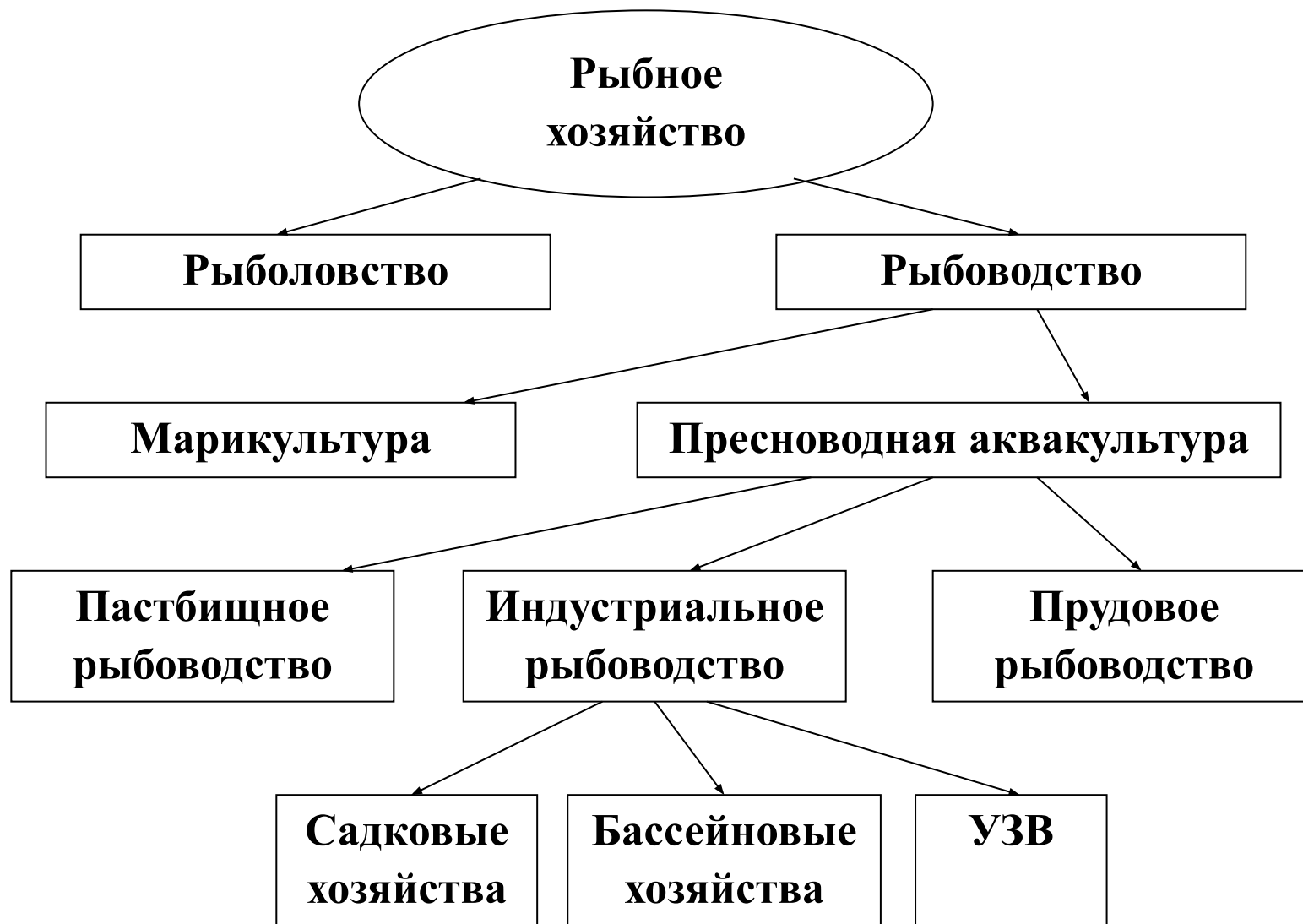


ХОЛОДНОВОДНОЕ ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РЫБОВОДСТВА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ



Индустриальное рыбоводство – форма ведения хозяйства, при которой применяют высокую плотность посадки, в рационе практически отсутствует естественный корм, используют полноценные сбалансированные кормосмеси, большинство производственных процессов механизировано и автоматизировано, рыбу выращивают круглый год (*Власов, 2010*)

Производительность УЗВ и традиционных форм рыбоводства

- ✓ Пастбищное рыбоводство - до 100 кг/га рыбопродукции
- ✓ Экстенсивная форма прудового рыбоводства – до 1 т/га
- ✓ Интенсивная форма прудового рыбоводства – 10 т и более на 1 га
- ✓ УЗВ - 500–1000 т/га

