистологических препаратах фрагментов гонад, расположение половых клеток остается прежним, но между ними уже находится много жировых включений, поэтому эта стадия зрелости называется II жировая. В гонадах осуществляется протоплазматический рост ооцитов, размеры которых синхронизируются, то есть асинхронность при переходе к вителлогенезу сглаживается, рисунок 15б.

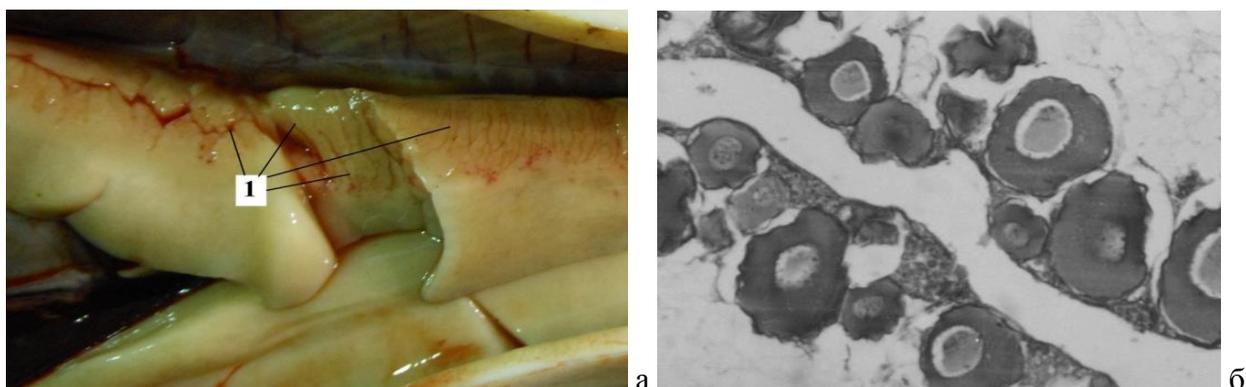


Рисунок 15 – Гонады трёхлетней самки стерляди на II жировой стадии зрелости:  
 а) визуальная картина: 1-генеративная ткань гонад, б) ооциты протоплазматического роста

Дальнейший анализ развития половых клеток обычно осуществляется при помощи прижизненного взятия проб методом биопсии. На III стадии зрелости гонад ооциты периода трофоплазматического роста имеют определенную пигментацию с диапазоном от белой, желтоватой, желтой до темно-серой.

В период вителлогенеза ооциты имеют хорошо сформированные оболочки и круглую форму с ядерным пузырьком в центре. В кариоплазме ядра в большом количестве находятся ядрышки разных размеров, часть из которых расположена в центре ядра, а остальные по периферии ядерной оболочки (рисунок 16).

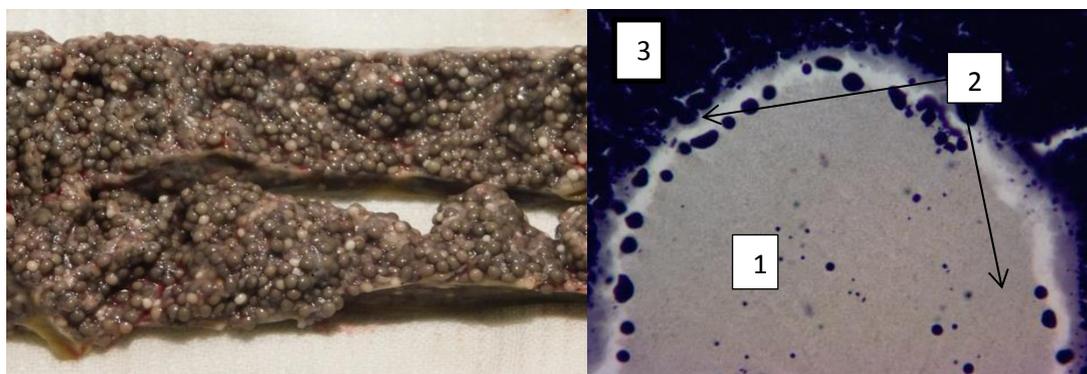


Рисунок 16- Фрагмент гонады III стадии зрелости и гистологический срез ооцита:  
 1 – ядро, 2 – ядрышки, 3 – желток, ок.10×об.40×

Гонады у части самок в возрасте четырёхгодовиков находятся на IV стадии зрелости.

Последним периодом является завершение созревания. Способность самок к искусственному воспроизводству прогнозируется на основе гистологических характеристик структуры ооцитов по коэффициенту поляризации и морфологической картине ядра (рисунок 17).

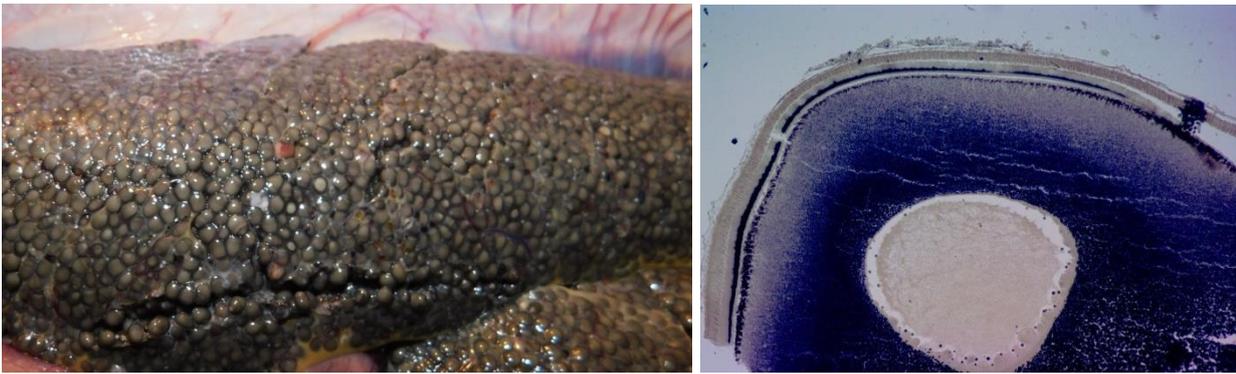


Рисунок 17 – Фрагмент гонады IV стадии зрелости у четырёхгодовика и гистологический срез сформировавшегося ооцита, ок.10×об.10×

