

**ФИЛИАЛ ПО ПРЕСНОВОДНОМУ РЫБНОМУ ХОЗЯЙСТВУ
ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)**

На правах рукописи

Мышкин Алексей Владимирович

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВЕДЕНИЯ
ВЫРЕЗУБА (*Rutilus frisii frisii* Nordmann, 1840) В УСЛОВИЯХ
АКВАКУЛЬТУРЫ**

Специальность 06.04.01 - Рыбное хозяйство и аквакультура

Диссертация на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель
доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Мельченков Е.А.

Москва 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. ВЫРЕЗУБ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	10
1.1. Систематика, биология, морфология и физиология вырезуба.....	10
1.2. Ареал обитания и распространение.....	12
1.3. Причины сокращения численности вырезуба.....	15
1.4. Возможные меры по сохранению численности стад вырезуба.....	21
1.5. Искусственное воспроизводство вырезуба.....	24
1.6. Развитие вырезуба.....	33
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	37
2.1. Характеристика экспериментальных баз.....	37
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	45
3.1. Биотехнические особенности формирования маточного стада вырезуба.....	45
3.1.1. Формирование маточного стада вырезуба из рыб, отловленных в естественном ареале обитания.....	45
3.1.2. Формирование маточного стада вырезуба из доместифицированных производителей и молоди.....	51
3.1.3. Формирование маточного стада «от икры до икры».....	55
ГЛАВА 4. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ВЫРЕЗУБА	58
4.1. Подготовка производителей к нересту.....	58
4.2. Получение половых продуктов.....	62
4.3. Оплодотворение и инкубация икры.....	68
4.4. Выращивание молоди.....	78
4.4.1. Выдерживание предличинок до перехода на смешанное питание.....	79
4.4.2. Подращивание молоди в индустриальных условиях.....	80
4.4.3. Отношение молоди к абиотическим и биотическим факторам среды в искусственных условиях.....	84
4.4.4. Испытание различных видов кормов и их влияние на скорость роста молоди в индустриальных условиях.....	89
4.4.5. Комбинированный метод выращивания молоди вырезуба.....	91
ГЛАВА 5. ВЫРЕЗУБ КАК ОБЪЕКТ ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ	104
5.1. Выращивание товарного вырезуба в условиях индустриальных хозяйств.....	104
5.2. Пищевые достоинства вырезуба.....	109
5.3. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика вырезуба и чёрного амура.....	111
5.4. Пастбищное выращивание товарного вырезуба в водохранилищах..	112
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	115
ВЫВОДЫ	116
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	118
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ	119
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	120

Приложение А. Расчёт затрат на строительство производственного модуля УЗВ мощностью 50 млн личинок вырезуба в год.....	130
Приложение Б. Рыбоводно-биологические и технологические нормативы по разведению вырезуба в хозяйствах различного типа.....	137

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследований. В настоящее время общемировое потребление рыбы увеличивается за счет развития аквакультуры.

Такая тенденция увеличения потребления рыбы актуальна и для Российской Федерации. Использование новых объектов рыбоводства и акклиматизации – одно из наиболее эффективных средств интенсификации товарного рыбоводства нашей страны. Подтверждением может служить, в частности, практика освоения растительноядных рыб дальневосточного комплекса. Разнообразие форм современного промышленного рыбоводства (от живорыбных заводов индустриального типа до нагульных хозяйств на водохранилищах) требует применения набора рыб с различным характером питания, приспособленных к обитанию в различных условиях (Виноградов, Ерохина, 1979). Существуют ниши кормовых баз, такие как моллюски, которые мало используются традиционными объектами аквакультуры по разным причинам.

Поиски новых объектов, с помощью которых возможно получение дополнительной продукции за счёт использования свободных кормовых ниш, и введение их в аквакультуру – задача сложная, но необходимая для развития аквакультуры. Одним из таких новых объектов может стать вырезуб *Rutilus frisii frisii* (Nordman), который относится к семейству карповых, роду плотвы, классу лучепёрых рыб, отряду карпообразных, обладающий рядом исключительно полезных качеств, основным из которых является способность питаться моллюсками.

Активное потребление моллюсков, в том числе дрейссены, происходит даже при температурах 8-12°C. У взрослых рыб среднегодовой прирост массы может составлять в среднем более 500 г. Согласно данным А.Ф. Карпевич (1998), по сравнительному коэффициенту продуктивности вырезуб может превосходить большинство карповых рыб Аральского, Азовского и Каспийского морей, включая сазана.

Хорошие вкусовые качества мяса вырезуба делают его деликатесным продуктом высокой ценовой категории, которая сопоставима с ценой форели и осетра. В XIX веке вырезуб считался изысканным деликатесом и приближался по стоимости к осетрам (Васильева, 1999). Им угощали русских послов в восточных странах, им потчевали М. И. Кутузова и Д. И. Менделеева (Мовчан, 1966).

Перед другими моллюскоедомы, в частности черным амуром, вырезуб имеет важное преимущество – способность к естественному воспроизводству в условиях водохранилищ Европейской части страны. Это тем более ценно, что в настоящее время моллюски представляют собой значительный по биомассе кормовой ресурс большинства водохранилищ Российской Федерации, который очень слабо используется большинством видов рыб. В больших водохранилищах 80-90% зообентоса представлено моллюсками. Поэтому за счет вселения вырезуба в водохранилища при ГЭС и ТЭЦ, принимая во внимание его способность питаться преимущественно дрейссеной, промысловая рыбопродуктивность водохранилищ может быть значительно повышена.

Между тем вырезуб относится к видам, наиболее сильно пострадавшим от деятельности человека (Кириков, 1966). Основные причины этого негативного воздействия – гидростроительство, токсикологические загрязнения, массовое браконьерство. Так, например, сооружение Цимлянского водохранилища на реке Дон в 1952 году привело к потере около 68 тыс. га нерестилищ для всех речных рыб (Воловик и др., 1998). Вырезуб очень уязвим как во время весеннего хода к нерестилищам, так и во время осеннего хода к зимовальным ямам из-за полной незащитности перед плавными сетями (из-за его высоких вкусовых качеств и высокой стоимости он становится одним из излюбленных объектов для вылова браконьерами).

Во время нереста вырезуб очень чувствителен к внешним условиям. На него отрицательно влияет такой фактор, как мутность, обусловленная сбросом сточных вод. В этот период особенно опасны залповые химические сбросы и резкие перепады температуры. При наличии подобных факторов вырезуб прекращает нерест и скатывается в ямы ниже по течению. Отрицательное влияние

промышленных и бытовых сточных вод, наряду с другими причинами, отмечал и А.Я. Щербуха (1973), исследовавший видовой, размерный и возрастной состав рыб Северского Донца в районе сброса подогретых вод Луганской ГРЭС. Так, по его данным, в Северском Донце вырезуб встречался еще в 1940 году (до строительства Луганской ГРЭС), а в период с 1966 по 1968 годы в уловах он уже не зафиксирован.

Под воздействием многочисленных факторов, таких как малочисленность стада производителей, недостаток или неудовлетворительное состояние нерестилищ, резкие колебания уровня воды во время нереста, а также из-за других неблагоприятных гидрологических показателей в период инкубации икры и на ранних этапах развития молоди численность вырезуба сократилась настолько, что он находится на грани исчезновения и занесён в Красную Книгу России, Украины и Молдавии (Козлов, 1981; Дирипаско и др., 2001).

Степень разработанности темы исследований

В сложившихся условиях наиболее актуальным способом восстановления и сохранения запасов вырезуба, находящихся в критическом состоянии, является искусственное воспроизводство, которое позволит решить и устранить большинство проблем, связанных с естественным размножением. К такому выводу пришли многие исследователи, занимавшиеся его изучением (Козубов, 1902; Павлов, 1964; Смирнова, Трушинская, 1964; Никольский, 1971; Щербуха, 1981; Карлов и др., 1990; Пастухов, 1997; Фетисов, 1999; Архипов, Шелемех, 2000; Подушка, 2000; Архипов, Автонов, 2000 и др.).

На современном этапе развития аквакультуры искусственное воспроизводство вырезуба базируется на использовании производителей, отловленных из естественного ареала обитания, или формировании маточных стад на рыбоводных предприятиях с естественной температурой воды. В то же время актуальным и востребованным остаётся вопрос разработки биотехнологии, позволяющей организовать формирование маточных стад и крупномасштабное производство посадочного материала на промышленных предприятиях,

использующих технологическую воду энергетических объектов и установки замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

Малоизученность вырезуба как объекта аквакультуры требует проведения широкого круга исследований по его рыбохозяйственному освоению.

Целью исследований являлась разработка биологических и технологических основ разведения вырезуба в условиях аквакультуры.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- изучить отношение вырезуба к основным факторам среды;
- разработать методы адаптации производителей и молоди из естественного ареала обитания к условиям прудовых и промышленных хозяйств;
- разработать метод стимуляции созревания производителей из естественного ареала обитания и выращенных в условиях рыбоводных хозяйств;
- разработать методы выдерживания и подращивания личинок, выращивание молоди и товарной продукции в условиях промышленных предприятий и рыбоводных хозяйств с естественной температурой воды;
- оценить его пищевые достоинства;
- подготовить Рыбоводно-биологические и технологические нормативы по разведению вырезуба в хозяйствах различного типа.

Научная новизна. Впервые разработаны биологические и технологические основы формирования ремонтно-маточных стад и получения посадочного материала вырезуба в условиях рыбоводных хозяйств различного типа, в том числе:

- методы подращивания личинок вырезуба на искусственных комбикормах;
- рецепт корма МК рост 1 для подращивания молоди;
- способы адаптации сеголетков вырезуба, выращенных в пруду, к промышленным условиям выращивания и переводу их на искусственные корма;
- методы формирования ремонтно-маточных стад «от икры до икры» в условиях промышленных хозяйств;
- методы анестезии производителей вырезуба;

- технологические аспекты гормональной стимуляции созревания производителей с целью получения половых продуктов;
- определены нормы кормления вырезуба искусственными кормами на разных этапах онтогенеза;
- определена сумма тепла, необходимая для полового созревания производителей вырезуба;
- проведена оценка пищевых достоинств мяса вырезуба.

Теоретическая и практическая значимость работы. В результате проведённых исследований показана возможность формирования маточных стад вырезуба, их воспроизводства, выращивания посадочного материала и товарной продукции в условиях индустриальных и прудовых рыбоводных хозяйств.

Сформированы маточные стада вырезуба в индустриальном (ООО «БИОАКУСТИК») и прудовом (ОСПХ «Якоть») хозяйствах, которые можно использовать для получения посадочного материала с целью реакклиматизации этого вида в естественный ареал обитания и товарного выращивания.

Материалы диссертации положены в основу Рыбоводно-биологических нормативов по формированию и эксплуатации маточных стад вырезуба.

Методология и методы исследований. В ходе исследований были применены общепринятые стандартные методики. За основу была принята методика воспроизводства и получения половых продуктов карповых рыб, в которой заложен метод гормональной стимуляции созревания половых продуктов.

Основные положения, выносимые на защиту:

Адаптация производителей и молоди вырезуба к условиям индустриальных и прудовых хозяйств.

Рыбоводно-биологические особенности формирования маточных стад, разведения и выращивания посадочного материала вырезуба.

Биологические основы использования искусственных комбикормов для выращивания вырезуба на разных этапах онтогенеза.

Представлена сравнительная пищевая ценность вырезуба как объекта аквакультуры.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность результатов подтверждена экспериментальными данными по формированию маточных стад и организацией их расширенного воспроизводства в рыбоводных хозяйствах различного типа.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены и обсуждены на Международном симпозиуме «Проблемы экоиформатики» (Москва, 2012), Международной научно-практической конференции «Пресноводная аквакультура: мобилизация ресурсного потенциала» (Москва, 2017), Международной научно-практической конференции «Аквариум как средство познания мира» (Москва, 2017), 68-й Международной студенческой научно-технической конференции, секция «Рыбное хозяйство и аквакультура» (Астрахань, 2018).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 печатных работ, в том числе две – в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ, и один патент на изобретение.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа включает введение, обзор литературы, материал и методы исследований, три главы экспериментальной части, заключение, выводы и рекомендации производству. Работа изложена на 147 страницах, включает 45 таблиц, 61 рисунок. Список литературы содержит 142 источника, из них 9 на иностранных языках.

Благодарности. *Выражаю искреннюю благодарность научному руководителю – доктору биологических наук Мельченкову Евгению Алексеевичу.*

ГЛАВА 1. ВЫРЕЗУБ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ОБЪЕКТ АКВАКУЛЬТУРЫ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1. Систематика, биология, морфология и физиология вырезуба

Вырезуб *Rutilus frisii frisii* (Nordman, 1840) относится к роду плотвы, семейству карповых, отряду карпообразных, классу лучепёрых рыб. Выделяют три подвида вырезуба, из которых в России встречаются два. В настоящее время наиболее многочислен кутум *Rutilus frisii kutum* (Каменский, 1901) – каспийский подвид вырезуба, ведущий полупроходной образ жизни и населяющий преимущественно южную и западную часть Каспийского моря (Подушка, 2004). Этот подвид вырезуба нагуливается в Каспийском море, а для нереста входит в реки Атрек, Гюрген, Куру, Терек, Волгу, Каму, Урал (Веселов, 1977). Второй подвид – *Rutilus (Pararutilus) meidingeri* (Heckel), известный в Австрии как «жемчужная рыба», в России не встречается, это чисто пресноводная форма, обитающая в озерах верхнего Дуная (Подушка, 2004; Франк, 1975). Основным подвидом – собственно вырезуб *Rutilus frisii frisii* (Nordmann, 1840) – населяет Азово-Черноморский бассейн, в реках которого известны проходные, полупроходные и жилые популяции этой рыбы. В настоящей работе речь пойдет о последнем подвиде – собственно вырезубе, *Rutilus frisii frisii* (рисунок 1).



Рисунок 1. Вырезуб *Rutilus frisii frisii* (самец в брачном наряде)

Подробные данные по пластическим признакам вырезуба приводит Л.К. Опалатенко (1978). Вырезуб обладает следующими пропорциями: длина головы составляет в среднем $1/5$ длины тела, к ней близки длины обеих лопастей хвостового плавника, которые равны между собой. Высота спинного плавника близка к длине грудных, а основание анального плавника – к его высоте. Длина вырезуба до 600 мм, масса до 6 кг (Берг, 1923, 1932; Веселов, 1977; Козлов, 1998; Большая Российская энциклопедия, 2006), по некоторым данным, вырезуб достигает возраста 12 лет, длины 70 см и массы 8 кг (Шерман, Пилипенко, 1999; Цепкин, 2003).

Тело удлинненное, с боков не сильно уплощенное. Рот конечный, полунижний или нижний, верхняя челюсть слегка выдается над нижней. Рыло тупое, закругленное. Лоб широкий, выпуклый. Спина темная, бока светло-серебристые, брюхо белое. Спинной и хвостовой плавники темные, остальные сероватые. В боковой линии 53-68 чешуй (Галкин, 1958; Цепкин, 2003). Жаберных тычинок 7-12 (Цепкин, 2003), по другим данным – 9-10 (Опалатенко, 1978). Позвонков 41-44, чаще 43. Кариотип: $2n=50$, NF-82 (Цепкин, 2003). Глоточные зубы однорядные, мощные, короткие, обычно 6-5, редко 6-6 или 5-5 (рисунок 2).



Рисунок 2. Глоточные зубы вырезуба

Средний возраст созревания составляет 5 лет. Вырезуб относится к высоко плодовитым рыбам, уступая в плодовитости среди карповых только сазану,

карасю, линю и лещу. Плодовитость колеблется от 89 до 256 тыс. икринок, в среднем составляет 138 тыс. икринок (Сыроватская, 1927; Сироватська, 1933), что более чем вдвое превышает плодовитость кутума. При прогревании воды до 9-10°C самцы уходят на перекаты к нерестилищам в верховья рек, для того чтобы готовить места для нереста. При входе в реки они покрываются эпителиальными бугорками, которыми трутся о камни, очищая их от икры других рыб, слизи, водорослей и т.д. Самки к этому времени заходят в ямы недалеко от мест нереста. Нерест начинается при температуре воды 8-14°C. Самка в сопровождении двух-трёх самцов трётся о камни и выметывает икру. Нерест одноразовый. Первыми нерестятся самые крупные особи, затем более мелкие. Нерест протекает около двух-трёх недель в зависимости от температуры воды и её перепадов.

Личинки вырезуба на ранних этапах развития держатся на плёсах, вблизи нерестилищ. В возрасте 4-5 месяцев молодь скатывается вниз по течению. В последнее время часто отмечаются случаи, когда она остаётся в реке на 1-2 года (Смирнова, Трушинская, 1964). На первом году жизни вырезуб достигает массы до 5 г, двухлетки – до 60-80 г, трёхлетки – до 300-500 г.

1.2. Ареал обитания и распространение

Ареалом обитания вырезуба являются бассейны рек Черного и Азовского морей от Восточной Болгарии до Западного Закавказья: Днестр, Южный Буг, Днепр и его притоки, Дон, Северский Донец и другие реки, озеро Палеостомы (Остроумов, 1896; Берг, 1932; Бурнашев, 1962; Бурмакин, 1963; Борисов, Овсянников, 1964; Веселов, 1977; Опалатенко, 1978; Козлов, 1998; Решетников и др., 1997). Из притоков Днепра он чаще всего встречается в Стыри, реке в Горыни, Припяти, Ипути, Десне, Суле, Псле, Ясольде, Березине, Свислочи; по самому Днепру он доходит до Смоленска, а по Десне – до Брянска. В Дону попадает до Воронежа, заходит в Сев. Донец и его притоки – Оскол, Уды (Сабанеев, 1965).

Проходная форма вырезуба живет и нагуливается в малосоленых участках Черного и Азовского морей. В Черном море основная часть вырезуба находится в солоноватоводном участке северо-западного района, в частности в Днепробугском лимане (Дзюбан, Дудкин, 1952). Из этого лимана основная часть стада вырезуба идет главным образом в реку Южный Буг. В Днепр входит меньшее количество вырезуба (Дзюбан, Дудкин, 1952). Вырезуб встречается также во многих речках северо-западной Грузии, на юг до реки Риони и озера Палеостоми (Эланидзе, 1983). На территории Российской Федерации в середине XX века вырезуб отмечался в восьми реках Черноморского побережья в пределах Краснодарского края – Сукко, Дюрсо, Мезыб, Тешебс, Пшада, Шапсухо, Нечепсухо (Крыжановский, Троицкий, 1954). Однако необходимо отметить, что ареал распространения вырезуба уменьшается. Об этом подробно пойдет речь ниже. Относительно рек Краснодарского края отметим только, что в 1961 году, по данным Олейникова Н.С., вырезуб был обнаружен только в Мезыбе, Пшаде, Шапсухо, Нечупсухо (Олейников, 1961). А уже в 2003 году в результате исследования 21 реки Черноморского побережья Краснодарского края вырезуб был отмечен только в реке Пшада (Лужняк, 2003).

В Азовском море вырезуб тяготеет к восточной и северной его частям (Дирипаско и др., 2001), встречается в Таганрогском заливе (Троицкий, Цуникова, 1988), озере Лиманчик (Крымова, 1949). Из Азовского моря вырезуб на нерест поднимается преимущественно в реки Дон и Северский Донец (Троицкий, 1974). В 1984 году вырезуб отмечен в реке Кубань, где раньше он не встречался (Троицкий, 1965), что, как предполагают исследователи, может быть связано с изменившимися гидрологическими условиями реки после сооружения Краснодарского водохранилища (Красная книга Краснодарского края, 1994). Проходная форма вырезуба в реки входит два раза: весной и осенью (Белинг, 1927; Берг, 1932; Цепкин, 2003 и др.). Весенний ход яровой формы начинается со вскрытием рек (март). Со второй половины октября начинается осенний ход, причем осенний ход более сильный, чем весенний (Берг, 1932). Разгар хода в ноябре, в это время улов вырезуба в Днестре, по данным Л. С. Берга (1932),

составлял в 1930-е годы 2/3 годового. Озимая форма идет в реку перед ледоставом и зимует в реке на ямах. Вырезуб мечет икру в апреле-мае в среднем течении рек на участках с чистой водой, быстрым течением и каменистым дном. Чаще всего это перекаты, плотины и сломанные мельницы (Сироватська, 1933). В низовьях вырезуб не нерестится. При этом нерест происходит на каменистых местах с чистой холодной водой и быстрым течением (Берг, 1932; Брума, Бурнашев, 1980; Цепкин, 2003).

В настоящее время проходная форма, поднимавшаяся высоко по рекам для нереста, сильно сократила свою численность. Достоверно известны лишь находки жилой формы в верховьях Днепра и Дона (Северского Донца) (Аннотированный каталог..., 1998; Цепкин, 2003).

Сейчас вырезуб - исчезающий вид, занесенный в Красную Книгу России (2001), Украины, Белоруссии, а также в Международный охранный список МСОП-96. В Красной Книге России этому подвиду присвоена 4 категория – подвид, современное состояние которого недостаточно ясно (неопределенные по статусу виды). Основные биологические характеристики полупроходных карповых рыб приводятся в таблице 1.

Таблица 1

Биология карповых полупроходных рыб (кутум, шемая, рыбец, вырезуб)

Показатель	Кутум	Шемая	Рыбец	Вырезуб
Ареал обитания	юг Каспийского моря, редко Волга, Урал	бассейн Каспийского моря	бассейн Каспийского моря	бассейны рек Черного и Азовского морей
Максимальный размер, см/кг	62/2,5-3,0	39/-	30/0,4	60/6,0
Промысловый размер, см/кг	42-52/2,0	18,8/0,09	0,35	41,2/1,25
Созревание, год	3-4	3-4	3	4-5
Сроки нереста	февраль-май	май-август	май-июнь	апрель-май
Субстрат	фитофил	литофил	фитофил	литофил
Оптимальная температура	8-15	18-25	20-25	18-25
Плодовитость, тыс. шт.	90-150	9,8-25,0	25-28	100-120
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	60-100	20,0	20,0	90-100
Продолжительность				

инкубации при +8,4/15,2, сут.	12-21/8	4-6	6	8-11
Сроки выращивания молоди, сут.	60-75	45-60	60-90	110
Стандартная масса, г	1,0-1,5	0,6	1,0 для НВХ	3-6
Организация	НВХ Южкаспрыбвод, р/з Запкаспрыбвода	НВХ Южкаспрыбво д	НВХ лиманного типа Южкасп- рыбвод	ГосНИОРХ Волгоградское отделение
Промысловый возврат, %			Сеголетки - 0,5-1,5, личинки – 0,01	Сеголетки 3-6 г – 2, личинки - 0,05

1.3. Причины сокращения численности вырезуба

Вырезуб издревле был ценной промысловой рыбой. Ареал распространения вырезуба в четвертичном периоде охватывал бассейны Днестра, Южного Буга, Днепра, Десны, Сейма, Дона, Кубани, рек Крымского полуострова, Волги (Цепкин, 1995). Многочисленные находки остатков вырезуба на месте древних городищ и поселений говорят о том, что он не только обитал в бассейнах этих рек, но и являлся объектом промысла. Так, при раскопках городищ древнего человека на реке Десне в районе Новгород-Северска установлено, что среди прочих видов рыб был и вырезуб (Лебедев, 1944). Вырезуб входил в число видов рыб, промысляемых в древнем городище Танаис в дельте реки Дон (II-I вв. н.э.) (Цепкин, 1961). При анализе палеоихтиологического материала из двух ранненеолитических поселений на Днестре также были обнаружены многочисленные костные останки вырезуба, из чего можно сделать вывод о том, что этот вид в реке был многочислен и являлся главной промысловой рыбой на протяжении VI-V тысячелетий до н.э. (Цепкин, 1970; Федоров, 1970). Причем интересен и тот факт, что средние размеры вырезуба, добывавшегося жителями древних поселений, превышали соответствующие размеры вырезуба современного промысла (Цепкин, 1989). Эта вкусная жирная рыба, в мясе которой нет мелких костей, ценилась очень дорого. Об этом свидетельствует также его изображение на гербе города Новый Оскол (Подушка, 2004).

Исследователи, имевшие дело с вырезубом, считают его одним из наиболее ценных видов карповых рыб (Бандура, 1987; Клеймёнов, 1971). Высокие вкусовые качества мяса этой рыбы делали ее излюбленным объектом рыболовства. Однако систематический бесконтрольный вылов привел к тому, что основные запасы вырезуба были подорваны задолго до Октябрьской революции (Смирнова, Трушинская, 1964). Уже к концу XIX - началу XX века вырезуба стало так мало, что пользоваться им могли только люди с большими денежными средствами (Козубов, 1902). В шестидесятых годах XX века чрезмерная ловля рыбы вызвала уменьшение запасов вырезуба в Среднерусской лесостепи, на западе и северо-западе европейской территории СССР (Кириков, 1966). Печален тот факт, что чрезмерный вылов ничем не компенсировался раньше и не компенсируется в настоящее время, так как полностью отсутствуют мероприятия по воспроизводству этого ценного вида рыб. Поэтому изначальной причиной резкого сокращения численности вырезуба можно считать неконтролируемый хищнический лов.

Однако это не единственная причина все более стремительного уменьшения численности вырезуба. В XX веке в связи со строительством гидроэлектростанций были зарегулированы многие реки, перекаты которых служили местами нерестилищ для вырезуба. В результате этого резко ухудшились условия воспроизводства, так как значительная часть естественных нерестилищ оказалась отрезанной.

Так, на реке Днестр в 1951-1954 гг. была построена Дубоссарская ГЭС. Средний участок Днестра был перекрыт плотиной, благодаря чему образовалось Дубоссарское водохранилище. В результате существенно изменилось количественное соотношение видов рыб. Количество подуста в водохранилище выросло и заняло господствующее положение, а вот количество вырезуба, который до зарегулирования Днестра был обычной рыбой в этом участке реки, после строительства водохранилища резко сократилось (Томнатик, 1959б; Карлов и др., 1990). Причем сократилось существенно - до 0,27% контрольного улова в 1955 году и 1,39% - в 1956 году (Томнатик, 1959а). После зарегулирования реки

были проведены интересные исследования поведения рыб вблизи плотины. Были сделаны контрольные ловы в 25-300 м ниже плотины. Отмечены небольшие скопления типично реофильных рыб, в том числе и вырезуба (0,1% в 1962 г. и 0,6% в 1964 г.) (Владимиров, Батыр, 1966). Это говорит о том, что вырезуб, повинувшись анадромному инстинкту, пытался пройти на нерест, но плотина, перекрывшая реку, не позволяла ему дальнейшее продвижение. В низовьях Днестра, однако, остались места, подходящие для нереста вырезуба. В частности, это перекаты на участке Дубоссары – Суклея (Брума, Бурнашев, 1980). Но в связи с тем, что площадь нерестовых мест значительно уменьшилась и естественное воспроизводство вырезуба в прежних масштабах стало невозможным, численность его начала сокращаться.

В 1983 году на химическом заводе в Стебнике в результате аварии токсичные отходы попали в Днестр, запасы и без того редкого вырезуба были крайне подорваны (Khudyi, Khuda, 2013). Некоторые исследователи предполагают, что выше плотины, в верхнем участке Днестра, образовалась одна из крупнейших не имеющих выхода к морю популяций вырезуба (Опалатенко, 1978; Долгий, 1993; Skilsky et al., 2007).

В 1958 году на реке Берда после перекрытия ее плотинной образовалось Бердянское водохранилище. В первые годы существования водохранилища его ихтиофауну составили виды рыб, существовавшие в нем до сооружения плотины - 15 видов, в том числе и вырезуб. После перекрытия Берды вырезуб входил в реку и в Сладкий лиман уже в небольших количествах (Лошаков, 1972) и в 1959 и 1969 годах в контрольных обловах в водохранилище обнаружен не был (Лошаков, 1974).

В Южном Буге до зарегулирования вырезуб занимал третье место в уловах после тюльки и бычка (Дзюбан, Дудкин, 1952). В 1927 году на реке Южный Буг у села Александровка была построена плотина ГЭС, тем самым был перекрыт доступ вырезубу к естественным нерестилищам на порожистых участках Южного Буга. Вырезуб в период нереста стал скапливаться у плотины и, не имея возможности достичь естественных нерестилищ, был вынужден нереститься

непосредственно вблизи плотины ГЭС, где площадь подходящих для нереста мест не превышает нескольких десятков квадратных метров. Преодолевать плотину вырезубу удавалось редко – в годы с высоким паводком, когда отмечалась небольшая разница уровней воды в верхнем и нижнем бьефе (Смирнова, 1957). В нижнем течении реки мест, подходящих для икрометания вырезуба, нет. И если до строительства плотины вырезуб был важным промысловым объектом (Белінг, 1927), то после зарегулирования реки численность вырезуба начала резко снижаться, и вскоре он потерял свое промысловое значение в этой реке (Дзюбан, Дудкин, 1952).

На реке Днепр у города Запорожье в 1931 году была построена плотина ДнепроГЭС (вторично в 1948 г. после разрушения плотины в годы Великой Отечественной войны), в результате чего образовалось водохранилище, названное озером Ленина. До этого времени на месте нынешнего озера был порожистый Днепр с бурным течением и каменистым дном. Ихтиофауна состояла из 46 видов, в том числе и вырезуба, который был второстепенной промысловой рыбой. До зарегулирования Днепра вырезуб поднимался вверх по течению до Смоленска (Сухойван, 1989). Еще в конце 1920-х годов он изредка встречался на рынке Смоленска (Воронцов, 1930). Изменение условий существования оказало существенное влияние на количественный и качественный состав ихтиофауны. Так, в 1934-1941 годах выше плотины встречались единичные особи вырезуба, а к 1947 году вырезуб в уловах уже не встречался (Мельников, 1955; Кононов и др., 1961). Ниже плотины в Херсонском рыбопромысловом районе вырезуб являлся объектом промыслового лова и после строительства ДнепроГЭС, а вот в Никопольском промыслового значения уже не имел (Федий, 1952). В последующем на Днепре были построены и другие гидросооружения - Каховская ГЭС (1955 г.), Кременчугская, Днепродзержинская, Киевская ГЭС, Краснознаменная и Ингулецкая оросительные системы. Соответственно, после 1962-1968 гг. вырезуб практически исчез и из низовьев Днепра (Залуми, 1970; Вятчанина, 2000). По данным Жукова П.И., в Белоруссии в реках бассейна Днепра

вырезуб образовал жилую форму, которая, однако, невелика по численности (Жуков, 1960; Жуков, 1965; Жуков, 1983).

Резкое снижение численности вырезуба в реке Дон исследователи также связывают с зарегулированием реки - строительством в 1952 году Цимлянского водохранилища (Лапицкий, 1961, 1970; Делицын, Делицына, 1984, 1996; Троицкий, Цуникова, 1988; Сухойван, 1989; Архипов, 2000б). Несмотря на предпринятый комплекс мер, предусмотренный перспективным планом развития рыбного хозяйства, который включал, в том числе и строительство водоподъемника для пропуска проходных и полупроходных видов рыб, после строительства плотины отмечалось сильное обеднение ихтиофауны. Особенно ярко этот процесс проявился в первые годы после заполнения водохранилища. В 1954 году сеголетки вырезуба в водохранилище не встречались (Дрягин и др., 1954), в 1956 году составили 1,08% от общей численности учтенных сеголетков. В возрасте 1+ и старше в 1955 году их численность составила 0,27% контрольного улова, а в 1956 году - 1,39% (Томнатик, 1958; Гинзбург, 1958). В 1961 году вырезуб встречался в уловах единичными особями (Лапицкий, 1961). Со временем рыбный промысел в Цимлянском водохранилище постепенно восстановился. А уже к 1978 году вылов рыбы увеличился в среднем в 5 раз (Фесенко, 1998). Однако видовой состав ихтиофауны сильно изменился. Так, доминирующее положение в ихтиомассе заняла чехонь – 42% и лещ – 26%. А вот численность белуги, осетра, севрюги, сельди, вырезуба и других видов рыб резко уменьшилась (Архипов, 2000б). Улов вырезуба в период с 1980 по 1987 год варьировал в пределах 0,7-14,9 т в год, что составляло 0,007-0,09% от общего улова (Исаев, Карпова, 1989). Наибольший улов вырезуба был в 1999 году и составил чуть менее 26 т (Видовой состав уловов РФ, 2000, 2001, 2002). С сокращением популяции вырезуба появилась еще одна проблема. Кормовые ресурсы водохранилища, особенно моллюски, использовались рыбами не полностью из-за отсутствия специфических потребителей. Так, строительство плотины Цимлянского водохранилища способствовало практически полному исчезновению проходной формы вырезуба. Однако вырезуб, обитающий в

водохранилище, основал пресноводную жилую форму, и со временем там сформировалось собственное стадо.