ТИПЫ

- ✓ Садковое рыбководство – функционирует в акваториях озер, водохранилищ, морских заливов
- ✓ Бассейновые хозяйства организуются на берегу водоемов-охладителей АЭС (осетровые, лососевые, карп)
- ✓ Системы замкнутого водоснабжения УЗВ могут использоваться на всех этапах рыбоводного процесса (от производителей и инкубации, до товарки и коллекции маточных стад)



КЛАССИФИКАЦИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ХОЗЯЙСТВ

1. По характеру водообеспечения:

- ✓ Проточная схема водоснабжения. Расход воды 40 000 – 50 000 л/кг прироста рыбопродукции
- ✓ Обратная схема водоснабжения. Расход воды 4000 – 5000 л/кг прироста рыбопродукции
- ✓ Замкнутая схема водоснабжения. Расход воды с простой системой очистки 600-1000 л/кг, с интенсивной очисткой 100-600 л/кг

2. По температурному режиму:

- ✓ Холодноводные - хозяйства, использующие воду с естественной температурой воды
- ✓ Тепловодные - хозяйства, использующие воду с повышенной против естественного уровня температурой воды

ХОЛОДНОВОДНОЕ ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО

Определение: это высокоинтенсивная форма индустриального хозяйства с выращиванием рыбы при уплотненной плотности посадки

Объект разведения: радужная форель и ее породы, семга, паляя, сиговые рыбы

Формы хозяйствования:

- ✓ Полносистемные осуществляют весь цикл производства от икры до товарной продукции
- ✓ Неполносистемные - воспроизводственный комплекс (развивающаяся икра, подрошенная молодежь); питомник (производит личинок, мальков, сеголетков, при трехлетнем обороте - двухлетков); нагульное хозяйство (товарная рыба)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ

РАДУЖНАЯ ФОРЕЛЬ = Микижа *Oncorhynchus mykiss*

Естественный ареал обитания: пресные воды тихоокеанского побережья Северной Америки, реки Камчатки

Температурный оптимум 14-18°C

Оптимальная концентрация кислорода 9-11 мг/л

В естественных условиях: масса 0,8-1,6 кг; половая зрелость у самок на 3—4 году жизни, у самцов на год раньше; нерест в феврале-апреле, при температуре 4-8 °С; средняя плодовитость 2,5-3 тыс. икринок; хищник



ФОРЕЛЬ КАМЛООПС

Oncorhynchus mykiss kamloops (Jordan, 1892)

- ✓ **Ареал обитания:** в реках и озерах Канады, где растет гораздо быстрее других форм форели.
- ✓ **Преимущества:** ранний осенний нерест (август-октябрь); высокий темп роста (растет на 10-20% быстрее, чем радужная форель)
- ✓ **Размножение:** созревание на теплых водах в возрасте 2 года, в прудах в возрасте 3 года; нерест в ноябре – декабре; большая рабочая плодовитость; отход не превышает 15 %



ФОРЕЛЬ ДОНАЛЬДСОНА

Oncorhynchus mykiss Donaldson Walbaum

- ✓ Созревание: самки в 2 года при массе 2-3 кг, самцы на первом году жизни
- ✓ Средняя плодовитость 5-7 тыс. икринок; плодовитость трехлеток 5 - 12 тыс. икр. что в 6-10 раз больше, чем в природных условиях
- ✓ Масса форели на первом году жизни достигает 400-500 г, в возрасте 21 месяц 4-5 кг
- ✓ Нерест растянутый, начало: январь - февраль, продолжается до марта - апреля
- ✓ Предельная температура 25 °C



СТАЛЬНОГОЛОВЫЙ ЛОСОСЬ Steelhead salmon

Oncorhynchus mykiss irideus

- ✓ **Ареал обитания:** анадромный вид, обитает в Северной Америке (США, Канада)
- ✓ **Морфология:** короткие грудные, брюшные и хвостовые плавники, более сжатое с боков тело; окраска спины имеет металлический темно-голубой отлив, бока серебристые, радужная полоса видна только в период половой зрелости
- ✓ **Биология:** длина 40-80 см, масса 1,3-5,4 кг. Продолжительность жизни 12-15 лет. Половое созревание на 3-4 году. В северной части ареала нерестится ранней весной, в южной части - осенью (в ноябре - декабре). Плодовитость 200-9000 икр. После нереста выживают от 51 до 75% производителей. Питается насекомыми, ракообразными, при их недостатке потребляет мелкую рыбу
- ✓ **Преимущества как объекта аквакультуры:** быстрый рост (достигает массы тела 19,5 кг, максимально зафиксированный вес 23,6 кг, длины 1,2 м), высокая плодовитость, ранний нерест. При выращивании в промышленных условиях ограничения на распространение не имеет