После нереста происходит резорбция невыметанных икринок и пустых фолликулов. Начинается рост ооцитов новой генерации половых клеток, гонады переходят в VI-II стадию зрелости (рисунок 18).

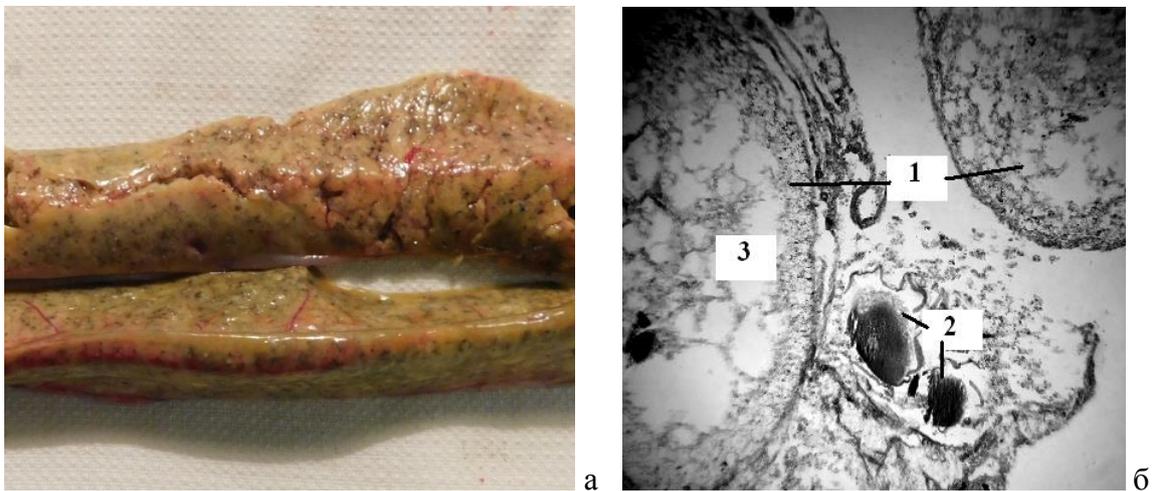


Рисунок 18 – Посленерестовое состояние яичника: а - участок гонады (третий этап резорбции); б - второй длительный этап резорбции желтка и жира: 1 – ооциты VI стадии, 2 - ооциты II стадии протоплазматического роста, 3 – резорбция желтка, ок.10×об.20×

Морфо-биологические показатели и состояние гонад стерляди различного возраста представлены в табл. 5.

Таблица 5

Морфо-биологические показатели и состояние гонад стерляди различного возраста

Возраст	Годовая сумма тепла, градусо-дней	Масса, г		Коэфф. зрелости	Характеристика гонад
		тела	гонад		
Сеголеток (5 месяцев)	-	48,2	-	-	I стадия, оогонии и ооциты протоплазматического роста от 27 до 85 мкм (55,3±3,9)

Годовик	5697	147,7	0,7	0,5	Цитологическая дифференцировка пола, I-II стадии зрелости: Размер ооцитов – от 12 до 47 мкм, в среднем – 21,7±1,5 мкм.
Двухгодовик	5340	421,0	4,6	1,1	II стадия (жировая). Диаметр ооцитов 130 мкм (от 92 до 302 мкм)
Трёхгодовик	5827	810,0	54,0	6,6	III стадия зрелости
Четырёхгодовик	5372	1150,0	150,0	13,0	IV стадия зрелости (первое созревание части самок)
Пятигодовик	5900	1300,0	26,3	2,0	IV-II стадия зрелости

Повторный половой цикл у самок стерляди в данных условиях составляет 8-10 месяцев. И после нереста, и после резорбции невыметанных ооцитов в ноябре гонады практически у всех самок находятся на IV стадии зрелости, которая длится при снижении температуры воды в осенне-зимний период до нереста следующего года (весна).

## 2.2. Оогенез в период межнерестового интервала

После нереста у самок начинается формирование новой генерации икры. При сумме тепла не менее 4200 градусо-дней межнерестовый интервал составляет 240 суток, созревают практически все самки. При этом у пропустивших нерест самок в течение 180 суток успевает пройти процесс резорбции и сформирование новой генерации икры. Это происходит за счёт сокращения времени прохождения III стадии и суммы тепла на 400 градусо-дней. При сумме тепла ниже 4200 градусо-дней самки, не участвующие в нересте (около 50 %), успевают сформировать новую генерацию икры после окончания резорбции за 180 суток и при общей сумме тепла 3800 градусо-дней, другая половина самок пропускает нерест и процесс оогенеза у них затягивается до следующего сезона на 450 суток с суммой тепла 6800 градусо-дней. Самкам, длительное время (210 суток) находящимся в условиях низких температур (до 7 °C), при общей сумме тепла 3056 градусо-дней за первый год содержания, для формирования новой генерации икры требуется 360 суток и сумма тепла 4800 градусо-дней, в основном за счет увеличения продолжительности процесса резорбции.