Цимлянская популяция вырезуба, в отличие от других видов рыб, формировалась очень долго – в течение 20-25 лет после образования водохранилища (Архипов, Автонов, 1999; Фетисов и др., 2000). Интересен тот факт, что он сохранил анадромный инстинкт. В водохранилище лишь нагуливается, а для размножения заходит в Верхний Дон и его притоки, среди которых основное значение имеют реки Медведица и Иловля (Гладких, Делицын, 1999; Архипов, Автонов, 1999; Фетисов, 1999). Также вырезуб присутствует в составе ихтиофауны Воронежской области (Архипов, Автонов, 1999; Фетисов, 1999) и в 1996-2001 гг. в контрольных и промысловых уловах составлял 0,03-0,24% (Гладких, Делицын, 2002; Современное состояние рыбного хозяйства ..., 2002).

На численность вырезуба в Цимлянском водохранилище пагубно влияют некоторые условия. Во-первых, это изменения условий нагула, связанные с трансформацией водохранилища в водоем озерного типа (Архипов, 2002), во-вторых, чрезмерно высокая промысловая нагрузка на участке Верхнего плеса водохранилища, являющегося главным транзитным путем к местам нерестилищ для вырезуба, которая препятствует продвижению рыб к местам икрометания (Архипов, 2000а).

В настоящее время ниже Цимлянской ГЭС также отмечается снижение количества этого ценного вида рыб. Так, вырезуб почти полностью исчез из состава ихтиофауны Веселовского водохранилища, межплотинного участка Пролетарского водохранилища и Маныч-Гудило на реке Маныч, притока реки Дон (Витковский, Богачев, 2003). Также он отсутствует во всех правобережных притоках Северского Донца (Денщик, 2000). В 1967 году в Таганрогском заливе в контрольных уловах было отмечено 15 экземпляров вырезуба (0,3%), в 1968 – был пойман всего 1 экземпляр, а с 1969 по 1970 гг. он не встречался вовсе (Бойко, Шаболина, 1972). Отсутствие мест, пригодных для нереста, и чрезмерно высокая

промысловая нагрузка приводят к снижению численности его популяции ниже плотин и в морях (Фетисов, 1999; Архипов, 2001).

Следующей очевидной причиной снижения численности этого вида является браконьерский лов в местах размножения, которые располагаются на относительно неглубоких участках рек с каменистым дном и сильным течением, что облегчает вылов. Несмотря на запрет ловли, браконьерский промысел продолжается по настоящее время.

Исследователи отмечают и некоторые другие причины сокращения численности популяции вырезуба. Среди них - ухудшение экологии, загрязнение и обмеление рек (Кириков, 1966). О сильной чувствительности вырезуба к загрязнению рек говорит также и Л.К. Опалатенко в статье «О морфологии и экологии вырезуба Верхнего Днестра» (Опалатенко, 1978). Отрицательное влияние промышленных и бытовых сточных вод, наряду с другими причинами, отмечал А.Я. Щербуха, исследовавший видовой, размерный и возрастной состав рыб Северского Донца в районе сброса подогретых вод Луганской ГРЭС. Так, по его данным, в Северском Донце вырезуб встречался еще в 1940 году (до строительства Луганской ГРЭС), а в период с 1966 по 1968 годы в уловах он уже не зафиксирован (Щербуха, 1973). Однако вопрос влияния уровня загрязнения вод на численность популяции вырезуба, на наш взгляд, еще недостаточно изучен.

Все вышеперечисленные факторы являются антропогенными и оказывают негативное воздействие на поддержание и увеличение численности естественных популяций вырезуба, поэтому судьба его находится в полной зависимости от эффективности принятых человеком мер по его спасению.

1.4. Возможные меры по сохранению численности стад вырезуба

Целесообразность и необходимость восстановления численности стад вырезуба не вызывает сомнения. Об этом говорят все исследователи, занимающиеся проблемой исчезновения данного вида. Обусловлено это не только

природоохранными соображениями, но и тем, что вырезуб относится к числу наиболее ценных промысловых карповых рыб, а также отличается от других видов спецификой питания. Пищу вырезуба главным образом составляют моллюски (*Teodoxus*, *Bithinia*, *Dreissena*), личинки насекомых и ракообразные. Исследования содержимого пищеварительной системы вырезуба показывают, что доля моллюсков в его рационе составляет около 88% (Гонтя, 1971), а по некоторым данным может достигать и 100% (Осетров, Горохов, 1981; Шнаревич, Иванчик, 1969). Ни один другой вид рыб, обитающий в Азово-Черноморском бассейне, не потребляет моллюсков в таком количестве. Поэтому борьба с избыточной массой моллюсков в этих регионах без вырезуба значительно осложнена. Необходимо отметить и то, что в 1933 и 1957 годах в качестве вынужденной меры борьбы с моллюсками в Азовском бассейне предпринимались попытки акклиматизации каспийского подвида вырезуба - *Rutilus frisii kutum*. В 1933 году в Дон выпустили его икру, а в 1957 году - двухмесячного малька. Однако данные попытки не увенчались успехом (Бурмакин, 1963).

Учёными предлагаются следующие общие меры по сохранению вида и восстановлению численности вырезуба:

- запрет вылова;
- создание заповедных участков в местах нереста (Щербуха, 1981);
- интенсивное промышленное воспроизводство;
- зарыбление естественных водоёмов.

В Цимлянском водохранилище, помимо вышеперечисленных мер, предлагалось повысить интенсивность вылова малоценных видов рыб, возобновить техническую мелиорацию нерестилищ, а также упорядочить промысел в Верхнем плесе и снизить промысловую нагрузку на некоторые виды рыб, в том числе и вырезуба (Архипов и др., 2000).

В 1924 году Постановлением Украинского Экономического Совета «О правилах рыбной ловли в водах общегосударственного значения Черноморского бассейна» было запрещено вылавливать, продавать, перевозить, хранить в свежем или переработанном виде на территории УССР вырезуба размером менее 25 см.

Были созданы и заповедные места, но эти меры оказались малоэффективными, так как помимо создания заповедника и издания Постановления необходимо было обеспечивать эффективную охрану. Так, Смирнова Е.Н. и Трушинская М.Б. отмечали низкую эффективность заповедника, организованного в 1953 году в пределах трехкилометровой зоны от плотины Александровской ГЭС вниз по Южному Бугу, который не был обеспечен охраной (Смирнова, Трушинская, 1964). Также в целях сохранения вида вырезуб был занесен в Красную Книгу СССР и союзных республик (Павлов, Решетников и др., 1985), но большого эффекта в плане восстановления численности вида это не принесло, так как естественное размножение ограничено в связи с отсутствием подходящих для нереста мест. Все принятые меры оказались малоэффективными. В настоящее время в системе Днестр-Днестровское водохранилище сохранилась одна из немногих в северном Причерноморье жилых популяций азово-черноморского вырезуба. По предварительным оценкам, численность этой популяции является наибольшей, что открывает перспективы для ее использования в качестве источника реакклиматизации вида в другие речные систем (Федий, 1952; Khudyi, 2008).

Наиболее перспективными мерами для восстановления численности стад вырезуба, по мнению многих исследователей, является искусственное воспроизводство и выпуск молоди в места естественного обитания (Козубов, 1902; Павлов, 1964; Никольский, 1971; Щербуха, 1981; Чебанов, 1991; Пастухов, 1997; Фетисов, 1999; Архипов, Шелемех, 2000 и др.). Такого же мнения придерживаемся и мы: искусственное воспроизводство является единственным способом быстрого пополнения стад вырезуба и восстановления его численности. Однако все исследователи для воспроизводства предлагают использовать производителей, отловленных в местах естественного ареала обитания во время нереста.

Попытки искусственного разведения и выпуска молоди в реки уже предпринимались ранее. Однако все они также были основаны на использовании производителей, выловленных во время нереста из рек.

На наш взгляд, более целесообразно формировать маточные стада на базе специализированных рыбоводных хозяйств, с целью организации получения посадочного материала для зарыбления естественных водоёмов и товарного выращивания.

1.5. Искусственное воспроизводство вырезуба

Первые попытки разведения вырезуба предпринимались ещё при Петре I, однако все усилия были безуспешны из-за недостаточной изученности этой рыбы (Козлов, Абрамович, 1982; Козлов, 1998).

В 1927 году Н. И. Сыроватской были начаты работы по искусственному разведению вырезуба в Южном Буге, которые проводились в течение ряда лет до июня 1941 года. Однако эти работы не увенчались успехом, так как биотехника была несовершенна и они носили экстенсивный характер. Масштаб этих работ был недостаточен.

В 1931 году была предпринята еще одна попытка искусственного разведения вырезуба, но и она не увенчалась успехом, так как использовались только текущие самки, которые ниже плотины встречаются редко (Дзюбан, Дудкин, 1952).

В 1945 году Укрчеррыбвод возобновил прерванные работы по разведению вырезуба, причём для получения икры стали применять гипофизарную инъекцию и достигли хороших результатов как по созреванию самок (до 90%), так и по развитию икры. Отход икры составлял всего 1-3%, однако ввиду недостатка производителей и низкого промыслового возврата личинок необходимо было переходить к выращиванию сеголетков (Дзюбан, Дудкин, 1952).

В 1948 году были проведены опыты по выращиванию молоди вырезуба в плавучих садках. Из 34 тыс. личинок в период с 25 апреля по 13 июля было выращено 15 тыс. мальков. Выход составил 44%. Следует заметить, что молодь была низкого качества, так как в возрасте 73 дней имели среднюю длину 31,4 мм при массе 115 мг. Полученный результат показал, что мальки такой реофильной

рыбы, как вырезуб, достаточно хорошо выживают в условиях садков при слабой проточности и большой скученности (Дзюбан, Дудкин, 1952).

В 1949 году был поставлен опыт выращивания вырезуба в рисовых чеках Украинской исследовательской станции рисосеяния, расположенной на берегу Южного Буга. Так как чеки заливают только в конце мая, мальков в количестве 45 тыс. штук почти месяц до заливки выдерживали в трех плавучих садках. Кормили дафниями, при отсутствии естественной кормовой базы использовали кукурузную муку. Затем мальков в аппаратах Сес-Грина отбуксировали к рисовым чекам, где мальки питались зоопланктоном, который, как отмечают авторы, по качественному составу был хорош, но количество его было явно недостаточным. В чеках молодь выращивали до 30 сентября. Выход составил от 21,3 (в чеках с высокой плотностью посадки) до 60,5% (в чеках с низкой плотностью посадки).

Несмотря на высокие перепады температуры (разница между утренней и дневной составляла до 14°C), недостаточное питание и сильное зарастание чеков стеблями риса, водорослями и сорняками, выращенная молодь была крепкая и была способна дать высокий промысловый возврат (Дзюбан, Дудкин, 1952). По результатам опыта был сделан вывод, что молодь вырезуба хорошо переносит суточные колебания температуры. Также были получены данные по питанию в чеках в двух-, трех- и пятимесячном возрасте, которые не расходились с данными Д.О. Белинга (1927) и Н.И. Сыроватской (1933). В чеках молодь питались смешанной пищей, в которой в зависимости от возраста преобладали животные или растения. Первые попытки выращивания молоди, несмотря на недостаточно совершенные условия их проведения, позволили поставить более конкретно вопрос о воспроизводстве вырезуба на реке Южный Буг (Смирнова, Трушинская, 1964).

Весной 1951 года Е.Н. Смирновой была получена икра от самок, выловленных в Южном Буге в районе Александровской ГЭС. Самки были недозревшими и отдавали икру только после гипофизарных инъекций. После осеменения икру инкубировали в чашках Коха при колебании температуры 12,5-

18,5°C. Часть икры инкубировалась в аппаратах Сэс-Грина, установленных в Южном Буге, при колебании температуры воды от 11 до 18°C.

В 1956 году А.И. Амброзом была предпринята попытка искусственного воспроизводства вырезуба в Южном Буге. Инкубацию осуществляли на временных пунктах в аппаратах Сес-Грина. Для формирования промыслового стада в количестве 40 тыс. особей потребовалось 1350 производителей. По результатам проведённых работ сотрудниками Укрчеррыбвода были разработаны рыбоводно-биологические нормативы: промысловый возврат от личинки 0,05%, от сеголетка - 2%, рабочая плодовитость - 100 тыс. икринок, отход эмбрионов за период инкубации - 30%, созревание самок после гипофизарной инъекции - 70%, выживаемость мальков до трехмесячного возраста - 70% (Козлов, Абрамович, 1980). К 1957 году стадо ограничивалось несколькими сотнями экземпляров, но разведение уже не велось (Дудкин, 1957).

В 1964 году Е. Н. Смирновой и М. Б. Трушинской была опубликована в «Известиях» Государственного научно-исследовательского института озёрного и речного рыбного хозяйства схема выращивания вырезуба, состоящая из следующих этапов:

- отлов производителей при заходе в нерестовые реки;
- кратковременное выдерживание в садках из деревянных прутьев и длительное - в земляных садках;
- получение икры (икра получается без гипофизарной инъекции или с её помощью в дозировке 2 лещевых гипофиза на 1 см³ раствора), её искусственное оплодотворение и отмывка от клейкости;
- инкубация икры в аппаратах Ющенко и выдерживание свободных эмбрионов в тех же аппаратах в течение 5-7 суток до перехода на активное питание; пересадка личинок в пруды;
- выращивание личинок и молоди в прудах до массы 5-6 г (покатная стадия);
- выпуск молоди в естественные водоёмы.

Авторы считают, что при коэффициенте промыслового возврата 3% для обеспечения годового улова в 240 т необходимо ежегодно выпускать 4 млн мальков, для чего потребуется около 120 самок и 85 самцов. При этом необходима производственная база для интенсивного промышленного разведения вырезуба с общей площадью выростных прудов 65-70 га, рассчитанных на выход молоди 65-70 тыс./га (Смирнова, Трушинская, 1964).

С конца пятидесятых годов XX века до начала 2000-х годов сколько-нибудь значимых работ по воспроизводству вырезуба не проводилось, за исключением эксперимента, проведенного в 1978 году сотрудниками института экспериментальной зоологии и физиологии АН Молдавской ССР по скрещиванию вырезуба с рыбцом.

Икру текущей самки вырезуба оплодотворили спермой рыбца, в результате чего был получен гибрид, отличающийся от родительских форм более высоким темпом роста (большим, чем у рыбца, но уступающим вырезубу из Дубоссарского водохранилища). В результате выполненного эксперимента получены данные по эмбриогенезу, морфологическим признакам и жизнеспособности гибрида (Владимиров, 1978).

В начале 2000-х годов возобновились планы по воспроизводству вырезуба. Так, в 2001 г. был подготовлен проект реконструкции Цимлянского рыбопроизводного завода, предусматривавший производство 1 млн штук сеголетков вырезуба (Семина, 2001).

Тогда же на VIII съезде гидробиологического общества РАН были выдвинуты предложения по вселению вырезуба в Волгоградское водохранилище с целью потребления избыточной массы моллюсков. Программа состояла из двух этапов:

- зарыбление сеголетками, выращенными в прудах из личинок заводского воспроизводства;
- создание самовоспроизводящейся популяции в реке Терешке, где имеются пригодные для нереста участки, и коррекция зарыбления сеголетками в

зависимости от результатов естественного размножения (Шашуловский, Масликов, 2001).

Работы по воспроизводству вырезуба были включены в Областную и Федеральную программы развития рыбного хозяйства Волгоградской области (Яковлев, 2001).

В том же году сотрудниками ГосНИОРХ выполнялись исследования по теме «Разработать биотехнику воспроизводства вырезуба». Была предложена схема биотехнического процесса воспроизводства, включающая:

- отлов производителей при заходе в реки на нерест;
- выдерживание производителей в садках до полного созревания половых продуктов;

- получение половых продуктов, как без гипофизарной инъекции, так и с ее помощью. Осеменение икры. Отмывка икры от клейкости водой в течение 1,5-2 часов. Закладка икры в инкубационные аппараты;

- инкубация икры в аппаратах Ющенко и выдерживание в них же свободных эмбрионов в течение 5-7 суток до перехода на активное питание;

- пересадка в выростные пруды и выдерживание личинок и подращивание молоди до массы 5-6 г;

- выпуск молоди в Волгоградское водохранилище.

В рамках этой работы были отловлены 28 производителей вырезуба, которые содержались на Медведицком рыбозаводном заводе (Отчет о работе ГосНИОРХ за 2001 год).

В 2007 году работа по воспроизводству вырезуба в Волгоградской области на базе Медведицкого рыбозаводного завода, который расположен вблизи естественных нерестилищ вырезуба, была продолжена. Программа рассчитана на 3 года. В первый год отловлено и размещено в зимовальном пруду несколько десятков производителей. Во второй год специалистами рыбозавода выращено около 5 тысяч штук молоди, часть из которых пошла на формирование ремонтно-маточного стада, а 2,5 тысячи мальков были выпущены в бассейн Цимлянского водохранилища. В 2009 году работники завода выпустили в реку Медведицу

около 100 тысяч четырехграммовой молоди вырезуба (Восстановление вырезуба, 2009).

Заготовку производителей вырезуба осуществляли в р. Медведица во время весеннего нерестового хода – с середины марта до первой декады мая и осеннего – с середины октября и до ледостава. Критерием при отборе производителей являлась масса: для самок – не менее 2 кг, самцов – от 1,6 кг и выше. Заготовленные производители благополучно перезимовали в пруду, выход из зимовки составил 88%.

Весной 2008 года, разделив производителей на три группы, методом проб подбирали дозировки гипофизарных инъекций и условия содержания инъецированных производителей. Большинство самок в результате применения низких доз гипофизарных инъекций не отдали половые продукты и были посажены на нагул с резорбцией икры. В рыбоводном сезоне следующего года эти самки участвовали в инкубационной кампании и от них получили зрелые половые продукты.

В 2008 г. всего получили 5,0 тыс. личинок и вырастили 3,6 тыс. сеголетков вырезуба средней массой 16,6 г. Часть молоди в количестве 2,5 тыс. шт. впервые выпустили в р. Медведица – приток Дона первого порядка, а 1,1 тыс. сеголетков оставили для формирования ремонтно-маточного стада (Самотеева и др., 2016).

Учитывая неудачный опыт созревания производителей вырезуба после инъекции в бассейнах ИЦА в 2008 г., подготовили земляные садки, по дну которых полосой рассыпали щебёнку и увеличили расход воды до 80-100 л/мин., приблизив условия содержания производителей к речным. Для ускорения созревания самок в отгороженную верхнюю часть садка после разрешающей инъекции к ним подсаживали два-три «текучих» самца.

При устойчивой температуре воды 14°C и разрешающей инъекции 8 мг/кг массы 78% самок созрели через 19 часов. Икру созревшие самки отдавали единой порцией при лёгком массажирувании брюшка. Всего от 14 самок получили 3064 г, или 1133,7 тыс. икринок (1 г икры вырезуба содержит в среднем 370 икринок).

Рабочая плодовитость самок вырезуба составила в среднем 80 тыс. икринок (60-116 тыс.).

Обесклеивание икры после оплодотворения осуществлялось в аппаратах Вейса раствором молока не менее 1,5 часов, инкубация и выдерживание свободных эмбрионов – в аппаратах Ющенко при загрузке 200 тыс. икринок. Продолжительность инкубации при температуре воды 12-17°C составила 11-12 суток. Выход свободных эмбрионов - 93-88%, выход личинок – 90%.

При плотности посадки личинок 200 тыс. шт./га и продолжительности выращивания вырезуба 100-120 дней масса сеголетков составила 4,6 г, при более высокой плотности – до 300 тыс. шт. – темп роста снижался.

Выход сеголетков массой не менее 4 г от посадки личинок составил 32%. Продуктивность прудов при выращивании вырезуба в монокультуре составила 90-100 тыс. шт./га. Эти показатели подтверждались авторами и в последующие годы выращивания.

В 2016 году ремонтно-маточное стадо вырезуба, сформированное из заводской молоди, состояло из 150 производителей и 3 тыс. разновозрастных особей ремонта. Общий выпуск вырезуба в бассейн Дона в границах Волгоградской области составил всего 0,82 млн шт. (Самотеева и др., 2016).

В 2005 году начата работа по формированию маточного стада вырезуба в условиях Добровского рыбопитомника Липецккрыбхоза в Липецкой области (Семьянихин и др., 2006). Было получено 15 тысяч личинок вырезуба. Подращённую до 50-60 мг молодь выпустили в пруд в количестве 8000 штук.

В 2010 году И.А. Алимовым был представлен опыт выращивания сеголетков вырезуба в поликультуре с личинками белого толстолобика, белого амура и сома. Опыт проходил на производственно-экспериментальной базе ВНИИР. Подращенная до средней массы 24 мг молодь была завезена с Медведицкого рыбозавода и высажена в выростной пруд в количестве 2 тыс. штук. За период с июня по октябрь 2009 г. средняя масса вырезуба достигла 10,5 г при выживаемости 91,8%. Полученные данные свидетельствуют о

принципиальной возможности выращивания сеголетков вырезуба в поликультуре с другими видами рыб в условиях прудового хозяйства (Алимов, 2010).

В дальнейшем, в июне 2010 года, годовиков высадили в нагульный и экспериментальный пруды ВНИИР для дальнейшего исследования возможности выращивания в рыбоводных прудах. Наряду с вырезубом в экспериментальный пруд поместили карася, а также трехсуточных личинок сома и белого амура. В нагульном пруду вырезуб выращивался совместно с трехлетками карпа, белого амура, сома и карася. В результате облова в октябре 2010 года в нагульном пруду двухлетки вырезуба имели среднюю массу 91 г, а в экспериментальном - 105,4 г, при выживаемости 79%. На Медведицком рыбзаводе, откуда была получена опытная рыба, двухлетки вырезуба к тому времени достигли 130 г при относительно хорошей выживаемости. На основании полученных данных были сделаны выводы о том, что двухлетки вырезуба способны неплохо выходить из-под пресса хищников.

Опыт предыдущих исследований показал принципиальную возможность воспроизводства вырезуба в искусственных условиях. В дальнейшем в целях пополнения естественных популяций вырезуба и введения его в аквакультуру России как объекта биомелиорации необходимо разработать биотехнологии формирования маточных стад на хозяйствах с естественной и регулируемой температурой воды, усовершенствовать биотехнику искусственного воспроизводства, а также методы выращивания посадочного материала и получения товарной продукции.

В литературных источниках нам не удалось найти биотехнику выращивания молоди вырезуба. Поэтому мы приведем биотехнику выращивания наиболее близкого родственника вырезуба - кутума, представленную в работе А.П. Иванова «Рыбоводство в естественных водоёмах» (Иванов, 1988). Предличинки рыба и кутума после вылупления содержат в ваннах с проточной водой. Предличинки отрицательно реагируют на свет: они лежат на дне ванн в малоподвижном состоянии, образуя многослойные скопления и питаются за счёт содержимого желточного мешка. Затем через 2-6 суток (в зависимости от

температуры воды) предличинки поднимаются в толщу воды и становятся личинками, которые свободно плавают. Оптимальная температура для выращивания молоди кутума – 24°C (Ahmadian et al., 2015). Их пересаживают в пруды, так как к этому времени они начинают потреблять внешнюю пищу. Выживаемость личинок составляет 90% от исходного количества выдерживаемых в аппаратах предличинок.

Молодь рыба и кутума выращивают в монокультуре. Биотехника выращивания молоди этих рыб одинакова.

Для выращивания молоди используют пруды площадью по 3-5 га. Пруды должны быть спускными с независимым водоснабжением и сбросом. В них должна осуществляться систематическая подача воды для покрытия потерь на испарение и фильтрацию. Глубина прудов - от 0,5 до 1,8 м (средняя - 1 м). Время спуска пруда не должно превышать 2 суток. За 2 суток до заполнения прудов водой нужно обкосить их ложе и разделительные дамбы. Скошенную и подвяленную растительность укладывают копами у коллекторов прудов в количестве 200-300 кг/га.

Пруды начинают заливать водой до посадки в них личинок: за 6-8 суток - при температуре воды 10-12°C, за 3-5 суток - при температуре 14-16°C и выше. Первоначальный уровень воды в прудах поддерживается в течение 7-10 суток не выше 20-30 см, что способствует хорошему прогреву воды и быстрому развитию инфузорий, водорослей и коловраток, которые являются пищей личинок рыба и кутума в первые дни жизни в прудах, а также большей концентрации кормов на единицу объёма воды.

Личинок просчитывают в инкубационном цехе по эталонному методу, помещают в канны или полиэтиленовые пакеты и перевозят к прудам с подготовленной кормовой базой. При выращивании в монокультуре плотность посадки личинок рыба и кутума в пруды составляет 150-300 тыс. шт./га. После зарыбления прудов уровень воды в них повышают в течение 10 суток и доводят до проектной отметки.

По мере роста личинок рыбца и кутума состав их кормового рациона меняется. Они начинают потреблять наряду с мелкими и более крупные планктонные организмы - молодь ракообразных. Подросшая молодь этих рыб питается в основном взрослыми формами зоопланктона.

В течение всего периода выращивания молоди в прудах осуществляют наблюдения за термическим режимом, содержанием кислорода в воде и развитием кормовой базы. Температуру воды в прудах измеряют ежедневно в 7, 13 и 19 ч. Содержание кислорода и показатель рН определяют в прудах один раз в 5 суток. Пробы воды берут утром (в 4-5 ч).

Органические удобрения вносят повторно в пруд через 30 суток, так как их действие на увеличение численности и биомассы зоопланктона прекращается через 35 суток. Повторная доза внесения зелёных удобрений в пруды составляет 200 кг/га. Это позволяет держать высокую кормовую базу в прудах до конца периода выращивания молоди. На протяжении всего периода выращивания молоди нужно наблюдать за её питанием и ростом. С этой целью проводят один раз в неделю контрольный облов пруда. Отход молоди рыбца и кутума за период выращивания в прудах составляет 15-30%.

Молодь рыбца и кутума выращивают в прудах 2-2,5 месяца до массы 1 г, после чего её учитывают и выпускают в естественные водоёмы (Иванов, 1988).

1.6. Развитие вырезуба

Эмбриональный период. В развитии вырезуба выделено девять этапов (Смирнова, 1957). Первый этап, длящийся от момента оплодотворения до образования бластодиска, нельзя наблюдать из-за малой степени прозрачности оболочки икринки вырезуба.

Второй этап – дробление - можно наблюдать через прозрачный участок оболочки вокруг микропиле. По прошествии 6 часов после осеменения при температуре воды 13°C образуется 4, через 8 часов - 16 и через 10 часов - 32

бластомера. Через сутки с момента оплодотворения при той же температуре образуется мелкоклеточная морула.

Третий этап - образование бластулы - отмечен в возрасте 1 суток 11 часов при температуре воды 14°C.

Четвёртый этап – гаструляция - начинается в возрасте 2 суток при температуре воды 13°C.

Пятый этап характеризуется образованием головного и туловищного зачатков, зачатков основных органов - глаз, мозга, слуховых пузырьков, хорды, купферова пузырька, сердца, кишечника и началом сегментации туловищной мезодермы.

Шестой этап характеризуется окончанием сегментации туловищного отдела, образованием отолитов и хрусталиков. В мышечных волокнах возникает способность к сокращениям.

Седьмой этап характеризуется отделением головы от желточного мешка, окончанием сегментации, появлением форменных элементов крови. На этом этапе развиваются эмбриональные органы дыхания - кювьеровы протоки и нижняя хвостовая вена, появляются железки вылупления, пигмент в глазах. В конце этапа отмечено начало вылупления эмбрионов вырезуба.

Восьмой этап характеризуется появлением новых черт в строении и поведении эмбрионов вырезуба. Плавниковая складка дифференцируется на лопасти. Основания грудных плавников становятся вертикальными. Развивается плавательный пузырь. Кроме кювьеровых протоков и нижней хвостовой вены как эмбриональный орган дыхания функционирует мощная сеть сегментальных сосудов в спинной плавниковой складке. Появляется пигментация тела.

Девятый, заключительный этап является переходным от эмбрионального периода к личиночному. На этом этапе голова совершенно выпрямлена, начинает функционировать рот. Глаза и грудные плавники подвижны. Наряду с эмбриональными органами дыхания, которые к концу этапа оказываются заметно редуцированными, начинают функционировать жабры. После наполнения плавательного пузыря воздухом эмбрионы переходят к пелагическому образу

жизни (Смирнова, Трушинская, 1964). При колебаниях температуры воды от 12,5 до 18,5°C развитие длится 15-16 суток.

В связи с долгим развитием внутри оболочки вылупившиеся эмбрионы высокоорганизованны, а в соответствии с большой величиной яиц они довольно крупные, их длина составляет от 8,5 до 10 мм. Они имеют распрямившуюся голову, подвижную нижнюю челюсть, функционирующие глаза, голову, пигментированное тело. Подвижные грудные плавники и хорошо развитая хвостовая лопасть дают свободным эмбрионам вырезуба всплывать тотчас после выклева. У эмбрионов газообмен осуществляется через кювьеровы протоки, нижнюю хвостовую вену и сосудистую сеть в спинном отделе непарной плавниковой складки. Начинается жаберное кровообращение, имеется сформированный плавательный пузырь.

Личиночный период. После наполнения плавательного пузыря воздухом вырезуб приобретает способность схватывать пищу и заглатывать её - наступает личиночный период жизни, происходят существенные изменения в строении и поведении молоди. Личиночный период разделяют на этапы (Смирнова, 1957).

Первый этап начинается при температуре воды 18,5°C в возрасте 15-16 суток по достижении длины 10,0-11,0 мм и характеризуется смешанным питанием: личинки начинают охотиться и заглатывать пищу, имея ещё значительный запас желтка в желточном мешке. В этот период рыло становится заострённым, а рот вполне конечным. В хвостовой лопасти, ниже конца хорды, формируются лепидотрихии. Над скоплением мезенхимы в спинной плавниковой складке образуется вырост, сеть сегментальных сосудов уменьшается; основным органом дыхания становятся жабры. Жаберная крышка не прикрывает жаберных дуг полностью, лепестки задних дуг омываются водой снаружи.

Второй этап начинается в возрасте 20-21 суток при температуре 18-20°C с момента перехода на исключительно внешнее питание после того, как весь запас желтка в желточном мешке израсходован. На этом этапе происходят изменения в строении и поведении личинок: увеличивается голова относительно всего тела, желтка нет, кишечник заполнен пищей, сеть сегментальных сосудов в спинной

плавниковой складке редуцируется, хвостовой плавник становится асимметричным, гетероцеркальным.

На третьем личиночном этапе при длине тела около 12 мм развивается передняя камера плавательного пузыря. В спинном и анальном плавниках закладываются мезенхимные лучи; хвостовой плавник в начале гетероцеркальный, к концу этапа становится гомоцеркальным.

Четвёртый личиночный этап наступает в возрасте 38 суток при длине тела 16 мм и характеризуется наличием полного числа лепидотрихий в спинном и анальном плавниках, появлением зачатков брюшных плавников. На этом этапе развития у личинок вырезуба в питании встречается мелкий фито- и зоопланктон, циклопы, дафнии.

Пятый этап характеризуется окончанием дифференцировки непарных плавников, в них имеются костные расчлененные, ещё не ветвящиеся лучи; длина личинки достигает 19,8 мм в возрасте 48 суток. В связи с ростом плавников и усложнением туловищной мускулатуры личинки уже способны к более разнообразным и сложным движениям и к питанию более крупными организмами - дафниями, личинками мелких хирономид (Смирнова, 1957).

С переходом на внешнее питание кормовой рацион личинок состоит из микрозоопланктона и обрастаний, позже - фитопланктона и науплий, а при длине 13 мм они переходят на питание зоопланктоном и личинками насекомых. В возрасте одного месяца при длине 17-20 мм в питании встречаются бентосные организмы (Козлов, 1998).