АДЛЕРСКАЯ ЯНТАРНАЯ

- ✓ Золотисто-желтый фенотип
- ✓ Более интенсивно аккумулирует каротиноиды
- ✓ Характеризуется скороспелостью самок и самцов, большая часть которых созревает в двухгодовом возрасте
- ✓ Растянутый нерест 3 месяца (ноябрь-февраль)
- ✓ Проявляет низкую активность на поверхности и в толще воды, но охотно подбирает комбикорм со дна (можно применить как добавочный вид)
- ✓ Оплодотворяемость икры составляет в среднем 93%, средняя оплодотворяющая способность сперматозоидов - 93,4 %
- ✓ Выживаемость эмбрионов - 87%
- ✓ Высокое содержание каротиноидов позволяет уменьшить их использование в кормах и снизить себестоимость до 10%



РОСТАЛЬ (РОПШИНСКИЙ СТАЛЬНОГОЛОВЫЙ ЛОСОСЬ)

- ✓ Высокая плодовитость
- ✓ Высокая выживаемостью
- ✓ Высокий темп роста
- ✓ Высокая плодовитость: в четыре года 4,3 тыс. икр. в пять лет 10 тыс. икр.
- ✓ У созревших самок икра составляет 18-20% от массы тела (обычно 14-15%)
- ✓ Нерест проходит в январе-марте

РОФОР

- ✓ Высокие скорость роста, выживаемость и плодовитость в четыре года 5,5 тыс. икр.
- ✓ Преимущества - повышенная жизнеспособность с высоким темпом роста в неблагоприятных условиях: загрязненной воде, сильных колебаниях температурного и гидрохимического режимов, возникновении заболеваний

Многообразие сиговых рыб России



На территории России обитают :

- 2 вида ряпушки,**
- 3 вида сига,**
- 3 вида омуля,**
- муксун,**
- чир,**
- пелядь,**
- тугун,**
- 2 вида валька**
- белорыбица (нельма)**

Коллекция маточных стад сиговых рыб



балтийский сиг



песядь



чир



нельма



волховский сиг



ладожский сиг



муксун

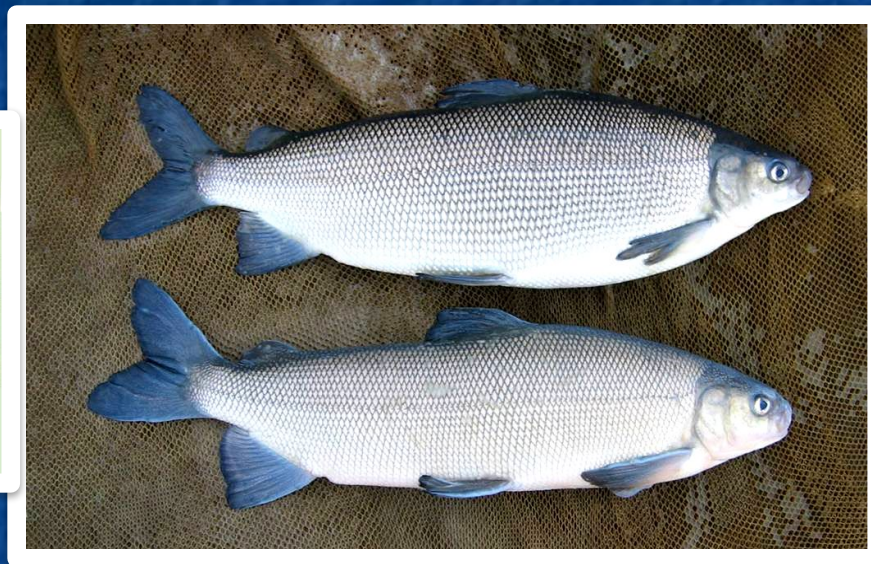
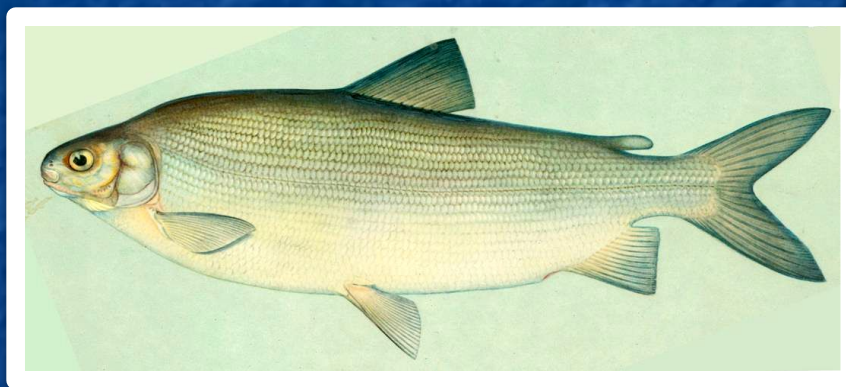
Говарное выращивание: европейский сиг