Изменение температурных условий содержания в преднерестовый период при прохождении годичных половых циклов меняет ритм развития и формирования половых продуктов. Наблюдаются заметные изменения в длительности прохождения процесса резорбции, роста оогоний, периодов протоплазматического и трофоплазматического роста. Сумма тепла ниже оптимального уровня вызывает изменения в прохождении процесса оогенеза. По-видимому, сказываются индивидуальные особенности самок. Характеристика прохождения половых циклов у самок стерляди в разных условиях представлена в табл. 6.

Таблица 6

Характеристика ежегодного и двухлетнего половых циклов у самок стерляди в различных условиях содержания

Месяц	Суммируемая сумма тепла	Годовая сумма тепла, градусо-дней						
		Вариант 1		Суммируе- мая сумма тепла	Вариант 2		Суммируе- мая сумма тепла	Вариант 3
		5541 градусо-дней			4227 градусо-дней			3056 градусо-дней
		контроль	опыт	опыт		опыт		
1	281	V	IV	281	IV	IV	281	IV
2	556	VI-II	IV	556	IV	IV	556	IV
3	831	VI-II	IV	831	IV	IV	761	IV
4	1236	VI-II	IV	1236	IV	IV	971	IV
5	1803	II	VI-II	1803	VI-II	VI-II	1210	IV
6	2524	III	VI-II	2332	VI-II	VI-II	1414	IV
7	3278	III	VI-II	2835	VI-II	VI-II	1619	IV
8	3945	III	II-III	3367	II-III	VI-II	1845	VI-II
9	4539	III	III	3857	III	II-III	2244	VI-II
10	5067	IV	III	4385	III	III	2772	VI-II
11	5361	IV	IV	4679	IV	III	3066	VI-II
12	5592	IV	IV	4910	IV	III	3297	VI-II
1				5151		III	3538	VI-II
2				5437		III	3824	VI-II
3				5679		III	4066	II
4				6059		III	4446	II
5				6784		III	5171	II-III
6				7422		III	5809	III
7				8092		III	6479	III
8				8775		IV	7162	IV
9				9323		IV	7710	IV
10				9926		IV	8313	IV
11				10311		IV	8698	IV
12				10649		IV	9036	IV

### 2.3. Особенности прохождения оогенеза у стерляди в межнерестовый интервал

Стерлядь, в виду своих видовых и генетических особенностей, сохраняя общие для осетровых рыб принципы формирования половых продуктов в межнерестовый интервал, обладает индивидуальными особенностями,

касающихся требований, предъявляемых к температурному режиму водной среды в период созревания. К индивидуальным особенностям можно отнести высокий процент впервые созревающих самок в среднем 54,8 % (35,4-71,0), почти ежегодное созревание самок после нереста и резорбции.

Изменение температурных условий при содержании самок в преднерестовый период меняет ритм размножения, развития и формирования гонад. Наблюдаются заметные сдвиги в длительности прохождения резорбции, роста оогоний, периодов протоплазматического и трофоплазматического роста.

С возрастом у самок закономерно с увеличением массы тела наблюдается уменьшение относительной плодовитости и количества икры в грамме. Незначительное снижение массы ооцитов новой генерации у части самок и изменение относительной плодовитости не оказывает критического влияния на количество и качество продуцируемой икры.

Самки не зависимо от условий преднерестового содержания и последствий, связанных с изменением репродуктивного цикла в межнерестовый интервал по окончании процесса оогенеза продуцируют икру и как следствие молодь хорошего рыбоводного качества.

Технологические аспекты, влияющие на продуктивность самок стерляди, представлены в табл. 7.

**Таблица 7**

**Технологические аспекты, влияющие на продуктивность и эффективность воспроизводства самок стерляди**

Биологические показатели	Результат
Первое созревание самок при среднегодовой сумме тепла 5600 градусо-дней, сут.	1440
Средний процент впервые созревающих самок, в зависимости от возраста, %: - 4 года - 5 лет	50 100
Повторное созревание самок: - после прохождения резорбции, % - после нереста, %	98 99
При прохождении стадии резорбции ооцитов	Масса тела снижается
С началом протоплазматического роста ооцитов в связи с изменением генеративного обмена	Масса тела восстанавливается и увеличивается
Самки хорошо адаптируются к изменившимся условиям среды, сохраняют высокие воспроизводительные способности и продуцируют новую генерацию икры при сумме тепла, градусо-дней	5000
При годовой сумме тепла не менее 4500 градусо-дней созревает самок, %	98
При годовой сумме тепла 4227 градусо-дней, созревает самок, %	50
Снижение температуры до 7 °С и выдерживание при этой температуре позволяет сохранить ооциты на IV стадии зрелости, сут.	более чем на 90
Продолжительность резорбции: - сут./градусо-дней - формирование новой генерации икры, сут./градусо-дней	90 /955 - 210/2205 180/3831 – 450/6856
Годовая сумма тепла 2741 градусо-дней, вызывает сдвиг окончания процесса оогенеза, сут.	360 и более