Сеголетки вырезуба размером 4,5-10,8 см питаются растительной и животной пищей: в их кишечниках обнаружены остатки нитчатых водорослей, диатомовых: *Cymbella*, *Nitzschia*, остатки *Closterium*, кусочки высшей водной растительности, остатки личинок *Chironomidae*, *Trichoptera*, *Ephemera*, *Cladocera*. Пища молоди, выращенной в прудах, по составу потребляемых организмов не отличается от спектра питания молоди, обитающей в естественных водоёмах.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Характеристика экспериментальных баз

Экспериментальные исследования проводились в период с 2005 по 2017 гг. на Добровском зональном рыбопитомнике Липецкой области (III зона прудового рыбоводства), с 2006 по 2017 годы продолжились на индустриальном осетровом предприятии ООО «БИОАКУСТИК» и опытном селекционно-племенном хозяйстве «Якоть» ФГБНУ «ВНИИПРХ» (II зона прудового рыбоводства).

Климат Липецкой области, где расположен Добровский зональный питомник, умеренно-континентальный, с тёплым летом и сравнительно холодной зимой, относится к умеренно теплой зоне. Средняя температура января -10°C , июля $+19^{\circ}\text{C}$. Вегетационный период длится 180-190 дней.

Рыбопитомник располагает 128 прудами, в том числе 65 экспериментальными. Работа проводилась в инкубационном цехе мощностью 60 млн личинок различных видов рыб и зимовальном пруду площадью 0,1 га.

Основные исследования выполнены на индустриальном осетровом предприятии ООО «БИОАКУСТИК» и в ФГБНУ «ВНИИПРХ», расположенных на севере Московской области.

Климат региона умеренно-континентальный, среднегодовая температура $+3,3^{\circ}\text{C}$, средняя температура января -11°C (минимальная температура -48°C), июля $+18^{\circ}\text{C}$ (максимальная $+36^{\circ}\text{C}$).

Особенностью предприятия ООО «БИОАКУСТИК» является его комбинированное водоснабжение, которое осуществляется из смеси различных источников: сбросная вода ТЭЦ, артезианская скважина, вода из реки Сестры, оборотная вода, прошедшая механическую и биологическую очистку с последующим обеззараживанием озоном. Благодаря такому комбинированию водоснабжения на заводе можно круглогодично выращивать различные виды рыб. Имеется мальковый цех, работающий полностью по принципу замкнутого цикла водообеспечения (УЗВ).

Источником водоснабжения опытного селекционно-племенного хозяйства «Якоть» (ОСПХ «Якоть») является Жестылёвское водохранилище площадью 166,0 га, созданное в 1968 году в русле реки Якоти, относящейся к бассейну реки Волги. Длина реки составляет 25 км, площадь водосборного бассейна - 170 км².

Селекционно-племенное хозяйство «Якоть» располагается на двух участках: левом и правом берегах основного русла реки Якоти (рисунок 3).

Преобладающими грунтами являются: болотные, супесчаные, дерново-подзолистые и осушённые торфяные почвы.



Рисунок 3. Общий вид прудов ОСПХ «Якоть»

Гидрохимические показатели воды из реки Якоти соответствует требованиям, предъявляемым к водоисточникам для рыбоводных хозяйств (таблица 2).

Гидрохимические показатели качества воды р. Яכותь

Показатели качества воды	Единицы измерения	Результат испытаний	ПДК*
Водородный показатель (рН)	ед. рН	7,3±0,2	6,5-8,5
Азот аммонийный	мг/дм ³	1,28±0,05	0,40
Нитрит-ионы	мг/дм ³	0,06±0,01	0,08
Нитрат-ионы	мг/дм ³	0,83±0,15	40,0
Фосфат-ионы	мг/дм ³	0,06±0,01	0,15
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	3,67±0,9	3,0-6,0
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	4,80±0,48	10,0-15,0

* Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (Приложение к Приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552)

При проведении экспериментальных работ материалом для исследований послужила молодь вырезуба, завезённая из нескольких рыбохозяйственных предприятий.

Первая партия молоди вырезуба, полученная на Добровском зональном рыбопитомнике от «диких» производителей в мае 2005 года, завезена из ЗАО СХП «Липецккрыбхоз» на предприятие ООО «БИОАКУСТИК» в июле 2006 года двухлетками в возрасте 14 месяцев средней массой 6 г.

Вторая партия доставлена на предприятие в октябре 2009 года сеголетками в возрасте 6 месяцев средней массой 10,5 г с экспериментально-производственной базы ФГБНУ «ВНИИ ирригационного рыбоводства» («ВНИИР»).

Третья партия была получена в мае 2013 года от самки из естественного ареала обитания, четвёртая партия - в мае 2017 года от производителей, выращенных из икры, полученной в 2013 году.

Характеристика оборудования и рыбоводных емкостей осетрового рыбоводного предприятия ООО «БИОАКУСТИК». Для водоподготовки основного (товарного) цеха использовали биологический фильтр общей площадью около 700 м³, семь насосов с различными характеристиками, один компрессор мощностью 10 кВт/ч, две кислородные станции производительностью 12 м³/ч каждая, озонатор производительностью до 2 кг озона в час, три оксигенатора, способных пропускать до 250 м³ воды в час с насыщением кислородом до 500%.

Основными ёмкостями для выращивания рыбы на ООО «БИОАКУСТИК» являются железобетонные бассейны глубиной 4 м с различным объемом: 100, 200 и 700 м³. Также имеются тридцать ванн объемом 2 м³, которые являются вспомогательными и применяются в основном при пересадках и сортировках рыбы.

Мальковый цех предприятия состоит из инкубационного и малькового участков. На инкубационном участке размещены инкубационные аппараты «Вейса» и «Осётр». Мальковый участок оборудован 52 лотками объемом 0,2 м³ для подращивания личинок до массы 1,5-3,0 г и 20 лотками объемом 1,1 м³ для подращивания молоди до массы 15 г. Водоподготовка осуществляется за счёт биологического фильтра объемом 20 м³, ёмкости объемом 10 м³ для насыщения воды озоном, а также ёмкости объемом 10 м³ для выдерживания воды перед подачей в лотки. Подпитка осуществляется артезианской водой в необходимом количестве.

Для транспортировки «диких» производителей использовались специальные полиэтиленовые (рыбоводные) мешки объемом 50 л, заполненные водой и кислородом. После транспортировки производителей выдерживали в прямоугольных пластиковых ваннах объемом 2 м³ с постоянной проточностью и возможностью регулирования температуры (рисунок 4).



Рисунок 4. Пластиковые ванны для выдерживания производителей

Для анестезии производителей применяли гвоздичное масло.

При гормональной стимуляции созревания половых продуктов использовали гипофиз карповых рыб (сазана).

Взятие половых продуктов проводили способом отцеживания (рисунок 5). Икру оплодотворяли «сухим способом» по методу Врасского и обесклеивали суспензией молока из расчёта 1 л молока на 10 л воды (рисунок 6).



Рисунок 5. Получение половых продуктов



Рисунок 6. Оплодотворение и обесклеивание икры

Инкубация икры осуществлялась в аппаратах Вейса при постоянном расходе воды 6-8 л/мин и содержании кислорода не менее 7 мг/л (рисунок 7).



Рисунок 7. Инкубация икры вырезуба в аппаратах Вейса

Вылупившиеся предличинки из аппаратов поступали и концентрировались в садках, изготовленных из мельничного газа № 18 (рисунок 8).



Рисунок 8. Садки для приёма и концентрации предличинок

Выдерживание и подращивание личинок до средней массы 1,5 г проводили в проточных лотках объёмом 0,2 м² (рисунки 9-10).

При переходе личинок на экзогенное питание в лотки вносили науплии *Artemia salina*. Для перевода на искусственный рацион на 10 сутки после вылупления начали добавлять стартовый корм фирмы «BioMar» (крупка 0,2 мм). Постепенно молодь полностью перевели на сухой корм. Кормление осуществляли по поедаемости.

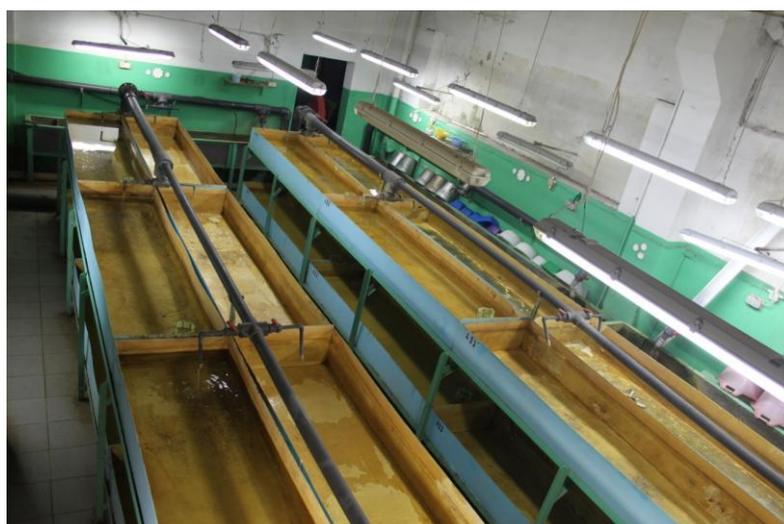


Рисунок 9. Мальковый цех предприятия ООО «БИОАКУСТИК»



Рисунок 10. Мальковый цех ФГБНУ «ВНИИПРХ»

Подращённую до 1,5 г молодь размещали в лотках объёмом 1,1 м³, где проводилось дальнейшее выращивание до средней массы 3 г. Размерно-массовые показатели снимали при проведении регулярных контрольных обловов всех ёмкостей.

Основное выращивание происходило в бассейнах объёмом 100 м³.

Для оценки темпа роста вырезуба в промышленных условиях использовали комплекс рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических методов (Пономарёв и др., 2002). Для контрольного взвешивания и измерения проводили выборку особей от 0,5% до 100%.

Среднесуточную скорость роста определяли по формуле Г.Г. Винберга (1956):

$$C_{cp} = \left[10^{\frac{1}{n}(\lg W_n - \lg W_0)} - 1 \right] \cdot 100, \quad (1)$$

где C_{cp} - среднесуточный прирост;

W_0 - начальный вес рыбы, г;

W_n - конечный вес рыбы, г;

n - число суток между измерениями.

Выживаемость устанавливали путём ежедневного учёта погибших и пересчёта оставшихся живых особей при пересадке.

Интенсивность роста и кормовой коэффициент рассчитывали каждые 15-30 дней при проведении контрольных обловов.

Промеры выреза зуба и определение морфометрических признаков проводили по методике И.Ф. Правдина (Правдин, 1966). Общее количество полученного и обработанного материала представлено в таблице 3.

Таблица 3

Объём исследованного материала

Показатели	Ед. измерения	Значение
Рыбоводно-биологическая характеристика: самок самцов	экз.	более 100 более 100
Исследование гонад: самок самцов	шт.	30 30
Размерно-весовой анализ: икры личинок молоди сеголетков ремонта производителей	шт.	980 540 100 1000 500 300
Использовано самок для воспроизводства	экз.	50
Количество: предличинок личинок, перешедших на смешанное питание подращённой молоди племенного материала производителей	тыс.шт.	80 64 60 4 2
Исследования проб: гидрохимических гидробиологических морфобиологических питание биохимических	шт.	100 10 100 120 3
Обработка анестезии (использовано в опытах)	экз.	100

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Биотехнические особенности формирования маточного стада вырезуба

Формирование и эксплуатация маточного стада - очень важный этап в рыбоводстве. Сформировать маточное стадо можно тремя способами:

- путём отлова производителей из естественного ареала обитания;
- выращивания производителей от икры или молоди, изъятых из естественных нерестилищ;
- от икры и молоди, полученных от производителей, выращенных в искусственных условиях.

3.1.1. Формирование маточного стада вырезуба из рыб, отловленных в естественном ареале обитания

Выбор и описание мест отлова производителей вырезуба. Нерестовая миграция вырезуба в весенний период начинается с наступлением половодья. В это время он выходит из зимовальных ям и начинает движение к нерестилищам в толще воды против течения. Нерест происходит в верховьях рек на каменисто-галечных перекатах. Подходящих мест для нереста не так много, поэтому ему приходится проделать длинный путь, чтобы добраться до места размножения. В Липецкой и Тульской областях естественный нерест вырезуба можно наблюдать на реках Дон и Красивая Меча (рисунки 11-12). Половозрелых особей вырезуба отлавливают при подходе к местам нереста.



Рисунок 11. Нерестилище вырезуба в Липецкой области на реке Красивая Меча



Рисунок 12. Основной ареал обитания вырезуба в Липецкой и Тульской областях

В местах нереста наблюдается небольшое скопление вырезуба (3-4 особи). Масса отдельных особей достигает 4 кг и более.

Временная структура нерестового хода производителей. Согласно нашим исследованиям, основной костяк стада вырезуба, идущего на нерест, составляют

особи в возрасте 4-5 лет при средней массе 1,8 кг и длине тела 49,5 см. Анализ возрастного состава нерестового стада показал, что максимальный возраст пришедших на нерест производителей составляет шесть лет. Однако встречаются представители и младшей возрастной группы, состоящей из трёхлетних неполовозрелых особей средней массой 850 г и длиной тела 41 см.

Первыми на перекатах появляются текущие самцы, которые находятся на нерестилищах в ожидании самок. Это происходит по достижении нерестовой температуры, за несколько дней до начала нереста. Затем на перекатах появляются самки. Их, как правило, меньше, и в сопровождении нескольких самцов они начинают нереститься, двигаясь из стороны в сторону. После нереста самки скатываются вниз по течению в ближайшие ямы. Самцы ещё некоторое время находятся на нерестилище, и с наступлением рассвета тоже скатываются в ямы ниже по течению.

Основные гидрохимические показатели на нерестилищах реки Красивая Меча представлены в таблице 4.

Таблица 4

Гидрохимические показатели качества воды на нерестилищах выреза на реке Красивая Меча

Показатели качества воды	Ед. измерения	Результат испытаний	ПДК*
Азот аммонийный	мг/дм ³	1,05±0,05	0,4
Нитрит-ион	мг/дм ³	0,07±0,01	0,08
Нитрат-ион	мг/дм ³	1,2±0,2	40,0
Фосфат-ион	мг/дм ³	0,18±0,03	0,15
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	8,9±0,9	10-15
Жесткость общая	°Ж	2,5±0,2	-
Взвешенные вещества	мг/дм ³	19,0±3,8	0,75 к фону
БПК ₅	мгО ₂ /дм ³	2,7±0,7	3,0-6,0
Хлорид-ион	мг/дм ³	15,0±2,4	300,0
Сульфат-ион	мг/дм ³	35±7	100,0
Железо общее	мг/дм ³	0,28±0,08	0,1

* Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (Приложение к Приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552)

Качество воды на нерестилище в основном соответствует рыбохозяйственным ПДК. Однако наблюдаются превышения ПДК для аммонийного азота и фосфат-иона, что, скорее всего, связано с продолжающимися стоками с полей.

Продолжительность нереста зависит от абиотических факторов среды и колеблется от 10 до 20 дней. В последние годы именно на это время приходится резкие колебания температуры, что приводит к остановке или временному прекращению нереста.

Заготовка производителей. При разработке метода отлова производителей вырезуба были опробованы различные способы заготовки производителей: неводными орудиями лова, ставными сетями, ловушками и т. д. Наиболее эффективным оказался способ отлова при помощи плавных сетей в ночное время. При этом способе использовали 3-4 сети с размером ячеи 35-45 мм и длиной порядка до 100 м. Такой способ позволяет эффективно облавливать максимальную площадь реки.

Продолжительность присутствия зрелых производителей на нерестилищах составляет не более 18 суток со второй декады апреля по первую декаду мая при температуре воды от 8 до 14°C. Сразу после нереста производители скатываются вниз по течению (Михеев, 2008; Михеев и др., 2015).

Транспортировка производителей. Пойманную рыбу аккуратно извлекали из сети, переносили в живорыбную машину, оборудованную контейнером с кислородом, и транспортировали в Добровский рыбопитомник на расстояние 50–60 км с общей продолжительностью перевозки 1,0-1,5 часа. В отдельных случаях использовали двойные полиэтиленовые пакеты объёмом 50-80 л. В один пакет помещали по две особи массой 2,0-2,5 кг (рисунок 13).



Рисунок 13. Полиэтиленовый пакет с особями вырезуба, предназначенный для перевозки

Всего было отловлено 19 особей вырезуба средней массой 1,8 кг (таблица 5). За время транспортировки выживаемость производителей составила 100%.

Таблица 5

Результаты заготовки производителей вырезуба из реки Красивая Меча в 2005 г.

Показатели	20.04	28.04	29.04	5.05
Самки:				
.....количество, шт.	-	5	2	5
.....средняя масса, кг	-	1,7	1,8	1,9
Самцы:				
.....количество, шт.	3	2	2	0
.....средняя масса, кг	1,6	1,6	1,8	-
Среднесуточная температура воды, °С	8	11	12	15

Как правило, пойманные самки имеют различную степень зрелости гонад, а вот самцы всегда текучие и имеют ярко выраженный брачный наряд: покрыты эпителиальными бугорками - «жемчужной сыпью».

По прибытии на место проводили мечение и бонитировку производителей со съёмом рыбоводно-биологических показателей, разделяли по полу и размещали в отдельных бассейнах или лотках цеха выдерживания производителей (таблица 6).

Основные рыбоводно-биологические показатели производителей вырезуба, выловленных из реки Красивая Меча в 2005 г.

Показатели	Самки	Самцы
Возраст, год (min/max)	5/7	5/7
Промысловая длина, см	46-68	48-70
Среднее значение	60,98	59,10
Среднее отклонение	5,60	5,99
Среднеквадратичное отклонение	6,66	6,81
Коэффициент вариации	0,11	0,12
Масса тела, кг	1,4-3,5	1,2-3,0
Среднее значение	1,94	1,61
Среднее отклонение	0,43	0,39
Среднеквадратичное отклонение	0,52	0,48
Коэффициент вариации	0,27	0,30

Для предотвращения выпрыгивания рыбы из рыбоводных ёмкостей и во избежание дополнительного стресса их накрывали крышками, брезентом и т.д. Выдерживание продолжалось в течение 7 суток при плотности посадки самцов 10-15 шт./м³ (18 кг/м³), самок – до 10 шт./м³ (18 кг/м³) при расходе воды около 1,5 м³/час, температуре воды 8-11°С и содержании кислорода 5-6 мг/л. Сумма тепла за этот период составила 155 градусо-дней. При выведении на нерестовый режим температуру воды поднимали на 0,5°С в сутки, и к моменту созревания первых самок она достигла 14°С. Гидрохимические показатели воды в рыбоводных ёмкостях при выдерживании вырезуба представлены в таблице 7.

Таблица 7

Показатели качества воды при выдерживании вырезуба в проточных бассейнах

Показатели качества воды	Ед. измерения	Значение	ПДК*
Азот аммонийный	мг/дм ³	0,37	0,4
Нитрит-ион	мг/дм ³	0,21	0,08
Нитрат-ион	мг/дм ³	4,1	40,0
Фосфат-ион	мг/дм ³	0,28	0,15
Перманганатная окисляемость	мг/дм ³	9,9	10-15
Жесткость общая	°Ж	2,8	-

* Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения (Приложение к Приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552)

3.1.2. Формирование маточного стада вырезуба из доместцированных производителей и молоди

В период с 2008 по 2010 гг. на индустриальное предприятие ООО «БИОАКУСТИК» были завезены «дикие» взрослые особи вырезуба и сформировано маточное стадо, состоящее из 3 самок и 8 самцов. Рыбоводно-биологическая характеристика сформированного на предприятии ООО «БИОАКУСТИК» маточного стада вырезуба представлена в таблице 8.

Таблица 8

Основные рыбоводно-биологические показатели производителей маточного стада вырезуба, сформированного на предприятии ООО «БИОАКУСТИК»

Показатели	Самки	Самцы
Возраст, год (min/max)	6/7	5/7
Промысловая длина, см	52-70	56-65
Среднее значение	60,98	60,02
Среднее отклонение	4,54	2,42
Среднеквадратичное отклонение	5,23	2,85
Коэффициент вариации	0,09	0,05
Масса тела, кг	2,0-3,4	1,5-2,8
Среднее значение	2,53	1,85
Среднее отклонение	0,31	0,27
Среднеквадратичное отклонение	0,37	0,34
Коэффициент вариации	0,15	0,18

Производители вырезуба были размещены в одной рыбоводной ёмкости с производителями осетра и быстро перешли на питание сухими комбикормами. Ежегодно осенью при бонитировке маточного стада осетры и производители вырезуба отсаживались в отдельные рыбоводные ёмкости, где содержались до нереста при естественной температуре.

От данной группы рыб неоднократно получали половые продукты, но икру, способную к оплодотворению, получить не удалось. В дальнейшем по техническим причинам во время зимовки все самки погибли.

Помимо формирования стада из «диких» производителей приступили к адаптации и формированию двух стад вырезуба из молоди, выращенной в прудах и привезённой из Липецкой и Волгоградской области на предприятие ООО «БИОАКУСТИК» в 2006 и 2008 годах.

Вырезуб, как и другие виды рыб, изъятые из природных условий обитания и помещённые в неспецифические для них условия, ведёт себя очень беспокойно, пытаясь выпрыгнуть из рыбоводных ёмкостей, бьётся о края бассейнов, забиваясь в тёмные углы, и не реагирует на корм.

Первые опыты показали, что при содержании вырезуба в монокультуре в искусственных условиях он обладает отрицательным фототаксисом, предпочитает располагаться в затенённых местах, неохотно потребляет живые корма и полностью отвергает искусственные, не изменяя своего поведения в течение одного года и более.

С целью скорейшей адаптации молоди к биотическим факторам среды был опробован хорошо известный как для теплокровных, так и холоднокровных животных метод «подражания». С этой целью в аквариум объёмом 600 л, где ранее были размещены золотые рыбки, поместили несколько особей вырезуба (рисунок 14). В течение 3-4 суток поведение молоди кардинально изменилось. Из запуганной рыбы они превратились в очень активных, ничего не боящихся особей, которые съедали почти весь задаваемый корм.



Рисунок 14. Совместное содержание вырезуба и золотых рыбок

Учитывая полученный опыт, с целью снижения стрессированности объекта над поверхностью бассейна, где содержался вырезуб, было установлено дополнительное освещение (люминесцентные лампы дневного света). Освещённость поверхности воды в бассейне находилась в пределах 250-350 лк в течение 24 часов в сутки. Яркий свет ламп не позволял ему видеть, что происходит над поверхностью воды. Он успокоился, через неделю начал активно плавать по всей ёмкости и питаться комбикормом для осетровых рыб. Полученный опыт «быстрой адаптации» вырезуба к условиям содержания и кормления позволил адаптировать его к совместному содержанию с другими видами рыб, в частности, с осетровыми.

В таблице 9 представлены данные по росту вырезуба генерации 2006 г.

Таблица 9

Данные по росту вырезуба генерации 2006 г.

Возраст	Средняя масса, г	Прирост, г
0+	6,11±0,19	6,11±0,19
1+	25,16±0,87	19,05±0,38
2+	63,04±2,02	37,88±2,12
3+	134,26±4,23	71,23±5,19
4+	576,81±8,75	442,5±8,70
5+	785,8±7,9	209,04±11,6
6	1084,3±36,0	298,46±36,2

В 2009 году по разработанному методу адаптации к условиям индустриального хозяйства было адаптировано 107 сеголетков средней массой 10,7 г, выращенных в прудах Всероссийского научно-исследовательского института ирригационного рыбоводства (ВНИИР). Ниже, в таблице 10, приведены сравнительные характеристики роста вырезуба в зависимости от скорости адаптации к индустриальным условиям.

Таблица 10

Данные по росту вырезуба генерации 2009 г.

Возраст	Средняя масса, г	Прирост, г
0+	10,7±0,4	10,7±0,4
1+	105,46±3,2	94,3±3,11

2+	320,28±5,62	209,1±7,04
3+	870,61±23,17	536,7±23,4
4+	1100,00±31,74	228,2±35,29
5	1340,58±25,98	238,54±21,44

На рисунке 15 приведены сравнительные данные темпа роста вырезуба, прошедшего быструю адаптацию и без неё.

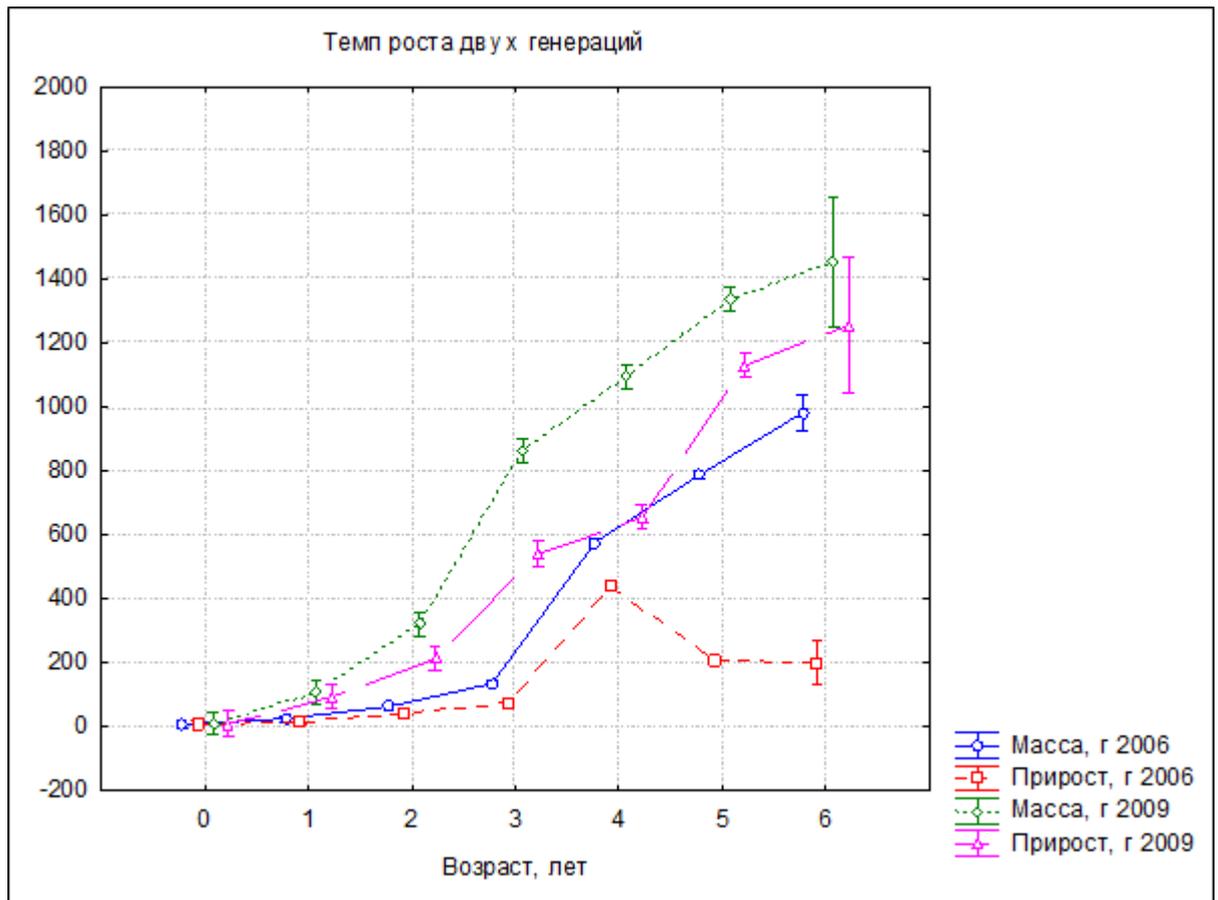


Рисунок 15. Динамика роста вырезуба поколений 2006 и 2009 гг.

На рисунке видно, что вырезуб, адаптированный к новым условиям по разработанному методу «быстрой адаптации», растёт значительно быстрее.

Результаты работ по формированию маточных стад из завезённой молодежи приведены в таблицах 11-12.

Таблица 11

Результаты работ по формированию маточного стада вырезуба поколения 2006 г.

Возраст, лет	Масса тела, г	Длина L, см	Коэффициент зрелости	Стадия зрелости яичника
0+	6,11±0,19	7,50±0,12	0,005	Индифферентный период

1+	25,16±0,87	15,2±0,15	0,013	I
2+	63,04±2,02	21,8±0,24	0,014	I-II
3+	134,26±4,23	25,4±0,56	0,022	II
4+	576,81±8,75	36,2±0,63	0,069	II-III
5+	785,8±7,9	42,7±0,7	0,200	II-IV
6	1084,3±36,0	48,0±1,02	0,125	II-IV

Таблица 12

Результаты работ по формированию маточного стада генерации 2009 г.

Возраст, лет	Масса тела, г	Длина L, см	Стадия зрелости яичника
0+	10,7±0,40	9±0,12	Индиферентный период
1+	105,46±3,20	23±0,85	I
2+	320,28±5,62	33±1,10	I-II
3+	870,61±23,17	43±1,70	II-III
4+	1100,00±31,74	47±2,35	II-IV
5	1340,58±25,98	50±4,76	II-IV

Для формирования и созревания половых продуктов у самок в условиях индустриального предприятия потребовалась сумма тепла не менее 20635 градусо-дней.

После достижения производителями IV стадии зрелости для синхронизации созревания и выведения ооцитов на завершённую стадию зрелости их размещали в зимовальные бассейны, где выдерживали при температуре 2°C в течение 120 суток. По истечении этого срока постепенно с ежесуточным повышением температуры на 1-1,5°C рыбу выводили на нерестовый режим. При достижении температуры воды 13°C приступили к воспроизводству вырезаба.

3.1.3. Формирование маточного стада «от икры до икры»

Весьма актуальной задачей рыбохозяйственного освоения вырезаба является оценка возможности формирования его маточных стад в условиях индустриальных предприятий.

Исходным материалом для формирования маточного стада послужила оплодотворённая икра, полученная от производителей, выловленных из естественного водоёма. В представленных ниже таблицах 13-14 приведены

размерно-весовые характеристики ремонтно-маточного стада и стадии зрелости гонад вырезуба, выращенного в индустриальном бассейновом хозяйстве.

Таблица 13

Размерно-весовые показатели и стадии зрелости самок вырезуба

Возраст, лет	Показатели	Длина тела, см	Масса тела, г	Стадия зрелости
0+	Среднее значение	8,00	7,52	
	Среднее отклонение	0,76	1,82	
	Среднеквадратичное отклонение	1,01	2,22	0
	Коэффициент вариации	0,13	0,30	
1+	Среднее значение	20,00	56,00	
	Среднее отклонение	2,08	22,84	
	Среднеквадратичное отклонение	2,73	28,92	I
	Коэффициент вариации	0,14	0,52	
2+	Среднее значение	26,00	149,00	
	Среднее отклонение	1,96	48,20	
	Среднеквадратичное отклонение	2,44	54,39	I-III
	Коэффициент вариации	0,09	0,37	
3+	Среднее значение	33,50	386,00	
	Среднее отклонение	1,12	71,60	
	Среднеквадратичное отклонение	1,30	88,62	II-IV
	Коэффициент вариации	0,04	0,23	
4	Среднее значение	34,12	504,00	
	Среднее отклонение	1,94	148,84	
	Среднеквадратичное отклонение	2,34	165,44	II-IV
	Коэффициент вариации	0,07	0,33	

Таблица 14

Размерно-весовые показатели развития гонад у самцов вырезуба

Возраст, лет	Показатели	Длина тела, см	Масса тела, г	Стадия зрелости
0+	Среднее значение	8,00	7,52	
	Среднее отклонение	0,76	1,82	
	Среднеквадратичное отклонение	1,01	2,22	0
	Коэффициент вариации	0,13	0,30	
1+	Среднее значение	20,00	56,00	
	Среднее отклонение	2,08	22,84	
	Среднеквадратичное отклонение	2,73	28,92	I-III
	Коэффициент вариации	0,14	0,52	
2+	Среднее значение	26,00	149,00	
	Среднее отклонение	1,96	48,20	
	Среднеквадратичное отклонение	2,44	54,39	II-IV
	Коэффициент вариации	0,09	0,37	
3+	Среднее значение	33,50	386,00	
	Среднее отклонение	1,12	79,04	

	Среднеквадратичное отклонение	1,30	99,82	II-IV
	Коэффициент вариации	0,04	0,26	
4	Среднее значение	34,43	459,00	
	Среднее отклонение	1,19	76,44	
	Среднеквадратичное отклонение	1,69	92,88	II-IV
	Коэффициент вариации	0,05	0,20	

В таблице 15 приводится среднегодовая температура воды при формировании маточного стада вырезуба в индустриальном хозяйстве.