В промышленных условиях (Северо-Запад) на третьем году достигает массы 700-900 г

Сформированы маточные стада волховского, ладожского озерного и балтийского сегов. Заготавливается до 20 млн. шт. рыболовной икры

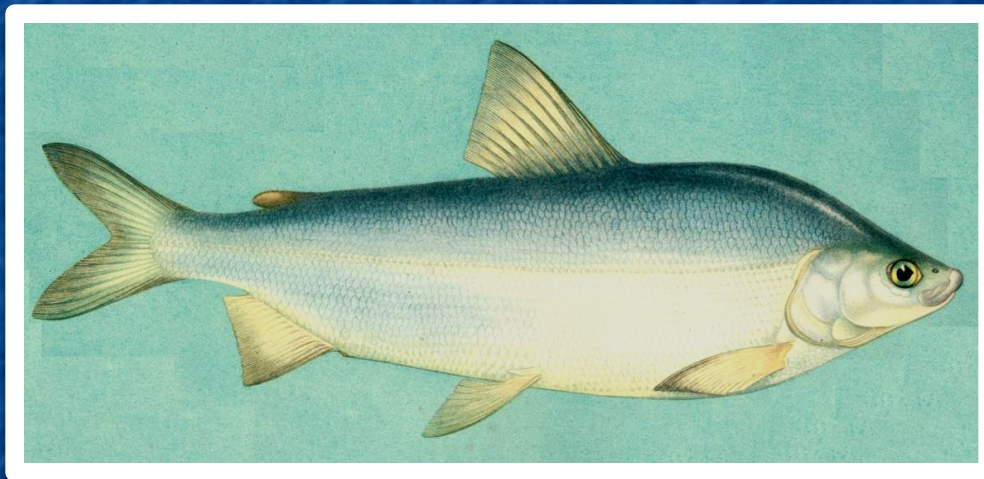
ЧИР



Трехлетки чира при выращивании в садках на третьем году достигает массы 900-1300 г.

Сформировано индустриальное маточное стадо.

МУКСУН



При выращивании в садках на третьем году достигает массы 800-1100г. Сформировано маточное стадо мощностью 20 млн. шт. рыбоводной икры.

НЕЛЬМА



Трехлетки, при выращивании в садках, достигают массы 800-1100 г.

От индустриального маточного стада в последние годы заготавливается 3-5 млн. шт. рыбоводной икры.

ПЕЛЯДЬ



Трехледки пеляди при выращивании в садках достигают массы 450-600 г.

Сформировано промышленное маточное стадо, от которого ежегодно заготавливается около 150 млн. шт. рыбоводной икры. Активно используется для производства гибридов.

ГИБРИД ПЕЛЯДЬ x ЧИР



- Обладает высоким потенциалом роста. Достигает массы: двухлетки ~ 300-400 г, трехлетки - 900-1400 г.
- Отличается повышенной устойчивостью к заболеваниям. Для товарного выращивания используются гибриды первого поколения (F1).

Гибрид муксун х нельма



- Гибрид обладает высоким потенциалом роста. На третьем году жизни достигал массы 1200 г.
- По характеру питания – полифаг.
- Воспроизводство ограничено, для товарного выращивания используются гибриды первого поколения.

Муксун – ведущий объект индустриального сигаводства



Острый дефицит
производителей обского
муксуна в природе

6-кратное увеличение
численности
индустриального стада

Достойный уровень
искусственного
воспроизводства.

Муксун «ЗОЛОТИСТЫЙ»



Внешние признаки особой формы обского муксуна: золотисто-желтая окраска головы, брюшного отдела, основания плавников, розоватый оттенок чешуи, красный цвет икры и, нетипичный для сиговых, оранжевым цветом мяса.

Начата работа по выведению новой линии муксуна. Первая закладка икры от «золотистого» муксуна была осуществлена в 2013 г.