После прохождения резорбции ооцитов и на формирование новой генерации икры требуется: - период времени, сут. - сумма тепла, градусо-дней	180 не менее 4200
Нарушение гидрологического и гидрохимического режимов, стрессовые ситуации	Могут вызвать резорбцию и нарушение развития ооцитов
Колебания температуры воды на 1,5-2 °С в сутки	Не сказывается отрицательно на формировании новой генерации икры
Продолжительность стадий зрелости в межнерестовый интервал, сутки/градусо-дней: II II-III III IV  VI-II	30/567 -60/622 30/532 -30/725 60/1122 – 300/3707 До получения половых продуктов или резорбции 30/242 – 300/3032
При созревании самок и развитии половых клеток в межнерестовый период наиболее продолжительной является	III стадия
Средняя относительная плодовитость, тыс. шт./кг	12,2 (10,14-15,85)
Неоплодотворенная икра: - количество в 1 г, шт. - масса, мг	104 (84-140) 9,8 (7,1-11,9)
Масса набухшей икры, мг	10,2 (9,0-13,0)
Масса эмбриона, мг стадия 16 стадия 31 при выклеве	11,1 (9,0-12,0) 13,3 (12,0-14,0) 12,1 (10,0-14,0)
Взаимосвязь массы самок и её влияние на конечный результат выращивания молоди	Отсутствует
Изменения Км потомства, полученного от самок, содержащихся в разных температурных условиях	Не достоверно

#### 2.4. Оценка физиологического состояния самок стерляди на различных этапах оогенеза

При прохождении VI-II стадии преобладают процессы резорбции не выметанных икринок и остатков фолликулов с присутствием в гонадах ооцитов всех переходных фаз, среднее содержание триглицеридов в крови составляет 4,32 мМоль/л, белка – от 3,14 до 3,78 % (табл. 8).

Таблица 8

## Биохимические показатели крови самок стерляди на разных стадиях зрелости ооцитов

Масса, кг	Стадия зрелости	Этап индустриального содержания*	Общий белок в плазме крови, %	Триглицериды в крови, мМоль/л
2,5±0,72	VI-II	Весна	3,14±0,32	4,15±1,20
1,9±0,6		Лето	3,61±0,74	4,49±0,54
1,9±0,3		Осень	3,78±1,15	-
1,9±0,3	II	Весна	3,18±0,51	-
2,0±0,1		Лето	2,58±0,27	4,79±0,67
-		Осень	4,52±0,32	5,12±0,21
2,5±0,7	III	Весна	4,01±0,72	-
2,3±0,3		Лето	4,41±0,76	4,16±0,76
2,6±0,72		Осень	4,44±0,96	5,01±0,40
1,9±0,1	IV	Лето	3,32±0,65	-
2,5±1,5		Осень	5,09±0,40	5,32±0,47

Примечание \* – для бассейнового прамоточного хозяйства

Во II стадии, соответствующей периоду цитоплазматического роста ооцитов, начинается формирование липидных отложений по периферии цитоплазмы, незначительно увеличивается уровень триглицеридов в крови до 4,79-5,12 Моль/л, уровень общего белка в плазме изменяется от 2,58 до 4,52 %.

В III стадии происходит интенсивное заполнение желтком цитоплазмы ооцитов и формирование оболочек клеток с соответствующим усилением белкового и жирового обменов, средний уровень триглицеридов – от 4,16 до 5,01 мМоль/л, общего белка в плазме повышается в среднем до 4,36 %.

В IV стадии зрелости ооцит окончательно сформирован, цитоплазма заполнена глыбками желтка. Средний уровень триглицеридов в крови – более 5,32 мМоль/л, уровень белка в плазме от 3,32 до 5,09 %.

В пределах каждой стадии зрелости половых продуктов у самок стерляди, как и 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.

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

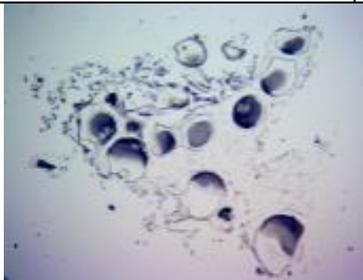
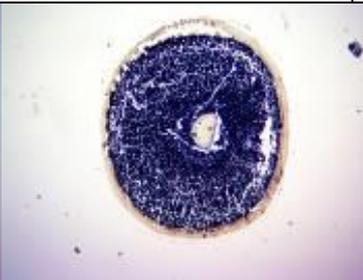
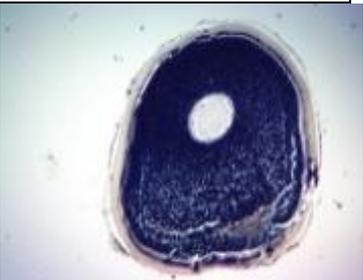
У созревающих производителей стерляди отмечаются биохимические особенности, выраженные в более высоких значениях концентрации триглицеридов в крови независимо от стадии зрелости половых продуктов.

### 3. Прогноз длительности межнерестового интервала у осетровых рыб при содержании в бассейновом проточном хозяйстве

После нереста или его отсутствия в половых железах осетровых рыб проходят процессы резорбции невыметанных икринок и пустых фолликулов. Этот процесс в зависимости от температуры воды, видовых и индивидуальных особенностей самок занимает от 2 до 10 месяцев. Одновременно в гонадах идет новая волна превителлогенеза (протоплазматический рост ооцитов), которая к концу процессов резорбции переходит в начальную фазу вителлогенеза (накопление желтка), в III стадию зрелости гонад. Незначительная асинхронность развития ооцитов может существовать лишь в начале этого периода, но это быстро сглаживается (Серебрякова, 1964). Отстающие или наиболее продвинутые в развитии половые клетки подвергаются активной резорбции при участии локальных скоплений форменных элементов крови. К концу резорбции синхронный процесс развития ооцитов должен быть в целом для всего яичника. Таким образом, в летне-осенний сезон происходит синхронное развитие очередной генерации икры и завершение процесса вителлогенеза. На зимовку самки уходят с гонадами на IV незавершенной стадии зрелости, в ооцитах дефинитивных размеров и овальной формы ядро смещается к анимальному полюсу, оболочки сформированы и толщина их максимальная (табл. 9).