Таблица 15

Температурный режим при формировании маточного стада вырезуба

Год	Среднегодовая температура воды, °С	Годовая сумма тепла, градусо-дни
2013	17,7±1,6	4458 (май-декабрь)
2014	18,3±1,3	6713
2015	15,0±1,8	5508
2016	10,75±1,1	3956

Из таблицы видно, что в конце четвёртого года выращивания при сумме тепла 20635 градусо-дней часть самок достигла четвёртой стадии зрелости. Первые самцы созрели к концу второго - началу третьего года. Сумма тепла при этом составила 16706 градусо-дней.

ГЛАВА 4. ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ВЫРЕЗУБА

4.1. Подготовка производителей к нересту

Хорошая подготовка производителей к нерестовой кампании – очень важная и сложная задача. От этого может зависеть количество и качество получаемой икры. Поэтому в своей работе мы уделили этой части много внимания.

Бонитировка. Бонитировку ремонт и производителей целесообразно проводить перед зимовкой при температуре воды 12-15°C, так как при такой температуре полученные повреждения и травмы быстро заживают. При более низкой температуре (ниже 10°C) заживление происходит плохо, и есть большая вероятность гибели травмированной рыбы во время зимовки. У вырезуба наблюдаются вторичные половые признаки, которые наиболее ярко проявляются у самцов на третьем году жизни в виде «жемчужной сыпи» на голове и теле. При проведении бонитировки производителей взвешивали, снимали основные морфометрические показатели, при необходимости проводили мечение красителями (Катасонов, Черфас, 1986) (рисунок 16, таблица 16).



Рисунок 16. Мечение производителей вырезуба красителями

Основные морфометрические показатели производителей вырезуба на 05.05.2017 г.

Показатели	Самки	Самцы
Количество, шт.	29	22
Возраст, лет	4	4
Масса, г	503±78,3	459±34,9
Наибольший обхват тела, см	19,29±1,4	18,36±1,1
Общая длина тела, см	34,39±1,5	34,48±1,2
Длина тела по Смитту, см	31,22±1,3	31,31±0,97
Длина туловища, см	29,54±0,86	29,56±0,79
Максимальная высота тела, см	7,64±0,96	7,19±0,45
Минимальная высота тела, см	2,75±0,14	2,71±0,11

У самок вырезуба редко бывает мягкое и отвислое брюшко, что очень затрудняет отбор самок по этому признаку. Поэтому самым надёжным способом отбора весной зрелых самок является метод биопсии. Но стандартный метод биопсии путём прокалывания брюшной стенки оказался тяжело переносимым для самок вырезуба, особенно в холодной воде. Даже небольшая травма может привести к воспалению повреждённого участка и гибели рыбы, так, например, после осенней бонитировки погибли все самки из естественной популяции, в 2011 году погибли все самки поколения 2006 года. По этой причине мы решили разработать новый метод биопсии самок вырезуба, не приносящий механических повреждений. Сущность метода заключается во взятии проб ооцитов щупом через половое отверстие. Щуп вводят в половое отверстие на глубину 3-4 см вдоль брюшной стенки, прижимая как можно ближе к стенке брюшка (рисунок 17).



Рисунок 17. Биопсия самки вырезуба через половое отверстие

Такое введение щупа не оказывает вредного воздействия на состояние рыбы и качество половых продуктов. Этим способом были взяты пробы ооцитов у значительного количества самок в 2017 и 2018 годах, и ни одна из них не получила повреждений, повлёкших гибель. На основании исследования изъятых при помощи щупа и обработанных жидкостью Серра ооцитов определяют степень зрелости ооцитов. Через пять минут после обработки икра становится прозрачной, и ядро под биноклем хорошо видно (рисунки 18-19).

Чем ближе к оболочке находится ядро, тем выше степень зрелости ооцита.

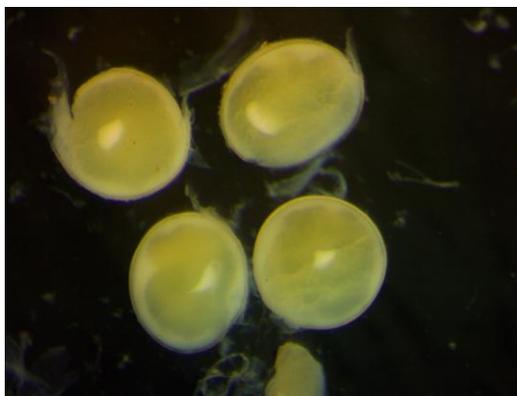


Рисунок 18. Ооцит в начале зимовки

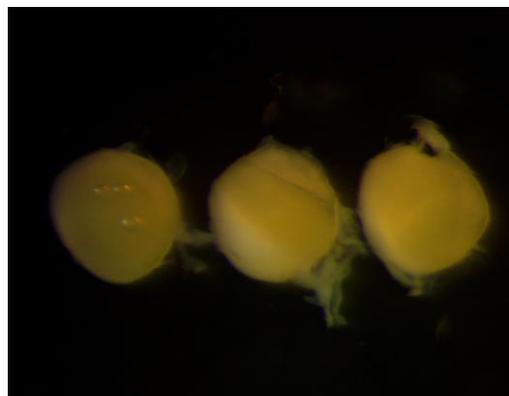


Рисунок 19. Ооцит перед нерестом

Преднерестовое содержание производителей. На индустриальном предприятии для преднерестового содержания производителей можно использовать небольшие ёмкости (бассейны, лотки, аквариумы, брезентовые люльки и т.д.) с возможностью установки постоянного водообмена и регулированием гидрохимических показателей (температуры, содержания кислорода и т.д.). Ёмкости накрываются (крышками, брезентом, делью и др.) для предотвращения выпрыгивания рыбы. Если ёмкости имеют высокие борта, предотвращающие возможность выпрыгивания рыбы, то целесообразно установить над ними яркое освещение, при котором рыба не видит приближение человека, что снижает уровень стрессированности. Плотность посадки должна составлять не более 10 кг/м².

Анестезия вырезуба. Из особенностей работы с производителями нужно выделить крайне низкую выживаемость рыбы после получения половых продуктов. Так, в 2005 году все пойманные производители погибли. Этот факт побудил нас к поиску методов, позволяющих снизить риск гибели производителей. Было установлено, что лучше применять метод анестезии, позволяющий снизить стресс у рыб и предупредить возможные травмы. Для выбора анестетика мы проанализировали различные препараты (MS-222, гвоздичное масло), их стоимость и опыт использования на других видах рыб (Микодина и др., 2011). Учитывая успешный опыт применения гвоздичного масла на кутуме (Javaheri et al., 2012), пришли к выводу, что наиболее подходящим для этих целей является гвоздичное эфирное масло. Опробовав различные дозировки, установили, что лучший результат даёт дозировка 4 мл масла на 100 л воды. Перед использованием расчётное количество гвоздичного масла перемешивали с небольшим количеством тёплой воды. Приготовленную таким образом смесь выливали в ёмкость с водой, где ещё раз перемешивали. Перед получением половых продуктов рыбу помещали в приготовленный раствор анестетика на 60-90 сек. (рисунок 20).

Как только вырезуб начинал терять координацию, приступали к получению половых продуктов.



Рисунок 20. Анестезия вырезуба

После взятия половых продуктов рыбу помещали в проточную воду, где она в течение пяти минут выходила из состояния анабиоза. Для предотвращения

воспалительных процессов после получения половых продуктов целесообразно ввести антибиотик внутримышечно (цефотаксим, цефтриаксон) из расчёта 50 мг/кг массы рыбы. Опыт показал, что при применении такой методики производители не погибают, в то время как пренебрежение этими правилами оборачивается гибелью производителей.

4.2. Получение половых продуктов

Важным этапом в получении половых продуктов является правильно выполненная гормональная стимуляция созревания производителей.

Стимуляция созревания половых клеток. Созревание половых продуктов и нерест в естественной среде обитания в верховьях Дона происходят при температуре воды 12-15°C. Данный факт был заложен в разработку биотехники разведения вырезуба с использованием гормональной стимуляции созревания половых продуктов (заводской метод). Для этой цели были отобраны более крупные самки с хорошо выраженными вторичными половыми признаками - мягким брюшком. В качестве гормонального препарата использовали суспензию гипофиза карповых рыб. После достижения нерестовых температур приступали к гормональной стимуляции производителей. За более чем тринадцатилетний период исследований нами были апробированы различные схемы и дозы гипофизарных инъекций.

Схема исследований по гормональной стимуляции созревания производителей вырезуба представлена в таблице 17.

Таблица 17

Результаты исследования различных вариантов гормональной гипофизарной* стимуляции созревания производителей вырезуба

Показатели	Варианты			
	I	II	III	IV
Количество самок, шт.	5	29	9	10
Первая предварительная инъекция, мг/кг массы рыбы		0,6	0,8	0,8
Интервал между инъекциями, час		12	12	12
Вторая предварительная инъекция, мг/кг массы рыбы			8	8
Интервал между инъекциями, час			12	24

Разрешающая инъекция, мг/кг массы рыбы	8	6	8	10
Продолжительность созревания, час				48
Количество полученной икры, кг				0,048
Количество икринок в 1 г, шт.				396
Количество полученной икры, шт.				19000
Оплодотворение, %	0	0	0	80

*ацетонированный гипофиз карповых рыб

Надо отметить, что от «диких» производителей иногда можно получить икру без применения гормональной стимуляции. Так, в 2005 г. была получена икра от двух самок без применения инъекции. Начиная с 2008 года и позднее мы получали икру только с применением гормональной стимуляции, так как в искусственных условиях от производителей вырезуба другими методами получить икру высокого рыбоводного качества не удавалось.

Наилучший результат получен при использовании двух схем гормональной стимуляции созревания производителей, описанных ниже. Для самок, выловленных из естественной среды обитания, общая доза гипофиза (леща, карпа) составила 6-8 мг на 1 кг массы рыбы. Инъекция дробная: (1/10) **предварительная** и через 12 часов – **разрешающая** 6-7 мг/кг (9/10). Через 14-18 часов с момента разрешающей инъекции самки созрели. Для самок, выращенных в индустриальных условиях, лучший результат дала схема трёхкратной инъекции гипофизом карпа. Предварительная инъекция 0,8 мг/кг, через 12 часов - разрешающая инъекция 6-8 мг/кг. Ещё через 22-24 часа - третья инъекция 8-10 мг/кг гипофиза карпа. Через 12-14 часов с момента последней инъекции до 80% самок отдавали икру.

Получение зрелых половых продуктов, осеменение, обесклеивание и инкубация икры. Одним из признаков готовности самок вырезуба к нересту является их поведение. Самки, находящиеся в лотках или бассейнах, начинают активно двигаться вдоль стенок. Иногда две-три особи имитируют нерестовое поведение. На дне и водосбросе бассейна можно наблюдать отдельные икринки. При выдерживании самок в брезентовых контейнерах на водосбросе ставят икроуловитель, и появление первых икринок является показателем их готовности к нересту.

Опыт работы с самками вырезуба показал, что качество икры во многом определяется правильностью определения срока её отбора. Необходимо выбрать такое состояние, когда ооциты овулировали и находятся в яйцеводах, а остальная часть ооцитов легко освобождается от фолликулярных оболочек. Исследования на кутуме показали, что на икру после овуляции оказывает воздействие температура воды и общая сумма тепла, выраженная в градусо-часах. Чем больше проходит времени и выше температура, тем хуже выживаемость икры при инкубации, а оплодотворение сразу после овуляции даёт наилучший результат (Samarin et al., 2011).

Половые продукты получали методом отцеживания. Производителей отлавливали из рыбоводных ёмкостей, насухо обтирали. Икру отцеживали в сухие пластиковые тазы так, чтобы икринки стекали по краю емкости и не ударялись о дно. При появлении в отцеживаемой икре сгустков крови или комков икры отцеживание прекращали.

Ниже, в таблице 18, приведены характеристики производителей вырезуба, выловленных из естественного ареала обитания и выращенных в искусственных условиях.

Таблица 18

Рыбоводно-биологическая характеристика производителей, выловленных из естественного ареала и выращенных в индустриальных условиях

Показатели	Выловленные из естественного ареала обитания				Выращенные в искусственных условиях (первый нерест)	
	самка	самка	самка	самец	самка	самка
Пол						
Масса, г	3160	2400	1770	1650	1702	503
Возраст, лет	6	5	4	4	6	4
Длина тела, см	56,0	53,0	49,5	49,5	54,0	29,55
Высота тела, см	5,5	5,5	5,0	5,0	4,5	2,72
Общая плодовитость, тыс. шт.	134	34			108	25,13
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	42,4	14,1	-	-	63,5	2,38
Кол-во икринок в 1 г, шт.	291	283	285	-	360	372

Характеристика половых продуктов.

Самки. Икра вырезуба относительно крупная. У самок, выловленных из естественного ареала, диаметр икринки составляет 1,6-1,7 мм. Окраска икры имеет разные оттенки: от светло-жёлтого до оранжевого, а иногда до зелёного. Икра вырезуба, выращенная в производственных условиях ООО «БИОАКУСТИК», была несколько мельче, диаметр икринок в среднем составлял 1,6 мм, у набухших как оплодотворенных, так и неоплодотворенных икринок был одинаков - от 2,2 до 2,8 мм (рисунок 21). Цвет икринок варьировал от серо-желтоватого до оранжевато-розоватого.



Рисунок 21. Икра вырезуба: слева - нативная, справа - набухшая

В воде оболочка отслаивается, образуя значительное перивителлиновое пространство (рисунок 22). Диаметр яйца после набухания оболочки составляет 2,2-2,8 мм, относительный размер перивителлинового пространства, т.е. отношение диаметра яйца с набухшей оболочкой к диаметру желточного мешка – 1,8.

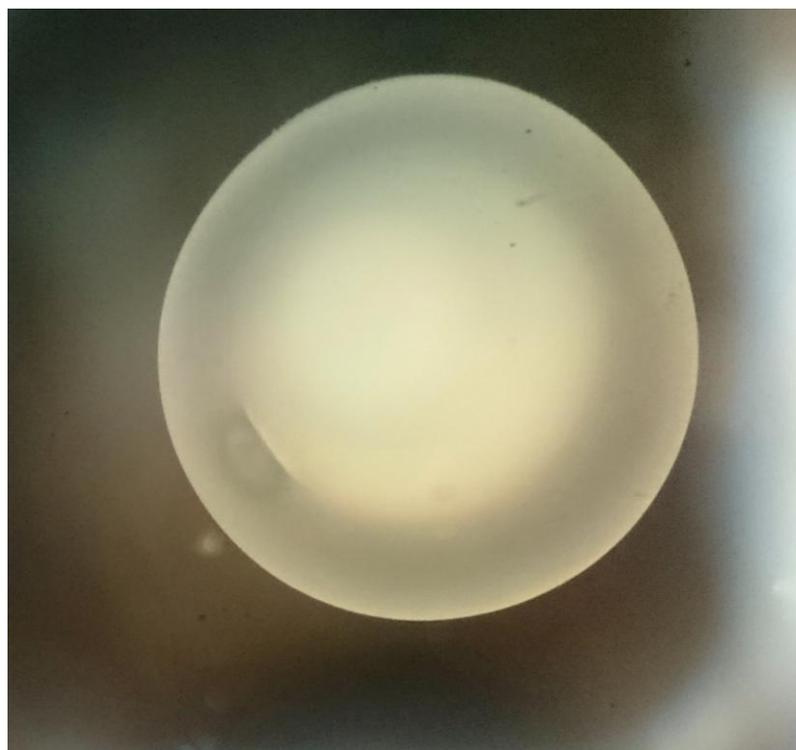


Рисунок 22. Набухшая икринка вырезуба

В результате экспериментальных работ установлено, что повторное созревание самок в индустриальных условиях происходит через один вегетационный период. Для формирования новой генерации икры с учётом дней с температурой воды выше 14°C требуется 3513 градусо-дней. Продукционные показатели самок вырезуба приводятся в таблице 19.

Таблица 19

Продукционные показатели самок вырезуба

Показатели	Дата	
	02.05.05	10.05.17
Кол-во использованных самок, шт.	3	10
Средняя масса самок, кг	2,44 (3,16-1,77)	0,50 (0,77-0,38)
Температура при выдерживании производителей	13 (12-14)	13 (12-14)
Созревания самок, %	66	80
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	22 (42-14)	5,5 (6,6-4,4)
Количество икринок в 1 г, шт.	283	372
Оплодотворение, %	90	85

Самцы. Ко времени работы с самками самцы уже имели «текучие» половые продукты. Однако для увеличения объёма эякулята и повышения качества спермы делали однократную инъекцию гипофиза из расчёта 2 мг/кг массы в то же время,

когда делали самкам разрешающую инъекцию. Сперму отдельно от каждого самца отцеживали в бюксы или пробирки. Спустя 24 часа мы повторно использовали самцов без дополнительной гормональной стимуляции (таблица 20).

Таблица 20

Продукционные показатели самцов вырезуба

Показатели	Дата	
	02.05.05	10.05.17
Кол-во использованных самцов, шт.	1	22
Средняя масса самцов, кг	1,65	0,46 (0,51-0,32)
Температура при выдерживании производителей	13 (12-14)	13 (12-14)
Созревания самцов, %	100	90
Объём эякулята, мл	5	2

Сперма вырезуба, содержащегося на ООО «БИОАКУСТИК», хранилась в пластиковых шприцах объемом 10 мл при температуре 5°C, при этом подвижность спермиев сохранялась в течение 6 суток. Продолжительность активности спермиев в воде при температуре 20°C составляет от 55 до 65 секунд, массовая подвижность длится до 35 секунд (таблица 21).

Таблица 21

Подвижность спермиев вырезуба, содержащегося на ООО «БИОАКУСТИК», %

№ образца	Дата			
	05.05.2017	09.05.2017	10.05.2017	11.05.2017
1	80	40	5	0
2	80	30	6	0
3	80	30	2	0
4	20	6	5	0
5	50	10	1	0
6	70	20	1	0
7	70	10	9	0
8	30	10	4	0
9	70	25	9	0
10	50	5	0	0
Коэффициент вариации, %	36	65	77	

Сперма вырезуба, содержащегося в ФГБНУ «ВНИИПРХ», хранилась в пластиковых шприцах объемом 10 мл при температуре 5°C. Продолжительность

активности спермиев в воде при температуре 20°C от 55 до 58 сек., массовая подвижность длится до 32 сек. (таблица 22).

Таблица 22

Продолжительность активности спермиев вырезуба, содержащегося в ФГБНУ «ВНИИПРХ», %

Номер образца	Дата							Время массовой активности спермиев
	15.05	16.05	17.05	18.05	19.05	20.05	21.05	
1	80	70	60	50	40	5	0	30 сек.
2*	80	65	50	40	30	6	0	22 сек.
3*	80	60	45	40	30	2	0	25 сек.
4	20	15	10	8	6	5	0	29 сек.
5	50	40	30	20	10	1	0	31 сек.
6	70	55	40	30	20	1	0	32 сек.
7	70	60	45	20	10	9	0	30 сек.
8*	30	25	20	15	10	4	0	20 сек.
9	70	60	45	30	25	9	0	33 сек.
10	50	45	30	15	5	0	0	31 сек.
11	75	30	12	4	1	0	0	25 сек.
12	50	35	20	17	9	4	0	32 сек.
13*	70	60	40	20	10	8	0	21 сек.
Коэфф. вариации, %	32	36	45	57	75	78		

*- в шприце хранилась смесь спермы от двух и более самцов

4.3. Оплодотворение и инкубация икры

Оплодотворение икры проводили сухим способом. Икру от одной самки оплодотворяли молоками 2-3 самцов. После попадания спермы в икру быстро и равномерно всё перемешивали гусиными перьями, после чего добавляли небольшое количество воды и перемешивали в течение 40-60 секунд. Максимальная продолжительность активности спермиев - 58 сек (см. таблицы 21-22). После оплодотворения проводили обесклеивание икры молоком вручную в пластиковых тазах в течение 1,5-2 часов, так как икра вырезуба обладает повышенной клейкостью.

Было несколько случаев, когда после одного часа обесклеивания икра сохраняла клейкость и приходилось её обесклеивать повторно. После промывки

её размещали для инкубации в аппараты Вейса при норме загрузки 150-200 г и температуре 14-20°C.

Ещё одной из особенностей икры является то, что неоплодотворённая или погибшая икра на вторые сутки инкубации лопаются и быстро вымываются из аппарата током воды. Таким образом, на третьи сутки в аппаратах остаются только живые икринки. Такое свойство сильно облегчает уход за икрой во время инкубации и не дает развиваться сапролегнии, что исключает необходимость её обработки органическими красителями.

В эмбриональном периоде развития вырезуба Е. Н. Смирновой (Смирнова, 1957) выделено 9 этапов.

Ниже приведено описание этих этапов с некоторыми дополнениями и иллюстрациями.

Стадии эмбриогенеза вырезуба.

Первый этап длится от момента оплодотворения до образования бластодиска.

На обводненной икринке можно отчетливо разглядеть бывшее место прикрепления сосуда, питавшего икринку во время ее роста, которое заметно на протяжении всего эмбрионального периода. Это единственное прозрачное место в оболочке икринки (рисунок 23 а, б).



а



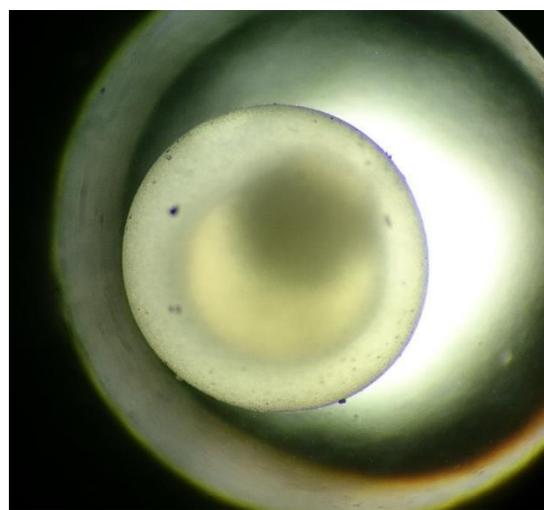
б

Рисунок 23. Микрופиле: а - искусственное освещение; б - солнечное освещение

На первом этапе начинает образовываться перивителлиновое пространство и бластодиск. У неоплодотворенной икринки оболочка плотно прилегает к желтку. После оплодотворения в воде при температуре 20°C икринки приклеивались к поверхности чашки Петри в течение 2-4 минут. Затем набухали за 15–30 минут, образуя перивителлиновое пространство. Диаметр икры увеличивался в среднем в 1,3-1,8 раза. Образование бластодиска у разных икринок занимает от 1 часа 25 минут до 1 часа 45 минут. Одновременно в период набухания образуется зародышевый диск или бластодиск (рисунок 24 а, б).



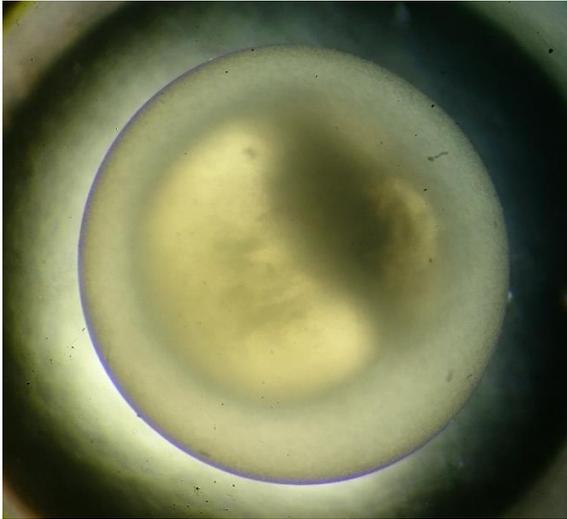
а



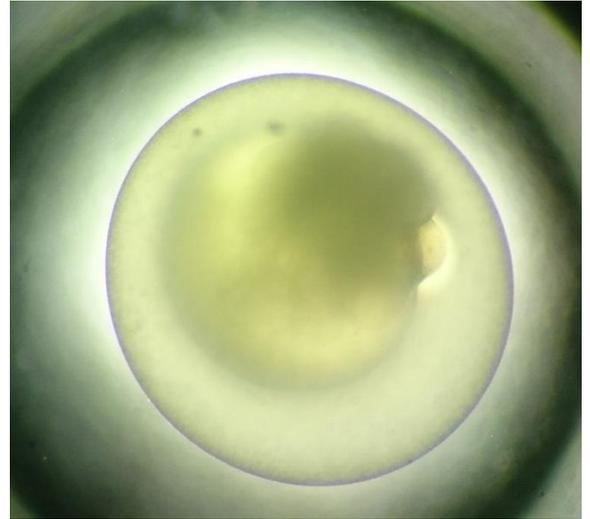
б

**Рисунок 24. Образование бластодиска: а – начало образования;
б - сформированный бластодиск**

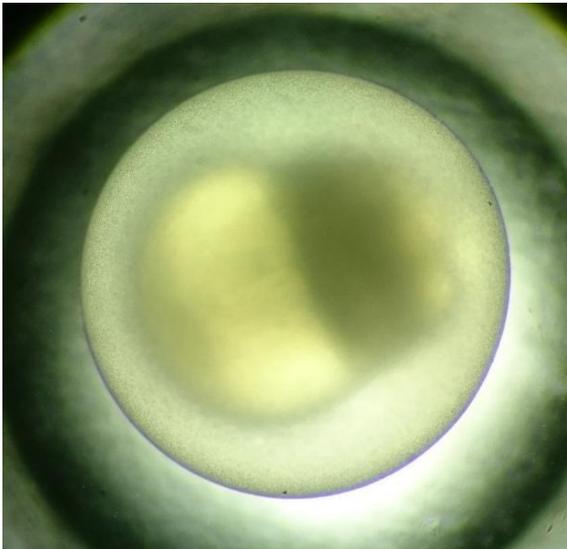
На втором этапе происходит дробление бластодиска. На его вершине образуются две крупные клетки - бластомеры. Процесс занимает от 1 час 30 мин до 2 час 25 мин (рисунок 25). Далее наступает стадия четырех бластомеров (от 1 час 45 мин до 2 час 40 мин) (рисунок 26). После - стадия восьми бластомеров (от 2 час 30 мин до 6 час) (рисунок 27). Через 6 часов с момента оплодотворения наступает стадия морулы крупных клеток (рисунок 28).



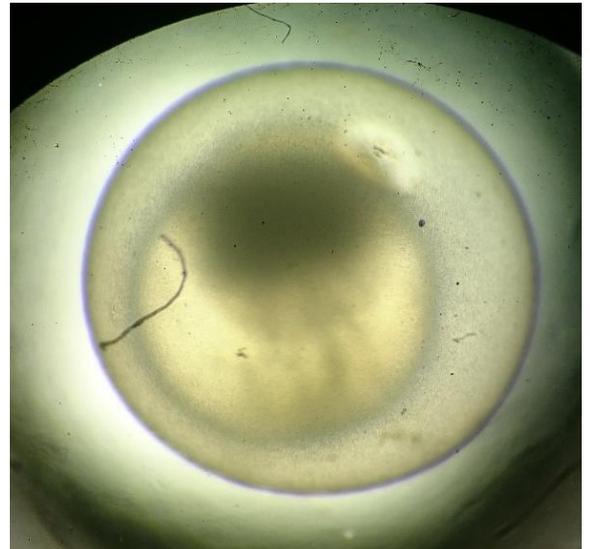
**Рисунок 25. Два бластомера (40
градусо-часов, t° 20°C)**



**Рисунок 26. Четыре бластомера (50
градусо-часов, t° 20°C)**



**Рисунок 27. Восемь бластомеров (80
градусо-часов, t° 20°C)**



**Рисунок 28. Стадия морулы крупных
клеток (120 градусо-часов, t° 20°C)**

Далее клетки бластодиска продолжают дробиться, образуя мелкоклеточную морулу (от 8 часов до суток с момента оплодотворения) (рисунок 29).



Рисунок 29. Мелкоклеточная морула (128 градусо-часов, $t^{\circ} 16^{\circ}\text{C}$)

Третий эмбриональный этап – образование бластулы – отмечен в возрасте 1 суток 11 часов при температуре воды 14°C .

Четвёртый эмбриональный этап – гаструляция - начинается в возрасте 2 суток. Надо отметить, что основная гибель икры происходит, как правило, до этого этапа.

Пятый эмбриональный этап характеризуется образованием головного и туловищного зачатков, зачатков основных органов: глаз, мозга, слуховых пузырьков, хорды, купферова пузырька, сердца, кишечника – и началом сегментации туловищной мезодермы (рисунок 30).



Рисунок 30. Начало сегментации (третьи сутки, температура воды 16°C, 48 градусо-дней)

На этой стадии мы попробовали перевозить икру в термосумках при температуре 16°C в течение 7 часов. Перевозка прошла успешно, гибели икры не зафиксировано.

Шестой эмбриональный этап характеризуется окончанием сегментации туловищного отдела, образованием отолитов и хрусталиков. В мышечных волокнах возникает способность к сокращениям (рисунок 31).



Рисунок 31. Шестой эмбриональный этап развития икры (четвёртые сутки, температура воды 16°C, 64 градусо-дня)

Седьмой эмбриональный этап характеризуется отделением головы от желточного мешка, окончанием сегментации, появлением форменных элементов крови. На этом этапе развиваются эмбриональные органы дыхания: кювьеровы протоки и нижняя хвостовая вена, появляются железы вылупления, пигмент в глазах. В конце этапа отмечено начало вылупления эмбрионов вырезуба (рисунок 32, 33).



Рисунок 32. Седьмой эмбриональный этап (возраст 6 суток, температура воды 18°C, 100 градусо-дней)



Рисунок 33. Седьмой эмбриональный этап (возраст 7 суток, температура воды 18°C, 118 градусо-дней)

Восьмой эмбриональный этап характеризуется появлением новых черт в строении и поведении эмбрионов вырезуба. Плавниковая складка дифференцируется на лопасти. Основания грудных плавников становятся вертикальными. Развивается плавательный пузырь. Кроме кювьеровых протоков

и нижней хвостовой вены как эмбриональный орган дыхания функционирует мощная сеть сегментальных сосудов в спиной плавниковой складке. Развивается пигмент на теле (рисунок 34).



Рисунок 34. Восьмой эмбриональный этап, начало вылупления (возраст 9 суток, температура воды 18°C, 154 градусо-дня)

Девятый эмбриональный этап является переходным от эмбрионального периода к личиночному. На этом этапе голова совершенно выпрямлена, начинает функционировать рот. Глаза и грудные плавники подвижны. Наряду с эмбриональными органами дыхания, которые к концу этапа оказываются заметно редуцированными, начинают функционировать жабры. После наполнения плавательного пузыря воздухом эмбрионы переходят к пелагическому образу жизни (рисунок 35).



Рисунок 35. Девятый эмбриональный этап, массовое вылупление (10 сутки, температура воды 18°C, 172 градусо-дня)

На этом этапе личинки вырезуба обладают одной особенностью: в отличие от многих других карповых рыб они не вымываются током воды из инкубационного аппарата Вейса, а стремятся вниз к подаче воды. При этом они даже могут заходить в трубы, подающие воду в аппараты. В целях предотвращения попадания молоди в систему водоподачи целесообразно установить сеточки из мельничного газа № 18 на краны регулировки воды (рисунок 36). Для успешного выхода личинок из инкубационного аппарата увеличивают проточность, и через несколько часов личинки вымываются в садок, изготовленный из мельничного газа № 18.



а



б

Рисунок 36. Оснащение крана защитной сеткой (а), стойка с аппаратами Вейса и садком для приёма личинок (б)

Продолжительность этапов эмбрионального развития икры вырезуба в зависимости от температуры воды представлена в таблице 23.

Таблица 23

Продолжительность этапов эмбрионального развития икры при температуре воды 16-18°C

Этап развития	Средняя температура воды, °С	Продолжительность этапа	
		часов	градусо-дней
I	20	1,25-1,45	
II	14	30-32	
II	20	20-22	
III	16	13	
IV	16	14	32
V	16	30	48
VI	16	40	80
VII	18	65	118
VIII	18	12	154
IX	18	12-48	172

Сумма тепла за весь период инкубации икры вырезуба составила 172 градусо-дня.