Муксун «ЗОЛОТИСТЫЙ»

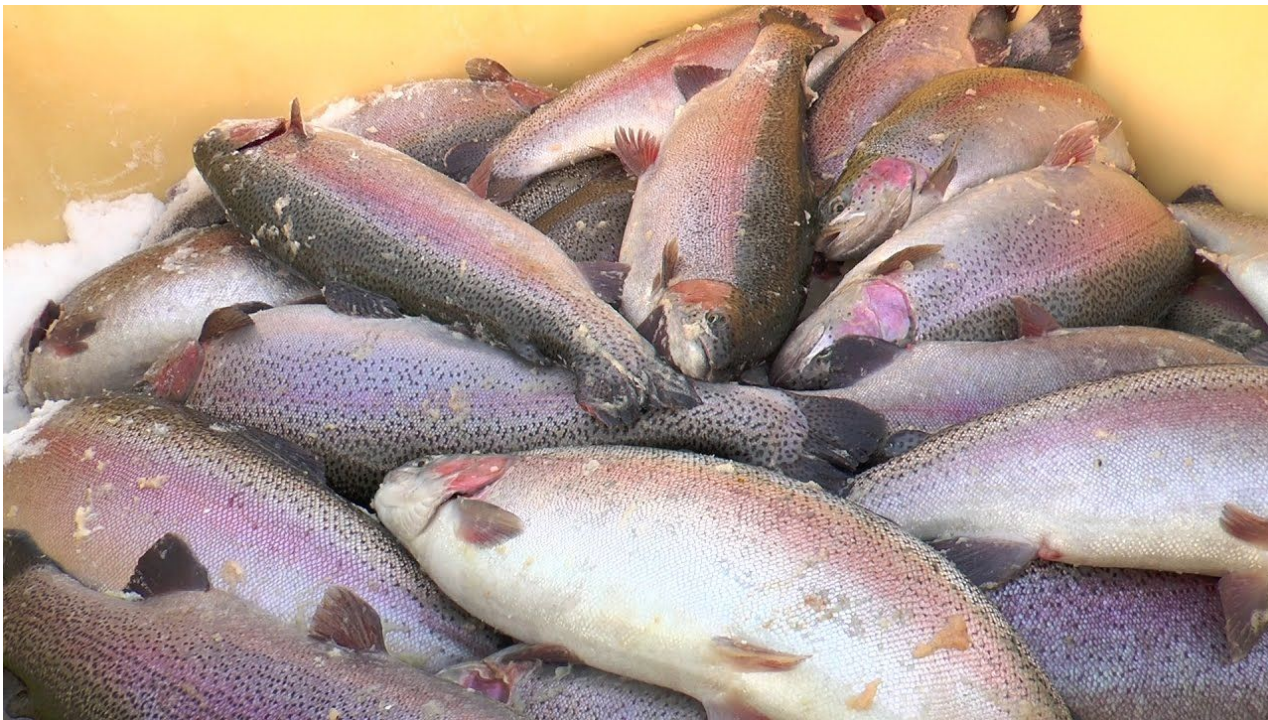


- Проявление признаков золотистой окраски в потомстве свидетельствовало о генетической природе данного феномена.
- Выведение линии «золотистого» муксуна дает основание для создания породы муксуна-хромиста и открывает широкие возможности для его использования как в аквакультуре, рекреационном рыболовстве, так и искусственном воспроизводстве в качестве маркера для оценки его эффективности через промвозврат.

ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ ФОРЕЛИ И СИГОВЫХ РЫБ В САДКАХ

Показатель	Форель		Сиг	
	рекомендуемые	допустимые	рекомендуемые	допустимые
Температура воды, °С	12-18	22	12-16	20
Кислород, мг/л	9-11	7-8	8-11	6-7
Углекислота, мг/л	До 10	15	До 15	До 20
Перманганатная окисляемость, мг О/л	До 10	15	До 10	40
рН	7-8	6-8,5	7-8	6-8,5
Нитраты, мг N/л	До 0,4	0,5	До 0,4	0,5
Нитриты, мг N/л	До 0,005	0,01	До 0, 005	0,01-0,02
Фосфаты, мг Р/л	До 0,2	0,2	До 0,2	0,2





ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ

1. **Посадочный материал.** Зарыбление садков проводится в первой декаде июля молодью массой 5 г или в конце августа сеголетками массой 50 г
2. **Выращивание товарной рыбы**
 - ✓ *Выращивание сеголеток.* Молодь массой 5 г высаживается в июле в садки с плотностью 30 шт./м³ Выращивание до ледостава, расчетная масса рыбы в конце года 160 г. Выживаемость 92–93%
 - ✓ *Выращивание двухлеток.* Годовики массой 170 г распределяются в садки для выращивания двухлеток с плотностью до 7 шт./м³. Выращивание с мая по декабрь, конечная средняя масса двухлеток 1,45 кг. Выживаемость 96%
 - ✓ *Выращивание товарных трехлеток.* Плотность посадки 3 шт./м³. Масса товарных трехлеток в декабре 4 кг, выживаемость 97%
 - ✓ *Реализация товарной форели.* Массовая реализация в ноябре, когда масса икры 6% от веса рыбы