Таблица 9

Развитие половых клеток у осетровых рыб при ежегодном половом цикле

Первый год			
Масштаб	ВЕСНА (III-V)	ЛЕТО (VI-VIII)	ОСЕНЬ (IX-XI)
ок. 10х об. 4х			
Стадия зрелости гонад	VI-II стадия зрелости	III стадии зрелости	III начало IV незавершенной стадии зрелости
Период развития половых клеток	Период протоплазматического роста ооцитов со следами резорбции. В строме гонады в гнездах присутствуют оогонии - очередная генерация половых клеток	Для периода вителлогенеза характерно синхронное развитие половых клеток. Оболочки у ооцитов сформированы. Ядро в центре клетки с хромосомами типа «ламповых щеток»	Завершается период вителлогенеза, ооциты овальной формы дефинитивных размеров. Ядро смещается к анимальному полюсу. Толщина оболочек у ооцитов максимальная

При ежегодном половом цикле проходит одинаковый процесс развития половых клеток. Если через 6 месяцев после нереста у самок взять пробы гонад методом биопсии, то присутствие пигментированных ооцитов периода вителлогенеза даст основание предполагать, что созревание самок произойдет в текущем вегетационном периоде.

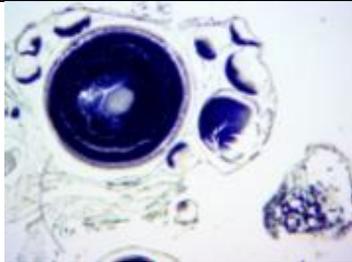
Для самок с двухлетним половым циклом в летний сезон первого года после нереста характерна асинхронность развития половых клеток, что приводит к увеличению длительности VI-II и II-III стадий зрелости гонад вплоть до конца года. В биопсийной пробе присутствует весь комплекс ооцитов в разных фазах резорбции и развивающиеся ооциты протоплазматического роста, включая ооциты начального этапа вителлогенеза. В зиму самки уходят во II-III стадии зрелости гонад.

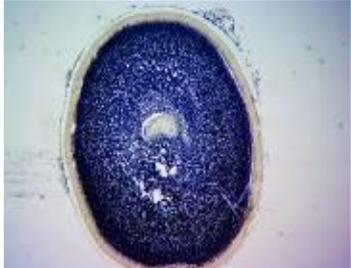
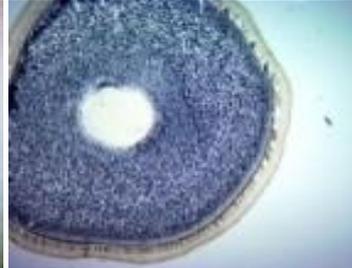
Активный процесс вителлогенеза проходит уже следующей весной и длится все лето. В осенний период яичники у таких самок переходят в IV незавершенную стадию зрелости гонад, ооциты приобретают овальную форму, при которой наблюдается дифференциация мелкозернистого и крупнозернистого желтка и миграция зародышевого пузырька к анимальному полюсу. Это характеризует завершение вителлогенеза и готовность самок к нерестовому сезону.

Для прогноза созревания самок также достаточно через 6 месяцев после нереста взять пробы половых клеток методом биопсии. Если в пробе присутствуют ооциты превителлогенеза и непигментированные ооциты трофоплазматического роста, характеризующие асинхронный рост половых клеток, то это верный признак созревания самок через один вегетационный период (табл. 10).

Таблица 10

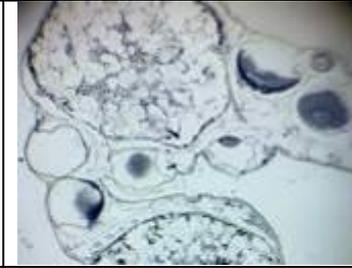
Развитие половых клеток у осетровых рыб при двухлетнем половом цикле

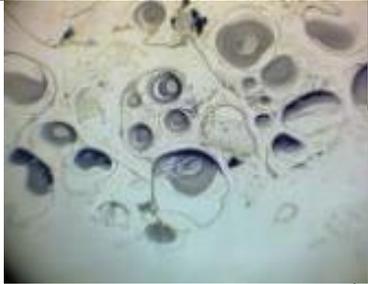
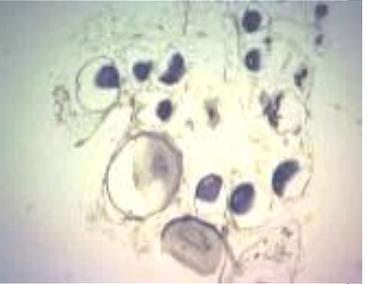
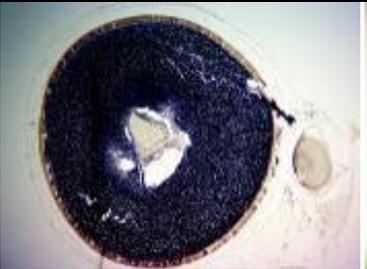
Первый год			
Масштаб	ВЕСНА (III-V)	ЛЕТО (VI-VIII)	ОСЕНЬ (IX-XI)
ок. 10х об. 4х			
Стадия зрелости и период развития	VI-II стадия зрелости, три фазы резорбции ооцитов и начало периода протоплазматического роста	II - начало III стадии зрелости, период протоплазматического роста и начало периода вителлогенеза, асинхронное развитие	II-III стадии зрелости, периоды протоплазматического роста и вителлогенеза. Характерно асинхронное развитие ооцитов

Второй год			
ок. 10x об. 4x			
Стадия зрелости и период развития	III стадия зрелости, синхронизация процесса развития пигментированных вителлогенных ооцитов круглой формы с ядром посередине	III стадия зрелости, продолжение периода вителлогенеза. Круглое ядро с хромосомами типа «ламповых щеток», оболочки хорошо сформированы	III - начало IV стадии зрелости. Завершается период вителлогенеза, ооциты овальной формы дефинитивных размеров, толщина оболочек максимальная.