4.4. Выращивание молоди

Основной задачей на данном этапе являлась отработка технологии получения жизнестойкой молоди вырезуба. Были опробованы различные способы

выдерживания и подращивания ранней молоди в промышленных условиях и в прудах. Каждый из этих способов имеет как преимущества, так и недостатки, которые мы подробно рассмотрим ниже.

4.4.1. Выдерживание предличинок до перехода на смешанное питание

Одним из самых сложных этапов в жизни рыб является переход на внешнее питание. Икра вырезуба достаточно крупная - 1,5-1,7 мм, а после набухания - до 3 мм. Эмбрионы имеют длину 6-10 мм и хорошо сформированы (рисунок 37 а). У них пигментированное тело и голова, подвижные грудные плавнички, хорошо развитая хвостовая лопасть. Начинается жаберное кровообращение, имеется сформированный плавательный пузырь (Смирнова, 1957). Через 2-3 суток после наполнения газом плавательного пузыря эмбрионы приобретают возможность заглатывать пищу (рисунок 37 б).



а



б

Рисунок 37. Молодь вырезуба на разных этапах онтогенеза:

а – предличинка, б – личинка в возрасте 9 суток

С момента перехода на активное питание (3-4 сутки с момента вылупления) начинается личиночный период жизни. Личинка вырезуба начинает питаться, имея ещё достаточно большой запас питательных веществ в желточном мешке. В результате опытов по подращиванию личинок вырезуба было установлено, что на 6-7 день после вылупления из икры при массе тела 7 мг и длине 11 мм отдельные

личинки уже способны питаться стартовым кормом, а при массе 100 мг и длине 20 мм большинство мальков переходят на питание искусственным кормом.

4.4.2. Подращивание молоди в индустриальных условиях

Основными факторами, сдерживающими широкомасштабное освоение вырезуба, являются отсутствие маточных стад и технологии выращивания посадочного материала. Были выполнены экспериментальные работы по подращиванию молоди вырезуба и определению его отношения к основным абиотическим факторам среды. В результате проведённых экспериментов установлено, что молодь вырезуба хорошо переносит гидрохимический режим воды в пределах норм, установленных для рыбоводных прудовых (ОСТ 15-282-83) и индустриальных хозяйств (ОСТ-15-372-87).

Продолжительность перехода на экзогенное питание у личинок вырезуба зависит от температуры воды (таблица 24).

Таблица 24

Продолжительность перехода на смешанное питание предличинок вырезуба в зависимости от температуры воды

Температура воды, °С	Показатели		
	возраст (час)	кол-во градусо-дней	выживаемость, %
17	240	172	95
20	192	160	95
22	144	132	95

Из представленных в таблице 24 результатов видно, что с понижением температуры воды продолжительность перехода предличинок на активное питание увеличивается, а с повышением - уменьшается. Самый быстрый переход на потребление искусственного корма получен в диапазоне температур 20-22°С, а наихудшие результаты отмечены при температуре 17°С. В то же время изменение температуры в пределах от 17 до 22°С не сказалось на выживаемости личинок. На основании полученных материалов была рассчитана зависимость перехода личинок вырезуба на смешанное питание от температуры воды (рисунок 38).

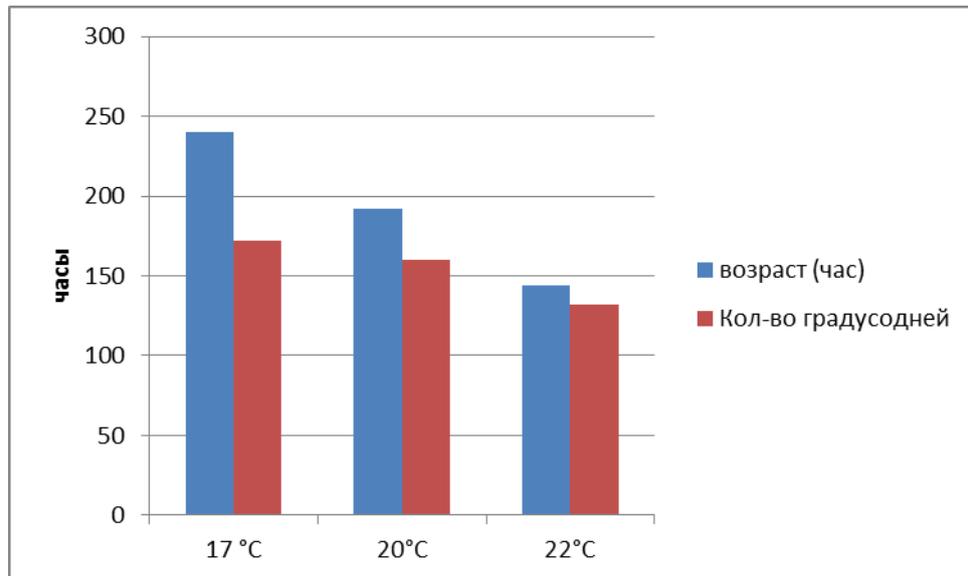


Рисунок 38. Продолжительность перехода предличинок вырезуба на смешанное питание в зависимости от температуры воды

Результаты многолетних экспериментальных работ позволили сделать вывод о возможности подращивания личинок в прудовых хозяйствах при естественной температуре воды и в регулируемых условиях промышленных предприятий.

Для подращивания личинок вырезуба в бассейновых хозяйствах промышленного типа возможно использование рыбоводных бассейнов и лотков различных конструкций, оборудованных соответствующими сетчатыми заградителями из мельничного газа № 16-18, предотвращающими выход личинок, особенно на первых этапах выращивания.

Первые экспериментальные работы по подращиванию молоди вырезуба в промышленных условиях с использованием УЗВ были проведены в 2013 году на базе предприятия ООО «БИОАКУСТИК». Нужно отметить, что в настоящее время широкомасштабное выращивание молоди карповых рыб затруднено ввиду отсутствия полноценных стартовых комбикормов для этих видов рыб. С учётом опыта выращивания личинок кутума с применением живых и искусственных кормов (Ouraji et al., 2011) при разработке методов подращивания молоди вырезуба выполнена серия экспериментов с использованием живых и различных

сухих комбикормов, включая опытные корма, изготовленные по нашим рецептурам.

В ходе эксперимента после перехода на смешанное питание личинок в количестве 60 тыс. шт. рассадили в два рыбоводных лотка объёмом 250 л (вариант 1), 1430 л (вариант 2) и аквариум объёмом 350 л (вариант 3). На вторые сутки после начала массового выклева часть личинок была способна потреблять корм. При этом их поведенческие реакции в первые дни жизни сильно отличались от поведения личинок карпа. Предличинки вырезуба активно плавали в толще воды, собираясь в плотный косяк, останавливаясь только для потребления задаваемого корма, и быстро перешли на активное питание практически без отхода.

В течение первых десяти суток личинок кормили каждые 2 часа науплиями артемии. На одиннадцатые сутки их перевели на кормовую смесь, состоящую из замороженного циклопа и комбикорма 50/50 для осетровых рыб фирмы BioMar с содержанием протеина 63%, жира - 11% и размером крупки 0,4 мм. Результаты выращивания молоди вырезуба представлены в таблице 25.

Таблица 25

Результаты выращивания молоди вырезуба

Показатели	Вариант опыта		
	1	2	3
Плотность посадки, шт./м ³	40000	22000	40000
Масса молоди, мг:			
начальная	18	18,5	39
конечная	680	1390	1230
Продолжительность кормления, сут.:			
науплии артемии салина	10	10	10
замороженные циклопы+комбикорм	13	13	13
комбикорм	44	44	44
Средняя температура, °С	20	20	22
Продолжительность выращивания, сут.	67	67	67
Выживаемость, %	99	99	99
Прирост молоди, мг:			
общий	662	1371,5	1191
среднесуточный	9,9	20,4	17,7

Подводя итоги эксперимента по подращиванию личинок в промышленных условиях, можно сделать вывод, что при плотности посадки около 22000 шт./м³

личинки растут значительно быстрее, чем при более высоких плотностях без увеличения отхода.

Выращивание крупного посадочного материала вырезуба

Разработка метода выращивания крупной молоди проводилась на базе индустриального предприятия ООО «БИОАКУСТИК». Исходным материалом послужила молодь в возрасте 80 суток, средней массой 900 мг в количестве 60 тыс. шт. Для этого вся молодь была рассажена в лотки объемом 1200 л по 4 тыс. шт. на лоток (3,3 шт./л). На этом этапе молодь кормили осетровым кормом “Scretting”, размер крупки 1,1-1,5 мм. Кратность кормления - 12 раз в сутки. В этих условиях молодь выращивалась до возраста 165 суток. За этот промежуток времени средняя масса молоди достигла 3 г. Средняя температура за время выращивания в мальковом цехе составила 21,5°C.

Результаты эксперимента по выращиванию крупного посадочного материала приведены в таблице 26.

Таблица 26

Результаты выращивания крупного посадочного материала

Период выращива- ния, сут.	Средняя масса, г		Плотность посадки, кг/м ³		Общий прирост, кг	Выживае мость, %
	начальная	конечная	начальная	конечная		
85	0,9	3,0	3	12,6	192	95

Дальнейшее выращивание молоди осуществляли в двух бассейнах объемом 120 м³. Зарыбление провели молодь в возрасте 165 и 220 суток средней массой 3-4 г. В первый бассейн посажено 21 тыс. шт., во второй 36 тыс. шт. с плотностью посадки молоди 175 и 300 шт./м³, соответственно. Кормление проводили с использованием пневматических автокормушек Profi Futterstreuer фирмы Мерке, с частотой кормления 20 раз в сутки. Результаты выращивания молоди в 2013 г. приведены на рисунке 39.

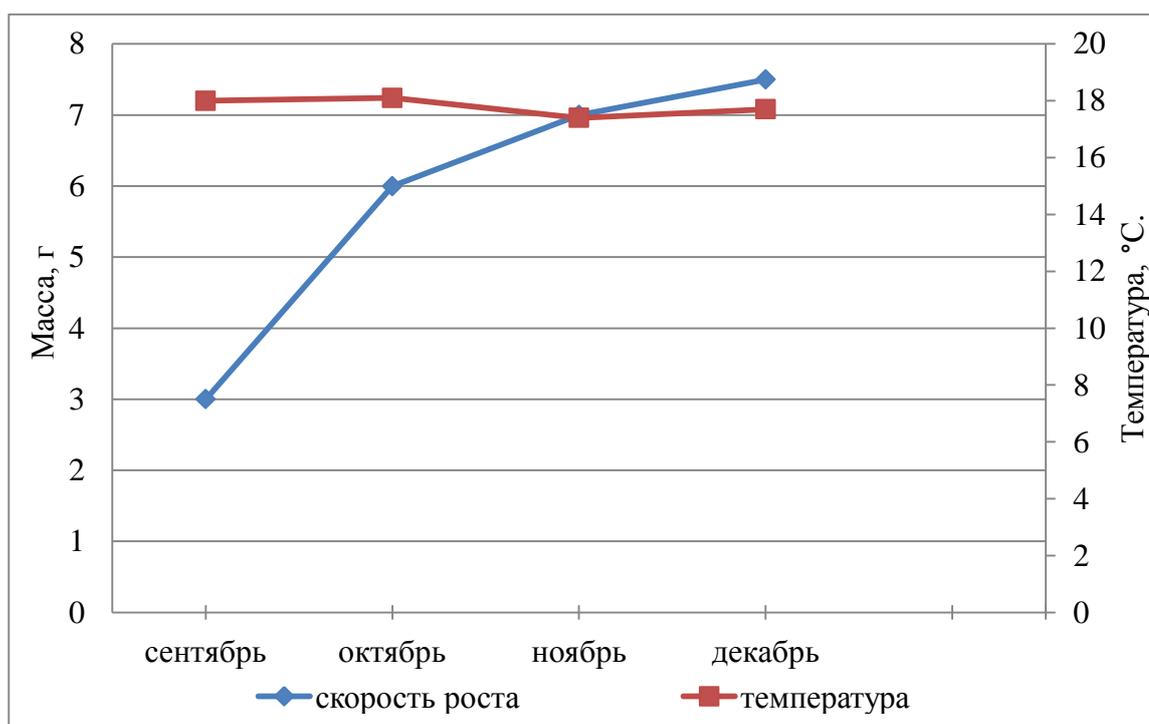


Рисунок 39. Зависимость скорости роста молоди вырезуба от температуры воды

Из графика (рисунок 39) видно, что при снижении температуры воды ниже 18°C темп роста молоди замедляется. Общие результаты выращивания молоди за 2013 год приведены в таблице 27.

Таблица 27

Результаты выращивания молоди в бассейнах в 2013 г.

Период выращивания, мес.	Средняя масса, г		Плотность посадки, кг/м ³		Общий прирост, кг	Выживаемость, %
	начальная	конечная	начальная	конечная		
7	3±0,1	7,5±0,3	0,7	1,3	73	97,3

Таким образом, по окончании выращивания средняя масса молоди вырезуба составила 7,5 г. Анализируя полученные результаты, можно рекомендовать на первом году выращивание проводить при температуре воды не ниже 18°C.

4.4.3. Отношение молоди к абиотическим и биотическим факторам среды в искусственных условиях

В условиях искусственного воспроизводства выживаемость ценных видов рыб можно существенно увеличить путём целенаправленной оптимизации

абиотических факторов среды в соответствии с требованиями объекта выращивания. Для этого в первую очередь необходимо определить, какие факторы являются благоприятными, какие лимитирующими, то есть отрицательно или губительно влияющими на развитие рыбы на разных этапах онтогенеза.

Влияние температуры на скорость роста личинок вырезуба

Для оценки влияния температуры воды на рост и развитие молоди был проведён эксперимент. В аквариум объёмом 350 л при температуре воды 22°C была высажена молодь средней массой 18,5 мг с плотностью посадки 30-40 шт./л. В лотках же средняя температура не превышала 20°C..

Результаты эксперимента приведены в таблице 28.

Таблица 28

Влияние температуры воды на рост молоди

Показатели	Вариант опыта		
	лоток	лоток	аквариум
Продолжительность опыта, сут	40	40	40
Средняя температура воды, °С	20,0	20,0	22,0
Начало опыта:			
плотность посадки, шт./л	40	30	40
средняя масса, мг	18,0	18,0	18,5
Конец опыта:			
плотность посадки, шт./л	40	30	40
средняя масса, мг	243	314	452
выживаемость, %	99	99	99
прирост массы, мг	225	296	433,5
затраты корма	2	2	2

У молоди, которая содержалась при температуре 22°C, темп роста был выше, чем у группы рыб, выращенных в лотках при 20°C.

Для определения оптимальной температуры выращивания молоди вырезуба провели сравнительный эксперимент при разных температурах. Для этих целей в шесть аквариумов объёмом 35 л каждый высадили по 10 рыб и кормили по поедаемости 33 дня. Результаты эксперимента приведены в таблице 29 и на рисунке 40.

Прирост молоди в зависимости от температуры выращивания

Температура, °С	Абсолютный прирост, г/шт.	Относительный прирост, %	Кэфф. массонакопления	Прирост, % от M_0
22,0	8,5	3,7	0,37	49,49±10,40
23,0	10,2	3,9	0,40	58,55±15,75
24,0	6,5	3,3	0,32	37,95±10,19
26,0	6,6	3,4	0,32	39,16±9,39
27,0	4,4	2,9	0,26	27,37±7,25
28,0	2,4	2,2	0,18	15,91±3,87

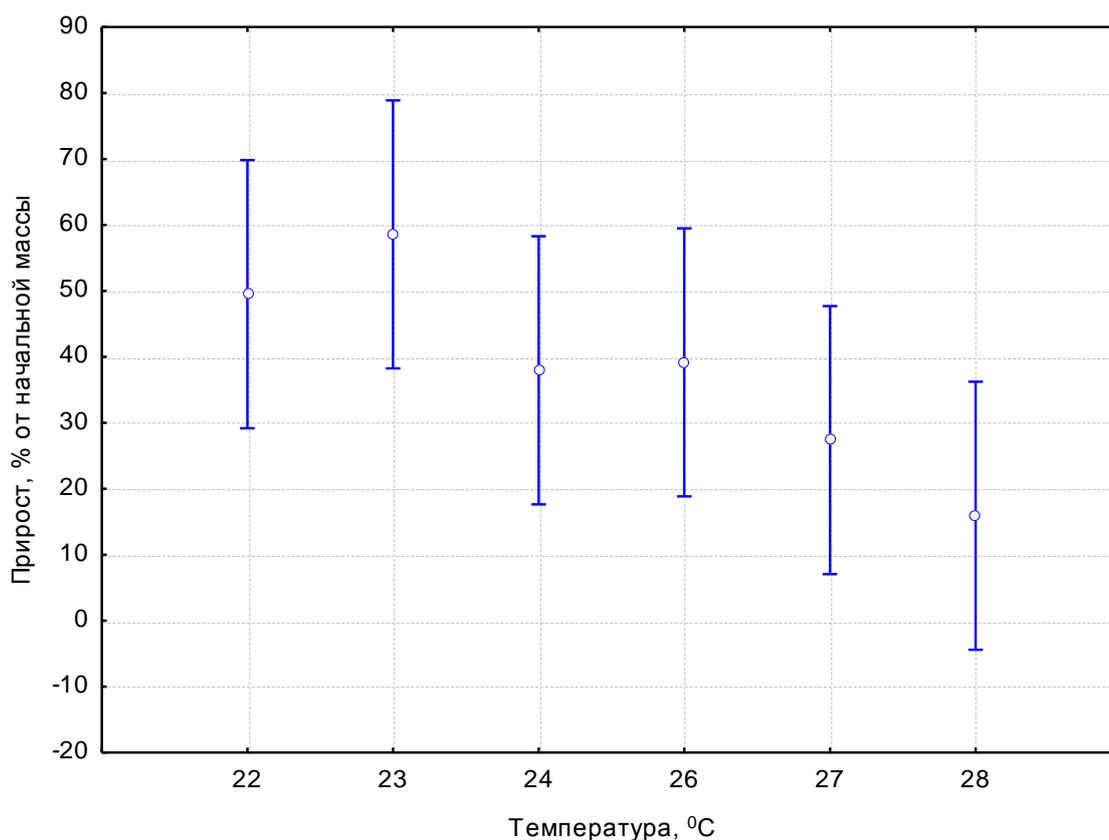


Рисунок 40. Рост молоди при разных температурных режимах выращивания

Исходя из полученных результатов, следует отметить, что оптимальная температура для роста вырезуба находится в пределах 22-26°С.

Влияние плотности посадки на скорость роста личинок вырезуба

В возрасте 31 суток рассортированную молодь массой 82-104 мг рассадили в четыре лотка ейского типа с плотностью посадки 2,5 и 4,166 тыс. шт., оставив при этом контрольную группу в прежних ёмкостях для дальнейших наблюдений. Длительность эксперимента составила 48 суток. Основной задачей данного эксперимента было подобрать оптимальную плотность посадки и определить

массу молоди, при которой целесообразно проводить корректировку плотности посадки. Подробные результаты отражены в таблице 30.

Таблица 30

Результаты эксперимента по определению оптимальной плотности посадки

Показатели	Вариант			
	1	2	3	4
Длительность, сут	48	48	48	48
Средняя температура воды, °С	21,5	21,5	21,5	21,5
Начало опыта:				
плотность посадки, шт./л	2500	2500	4166	4166
средняя масса, мг	104	120	82	96
Конец опыта:				
плотность посадки, шт./л	2466	2480	4157	4160
средняя масса, мг	870	930	800	920
выживаемость, %	98,6	99,2	99,8	99,8
прирост массы, мг	766	810	718	824
затраты корма	3,7	3,2	3,4	2,7

На рисунке 41 представлен график темпа роста молоди в зависимости от плотности посадки.

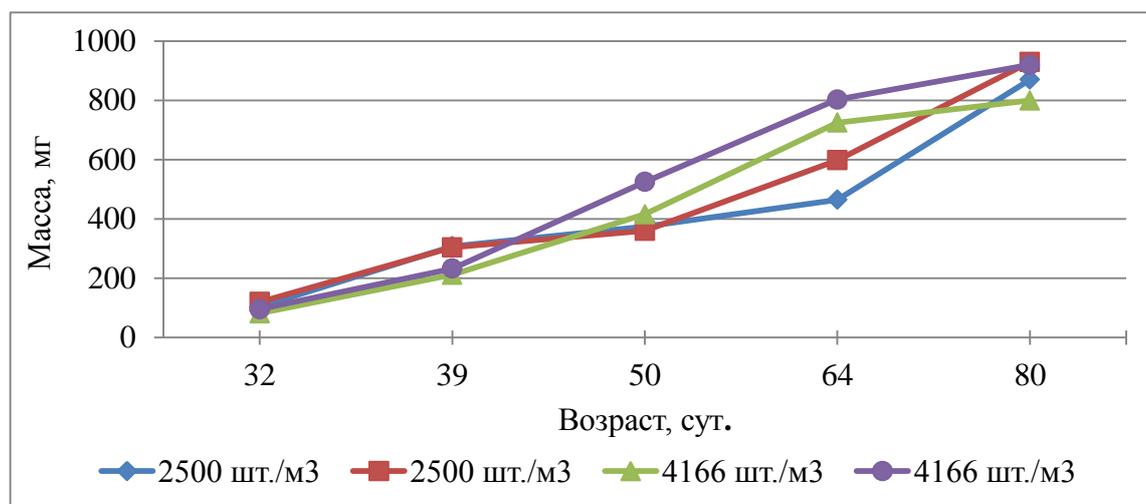


Рисунок 41. Темп роста молоди вырезуба в зависимости от плотности посадки

Анализируя полученные результаты, можно отметить, что на темп роста молоди вырезуба большое влияние оказывает плотность посадки. На начальном этапе в возрасте 32 суток личинки, выращенные при плотности посадки 2,5 тыс. шт./м³ (биомасса 280 г/м³), потребляли корм хуже, чем личинки при плотности посадки 4,2 тыс. шт./м³ (биомасса 374 г/м³).

Начиная с возраста 64 суток при плотности посадки 4,2 тыс. шт./ м³ (биомасса 2,22 кг/м³) темп роста замедляется по сравнению с группой, содержащейся при плотности 2,5 тыс. шт./м³ (биомасса 1,38 кг/м³). Таким образом, при подращивании личинок вырезуба для увеличения темпа роста при температуре 20°C можно рекомендовать плотность посадки 4,2 тыс. шт./м³, а в возрасте 50-60 суток уменьшать плотность посадки до 2,5 тыс. шт./м³.

Влияние цвета освещения на скорость роста личинок вырезуба

В статье авторов Mohamad Reza Imanpoor и Mehdi Abdollahi (2011) говорится о влиянии цвета на рост и выживаемость молоди кутума. Авторы в ходе исследования пришли к выводу, что четкие цвета (белый, синий и желтый) являются адекватными цветами, соответствующими природным. Выращивание в лотках с чёрным окрасом внутренней поверхности должно считаться стрессовым для молоди кутума и этого следует избегать в аквакультурной практике, а желтые лотки оказались лучшими между опробованными цветами, так как в них быстрее потребляется корм, снижается уровень стресса, что положительно сказывается на конечных результатах выращивания молоди каспийского кутума. Нами проведены эксперименты по выявлению влияния спектра света на скорость роста молоди вырезуба. Для этих целей использовали 6 аквариумов объёмом по 35 л, в которых разместили по 20 рыб. Над аквариумами установили цветочные фильтры. Корм вносили по поедаемости. Эксперимент продолжался 33 дня. Результаты эксперимента приведены в таблице 31 и на рисунке 42.

Таблица 31

Прирост молоди вырезуба в зависимости от спектра освещения

Длина волны, нм	Светофильтр, нм ²	Освещённость, лк	Прирост		К _м	Прирост, % от М ₀
			абсолютный, г/шт.	относительный, %		
400-750	Полихроматический свет (прозрачный)	3000-5900	8,1	3,6	0,36	47,21±2,11
625-740	Красный	10-150	9,6	3,8	0,4	54,55±2,36
500-565	Зеленый	55-100	8,7	3,7	0,38	51,18±0,78
440-485	Синий	60-80	10	3,9	0,4	57,07±1,36
400-750	Затемнение, рассеянный свет (чёрный)	10-40	11,3	4	0,43	63,79±1,44
565-590	Желтый	210-290	13,9	4,3	0,47	78,28±1,15

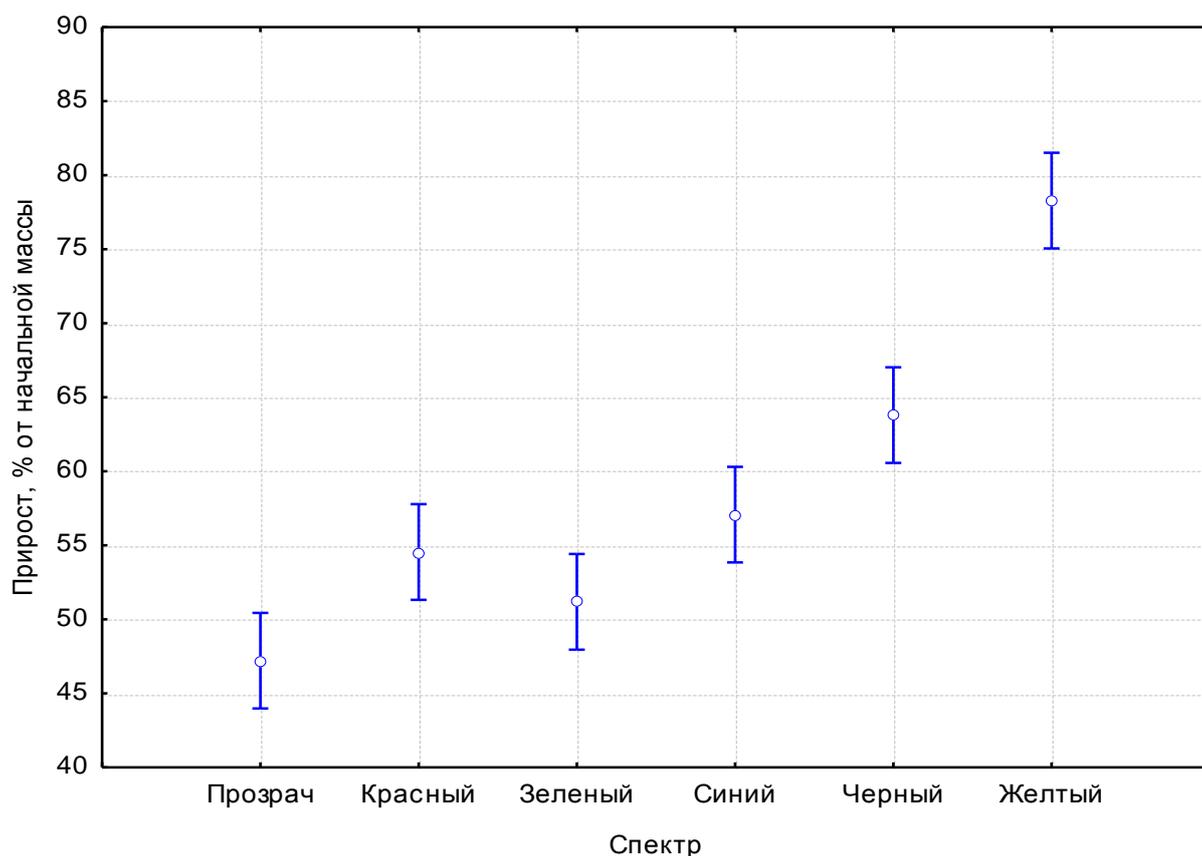


Рисунок 42. Прирост относительно начальной массы в зависимости от спектра освещения

Анализируя полученные результаты эксперимента, можно сделать вывод, что молодь вырезуба, как и каспийского кутума, адекватно реагирует на желтый свет, что положительно сказывается на скорости её роста.

4.4.4. Испытание различных видов кормов и их влияние на скорость роста молоди в промышленных условиях

Предварительные исследования по испытанию различных видов кормов показали, что личинки вырезуба охотно потребляют искусственный корм, усваивают его и растут. На сегодняшний день промышленность не выпускает специализированных кормов для личинок карповых рыб. В то же время для промышленного подращивания молоди вырезуба в заводских условиях ключевую роль играет правильно подобранный стартовый корм. Если из живых кормов наиболее удобным и технологичным являются науплии артемии, то с комбикормами всё неопределённо. В литературных источниках не обнаружено сведений об опытах по использованию комбикормов для личинок вырезуба, но

мы нашли статью об испытании различных стартёров на личинках каспийского кутума. В статье делается вывод, что лучшим первым кормом является науплии *Artemia salina*, а также возможно использование желтка куриного яйца (Falahaatkar et al., 2012).

В связи с этим были проведены сравнительные испытания нескольких видов комбикормов, в том числе собственной рецептуры.

Для проведения эксперимента по испытанию различных рецептов кормов был изготовлен недорогой стартовый корм (размер крупки 0,4-0,6 мм) с невысоким содержанием белка и жира, по сравнению с импортными кормами. Эксперимент был поставлен в трёх аквариумах на молоди в возрасте 20 суток и массой 48 мг. Состав опытного рецепта комбикорма МК рост 1 и содержание в нём основных питательных веществ представлены в таблице 32.

Таблица 32

Состав опытного комбикорма МК рост 1

Ингредиенты	% в корме	Жир, %	Протеин в корме, г	Жир в корме, г	Цена за 1 кг, руб.	Стоимость в корме, руб.
Рыбная мука, Мурманск	36	8	24,48	2,88	120	43,2
Пшеница	20	2,5	2,4	0,5	10	2
Масло подсолнечное	2	100	0	2	45	0,9
Рыбий жир	4	100	0	4	90	3,6
Ферментализат пекарских дрожжей	30	5	13,5	1,5	140	42
Витаминный премикс КП-П	1,5				85	1,275
Минеральный премикс МПК 3	4,5				40	1,8
Ламинария	2				300	6
Итого	100		40,38	10,88		100,775

Сравнительный эксперимент по кормлению молоди вырезуба этим кормом проводился при температуре 20-22°C. В качестве контроля использовали зоопланктон (разноразмерные группы *Daphnia magna*), а также импортный корм для осетровых рыб INICIO Plus G фирмы BioMar (Дания) с размером крупки 0,4-0,6 мм. Результаты выращивания молоди приведены в таблице 33 и на рисунке 43.

Результаты выращивания молоди вырезуба на разных видах кормов

Показатели	Комбикорм		Зоопланктон
	МК рост 1	BioMar	
Плотность посадки, шт./м ³	50	50	50
Масса молоди, мг:			
начальная	48	48	48
конечная	1000±0,5	700±0,3	400±0,1
Продолжительность выращивания, сут.	70	70	70
Выживаемость, %	98	98	98
Прирост молоди, мг:			
общий	952	652	330
среднесуточный	13,6	9,3	4,7
Прирост относительный, %	1983	1358	733
Затраты корма, ед.	3,6	5,3	
Затраты протеина корма на ед. прироста, г	1,4	2,8	

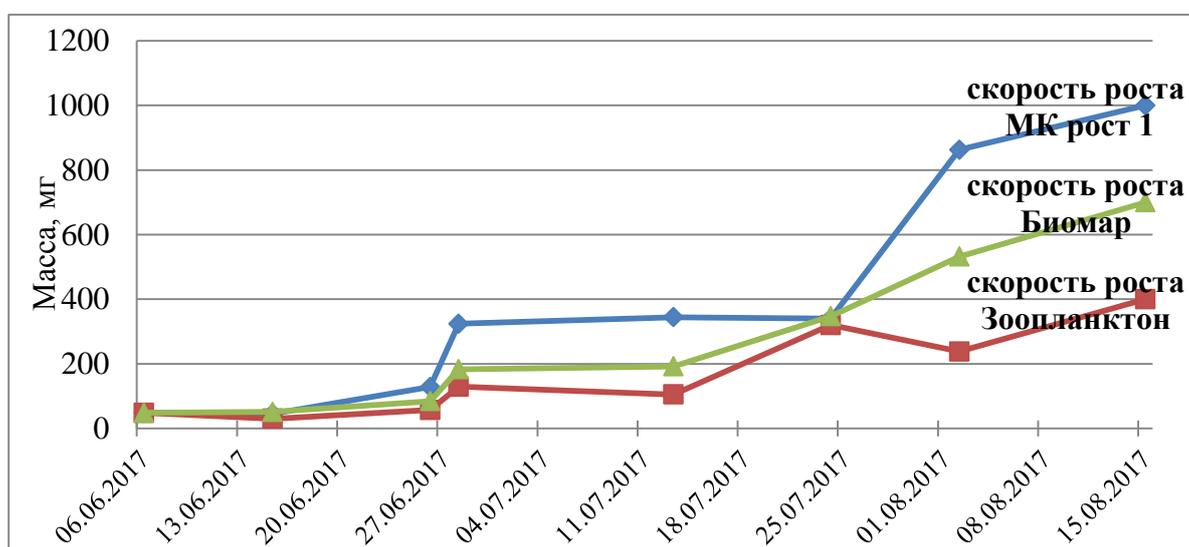


Рисунок 43. Рост молоди вырезуба при выращивании на различных видах корма

Из полученных результатов видно, что рост молоди на опытном корме «МК рост 1» оказался более интенсивным, чем на корме BioMar, несмотря на более низкое содержание основных питательных веществ (протеина и жира).