РАСЧЕТ СУТОЧНОЙ НОРМЫ КОРМА

$$C_{\text{корм}} = n * K_{\text{оп}} * P$$

n — количество выращиваемой рыбы, кг

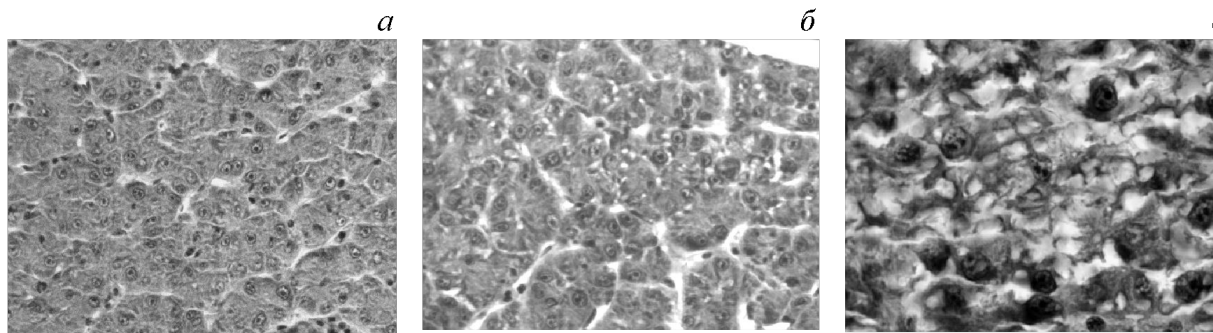
$K_{\text{оп}}$ — коэффициент оплаты корма

P — среднесуточный прирост рыбы в зависимости от температуры воды и массы рыбы, %

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ СИГОВ

- ✓ Выращивание годовиков и двухгодовиков – с ноября по апрель, двухлеток – с мая по октябрь
- ✓ Плотность посадки годовиков составляет 100 шт./м³, двухлеток и двухгодовиков – 30–45 шт./м³
- ✓ Выживаемость 99%
- ✓ Средняя масса за зимовку: годовики имеют массу 22–31 г, двухгодовики 250–350 г
- ✓ Летний период: плотность посадки двухлеток 30–45 шт./м³, трехлеток 10–15 шт./м³. В октябре-ноябре средняя масса двухлеток 230–320 г, товарных трехлеток 500–1200 г, пеляди 450–600 г. Выживаемость двухлеток – 93%, трехлеток – 96%

ГИСТОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПЕЧЕНИ ЛИЧИНОК



a — норма (x40); *б* — мелкие липидные включения (x40); *в* —
липоидная дегенерация печени (x100)

РАСЧЕТ СУТОЧНОЙ НОРМЫ КОРМА

$$С_{корм} = W_{ср} * n * C(\%) / 100$$

$С_{корм}$ – суточная норма корма, кг;

$W_{ср}$ – средняя масса сигов, кг;

n – количество выращиваемой рыбы, шт.;

$C(\%)$ – суточная норма кормления, %.

НОРМЫ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОВАРНОЙ ФОРЕЛИ И СИГОВ

Показатель	Норма		Патология
	форель	сиг	
Гемоглобин, г%	8-10	7-11	3 и ниже
Индекс печени, %	1,1-1,4	1,1-1,4	2,2 и выше
Коэффициент упитанности по Фультону	1,2-2,0	1,2-2,0	2,5 и выше
Витамин С в печени, мг%	7-11	6-12	2 и ниже
Белок в сыворотке крови, г%	5-6	4-7	3 и ниже
Общая жирность, %	6-9	10-14	форель 10 и выше, сиг 15 и выше
Жирность печени, %	2-4	3-6	5-7 и выше

ВОЛХОВСКОГО СИГА

1. Создание первичного маточного стада
2. Инкубация икры волховского сига
3. Выращивание личинок, ранней молоди и сеголеток сига в бассейнах и садках на искусственных кормах по разработанной в ГосНИОРХ биотехнике
4. Зимнее выращивание годовиков в садках или бассейнах
5. Формирование ремонтного стада (1+ – 3+)
6. Формирование маточного стада (3+ – 6+).
7. Содержание и кормление ремонтно-маточного стада в промышленных условиях по нормативам, разработанным в ГосНИОРХ