У самок сибирского осетра по сравнению со стерлядью процесс формирования зрелых половых продуктов может затянуться, а учитывая индивидуальные генетические особенности особей и до пропуска двух нерестовых периодов (табл. 11).

**Таблица 11**  
**Развитие половых клеток у осетровых рыб при трехлетнем половом цикле**

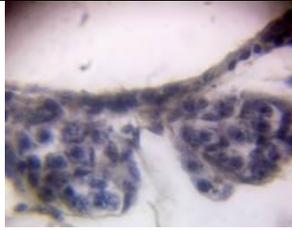
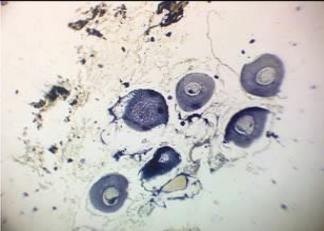
Первый год			
Масштаб	ВЕСНА (III-V)	ЛЕТО (VI-VIII)	ОСЕНЬ (IX-XI)
ок. 10x об. 4x			
Стадия зрелости и период развития	VI-II стадия зрелости, первая фаза резорбции ооцитов и начало периода протоплазматического роста	VI-II стадия зрелости, вторая и третья фазы резорбции ооцитов и начало периода протоплазматического роста	VI-II стадия зрелости, вторая и третья фазы резорбции ооцитов и начало периода протоплазматического роста

Второй год			
ок. 10х об. 4х			
Стадия зрелости и период развития	VI-II стадия зрелости, третья фаза резорбции ооцитов и активный период протоплазматического роста ооцитов однослойного фолликула	Период протоплазматического роста ооцитов со следами резорбции, в строме гонады в гнездах присутствуют оогонии - очередная генерация половых клеток	
Третий год			
ок. 10х об. 4х			
Стадия зрелости и период развития	III стадии зрелости гонад синхронизация процесса развития пигментированных вителлогенных ооцитов круглой формы с ядром посередине	III стадия зрелости, продолжение периода вителлогенеза. Круглое ядро с большим количеством ядрышек, оболочки хорошо сформированы	III - начало IV стадии зрелости. Завершается период вителлогенеза, ооциты овальной формы дефинитивных размеров, толщина оболочек максимальная

В этом случае после нереста удлиняется период прохождения VI-II стадии зрелости гонад. В течение 12 месяцев замедляются процессы резорбции и рост ооцитов протоплазматического роста. На второй год в летний сезон активно проходит процесс превителлогенеза – размножение оогоний и малый рост ооцитов однослойного фолликула. Ооциты периода вителлогенеза наблюдаются весной следующего года. Присутствие в летних пробах синхронно развивающихся пигментированных ооцитов является показателем готовности самок к участию в нересте следующего года.

Асинхронный характер развития половых клеток присутствует на II стадии зрелости гонад в половых циклах у всех осетровых рыб. После прошедшего нереста, ранней весной, в яичниках всегда присутствует резервный фонд половых клеток. На фоне протекающей посленерестовой резорбции, в гнездах герминативного эпителия стромы гонады размножаются оогонии, формируются ооциты синаптенного пути и ранние ооциты периода превителлогенеза, а в центре яйцевых пластин присутствуют единичные ооциты начала периода вителлогенеза (табл. 12).

Состояние половых клеток во II стадии зрелости гонад

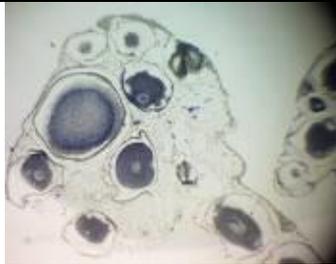
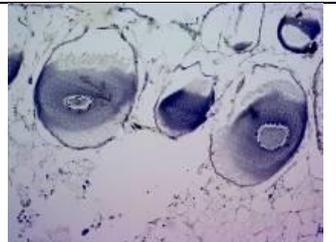
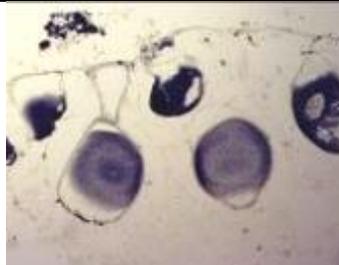
Гнезда с размножающимися оогониями Ок. 10x об. 100x	Ооциты протоплазматического роста Ок. 10x об. 4x	Ооциты трофоплазматического роста Ок. 10x об. 10x	Общая картина асинхронного развития половых клеток в гонадах Ок. 10x об. 10x
			

Именно в это время допускается асинхронность в развитии ооцитов, которая не влияет на длительность межнерестовых интервалов. В зависимости от индивидуальных особенностей самок на этом этапе идет выбор в пользу преобладания того или иного полового цикла, который становится ясен при анализе летних проб.