4.4.5. Комбинированный метод выращивания молоди вырезуба

Рассматриваемый комбинированный метод выращивания включает два основных технологических этапа:

– подращивание личинок до массы 25-50 мг в промышленных условиях с использованием на первых этапах зоопланктона и последующим постепенным переводом на искусственный комбикорм;

- выращивание посадочного материала в прудах до массы 4-7 г на естественной кормовой базе и с кормлением карповыми комбикормами с размером крупки 0,4-1,5 мм.

Опытные работы проводились на базе Добровского зонального рыбопитомника Липецкой области и на ОСПХ «Якоть» ФГБНУ «ВНИИПРХ».

Результаты экспериментальных работ на Добровском зональном рыбопитомнике

Исходным материалом для экспериментальных работ послужили перешедшие на смешанное питание пятисуточные личинки. Личинки в этом возрасте отличаются активным поведением, остро реагируют на изменения гидродинамики в лотках, где проходит их подращивание. При прекращении потока воды они прекращали питаться, сбивались в стаю и начинали интенсивно двигаться вдоль стенок лотка. При возобновлении тока воды личинки становились обратно на ток и вели себя спокойно.

Подращивание личинок и мальков вырезуба проводили в лотках при подаче воды 30 л/мин; температуре 21-23,5°C и содержании растворенного в воде кислорода не менее 5-6 мг/л. Плотность посадки личинок составила 20 тыс. шт./м², выживаемость - 95%. Продолжительность выращивания личинок с момента перехода на внешнее питание науплиями *Artemia salina* составила 16 суток. За этот период средняя масса личинок вырезуба возросла с 3 до 64 мг. Прирост составил 61 мг. График роста молоди вырезуба в лотках представлен на рисунке 44.

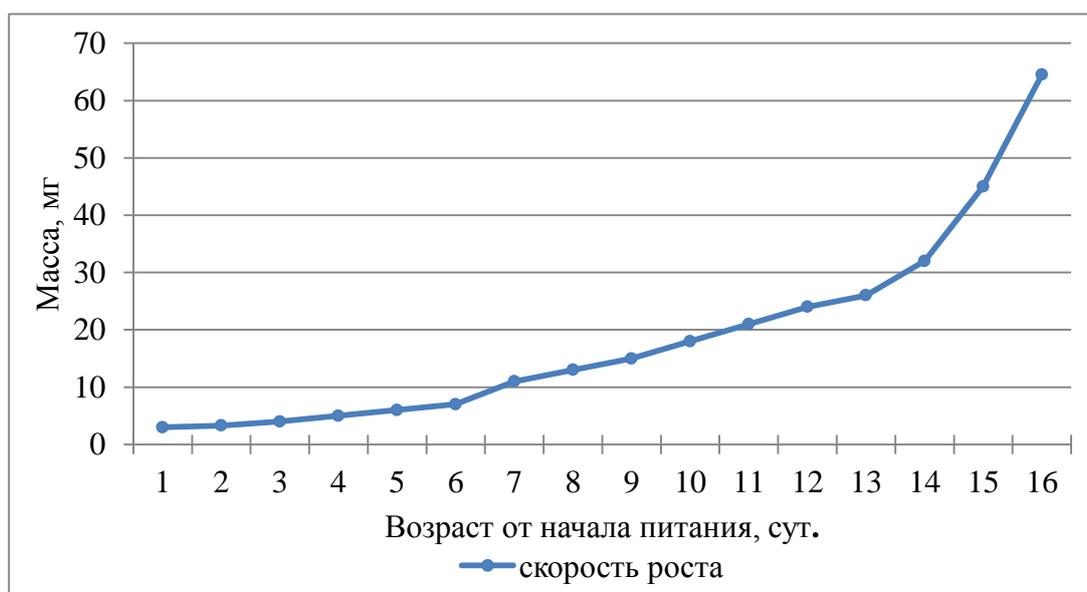


Рисунок 44. Рост молоди вырезуба в лотках (комбинированный метод)

Вырезуб, как и многие другие виды карповых рыб, сравнительно не требователен к абиотическим факторам среды. Исключение составляет температура воды, влияющая на выживаемость личинок в основном косвенным путём через увеличение длительности прохождения этапов малькового развития, в котором возможно воздействие биотических факторов среды, в том числе их выедание хищными беспозвоночными. Первостепенное значение при подращивании молоди в прудах приобретает пищевой фактор, то есть качественный и количественный состав кормовой базы.

Зарыбление пруда проводили молодью вырезуба массой 60-69 мг и длиной 17-19 мм при температуре воды 24°C. Количество высаженной личинки составило 8 тыс. шт. на пруд, или 80 тыс. шт./га. Пруд площадью 0,1 га с максимальной глубиной 2,2 м представлял собой мезотрофно-эвтрофный водоем. Биомасса фитопланктона была в пределах 5-20 мг/л. Численность бактерий в воде составляла 1-2 млн кл./мл. Заращение пруда высшей водной растительностью не превышало 30%. Биомасса зоопланктона колебалась в пределах 3-7 г/м³, а бентоса – 3-6 г/м². Личинок вырезуба в пруду выращивали вместе с личинками карпа при общей плотности посадки 300 тыс. шт./га.

Подращённые личинки вырезуба быстро освоились в пруду и расположились в средней толще воды ближе к берегу. Молодь образовала несколько крупных стай. Некоторые стаи вели себя активно, непрерывно и быстро перемещаясь из одной части пруда в другую. Другие же, наоборот, сконцентрировались в прибрежной зоне и никуда оттуда не уходили.

В пищевом комке вырезуба в начале июня встречался детрит, фито- и зоопланктон. В конце июня было проведено пробное кормление карповым кормом. Отмечено, что молодь может потреблять этот корм – передний отдел кишечника был заполнен частицами корма. Кормление продолжалось до сентября. В июле-начале августа основная масса пищевого комка состояла из естественной пищи: зоопланктона, сине-зелёных водорослей, насекомых, детрита, высшей водной растительности. В конце августа содержимое кишечника вырезуба состояло из остатков высшей водной растительности, насекомых и зоопланктона. Данные по темпу роста и спектру питания молоди вырезуба при выращивании в прудах в 2018 г. приводятся в таблице 34 и на рисунке 45.

Таблица 34

Рост молоди и спектр питания в прудах Добровского зонального рыбопитомника

Возраст молоди, сут.	Период выращивания, сут.	Масса, г	Длина, мм	Содержимое пищевого комка
23	8	0,1	20	Детрит, фитопланктон, зоопланктон
40	24	0,6	34	Передний отдел кишечника полностью наполнен частичками корма (кусочки жмыха и зерновые). Наряду с этим в питании также были обнаружены остатки растительного корма и зоопланктона
64	48	1,3	43	Основная масса пищевого комка состоит из зоопланктона, также найдены остатки сине-зелёных водорослей и детрит
86	70	2,4	54	Сине-зелёные водоросли, зоопланктон, насекомые, детрит, высшая водная растительность
100	84	2,9	58	Остатки высшей водной растительности, насекомые, зоопланктон
117	101	3,7	65	Остатки высшей водной растительности, насекомые, зоопланктон

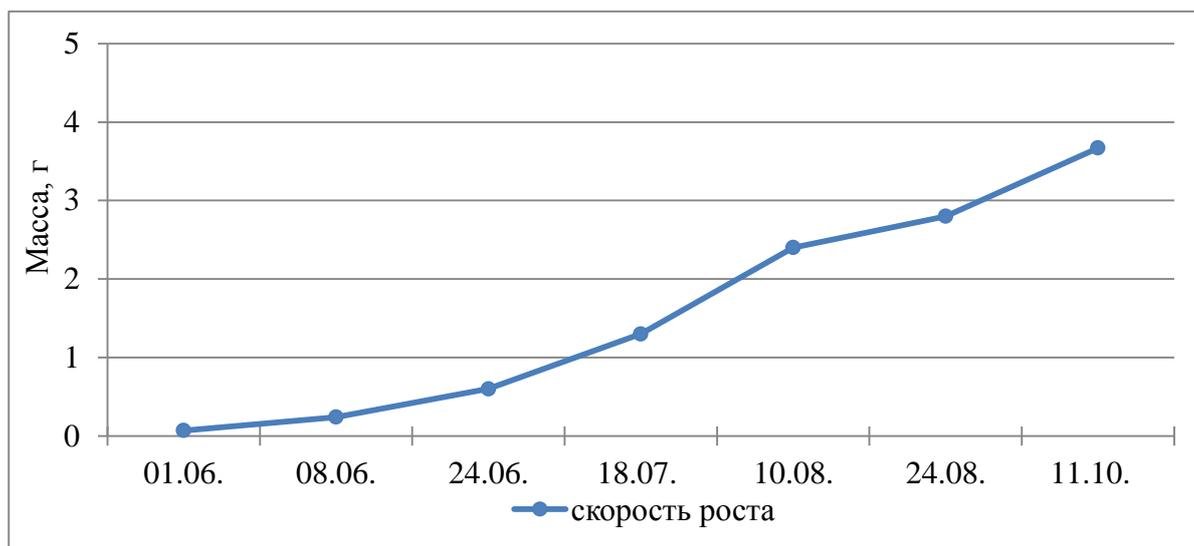


Рисунок 45. Рост молоди вырезуба в прудах (комбинированный метод)

Таким образом, на первом году жизни в пищевом комке вырезуба присутствуют фитопланктон, остатки высшей водной растительности, детрит, зоопланктон, зообентос, личинки насекомых, комбикорм. Результаты выращивания молоди вырезуба комбинированным методом представлены в таблице 35.

Таблица 35

Результаты выращивания молоди вырезуба комбинированным методом

Показатели	Бассейны (лотки)	Пруды
Плотность посадки, шт./м ²	20000	80
Возраст молоди, сут.	23	117
Масса молоди, мг:		
начальная	3	64
конечная	64	3670±0,05
Продолжительность кормления, сут.:		
науплии артемии салина	16	
комбикорм		77
Средняя температура, °С	22±0,3	18,6±0,6
Продолжительность выращивания, сут.	23	94
Выживаемость, %	95	80
Прирост молоди, мг		
общий	20	3036±0,04
среднесуточный	2,6	32,2

Период подращивания в пруду составил 101 сутки. За это время молодь вырезуба достигла средней массы 3,67 г, прирост составил 3,03 г при

выживаемости 80% (рисунок 46). Карп, который случайно попал в пруд вместе с вырезубом, имел массу 25 г.



Рисунок 46. Молодь вырезуба, выращенная комбинированным методом

Результаты экспериментальных работ на ОСПХ «Якоть»

Исходным материалом для экспериментальных работ послужили личинки, полученные в инкубационном цехе ОСПХ «Якоть». Подращивание личинок и мальков вырезуба проводили в лотках при подаче воды 30 л/мин., температуре 21-23,5°C и содержании растворенного в воде кислорода не менее 5-6 мг/л. Плотность посадки личинок составила 20 тыс. шт./м², выживаемость - 95%. Продолжительность выращивания личинок с момента перехода на внешнее питание науплиями *Artemia salina* составила 16 суток. За этот период средняя масса личинок вырезуба возросла с 3 до 48 мг. Всего подрастили около 10 тыс. личинок, из них 9 тыс. шт. были выпущены (6 июня 2017 г.) в пруд площадью 0,2 га.

Ниже на рисунке 47 представлена диаграмма компонентного состава кормовой базы во время зарыбления пруда.

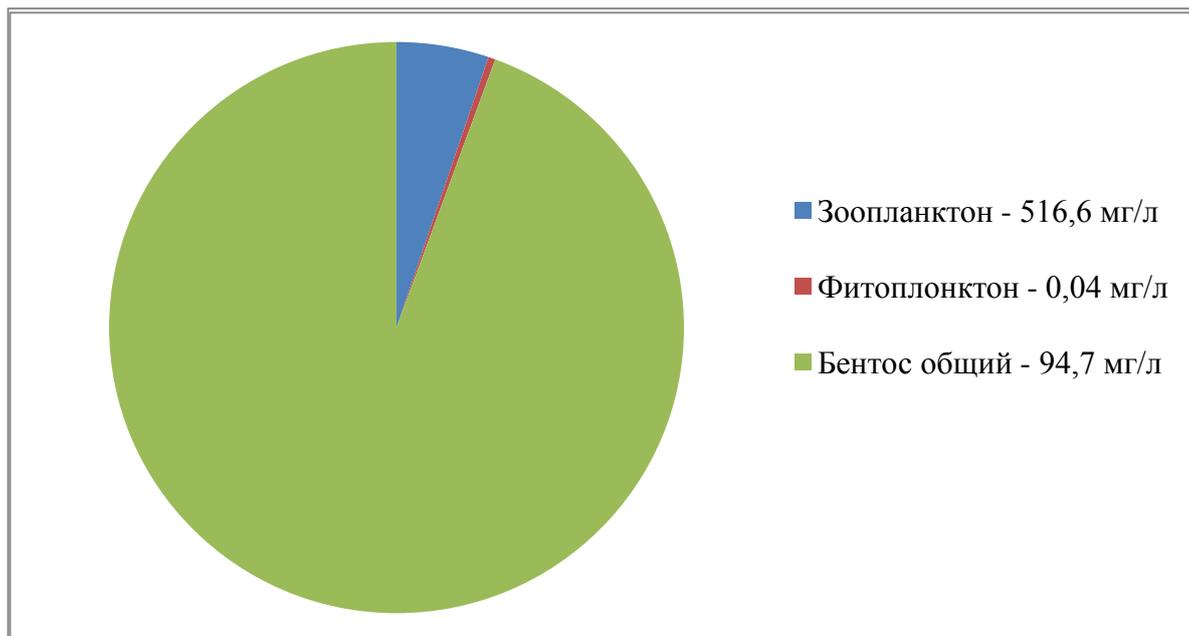


Рисунок 47. Кормовая база пруда в начальный период выращивания молоди

В ходе выращивания регулярно проводили изучение кормовой базы пруда, темпа роста и спектра питания молоди (рисунки 48, 49).



Рисунок 48. Видовой состав зоопланктона в пруду

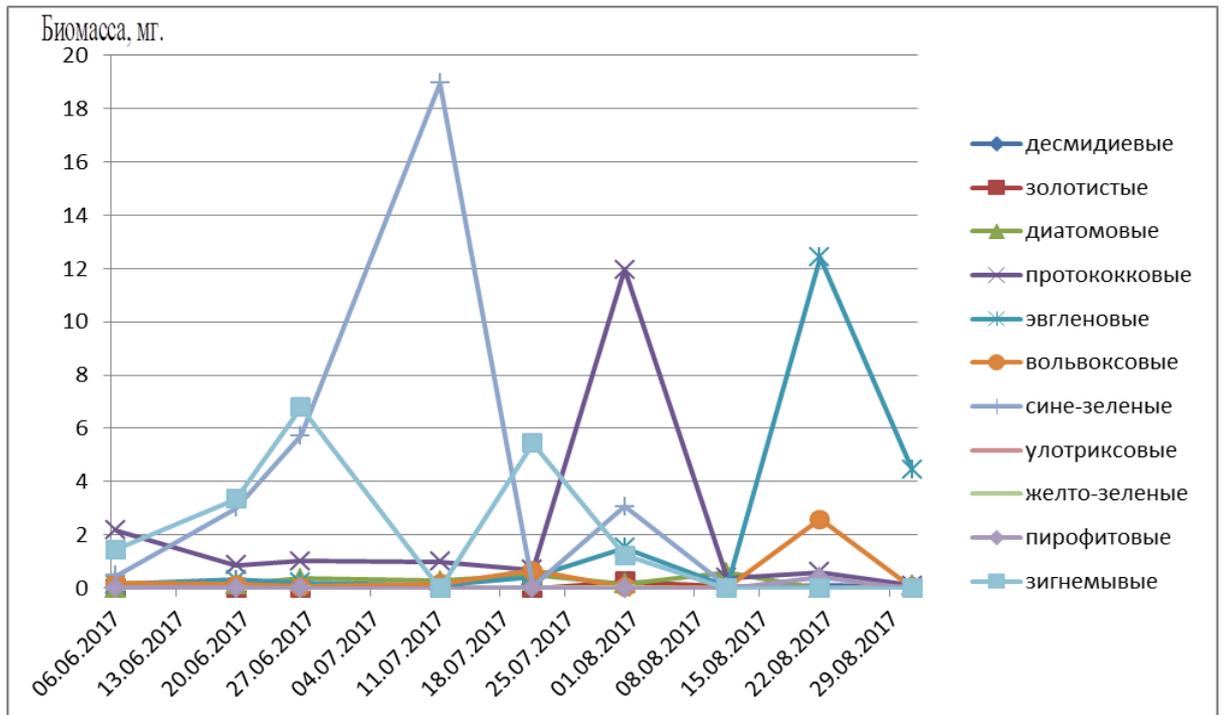


Рисунок 49. Видовой состав фитопланктона в пруду

На рисунках видно, как в течение вегетационного периода биомасса кормовой базы подвергалась колебаниям, скорее всего, это связано как с её выеданием рыбой, так и с изменением температуры воды (рисунок 50).



Рисунок 50. Изменение температуры воды в пруду при выращивании молоди

В ходе контрольных обловов проводились морфобиологические измерения и исследования состава пищевого комка. Установлено, что его основную часть составляют детрит и зоопланктон (рисунок 51).

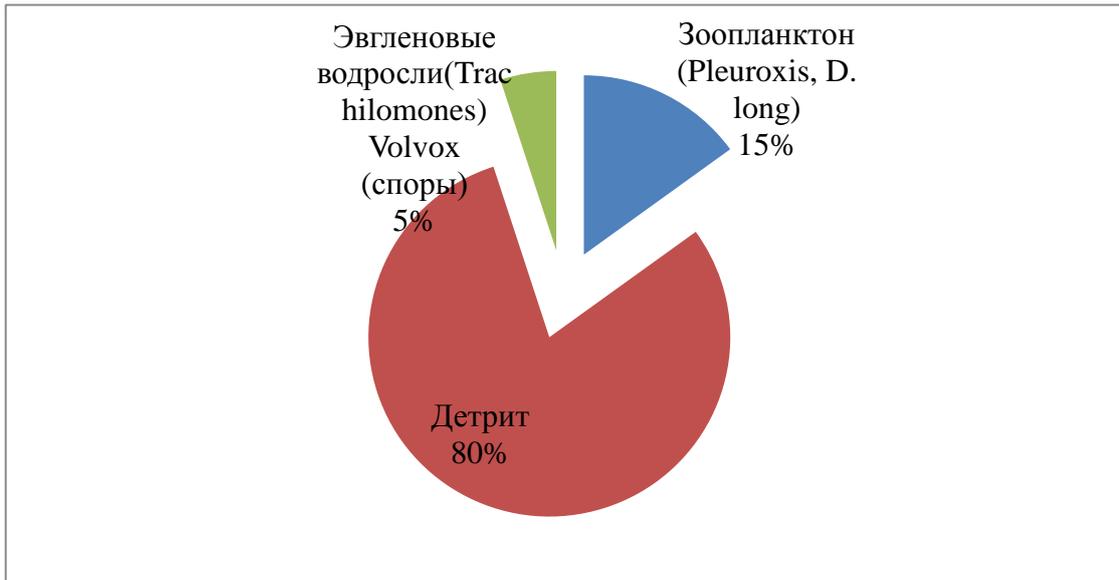


Рисунок 51. Состав пищевого комка вырезуба, выращенного в пруду (15.07.2017 г.)

К середине июня с понижением уровня естественной кормовой базы и темпа роста молоди вырезуба ввели подкормку витезаром (обезжиренные зародыши пшеницы) с диаметром крупки 0,4–0,8 мм. Общий химический состав витезара приведён в таблице 36.

Таблица 36

Общий химический состав витезара

Содержание основных питательных веществ в витезаре, %					
Влага	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола	Углеводы
4,3	95,7	34,1	6,3	4,6	55,0

Вырезуб охотно перешёл на потребление этого корма, что подтверждается его наличием в составе пищевого комка - до 80% (рисунок 52).

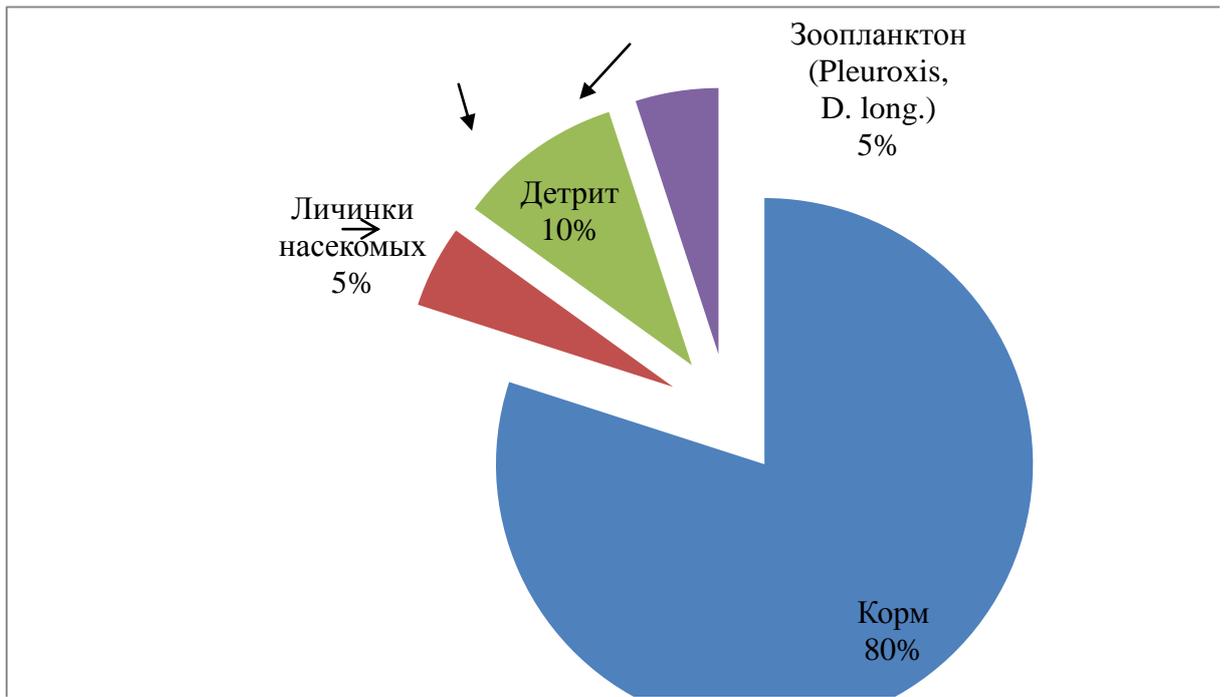
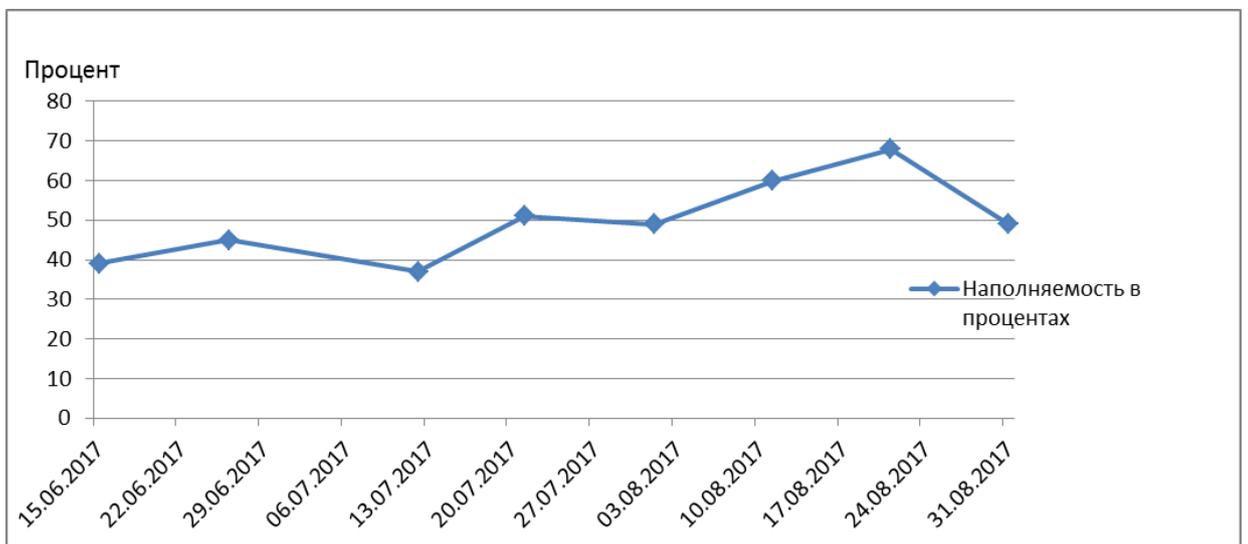


Рисунок 52. Состав пищевого комка вырезуба при кормлении витазаром (26.07.2017 г.)

В ходе исследования состава пищевого комка мы также определяли наполняемость кишечника. Результаты приведены на рисунке 53.



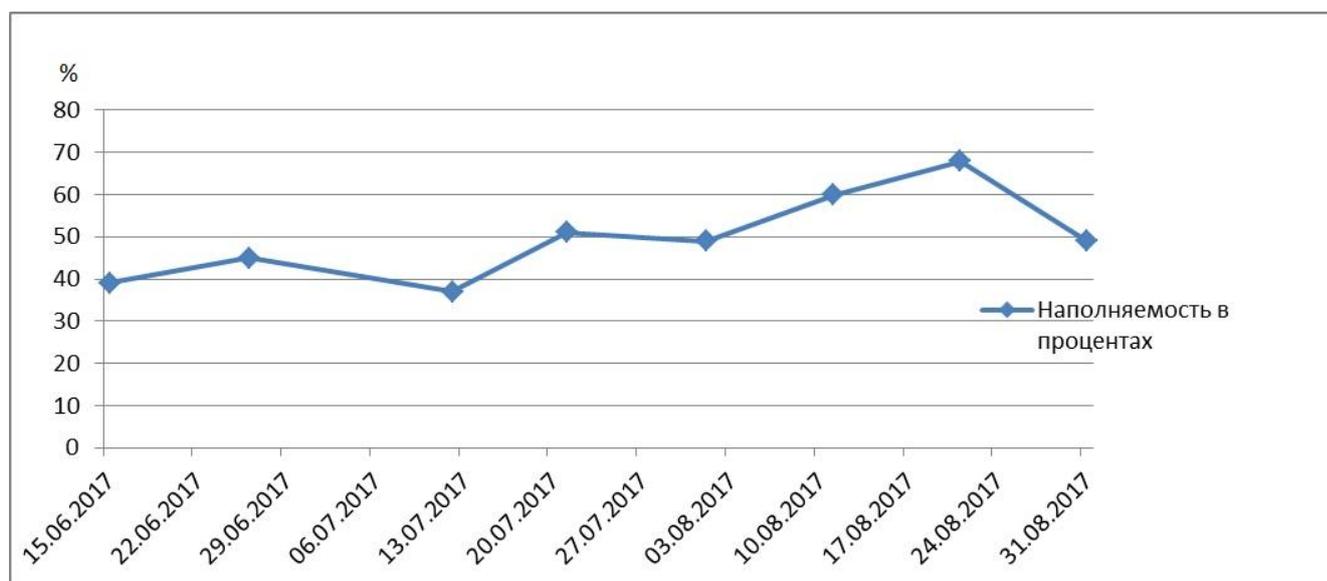


Рисунок 53. Наполняемость кишечника в течение периода выращивания в пруду

Из графика на рисунке 53 видно, что наполняемость кишечника у молоди в течение всего периода выращивания редко превышала 50%.

Ниже, в таблице 37, приведены результаты по темпу роста и спектр питания молоди в экспериментальных прудах.

Таблица 37

Рост и спектр питания молоди вырезуба в прудах ОСПХ «Якоть»

Возраст молоди, сут.	Период выращивания, сут.	Масса, г	Длина, мм	Содержимое пищевого комка	Наполнение кишечника, %
40	20	0,14	2,05	Детрит, зоопланктон, фитопланктон	35
50	30	0,28	2,53	Детрит, зоопланктон	42
57	37	0,27	2,65	Детрит	26
66	46	0,47	3,18	Детрит, зоопланктон, бентос	56
77	57	1,33±0,0 2	4,3±0,03	Комбикорм, детрит	85
87	67	1,55±0,03	4,65±0,02	Комбикорм, детрит	60
97	77	1,72±0,011	4,77±0,02	Комбикорм, детрит	68
107	87	2,16±0,02	5,2±0,05	Фитопланктон, комбикорм, зоопланктон	49

Анализ полученных данных даёт основание сделать вывод, что в естественной среде обитания, несмотря на обилие разнообразной пищи, молодь

вырезаба отдаёт предпочтение детриту, но при внесении корма охотно его потребляет.

Из графика, представленного на рисунке 54, видно, как темп роста молоди становится более интенсивным после применения витазара в качестве подкормки.

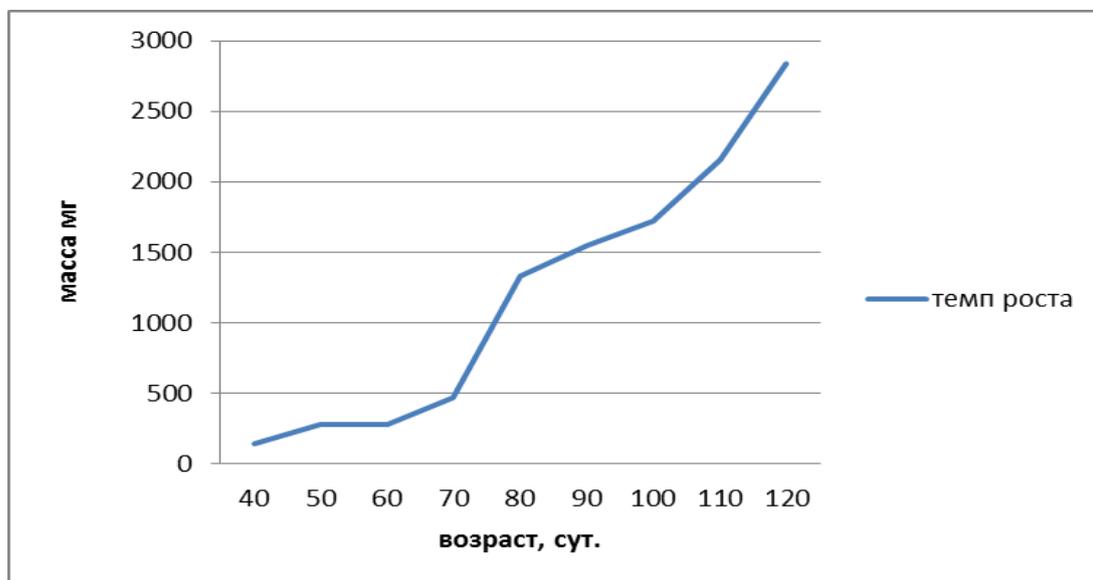


Рисунок 54. Темп роста вырезаба в пруду (ОСПХ «Якоть», 2017)

Результаты выращивания молоди вырезаба комбинированным методом на ОСПХ «Якоть» представлены в таблице 38.