Особенности созревания

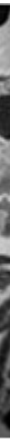
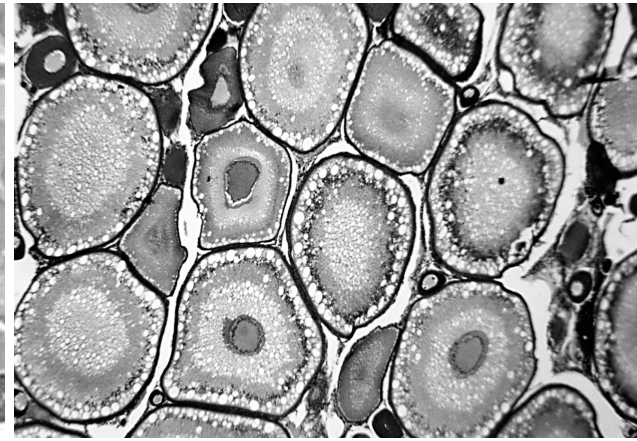
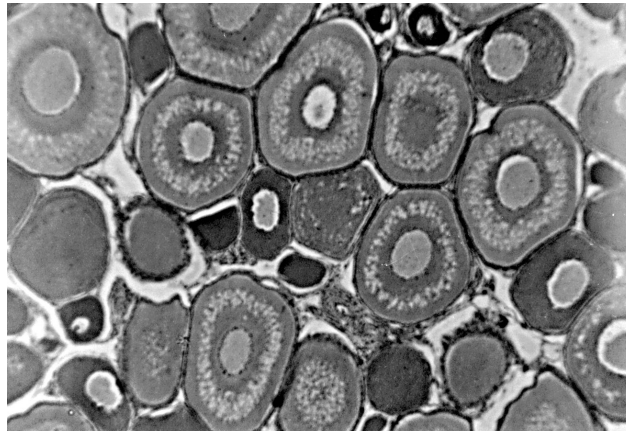
- ✓ Первое половое созревание самок волховского сига в индустриальном стаде отмечается в четырехлетнем возрасте (3+), массовое – в пятилетнем возрасте (4+). Самцы созревают на год раньше
- ✓ Половозрелые особи в индустриальном стаде характеризуются годичным овариальным циклом, пропуски нереста обычно отмечаются лишь у отдельных самок
- ✓ Сигнальным фактором к завершению гаметогенеза является температура воды. Созревание самок проходит в период с конца октября до середины ноября, основная часть - в первых числах ноября

Плодовитость

- ✓ Средняя плодовитость самок в возрасте 3+ **21,1 тыс. шт. икр.**
(10,1-34,1)
- ✓ Средняя плодовитость самок в возрасте 5+ **27,7 тыс. шт. икр.**
(13,5-44,4)

ГОДОВОЙ РЕПРОДУКТИВНЫЙ ЦИКЛ СИГА

а - ооциты цитоплазматического роста, х600; б - ооциты фазы вакуолизации цитоплазмы, х150; в - ооциты фазы накопления мелкозернистого желтка, х150; г - ооциты фазы интенсивного накопления желтка, х150; д - ооцит периода созревания, х600; е - посленерестовое состояние яичников, х150



ПОЛУЧЕНИЕ ИКРЫ

1. **Выдерживание производителей** проводят в бассейнах или садках; продолжительность 30–40 дней; отдельно; плотность посадки: в садки – до 10 кг/м³, в бассейны – до 30 кг/м³
2. **Сбор икры**
 - ✓ Температура воздуха и воды в цехе должна быть такой же, как в водоеме в нерестовый период. Повышение температуры воды и воздуха снижает время активного состояния спермы и оплодотворяющую способность
 - ✓ Вода. Общая минерализация воды должна быть не выше 300 мг/л, рН 6,0 - 8,0
 - ✓ Насыщение воды кислородом 7–11 мг/л
4. **Отцеживание икры.** В одну емкость отцеживают до 1–1,5 кг икры от одной или нескольких самок
5. **Количество самцов и взятие спермы.** сперму самцов сцеживают после отцеживания икры. Для сохранения генетического разнообразия при осеменении икры каждой самки используется сперма 5–10 самцов. Число производителей должно быть не менее 200 особей (100 самок и 100 самцов)

ОСЕМЕНЕНИЕ И ОПЛОДОТВОРЕНИЕ ИКРЫ

- 1. Осеменение икры** проводят «сухим» способом
- 2. Оплодотворение.** После перемешивания икры со спермой в емкость добавляют воду из расчета на 1–1,5 кг икры добавляют 0,6–0,8 л воды, перемешивают. Процесс оплодотворения длится до 7–10 мин. После оплодотворения икру промывают 10–15 мин. от остаточной спермы, овариальной жидкости и слизи, удаляются дефектные икринки
- 3. Обесклеивание и набухание** проводят после промывки икры аппаратах Боева при норме загрузки до 5 л икры, в течение суток. Оболочка икры сига достигает прочности через 7–8 часов после осеменения, масса и объем икры увеличиваются почти в два раза
- 4. Промывание** икры проводят после процесса набухания в течение 15–20 мин. водным раствором танина из расчета 0,1–1 г танина на 10 л воды в зависимости от клейкости
- 5. В инкубационные аппараты** оплодотворенная икра помещается через 12–24 часа