Если в летнее время асинхронность не сглаживается, то возникает следующее за этим разнообразие по длительности межнерестовых интервалов, за исключением показанных ранее. Они идут как варианты приспособления особей к изменяющимся условиям среды. У таких рыб в течение периода превителлогенеза может наблюдаться перерождение или замещение генеративной ткани на плотную соединительную ткань. При этом возникают новообразования в виде поперечнополосатой мышечной ткани. Во время наблюдения за дальнейшим развитием половых клеток у таких особей было отмечено возобновление нормального развития ооцитов. Это говорит о том, что в гонадах происходит процесс регуляции формирования клеток различной направленности, что нельзя считать патологией, а является приспособлением к изменяющимся условиям среды. Ликвидация асинхронно развивающихся половых клеток периода превителлогенеза – это опять же естественный закономерный процесс защитной реакции организма. Такие процессы резорбции вызывают задержку развития следующей генерации половых клеток и удлиняют межнерестовые интервалы.

У отдельных самок, находящихся в сходных условиях с другими самками, на протяжении нескольких годовых циклов имеет место асинхронное развитие половых клеток, при котором происходит массовая дегенерация ооцитов раннего периода развития в тканях гонад в присутствии скоплений форменных элементов крови (табл. 13).

Особенности развития половых клеток у самок сибирского осетра при асинхронном развитии половых клеток в течение трех лет

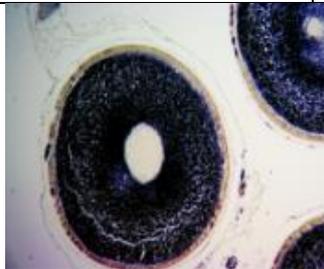
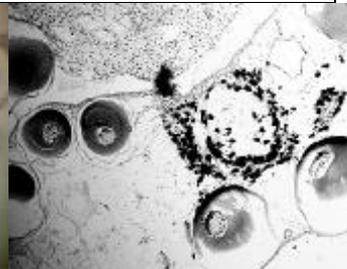
Первый год			
Масштаб	ВЕСНА (III-V)	ЛЕТО (VI-VIII)	ОСЕНЬ (IX-XI)
ок. 10x об. 10x			
Стадия зрелости гонад	VI стадия зрелости, резорбция ооцитов дефинитивных размеров	VI-II стадия зрелости, три этапа резорбции и малый рост ооцитов превителлогенеза	II начало III стадии зрелости, периоды превителлогенеза и начало вителлогенеза
Второй год			
ок. 10x об. 10x			
Стадия зрелости гонад	VI-II стадия зрелости, три этапа резорбции и малый рост ооцитов превителлогенеза		
Третий год			
ок. 10x об. 10x			
Стадия зрелости гонад	VI-II стадия зрелости, три этапа резорбции и малый рост ооцитов превителлогенеза		

Такие самки могут пропускать более трёх нерестовых периодов. В связи с этим, если эти особи не представляют определённой ценности как селекционно-племенной материал, то их целесообразно вывести из маточного стада.

Для прогноза продолжительности межнерестового интервала (ежегодного, двухлетнего и трехлетнего половых циклов) в табл. 14 представлена гистологическая картина состояния гонад самок, позволяющая ориентировочно через 6 месяцев после нереста (3300 градусо-дней) по результатам обработки биопсийных проб предположить через какой период времени самка выйдет на нерестовый режим.

Таблица 14

## Закономерности развития половых клеток у осетровых рыб в межнерестовые интервалы

Критерий готовности	Гистологическая картина через 6 месяцев после нереста		
Половые циклы→	ежегодный	двухлетний	трехлетний
Увеличение ок. 10х об. 4х			
Стадия зрелости гонад	III стадия зрелости	II - начало III стадии зрелости	VI-II стадии зрелости
Период развития половых клеток	Характерно синхронное развитие половых клеток периода вителлогенеза. Оболочки у желтковых ооцитов сформированы. Ядерный пузырек находится в центре клетки. В ядре видны хромосомы типа «ламповых щеток»	Характерно асинхронное развитие половых клеток. В яйцевых пластинах находятся ооциты протоплазматического роста и ооциты начала вителлогенеза или трофоплазматического роста с присутствием единичных ооцитов III фазы резорбции	Характерно асинхронное развитие половых клеток. В яйцевых пластинах находятся ооциты II-III фаз резорбции и новая генерация ооцитов протоплазматического роста. В гнездах стромы гонады видны размножающиеся оогонии

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Рассматривая возможность повышения продуктивности самок и эффективность эксплуатации маточных стад осетровых рыб, следует отметить, что большое значение приобретает фактор возможности смещения половых циклов на более удобные рыбоводные сроки с сохранением высокого качества половых продуктов и степени выживаемости молоди.

С повышением температуры и увеличением суммы тепла, получаемого рыбой, скорость протекающих процессов увеличивается, а с понижением температуры – уменьшается. Данный фактор позволяет управлять процессом созревания рыб, особенно в условиях рыбоводных хозяйств с регулированием температурного режима воды.

Процесс резорбции ооцитов, не оказывает отрицательного воздействия на общие рыбоводные результаты, наблюдается незначительное уменьшение массы ооцитов новой генерации, изменение относительной плодовитости, что в конечном итоге не имеет критического влияния на количество и качество продуцируемой икры.

На ритм размножения в стройной технологической цепочке 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.

При изменении температурного фактора ритм размножения у рыб подвержен большим колебаниям – это изменение длительности развития половых клеток и скорости прохождения отдельных стадий зрелости гонад в течение полового цикла, что может повлечь за собой пропуски нерестовых сезонов.

У осетра наблюдается большая асинхронность во временном интервале формирования новой генерации яиц. Даже в одной группе проявляются индивидуальные особенности самок, сказывающиеся на прохождении различных стадий формирования ооцитов, что, в конечном счёте, отражается на сроках созревания.