Таблица 38

Результаты выращивания молоди вырезаба комбинированным методом

Показатели	Бассейны (лотки)	Пруды
Плотность посадки, шт./м ²	20000	45
Возраст молоди, сут.	23	117
Масса молоди, мг		
начальная	3	48
конечная	64	2840±0,02
Продолжительность кормления, сут.		
науплии артемии салина	16	
комбикорм		77
Средняя температура, °С	22	21
Продолжительность выращивания, сут.	23	94
Выживаемость, %	95	70
Прирост молоди, мг		
общий	20	1792±0,01
среднесуточный	2,6	23,8

За период исследований (2004-2017 гг.) были проведены эксперименты по двум комбинированным способам подращивания молоди: пруд – индустриальное хозяйство, индустриальное хозяйство – пруд и индустриальное хозяйство.

На рисунке 55 представлены результаты выращивания молоди вырезуба в рыбоводных хозяйствах различного типа (прудовые и индустриальное).

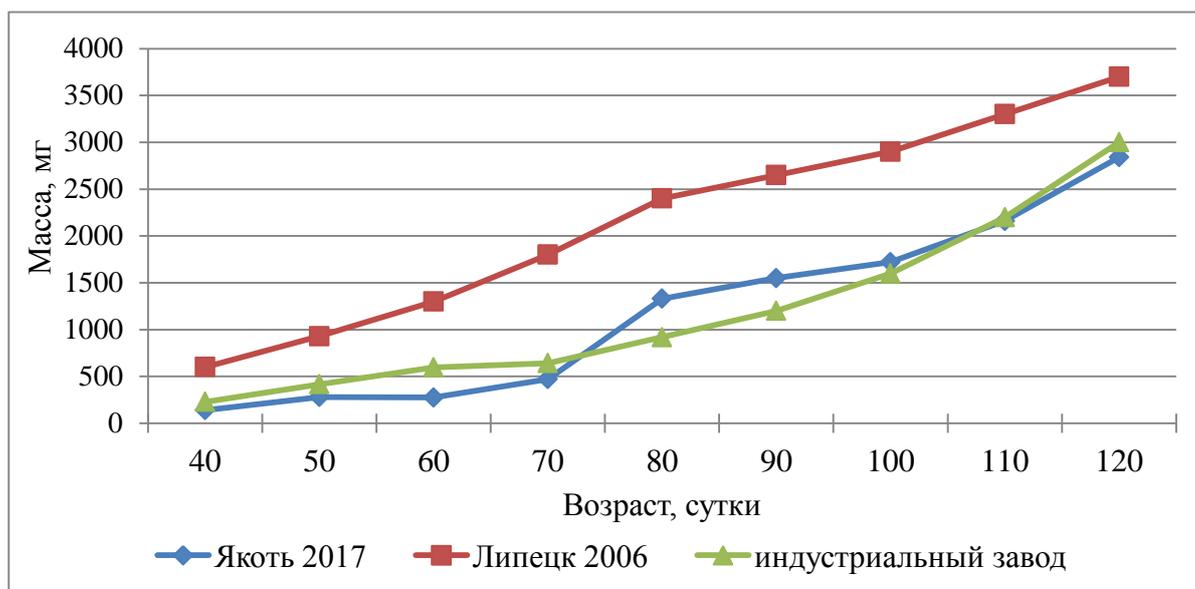


Рисунок 55. Скорость роста молоди вырезуба в разных условиях на хозяйствах различного типа

Из рисунка видно, что темп роста молоди, выращенной в Липецкой области в 2006 г., выше, чем в условиях других рыбоводных хозяйств. По спектру питания и доступности пищи условия этого хозяйства были схожи с условиями выращивания на ОСПХ «Якоть» в 2017 г. Принципиальная разница лишь в зоне прудового рыбоводства и, следовательно, в сумме эффективных температур регионов, где проводилось экспериментальное выращивание (рисунок 56).

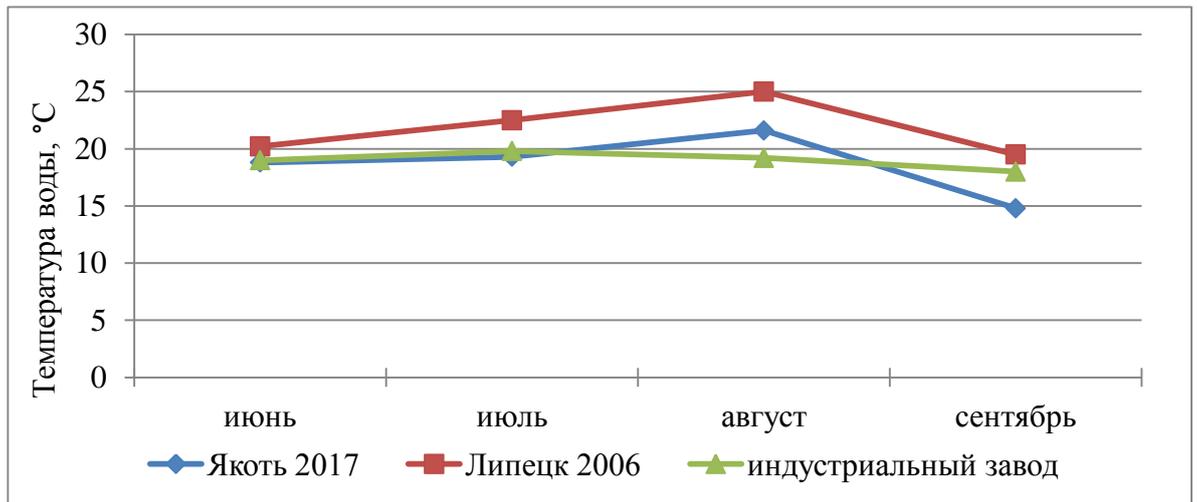


Рисунок 56. Температурный режим выращивания молоди вырезуба на разных хозяйствах

Сравнивая данные, полученные на разных хозяйствах в разных условиях, можно сказать, что наибольшее влияние на темп роста оказывает температура.

ГЛАВА 5. ВЫРЕЗУБ КАК ОБЪЕКТ ТОВАРНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

5.1. Выращивание товарного вырезуба в условиях промышленных хозяйств

В 2014 году экспериментальные работы по товарному выращиванию вырезуба проводились на промышленном хозяйстве в бассейнах объёмом 120 м³ (5,5×5,5×4 м) при разной плотности посадки и одинаковых условиях среды (температура, проточность, содержание кислорода, освещённость).

Результаты выращивания приведены в таблице 39 и на рисунке 57.

Таблица 39

Результаты выращивания двухлетков вырезуба в бассейнах промышленного хозяйства при разной плотности посадки

Показатели	Варианты опыта	
	1	2
Плотность посадки, шт./м ³	175	300
Масса молоди, г:		
начальная	8	5
конечная	56	44
Средняя температура, °С	17,7±0,01	17,7±0,01
Продолжительность выращивания, сут.	300	300
Выживаемость, %	90	90
Прирост молоди, г:		
общий	48	39
среднесуточный	0,16	0,13
Прирост относительный, %	600	780
Затраты корма, ед.	1,7	1,3

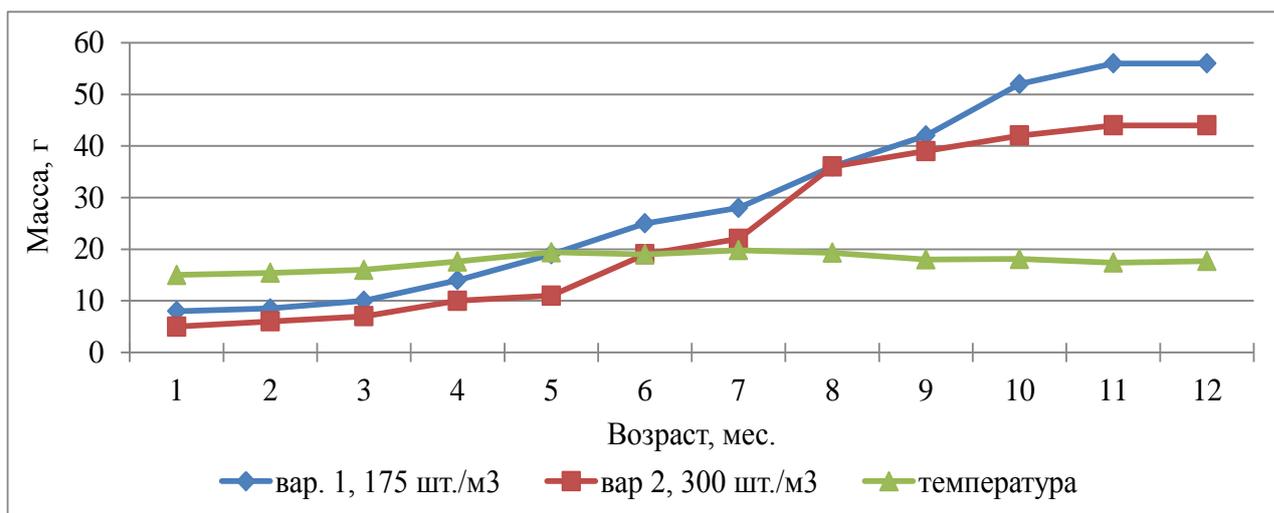


Рисунок 57. Скорость роста двухлетков вырезуба при разной плотности посадки (2014 г.)

В естественной среде обитания вырезуб обладает высоким темпом роста. Так, по данным А.Ф. Карпевич (Карпевич, 1998), у взрослых рыб среднегодовой прирост массы может составлять в среднем более 500 г, а по сравнительному коэффициенту массонакопления вырезуб может превосходить большинство карповых рыб Аральского, Азовского и Каспийского морей, включая сазана.

Эксперимент по товарному выращиванию вырезуба проводили при одинаковых условиях среды в бассейне объёмом 750 м³ промышленного хозяйства и установленных в этом же бассейне двух садках площадью 9 м² и глубиной 3 м.

В задачу исследований входило определение возможности использования садков для содержания и выращивания вырезуба. На ниже представленном рисунке 58 графически отражены показатели роста вырезуба в условиях различных рыбоводных ёмкостей (садки и бассейн).

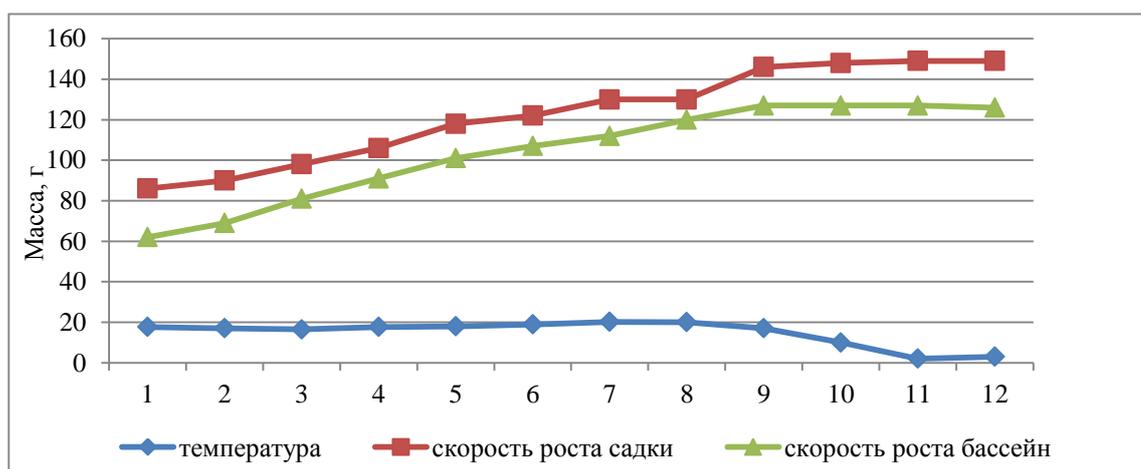


Рисунок 58. Темп роста двухгодовиков вырезуба при выращивании в различных условиях (2015 г.)

За годовой период выращивания темп роста вырезуба в садках и бассейне был приблизительно одинаков. На основании данного эксперимента можно сделать вывод о способности молоди вырезуба адаптироваться к садковым условиям выращивания.

Итоги выращивания товарного вырезуба в условиях бассейнового хозяйства совместно с сибирским осетром приведены в таблице 40, темп роста представлен на рисунке 59, температурный режим - на рисунке 60.

Таблица 40

Результаты товарного выращивания вырезуба в бассейнах

Показатели	Возраст, год			
	1	2	3	4
Средняя масса, г:				
начальная	0,1	7,5±0,2	56±0,32	149±0,45
конечная	7,5±0,2	56±0,32	149±0,45	386±0,5
Прирост, г	7,4	48,5	93	237
Плотность посадки, кг/м ³ :				
начальная	0,7	1,3-1,5	2,2	6
конечная	1,3	9,8-13,2	6	9,4
Выживаемость:				
шт.	55461	49914	44922	40430
шт./м ³	173	175	40	24
кг/м ³	0,6	8,5	3,8	3,4
%	97,3	90	90	90
Длительность выращивания, сут.	300	365	305	210
Средняя температура, °С	17,7±0,01	18,3±0,015	15,0±0,01	10,7±0,01
Сумма тепла за период, градусо-дни	4458	6713	5508	3956
Кормовой коэффициент	0,9	1,5	1,7	*

*вырезуб выращивался в поликультуре с осетром, поэтому кормовой коэффициент не достоверный.

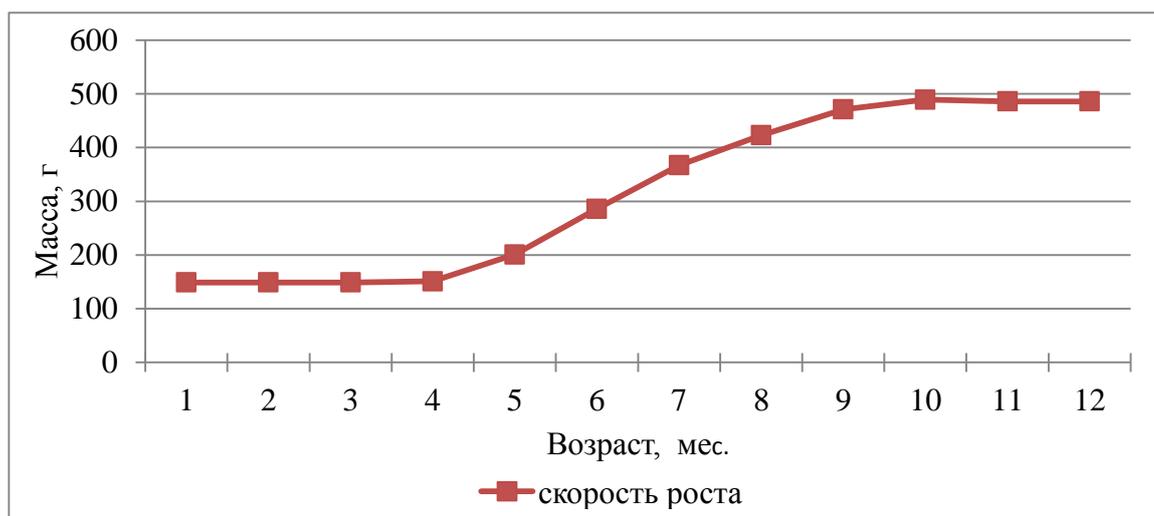


Рисунок 59. Скорость роста вырезуба при совместном выращивании с осетром (2016 г.)

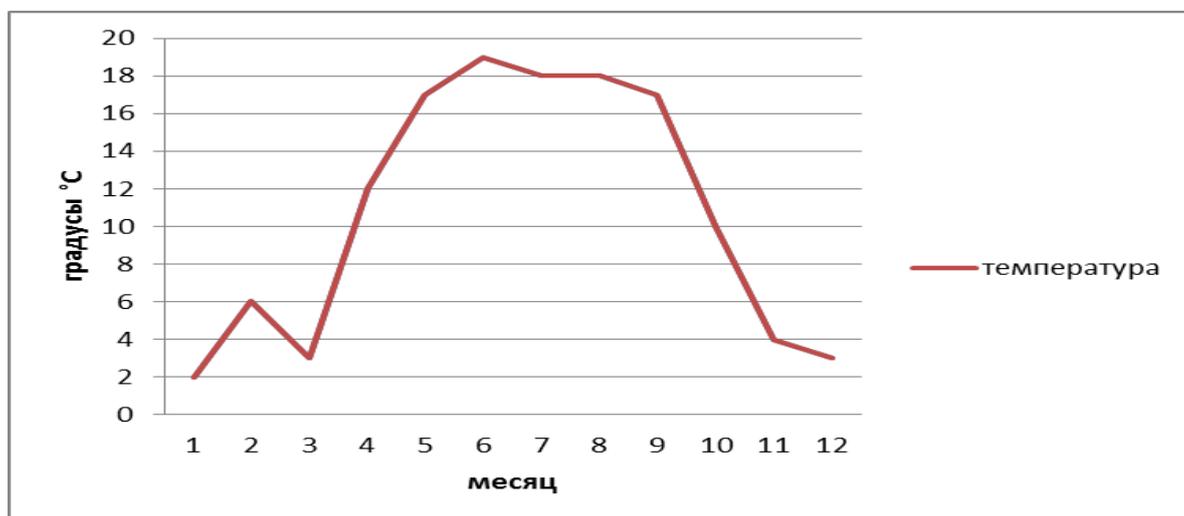


Рисунок 60. Температурный режим воды за период совместного выращивания с осетром (2016 г.)

Четырёхлетнее выращивание вырезуба в бассейнах совместно с осетром до массы 400 г показало хорошую совместимость этих двух объектов аквакультуры и возможность их выращивания в поликультуре.

Обобщая результаты исследования за годы выращивания вырезуба, мы общее количество данных (133) перевели в коэффициент массонакопления (K_M) (рисунок 61).

Диапазон зафиксированных значений K_M :

от -0,01069 (за 200 дней у рыб массой более 1 кг) минимум

до + 0,134 (за 2 дня от 0,03 до 0,064 г)

максимум

средняя величина всего массива $K_M = 0,02077$

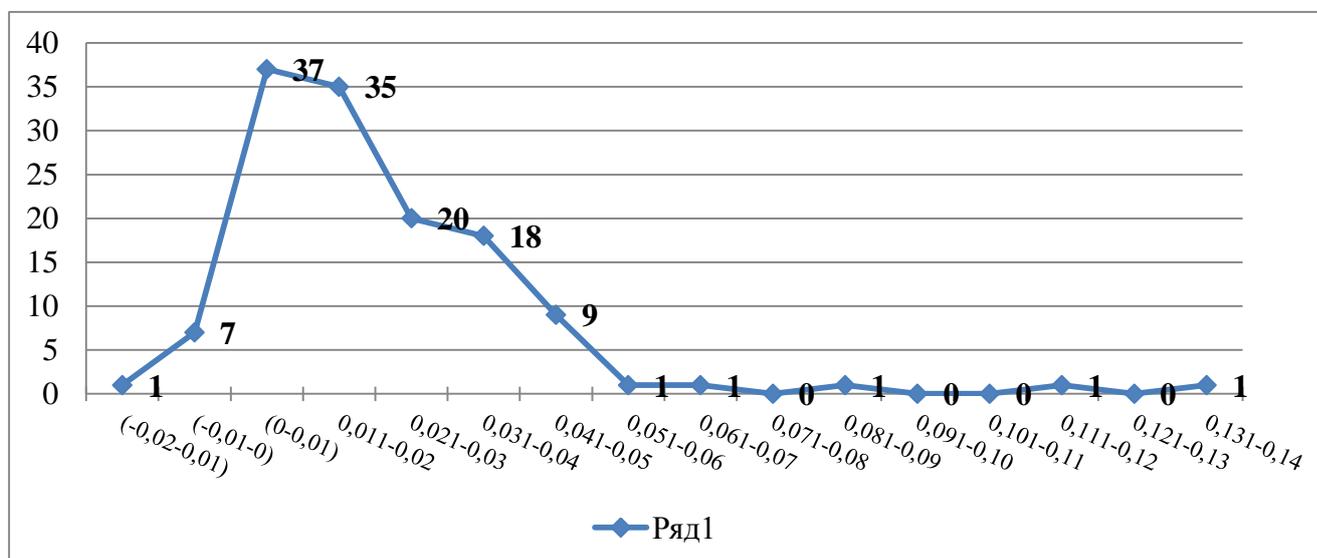


Рисунок 61. Частота значений K_M

Из графика видно постоянное падение K_M с увеличением размеров, что можно рассматривать по-разному:

- подтверждение общей закономерности роста рыб, то есть мелкие рыбы растут быстрее;
- падение скорости массонакопления может быть связано с процессами созревания;
- условия обитания крупных рыб были хуже, чем у мелких. Иными словами - создать одинаково комфортные условия для роста крупных рыб труднее, чем для мелких;
- для крупных рыб используется другая методика оценки скорости. Отрезки времени между смежными измерениями становятся всё больше, и в эти отрезки в большем количестве вклиниваются колебания (в том числе негативные, т.е. тормозящие скорость массонакопления) факторов внешней среды.

5.2. Пищевые достоинства вырезуба

Освоение биотехники разведения вырезуба будет являться основой не только крупномасштабного производства посадочного материала для целей биомелиорации рек, озёр и водоёмов комплексного назначения, но и для производства товарной продукции.

Нами были проведены исследования по оценке пищевой ценности и определению весового соотношения отдельных частей тела вырезуба. При этом к съедобным частям тела рыбы относили мышцы (отдельно или вместе с кожей), половые продукты (икру и молоки), к несъедобным – плавники и внутренности (кишечник, плавательный пузырь, почки, селезёнка и пр.). Голова и хрящи считались несъедобными условно, так как из них при варке можно получить питательный бульон.

Массовый состав вырезуба оценивали после взвешивания, измерения морфологических показателей. Массу головы определяли вместе с жаберным аппаратом. Взвешивание тушки проводили после отделения чешуи, позвоночника и внутримышечных костей. Результаты определения весового состава рыбы выражали в процентах к весу целой рыбы.

В таблице 41 приведены некоторые средние данные весовых соотношений частей тела вырезуба в сравнении с другими видами рыб.

Таблица 41

Весовые соотношения частей тела вырезуба и других видов рыб*

Вид рыбы	Масса рыбы, кг	Отношение к общей массе тела, %		
		мясо с кожей	внутренние органы	голова
Вырезуб	0,511	62,8	13,5	14,6
Белуга*		63,5	-	20,0
Осетр*		49,0	15,0	18,0
Севрюга*		50,0	13,5	16,0
Сазан*		40,0	8,5	40,5
Белый амур*	2,6	60,3	12,1	14,6
Белый толстолобик*	1,6	55,9	13,1	17,8
Пёстрый толстолобик*	4,0	52,7	7,0	27,6

*Данные приведены по Клеймёнову, 1962

При оценке биохимического состава мышц тела по основным энергетическим показателям (протеин, жир) по классификации И.Я. Клейменова (Клейменов, 1962) вырезуба можно отнести к «жирным» рыбам. Содержание жира в теле вырезуба массой 290 г составляет 6,6%, что сопоставимо с показателями у осетровых рыб: белуги Азово-Черноморского бассейна, осетра и стерляди Волго-Каспийского бассейна. Высокая энергетическая ценность, наличие достаточно высокого выхода мяса позволяет предложить вырезуба для использования в консервной промышленности и при производстве продукции горячего и холодного копчения. Сравнительный химический состав тела различных видов рыб представлен в таблице 42.

Таблица 42

Сравнительный химический состав тела различных видов рыб

Вид рыбы	Влага, %	Сухое вещество, %	Жир, %	Протеин, %	Минеральные вещества, %	Энергетическая ценность мяса, ккал/100 г
Вырезуб	76,6	23,3	6,6	16,1	0,6	123,8
Рыбы Азово-Черноморского бассейна*						
Карп	79,7		2,0	14,8	2,8	-
Белуга	75,2		5,8	16,7	1,0	122,4
Осетр	67,0		13,0	16,0	1,0	185,5
Рыбец	72,7		8,1	18,5	1,2	148,5
Сазан	75,0		5,5	18,0	1,1	125,0
Сом	71,8		11,5	16,1	-	172,0
Щука	80,0		0,5	18,0	1,1	78,5
Белый амур	77,6		3,5	15,8	2,2	-
Белый толстолобик	74,2		7,6	16,4	1,8	-
Рыбы Волго-Каспийского бассейна*						
Белуга	69,0		12,3	16,5	1,0	194,0
Осетр	76,5		5,4	17,1	0,95	132,0
Стерлядь	75,0		6,0	18,0	1,0	130,
Сом	78,5		4,0	16,4	1,0	105,0

Использованы данные Клейменова, 1962; Петренко, 1985.

5.3. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика вырезу́ба и чёрного амура

В отечественной аквакультуре особый интерес вызывают два представителя моллюскофагов: чёрный амур (обитатель китайского равнинного комплекса) и вырезу́б – вид, населяющий реки Азово-Черноморского бассейна.

Чёрного амура принято относить к теплолюбивым рыбам. В естественном ареале обитания его нерест проходит при температуре воды выше 20°C. А нерест вырезу́ба – при 14-16°C, что позволяет отнести последнего к более холодолюбивым рыбам и рассматривать как объект аквакультуры для I-III зон прудового рыбоводства, в отличие от черного амура, наиболее полно реализующего свою потенцию роста в условиях рыбоводных хозяйств с естественной температурой воды IV-VI зон прудового рыбоводства.

Ниже, в таблице 43, представлены сравнительные рыбоводно-биологические характеристики этих видов рыб.

Таблица 43

**Сравнительная характеристика вырезу́ба и чёрного амура при выращивании в
рыбоводных хозяйствах (литературные данные)**

Показатели	Условия выращивания			
	индустриальные		естественная температура воды	
	вырезу́б*	чёрный амур**	вырезу́б (разные авторы)**	чёрный амур (Багров и др.)**
Возраст достижения половой зрелости, год: самки самцы	4-5	5-7 4-6	4-5	6-8 5-7
Масса производителей, кг: самки самцы	480-1700	5-6 3-4		7,0-8,5 6,0-7,5
Температура нереста, °C	13-15	20 и выше	10-20	
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	34-134	300-400	39-369	250
Время инкубации, час	168-192	22-40	360-384	22-40
Продолжительность перехода на внешнее питание, час	240	48-80	360-384	48-80

Оптимальная температура выращивания, °С.	8-25	20-26	-	20-26
Масса, г:				
сеголетков	3,7-10,7	10-15		80
двухлетков	44-105	100	60-80	1350
трёхлетков	125-320	600	300-500	3000
четырёхлетков	484-870	1500		5000
Вид корма на первом году жизни	Зоопланктон, комбикорм	Зоопланктон, комбикорм	Зоопланктон	Зоопланктон, моллюски
Начало потребления молоди моллюсков при массе, г	200	120-130	200	120-130

* данные автора

** данные из литературных источников (Козлов, 1991, 1998; Смирнова, 1957; Смирнова, Трушинская, 1964; Багров и др., 2000; Мельченков и др., 2009).

Приведённые сравнения показывают, что вырезуб незначительно уступает чёрному амуру по скорости роста и по поедаемости моллюсков, а по срокам достижения половозрелости превосходит в два раза. Также нужно учитывать, что чёрный амур рекомендован для VI-V зон рыбоводства и при температуре ниже 16°C перестаёт питаться. Диапазон температуры, при которой можно использовать вырезуба как мелиоратора, значительно больше, что расширяет ареал его использования.

5.4. Пастбищное выращивание товарного вырезуба в водохранилищах

Для пастбищного выращивания могут быть использованы практически все водохранилища Волжского каскада, реки Дон и некоторые другие, заселённые дрейссеной, которая может стать основной пищей вырезуба. Формирование запасов дрейссены в водохранилищах подчинено определенным закономерностям. В малопроточных участках водохранилищ основная масса многолетней дрейссены сконцентрирована на границе зон временного осушения и постоянного затопления. В проточных участках водохранилищ дрейссена занимает практически все незаиленные твердые субстраты в зоне постоянного затопления. В зоне временного осушения водохранилищ ежегодно на разнообразных субстратах, включая высшую водную растительность, поселяется

молодь дрейссены, которая при осушении погибает. В целом запасы дрейссены в водохранилищах достаточно велики и в крупных водоемах оцениваются в сотни тысяч тонн. Аборигенные рыбы обычно слабо используют этот кормовой ресурс водохранилищ. Поэтому большая масса дрейссены ежегодно погибает от естественных причин.

Как уже было отмечено, естественное воспроизводство вырезуба возможно только в тех водохранилищах, в которые впадают не зарегулированные плотинами реки, берущие свое начало в предгорьях или среди возвышенностей. Реки, вытекающие из озер с болотным водосбором или из болот, вероятно, не пригодны для нереста вырезуба, поскольку в них практически отсутствуют нерестилища для литофильных рыб. Поэтому во всех волжских и донских водохранилищах промысловые запасы вырезуба могут быть сформированы только путем их зарыбления искусственно выращенным посадочным материалом.

В связи с тем, что в водохранилищах за счет вырезуба осваивается недоиспользуемый аборигенными рыбами кормовой ресурс в виде дрейссены, при его вселении может увеличиться промысловая рыбопродуктивность водоема, что видно на примере Цимлянского водохранилища, биомассу которого в настоящее время оценивают примерно в 300-400 г/м². При достаточном количестве в водоеме особей вырезуба, вероятно, ежегодное потребление дрейссены может составить 5-10% от ее биомассы. При таком уровне потребления дрейссены с каждого гектара водохранилища, заселенного моллюсками, можно дополнительно получить 10-20 кг рыбы (таблица 44).

Таблица 44

Предварительная оценка эффективности использования вырезубом запасов дрейссены в водохранилищах (Михеев и др., 2015)

Биомасса дрейссены, г/м ²	Потребление дрейссены			Кормовой коэффициент	Продукция вырезуба, кг/га
	%	г/м ²	кг/га		
300	5	15	150	15	10
300	10	30	300	15	20

На основании проведенных исследований предложены рыбоводно-биологические показатели по выращиванию вырезуба в условиях водохранилищ (таблица 45).

**Рекомендуемые условия и показатели выращивания вырезуба в водохранилищах
(Михеев и др., 2015)**

1	Водоохранилища, в которых обитает дрейссена	Бассейны рек Дон и Волга
2	Биомасса многолетней дрейссены (0+ - 8+) на границе зон временного осушения и постоянного затопления	в среднем 0,3-0,4, максимально до 2-5 кг/м
3	Биомасса дрейссены в возрасте 0+ в зоне временного осушения	до 0,1 кг/м ²
4	Индивидуальная масса посадочного материала вырезуба при вселении в водохранилище	100-200 г
5	Индивидуальная масса товарного вырезуба	свыше 1000 г
6	Возможное потребление вырезубом многолетней дрейссены	5-10%
7	Плотность посадки вырезуба в водохранилища, заселенные многолетней дрейссеной, в расчете на площадь дна	30-40 шт./га
8	Предполагаемый промысловый возврат от молоди 100-200 г	30-50%

При средней промысловой массе вырезуба 1 кг и выживаемости 50% (промысловый возврат от крупного посадочного материала) на каждый гектар, заселенный дрейссеной, достаточно вселить 20-40 штук крупного посадочного материала массой 100-200 г. Для этих целей необходимо создать питомник для производства посадочного материала. Можно использовать как уже имеющиеся прудовые и индустриальные хозяйства, так и построить новые по принципу работы в замкнутом цикле. В Приложении А приводятся расчёты затрат на производственный модуль УЗВ мощностью 50 миллионов личинок вырезуба в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многолетнее антропогенное воздействие на естественную среду обитания вырезуба привели к тому, что он перешёл в разряд исчезающих видов и был занесён в Красную Книгу России и других государств.

Восстановление популяции вырезуба ввиду малой численности самовоспроизводящихся маточных стад в местах их естественного размножения и обитания возможно только после организации крупномасштабного искусственного воспроизводства и выращивания посадочного материала.

С этой целью выполнены исследования по разработке и изучению рыбоводно-биологических особенностей вырезуба как объекта искусственного воспроизводства. Впервые изучены адаптационные возможности вырезуба и его отношение к основным факторам среды. Разработаны биотехника и нормативная база выращивания вырезуба на разных этапах онтогенеза, включая особенности формирования маточных стад и его воспроизводства в условиях рыбоводных хозяйств различного типа.

Наиболее перспективным методом разведения вырезуба является индустриальное выращивание, которое позволяет создать полностью контролируемые условия (температура, качество воды, кислород, кормление), что в свою очередь даёт возможность получить высокую выживаемость и ускоренное половое созревание. В то же время технология прудового выращивания молоди позволяет получать посадочный материал в больших количествах с наименьшими затратами.