ИНКУБАЦИЯ ИКРЫ

1. **Закладка.** Икра закладывается в аппараты Вейса объемом 5 л = 300 тыс. икринок, при температуре воды от 2,7 до 8,5 °С. Насыщение воды кислородом 7–11 мг/л, оптимальная рН 6,5–7,5. Продолжительность 160–180 сут.
2. **Вылупление свободных эмбрионов и выдерживание личинок:**
 - ✓ Массовое вылупление при темп. воды до 3–4,5 °С, с 10 – 25 апреля до 3 – 5 мая
 - ✓ Масса личинок – 6–8 мг
 - ✓ Выход свободных эмбрионов 60–70%
 - ✓ Нормально развитые эмбрионы сига имеют длину 11–14 мм, массу – 5,0–7,5 мг
 - ✓ Жировая капля занимает третью часть желтка, тело слабо пигментировано

ВЫРАЩИВАНИЕ МОЛОДИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНОЙ ГРУППЫ

- 1. *Зарыбление*** личинок волховского сига в бассейны для подращивания следует проводить не позднее двух суток после их вылупления. Плотность посадки личинок сига в бассейны первоначально рекомендуется около 40 тыс. шт./м³, при достижении личинок массы 30-50 мг сократить до 17-20 тыс. шт./м
- 2. *Кормление*** личинок начинают с первого дня после вылупления. Первоначально - комбинированное кормление, чередуя живой и сухой корм. Не реже 1 раза в час в течение всего светового дня. Полный переход на сухой корм при массе 50 -70 мг
- 3. *Выращивание сеголеток*** сига в садках с середины июня до октября–ноября. . Молодь массой 400 мг из бассейнов высаживается в садки. Плотность посадки составляет от 8 до 10 тыс. шт. Температурный оптимум 14–18 0С. Сеголетки достигают средней массы 20–25 г. Выживаемость молоди составляет не менее 70%



Вид бассейна



Биоблок на входе в бассейн

ЗИМНЕЕ СОДЕРЖАНИЕ СЕГОЛЕТОК-ГОДОВИКОВ

1. Зимнее содержание годовиков сига проводится около 170 дней, с середины ноября до начала мая
2. Плотность посадки 70 - 80 шт./м³
3. Выживаемость годовиков за зимовку 95 %
4. Интенсивность питания низкая, поэтому кормление проводят только до момента установки ледяного покрова, 1 раз в 2 дня, норма выдаваемого корма не превышает 0,1–0,2% от биомассы рыбы
5. Кормление рыб в садках возобновляют весной, в апреле, потеря в весе у годовиков, которая может составлять до 8%, быстро компенсируется

ВЫРАЩИВАНИЕ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ВОЛХОВСКОГО СИГА

- 1. *Выращивание ремонтных групп.*** Зимний период выращивания годовиков и двухгодовиков в садках проходит при температуре воды 0,2–1,0 °C. Интенсивность питания низкая, поэтому кормление рыбы проводится однократно с интервалом в 1–2 дня. Двухлетки сига к концу ноября в среднем имеют массу 200 г
- 2. *Содержание маточного стада.*** Маточное стадо состоит из самок в возрасте 3+–5+ и самцов в возрасте 3+–4+. За период летнего выращивания четырехлетки достигают массы 900 г, пятилетки – 1200 г, самки 5+ – 1600 г. Летом, в нагульный период, самцов и самок выращивают совместно. Старшие и младшие возрастные группы производителей рекомендуется содержать отдельно. Плотность посадки производителей 6–12 шт./м³ в зависимости от возраста. Выживаемость производителей высокая – 95–96%

ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ РЫБ

- ✓ Эмбриональный период начинается от оплодотворения яйца до выклева личинок. Характеризуется эндогенным питанием зародыша за счет желточного мешка
- ✓ Личиночный период - начинается с выклева личинок, завершается образованием склеритов чешуи на хвостовом отделе туловища.
- ✓ Мальковый период продолжается от образования склеритов чешуи на хвостовом отделе туловища до ювенольного состояния - начала формирования половой системы
- ✓ Период неполовозрелого организма (ювенольный) начинается с интенсивного развития воспроизводительной системы
- ✓ Период половозрелого организма — завершается формирование половой системы и появляются вторичные половые признаки. Организм готов к воспроизводству
- ✓ Период старости — замедляется интенсивность роста рыб, половая функция затухает