Стерлядь является более пластичным объектом по отношению к температуре воды, чем сибирский осётр. Для прохождения различных стадий созревания ооцитов ей требуется меньше времени и, как следствие, меньшая сумма тепла. Процесс формирования новой генерации икры проходит более равномерно. Индивидуальные особенности самок проявляются при снижении температуры воды. Процесс прохождения резорбции и созревания ооцитов у части самок затягивается на более длительный период времени.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

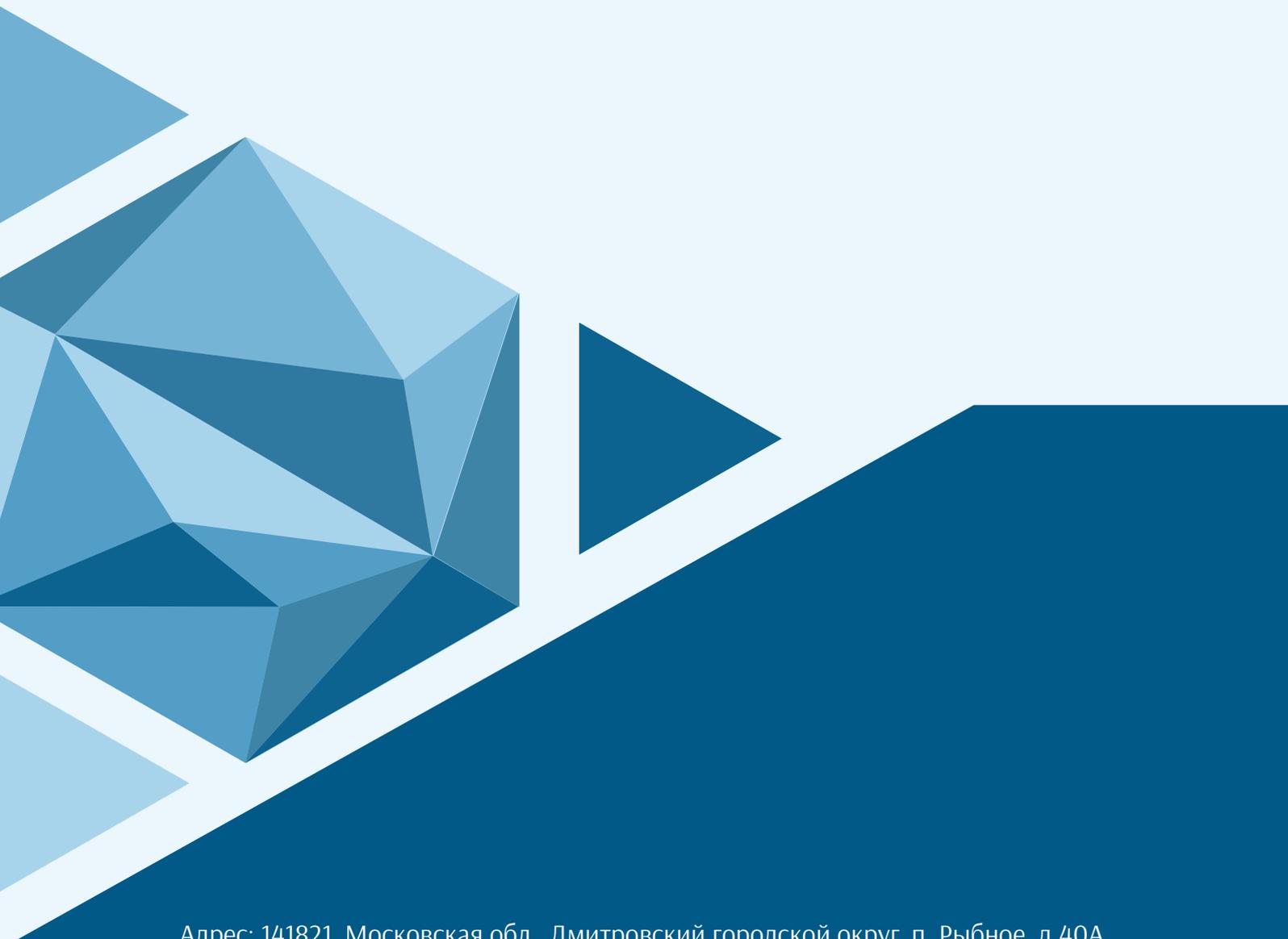
1. Акимова Н.В. Гаметогенез, функционирование половых желёз сибирского осетра (*Acipenser baerii* Brandt) р. Лена и их связь с обменом веществ // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. - М.: Наука, 1978. - С.43-55.

2. 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.

3. Методические рекомендации по формированию продукционных маточных стад сибирского осетра на предприятиях индустриального типа / Мельченков Е.А., Мышкин А.В., Канидьева Т.А., Сафронов А.С., Слепнев В.А., Калмыкова В.В., Дёмкина Н.В., Здрок А.В., Романова Н.Н. - М.: Изд-во «Сельскохозяйственные технологии», 2019. - 87 с.

4. Серебрякова Е.В. Исследование гонад производителей осетра Волгоградского водохранилища // Труды ВНИРО. – 1964. - Т. 56, сб. 3. – С. 117-130.

5. Соколов Л.И., Малютин В.С. Особенности структуры популяции и характеристики производителей сибирского осетра р. Лены в районе нерестилищ // Вопр. ихтиологии. - 1977. - Т. 17, вып. 2. - С. 237-246.



Адрес: 141821, Московская обл., Дмитровский городской округ, п. Рыбное, д.40А  
Многоканальный телефон: 8 (495) 108-68-56 (101), 8(925) 789-83-62  
E-mail: [vniiprh@vniiprh.ru](mailto:vniiprh@vniiprh.ru)  
[www.vniiprh.ru](http://www.vniiprh.ru)