Для организации производства посадочного материала предлагается комбинированный метод выращивания молоди в два этапа: в бассейнах и в прудах, а выращивание товарной продукции и крупного посадочного материала - в условиях бассейновых хозяйств.

ВЫВОДЫ

1. Прослеживается чёткая зависимость роста вырезуба от температуры воды. Оптимальной для выращивания является температура 22-26°C. В индустриальных условиях вырезуб становится половозрелым на 4-5 году жизни при массе 0,3-2,0 кг. Для созревания самкам требуется 20635, самцам 16706 градусо-дней, температура воды не должна выходить за пределы 15-25°C, концентрация кислорода опускаться ниже 3 мг/л. Благоприятная для роста вырезуба освещенность бассейнов – 250-350 лк. Молодь вырезуба адекватно реагирует на жёлтый спектр света, что положительно сказывается на её скорости роста.

2. Для адаптации разновозрастного материала вырезуба из водоёмов (река, пруд и т.д.) и снижения уровня стресса при переводе на питание искусственным кормом целесообразно применять метод «подражания», который заключается в его посадке к адаптированным особям или совместном содержании с рыбами, приученными к условиям бассейнового содержания. При бонитировке для снижения гибели производителей и ремонта оправдано применение анестезии, используется гвоздичное масло в дозировке 4 мл на 100 л воды.

3. В отличие от принятой в рыбоводной практике двукратной стимуляции созревания половых продуктов у самок, для вырезуба целесообразно применение трехразовой инъекции гипофизом карповых рыб: предварительная - 0,8 мг/кг, через 12 ч промежуточная - 6-8 мг/кг и через 12-14 ч разрешающая - 8-10 мг/кг массы самки; у самцов из расчёта 2 мг/кг массы во время проведения самкам разрешающей инъекции.

4. При переходе на смешенное питание (стадия 45), массе тела 7 мг и длине 11 мм при индустриальном (бассейновом) подращивании личинок вырезуба целесообразно кормить науплиями *Artemia salina*, а с увеличением массы до 100 мг и длине 20 мм большинство мальков переходят на питание искусственным кормом. Плотность посадки должна составлять не более 4,2 тыс. шт./м³, молоди массой 800 мг (возраст 50-60 суток) – 2,5 тыс. шт./м³, в то же время свободные

эмбрионы и предличинки могут выдерживать плотность посадки до 40 тыс. шт./м³, сеголетки - до 3,3 тыс. шт./м³.

Комбинированный метод выращивания включает два этапа. На первом этапе подращивание личинок проводят в лотках до массы 25-60 мг при плотности посадки 20 тыс. шт./м² с использованием зоопланктона и комбикорма (выживаемость 95%). Дальнейшее выращивание (второй этап) посадочного материала проводят в прудах на естественной кормовой базе и кормлением комбикормом (крупка 0,4-1,5 мм) до массы 4-7 г

Выращивание в бассейнах двухлетков при плотности 175 шт./м³ на импортных и отечественных комбикормах позволяет получить 8,5 кг продукции с 1 м³ при выживаемости 90% и кормовом коэффициенте 1,5. При выращивании в поликультуре наилучшие результаты получены в бассейнах с сибирским осетром.

5. Мясо вырезуба характеризуется высоким качеством. Выход съедобной массы составляет 63% при содержании жира 6,6%, что значительно выше, чем у карпа и других объектов прудового рыбоводства. Отличительной особенностью товарной продукции вырезуба является отсутствие в мышцах мелких костей.

6. Комплексный подход, заключающийся во всестороннем изучении вырезуба как объекта аквакультуры, позволил подготовить Рыбоводно-биологические и технологические нормативы по разведению вырезуба в хозяйствах различного типа, в которых представлены основы выращивания, описание типовых циклов подращивания молоди и выращивания посадочного материала. Приведены расчёт и смета затрат на строительство производственного модуля УЗВ мощностью 50 млн личинок вырезуба в год.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Результаты выполненных исследований показали высокую пластичность вырезуба к условиям выращивания. Формирование ремонтно-маточных стад, получение потомства для получения товарной продукции и реакклиматизации в места их исконного обитания возможны в хозяйствах различного типа: прудовое, садковое, бассейновое, включая УЗВ. Для сокращения сроков созревания производителей в I-III зонах прудового рыбоводства целесообразно использовать предприятия индустриального типа.

При организации крупномасштабного производства посадочного материала наиболее эффективным является применение комбинированной технологии выращивания.

Для получения потомства вырезуба в заводских условиях следует использовать трехразовую гипофизарную инъекцию. Все манипуляции с производителями осуществлять, используя анестезию - раствор гвоздичного масла в количестве 4 мл на 100 л воды.

Специфические особенности икры вырезуба в период ее инкубации исключают необходимость применения медикаментозных препаратов для борьбы с сапролегнией.

Наличие рецептуры разработанного отечественного (относительно дешёвого) стартового корма МК рост 1 при организации его производства значительно повысит технологический уровень выращивания.

При индустриальном культивировании товарного вырезуба можно рекомендовать поликультуру с сибирским осетром, что позволяет увеличить выход рыбопродукции с единицы водной площади на 20-25%, используя один и тот же корм.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Дальнейшая разработка темы перспективна, как в научном, так и в практическом отношении.

Значительный интерес представляет вопрос разработки рыбоводно-биологических нормативов (технологии) формирования маточных стад и производства посадочного материала вырезуба в садках, установленных в водоёмах с естественной температурой воды и в водоёмах-охладителях энергетических объектов для целей пастбищной аквакультуры, биомелиорации и получения товарной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алимов И.А. Опыт выращивания сеголетков вырезуба в поликультуре // Научные основы сельскохозяйственного рыбоводства: состояние и перспективы развития. – М.: ВНИИР, 2010. - С. 143-148.
2. Аннотированный каталог круглоротых рыб и континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – С. 69-70.
3. Архипов Е.М. Введение охранного режима рыболовства в Верхнем плесе Цимлянского водохранилища // Современные достижения рыбохозяйственной науки России. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня основания Саратовского отделения ГосНИОРХ. - Саратов, 2000а. - С. 7-8.
4. Архипов Е.М. О причинах снижения уловов рыбы в Верхнем Дону // Современные достижения рыбохозяйственной науки России. Материалы научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня основания Саратовского отделения ГосНИОРХ. – Саратов, 2000б. – С. 9-11.
5. Архипов Е.М. Современное состояние популяций ценных редких видов рыб Донского бассейна и меры по сохранению их численности // Скопа. Общественная региональная экологическая научно-образовательная газета. – Волгоград, 2001. - № 4. – С. 2, 9.
6. Архипов Е.М. Начало трансформации Цимлянского водохранилища в водоем озерного типа и ее влияние на естественное воспроизводство рыб // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе (К 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ). – СПб.: ГосНИОРХ, 2002. – С.69-72.
7. Архипов Е.М., Автонов Ю.С. Перспективы зарыбления Цимлянского водохранилища видами – биологическими мелиораторами // Рыбное хозяйство. Сер.: Аквакультура. Информ.пакет. Прудовое и озерное рыбоводство. Вып. 1. – М.: ВНИЭРХ, 1999. – С. 43-49.
8. Архипов Е.М., Автонов Ю.С., Попов А.С. Состояние рыбных запасов и организация промысла на Цимлянском водохранилище и меры по повышению эффективности использования его сырьевых ресурсов // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. - М., 2000. - Вып. 75. – С. 140-148.
9. Архипов Е.М., Шелемех Н.В. Состояние рыбных запасов Цимлянского водохранилища и меры по повышению эффективности их использования // Биоразнообразие водных экосистем юго-востока европейской части России. Сборник научных статей. Ч. 1. – Волгоград, 2000. – С. 56-65.
10. Багров А.М., Богерук А.К., Веригин Б.В., Виноградов В.К., Гупецкий Н.Е., Ерохина Л.В., Золотова З.К., Калмыков Л.В., Кривцов В.Ф., Макеева А.П., Мельченков Е.А., Савин Г.И., Панов Д.А., Чертихин В.Г. Руководство по биотехнике разведения и выращивания дальневосточных растительноядных рыб. - М., 2000. - 211 с.

11. Бандура В.И. Промысловая база Цимлянского водохранилища, современное состояние сырьевых ресурсов и пути оптимизации промысла // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. № 270. – Л., 1987. – С. 4-22.
12. Белінг Д.О. Матеріяли до іхтіофавни р. Півд. Бог // Труды Фізично-Математичного відділу УАН. Т. 3 Вип. 7. 1927. – С. 333-357.
13. Берг Л.С. Рыбы пресных вод России. 2-е издание. – М.: Гос. издательство, 1923. – С. 129.
14. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1. –Л.: Издание Всесоюзного Института Озерного и Речного Рыбного Хозяйства, 1932. – С. 326-327.
15. Бойко Е.Г., Шаболина В.А. Уловы ставных сетей как показатель запаса судака и леща в Таганрогском заливе // Труды ВНИРО. Т. 89. – М.: Отдел научно-технической информации, 1972. – С. 123-159.
16. Большая Российская энциклопедия в 30 т. Т. 6. – М.: Большая Российская энциклопедия, 2006. – С. 767.
17. Борисов П.Г., Овсянников Н.С. Определитель промысловых рыб СССР. 4-е переработанное и дополненное издание. – М.: Издательство «Пищевая промышленность», 1964. – С. 218.
18. Брума И.Х., Бурнашев М.С. Рыбные ресурсы низовья Днестра и их воспроизводство в современных условиях // Биогидроресурсы бассейна Днестра, их охрана и рациональное использование. – Кишинев, 1980. – С. 159-177.
19. Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР // Известия ГосНИОРХ. Т. 53. – Л., 1963. - С. 317.
20. Бурнашев М.С. Рыбохозяйственная характеристика нижнего бьефа р. Днестра // Труды зонального совещания по типологии и биологическому обоснованию рыбохозяйственного использования внутренних (пресноводных) водоемов южной части СССР. – Кишинев: Издательство «Штиинца» Академии наук Молдавской ССР, 1962. – С. 260-264.
21. Васильева Е.Д. Природа России: жизнь животных. Рыбы. – М.: ООО «Фирма «Издательство АСТ»», 1999. – С. 640.
22. Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР. Пособие для учителей. – М.: Просвещение, 1977. – С. 69.
23. Видовой состав уловов Российской Федерации в 1998-1999 гг. (Данные ФАО). // Рыбное хозяйство. № 5. – М., 2000. - С.32-33.
24. Видовой состав уловов Российской Федерации в 1999-2000 гг. (Данные ФАО). // Рыбное хозяйство. № 6. – М., 2001. - С. 28-30.
25. Видовой состав уловов Российской Федерации в 2000-2001 гг. (Данные ФАО). // Рыбное хозяйство. № 6. – М., 2002. - С. 30-31.
26. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Изд-во Белорусского гос. унив., 1956. -252 с.
27. Виноградов В.К., Ерохина Л.В. Биологические ресурсы внутренних водоёмов СССР. - 1979. - С. 121.
28. Витковский А.З., Богачев А.Н. Трансформация ихтиофауны водохранилищ Манычского каскада // Эволюция морских экосистем под

влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны. Тезисы докладов международной конференции. – Ростов-на-Дону, 2003. – С. 60-61.

29. Владимиров М.З. Раннее эмбриональное развитие и морфология нового межродового гибрида карповых рыб: самка *Rutilus frisii* (Nordm.) и самец рыбаца *Vimba vimba vimba* (L.) // Вопросы ихтиологии. - М.: Наука, 1978. - Т. 18, № 5. – С. 963-965.

30. Владимиров М.З., Батыр А.К. Поведение и численность рыб в нерестовый период ниже плотины Дубоссарской ГЭС // Вопросы ихтиологии. – М.: Наука, 1966. - Т. 6, вып. 2. – С. 314-318.

31. Воловик С.П., Чихачев А.С. Антропогенные преобразования ихтиофауны Азовского бассейна // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Сборник научных трудов (1996-1997 гг.). - Ростов-на-Дону: АзНИИРХ, 1998. – С. 7-22.

32. Воронцов В.М. Материалы по ихтиофауне Днепровского бассейна. Рыбы и рыболовство верховьев р. Днепра // Труды Общества изучения природы Смоленского края. - 1930. - Т. 5, вып. 2. – С. 138-148.

33. Восстановление выреза // Рыбак рыбака. № 34 (281). 29 августа – 1 сентября. – М., 2009. – С. 3.

34. Вятчина Л.И. Факторы, определяющие продуктивность экосистем водохранилищ // Перспективы пресноводной аквакультуры в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции 18-21 сентября 2000 г. – Киев, 2000. – С. 142-144.

35. Галкин Г.Г. Атлас чешуи пресноводных костистых рыб // Известия ГосНИОРХ.– Л., 1958. - Т.46. – 105 с.

36. Гладких К.К., Делицын В.В. Рыбы Верхнего Дона и вопросы регулирования рыболовства // Труды биологического учебно-научного центра «Веневитиново». Вып. 13. – Воронеж: ВГУ, 1999. – С. 22-32.

37. Гладких К.К., Делицын В.В. Рыбное хозяйство Воронежской области: проблемы и пути развития // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Волго-Донского междуречья на современном этапе (К 50-летию Волгоградского отделения ГосНИОРХ). – СПб.: ГосНИОРХ, 2002. – С. 161-173.

38. Гинзбург Я.И. О биологии и урожайности молоди рыб в Цимлянском водохранилище // Известия ВНИОРХ.– Л., 1958. - Т. 45. – С. 111-141.

39. Гонтя Ф.А. Моллюски Кучурганского лимана // Моллюски. Пути, методы и итоги их изучения. Четвёртое совещание по изучению моллюсков. Авторефераты докладов. - Сб. 4. - Л.: Наука, 1971. – С. 82-83.

40. Делицын В.В., Делицына Л.Ф. Особенности формирования ихтиофауны и пути повышения рыбопродуктивности малого водохранилища бассейна Верхнего Дона // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. № 218. – Л., 1984. – С. 81-84.

41. Делицын В.В., Делицына Л.Ф. Проблема охраны редких и исчезающих видов рыб на примере бассейна Верхнего Дона // Биологические

проблемы устойчивого развития природных экосистем. Тезисы докладов международной конференции. Ч. 1. – Воронеж: ВГУ, 1996. – С. 65-67.

42. Денщик В.А. Рыбохозяйственный кадастр как основа инвентаризации фауны рыб (на примере бассейна среднего течения Северского Донца) // Перспективы пресноводной аквакультуры в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы. Материалы международной научно-практической конференции 18-21 сентября 2000 г. – Киев, 2000. – С. 172-174.

43. Дзюбан Н.А., Дудкин А.Д. Воспроизводство вырезуба // Рыбное хозяйство. №1. – М.: Пищепромиздат, 1952. – С. 33-35.

44. Дирипаско О.А., Изергин Л.В., Яновский Э.Г. Определитель рыб Азовского моря. – Бердянск, 2001. – 107 с.

45. Долгий В.Н. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Прута. - Кишинев: Штиинца, 1993. - 319 с.

46. Дрягин П.А., Галкин Г.Г., Сорокин С.М. Состав рыб в Цимлянском водохранилище и преобразование его // Известия ВНИОРХ.– М.: Пищепромиздат, 1954. - Т. 34. – С. 115-121.

47. Дудкин А.Д. Прения по докладам // Труды совещаний ихтиологической комиссии АН СССР. Вып. 7. - М., 1957. – С. 373-473.

48. Жуков П.И. Определитель рыб Белоруссии. – Минск, 1960. – 122 с.

49. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии. – Минск: Наука и техника, 1965. - С–171-172.

50. Жуков П.И. Рыбные ресурсы Белоруссии. – Минск: Ураджай, 1983. – 127 с.

51. Залуми С.Г. Современный состав и некоторые закономерности формирования ихтиофауны низовьев Днепра в условиях зарегулирования и сокращения речного стока // Вопросы ихтиологии.– М.: Наука, 1970. - Т. 10, №5. – С. 779-789.

52. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоёмах. - «Агропромиздат», 1988. – С. 206-208.

53. Исаев А.И., Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ. Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – С. 90-92.

54. Каменский С.Н. Карповые (Cyprinidae) Кавказа и Закавказья. Вып. 2 (4). - Тифлис: Кавказский музей, 1901. - С.192.

55. Катасонов В.Я., Черфас Н.Б. Селекция и племенное дело в рыбководстве. – М.: Агропромиздат, 1986. – 183 с.

56. Карлов В.И., Владимиров М.З., Бодареу Н.Н. и др. Пути направленного формирования продуктивного ихтиокомплекса // Экосистема Нижнего Днестра в условиях усиленного антропогенного воздействия. – Кишинев: «Штиинца», 1990. – С. 228-233.

57. Карпевич А.Ф. О биологической стоимости рыб разного трофического уровня (о выборе рыб для аквакультуры и акклиматизации) // Избранные труды. - М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – Т. 1. – С. 387-430.

58. Кириков С.В. Промысловые животные, природная среда и человек. - М.: Наука, 1966. – 38 с.

59. Клеймёнов И.Я. Пищевая ценность рыбы. – М.: Пищевая промышленность, 1962. – 151 с.
60. Клеймёнов И.Я. Пищевая ценность рыбы. Справочник технолога рыбной промышленности. – 1971. - Т. 1. - С. 6-56.
61. Козлов В.И. О сохранении генофонда ихтиофауны // Генетика, селекция, гибридизация рыб. Тезисы докладов II Всесоюзного совещания. – Ростов-на-Дону, 1981. – С. 29-30.
62. Козлов В.И. Справочник фермера-рыбовода. - М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 342 с.
63. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода. - М.: Россельхозиздат, 1980. – 220 с.
64. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Краткий словарь рыбовода. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 160 с.
65. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Справочник рыбовода. 2-е издание, переработанное и дополненное. - М.: Росагропромиздат, 1991. – 238 с.
66. Козубов В. О рыбоводстве в Могилевской губернии // Дневник Отдела Ихтиологии Русского Общества акклиматизации животных и растений. - 1902. - Вып.7. – С. 207-213.
67. Кононов В.А., Менюк Н.С., Парадников А.М. Днепровское водохранилище // Известия ГосНИОРХ.– Л., 1961. - Т. 50. – С. 132-146.
68. Красная книга Краснодарского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. – Краснодар: Книжное издательство, 1994. – С. 285.
69. Красная книга Российской Федерации (животные). – М., 2001.
70. Крыжановский С.Г., Троицкий С.К. Материалы по ихтиофауне рек Черноморского побережья (в пределах Краснодарского края) // Вопросы ихтиологии.– М.: Издательство Академии Наук СССР, 1954. - Вып.2. – С. 144-150.
71. Крымова Р.В. Опыт разведения большеротого окуня в прудах // Рыбное хозяйство. № 9. – М.: Пищепромиздат, 1949. – С. 47-48.
72. Лапицкий И.И. Цимлянское водохранилище // Известия ГосНИОРХ. - Л., 1961. - Т. 50. – С. 102-118.
73. Лапицкий И.И. Направленное формирование ихтиофауны и управление численностью популяций рыб в Цимлянском водохранилище // Труды Волгоградского отделения ГосНИОРХ. – Л., 1970. - Т.4. – С. 3-171.
74. Лебедев В.Д. К вопросу об изменении ихтиофауны реки Десны в период от последней межледниковой до современной эпохи // Зоологический журнал.– М.: Издательство Академии Наук СССР, 1944. - Т. 23, № 5. – С. 240-249.
75. Лошаков А.С. Некоторые данные о проходных и полупроходных рыбах рек северо-западного Приазовья // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Азовского моря. Краткие тезисы предстоящей конференции. – Ростов-на-Дону, 1972. – С. 75-76.
76. Лошаков А.С. Формирование ихтиофауны Бердянского водохранилища за первые двенадцать лет его существования // Вестник зоологии. № 5. – Киев: Наукова Думка, 1974. – С. 38-44.

77. Лужняк В.А. Ихтиофауна рек и лиманов Черноморского побережья России // Материалы XXI конференции молодых ученых Мурманского морского биологического института. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2003. – С. 55-63.
78. Мельников Г.Б. Состав ихтиофауны и пути рыбохозяйственного освоения озера Ленина и малых водохранилищ Украины // Вопросы ихтиологии. – М.: Издательство Академии Наук СССР, 1955. – Вып. 3. – С. 32-49.
79. Мельченков Е.А., Калмыкова В.В.. Методические рекомендации по разведению и выращиванию посадочного материала рыб-биомелиораторов в условиях индустриальных (садковых) хозяйств. - М.: Экон-Информ, 2009. – 123 с.
80. Микодина Е.В., Седова М.А., Пьянова С.В., Коужил Я. Руководство по применению анестетика «гвоздичное масло» в аквакультуре. - Научно-технические и методические документы. – Аквакультура, №6. - ВНИРО, 2011.
81. Михеев В.П., Мельченков Е.А., Калмыкова В.В., Мышкин А.В., Ражуков Р.С., Михеев П.В. Воспроизводство вырезуба *Rutilus frisii frisii* (Nordmann) для водохранилищ методами индустриального рыбоводства. Рыбохозяйственные рекомендации. - М., 2015. - 30 с.
82. Михеев В.П. Биотехнологические основы рыбного хозяйства внутренних водоёмов России. – М.: Экон-Информ, 2008. – 138 с.
83. Мовчан В.А. Жизнь рыб и их разведение. – М.: Колос, 1966. – С. 165-167.
84. Никольский Г.В. Частная ихтиология. Изд. 3-е, испр. и доп. Учебник для вузов по специальности «Ихтиология». - М.: Высшая школа, 1971. – 216 с.
85. Олейников Н.С. Материалы по биологии Кавказских рек Черноморского побережья // Труды Новороссийской биологической станции. – Издательство Ростовского университета, 1961. – С. 97-120.
86. Опалатенко Л.К. О морфологии и экологии вырезуба (*Rutilus frisii*) (*Pisces, Cyprinidae*) Верхнего Днестра // Вестник зоологии.– Киев: Наукова думка, 1978. - № 4. – С. 83-85.
87. Осетров В.С., Горохов В.В. Рыбы в борьбе с моллюсками – промежуточными хозяевами гельминтов (обзорная информация). – М.: ВНИИТЭИСХ, 1981. – 55 с.
88. Остроумов А. Определитель рыб Черноморского и Азовского морей // Вестник рыбопромышленности. № 7-9. - СПб., 1896. – С. 278-318.
89. Отчет о работе ГосНИОРХ за 2001 г. – СПб.: ГосНИОРХ, 2002. – 79 с.
90. Павлов П.И. Современное состояние запасов промысловых рыб нижнего Днепра и Днепровско-Бугского лимана и их охрана. – Киев: Институт гидробиологии АН УССР, 1964. – 298 с.
91. Павлов Д.С., Решетников Ю.С., Шатуновский М.И., Шилин Н.И. Редкие и исчезающие виды рыб СССР и принципы их включения в Красную книгу // Вопросы ихтиологии. - 1985. - Т. 25, № 21. – С. 16-25.
92. Пастухов В.М. Вырезуб (*Rutilus frisii* (Nordman)) // Красная книга Смоленской области. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных и растений. – Смоленск: СГПИ, 1997. – 104 с.

93. Подушка С.Б. О целесообразности организации воспроизводства вырезуба на азовских рыбоводных предприятиях // Вопросы рыболовства. – М., 2000. - Т.1, № 2-3. Ч.2.– С. 90.
94. Подушка С.Б. Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. № 8. – СПб.: ООО «Береста», 2004. - 73 с.
95. Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Никоноров С.И., Пономарёва Е.Н., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. – М., 2002. – 198 с.
96. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
97. Решетников Ю.С., Богущкая Н.Г., Васильева Е.Д. и др. Список рыбообразных и рыб пресных вод России // Вопросы ихтиологии. - М.: Наука, 1997. - Т. 37, № 6. – С. 723-771.
98. Сабанеев Л.П. Жизнь и ловля пресноводных рыб. – Киев: Гос. изд-во сельскохозяйственной литературы УССР, 1965. – С. 388-393.
99. Самотеева В.В., Науменко А.Н., Олисов В.Н. Формирование маточных стад вырезуба и шемаи, выращивание молоди в прудовых хозяйствах Волгоградской области для целей искусственного воспроизводства // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016, № 4. – С. 45-53.
100. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Том 1.- М.: Агропромиздат, 1986. – 259 с.
101. Семина Н.В. Ихтиопатологическая обстановка на Цимлянском рыбообразном заводе (ЦРЗ), меры по сокращению потерь рыбоводной продукции // Искусственное воспроизводство и охрана ценных видов рыб. Материалы Всероссийского совещания. – М., 2001. – С. 271-274.
102. Семьянихин В.В., Антонова Л.В., Бабайцев В.В. и др. Первый опыт воспроизводства вырезуба в Липецкой области // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. – СПб.: РАН, 2006. – С. 11-17.
103. Смирнова Е.Н. Морфо-экологические особенности развития вырезуба *Rutilus frisii* (Nordm.) // Труды Института морфологии животных им. А.Н. Северцова. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1957. - Вып. 20. – С. 95-120.
104. Смирнова Е.Н., Трушинская М.Б. Основные задачи по восстановлению и увеличению численности запасов вырезуба // Известия ГосНИОРХ.– Л., 1964. - Т. 57. - С. 69-76.
105. Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России. Доклад. / Под ред. Т.П. Михелес и А.С. Печникова. – СПб.: ГосНИОРХ, 2002. – 297 с.
106. Сухойван П.Г. Рыбное наследие и его продуктивность // Беспозвоночные и рыбы Днепра и его водохранилищ. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 136-173.
107. Сыроватская Н.И. Материалы по плодовитости рыб р. Днепра // Труды Государственной ихтиологической опытной станции.– Херсон, 1927. - Т. 3, вып. 1. - С. 5-40.

108. Сироватська Н.І. Вирозуб *Rutilus frisii* (Nordman) // Праці Українск. Філії Озівсько-Чорноморського інституту морського рибного господарства. – Харків: Видавництво наркомпостачання УРСР, 1933. - Т. 7, вип. 1. – С. 80.
109. Томнатик Е.Н. Направление формирования ихтиофауны Дубоссарского водохранилища в первые два года его становления // Известия Молдавского филиала АН СССР. – Кишинев, 1958. - № 8 (41). – С. 67-80.
110. Томнатик Е.Н. К вопросу о формировании ихтиофауны Дубоссарского водохранилища // Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. - М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1959а. – С. 378-382.
111. Томнатик Е.Н. Некоторые особенности формирования ихтиофауны Дубоссарского водохранилища за период 1955-57 гг. // Труды объединенной научной сессии Молдавского филиала АН СССР. - Кишинев: Государственное издательство «Картя Молдовеняскэ», 1959б. - Т.2. – С. 371-376.
112. Троицкий С.К. Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение водоемов нижнего течения реки Кубани // Материалы зоологического совещания по проблеме «Биологические основы реконструкции, рационального использования и охраны фауны южной зоны европейской части СССР». Краткое содержание докладов. – Кишинев, 1965. – С. 270-275.
113. Троицкий С.К. Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение нижнего течения Северского Донца // Вопросы ихтиологии. – М.: Издательство «Наука», 1974. - Т. 14, № 3. – С. 415-423.
114. Троицкий С.К., Цуникова Е.П. Рыбы бассейнов Нижнего Дона и Кубани. – Ростов-на-Дону: Кн. изд-во, 1988. – 112 с.
115. Федий С.П. Рыбы и рыбный промысел Нижнего Днепра // Вестник Днепропетровского научно-исследовательского института гидробиологии. - 1952. - Т. 9. – С. 99-119.
116. Федоров А.В. Фаунистические комплексы пресноводных рыб бассейна Верхнего Дона и пути формирования донской ихтиофауны // Вопросы ихтиологии. – М.: Наука, 1970. - Т. 10, № 2. – С. 290-299.
117. Фесенко Г.М. Многолетняя динамика видового состава молоди рыб Цимлянского водохранилища // Сборник научных трудов ГосНИОРХ.– СПб., 1998. - Т. 323. – С. 61-75.
118. Фетисов Э.В. Состояние популяций полупроходных рыб Цимлянского водохранилища и перспективы сохранения их численности // Проблемы рыбного хозяйства на внутренних водоемах. – СПб.: ГосНИОРХ, 1999. – С. 149-150.
119. Фетисов Э.В., Трифонов В.Г., Архипов Е.М., Хоружий Д.Н. Обзор состояния популяций полупроходных рыб Цимлянского водохранилища и перспективы сохранения их численности // Биоразнообразии водных экосистем юго-востока европейской части России. Сборник научных статей. Ч. 1. – Волгоград, 2000. – С. 153-157.
120. Франк Ст. Иллюстрированная энциклопедия рыб. – Прага: Атрия, 1975. – 150 с.

121. Цепкин Е.А. Рыбы городища Танаис (о рыболовстве в дельте р. Дон во II-I веках до н.э.) // Вопросы ихтиологии. – М.: Издательство Академии наук СССР, 1961. - Т. 1, № 3. – С. 448-452.
122. Цепкин Е.А. К истории ихтиофауны Днестра // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. биологии. – М.: Издательство Московского университета, 1970. - Т. 75, № 3. – С. 127-132.
123. Цепкин Е.А. К истории промысловой ихтиофауны и рыболовства в бассейне Дона // Вопросы ихтиологии. - 1989. - Т. 29, № 5. – С. 771-776.
124. Цепкин Е.А. Изменение промысловой фауны рыб континентальных водоемов Восточной Европы и Северной Азии в четвертичном периоде // Вопросы ихтиологии.– М.: Международная академическая издательская компания «Наука», 1995. - Т. 35, № 1. – С. 3-17.
125. Цепкин Е.А. *Rutilus frisii* (Nordmann, 1840) – вырезуб // Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю.С.Решетникова. Т. 1. - М.: Наука, 2003. - С. 317-319.
126. Чебанов М.С. Методы повышения эффективности промышленного воспроизводства проходных рыб в Азовском бассейне // Итоги деятельности рыбохозяйственных институтов в XII пятилетке и основные направления исследований на 1991-1995 гг. - Л.: изд. ГосНИОРХ, 1991. - С. 54-56.
127. Шашуловский В.А., Масликов В.П. Перспективы вселения моллюскоядных рыб в Волгоградское водохранилище // Тезисы докладов VIII съезда гидробиологического общества РАН. Т.2. – Калининград, 2001. – С. 67-68.
128. Шерман И.М., Пилипенко Ю.В. Ихтиологический русско-украинский толковый словарь. – Киев: Видавничій дім «Альтернативи», 1999. – С. 34.
129. Шнаревич И.Д., Иванчик Г.С. Биохимический состав унионид и опыт использования их в форелеводстве // Вопросы малакологии Сибири. Материалы межвузовской научно-методической конференции по изучению пресноводных моллюсков Сибири. – Томск: Издательство Томского университета, 1969. – С.123-125.
130. Щербуха А.Я. Видовой, размерный и возрастной состав рыб Сев. Донца в районе сброса подогретых вод Луганской ГРЭС // Гидробиологический журнал. – Киев: Издательство «Наукова думка», 1973. - Т. 9, № 3. – С.52-57.
131. Щербуха А.Я. Общие и специальные вопросы охраны исчезающих и редких рыб фауны Украинский ССР // Вестник зоологии. № 6. – Киев: Наукова думка, 1981. – С. 3-6.
132. Эланидзе Р.Ф. Ихтиофауна рек и озер Грузии. - Тбилиси: Мецниереба, 1983. – С. 57.
133. Яковлев С.В. Вырезуб (По страницам Красной книги) // Скопа. Общественная региональная экологическая научно-образовательная газета. - № 4. 16-28 февраля. – Волгоград, 2001. – С. 2.
134. Ahmadian E., Zahmatkesh A., Malekzadeh-Viayeh R. Caspian whitefish, *Rutilus frisii* kutum Kamensky, 1901 a potential aquaculture candidate: Study on the cumulative effects of salinity and temperature on culture performance./ Iranian Journal of Fisheries Sciences. January 2015. - 623-633.

135. Falahatkar B., Mohammadi H., Noveirian H. Effects of different starter diets on growth indices of Caspian Kutum, *Rutilus frisii kutum* larvae./ *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 11(1) 2012. P. 28-36.
136. Javaheri S., Ghorbani R., Moradlu A.H. Efficacy of clove oil as an anaesthetic for two sizes of *Rutilus frisii kutum*/ *Global Veterinaria* January 2012. 319-322.
137. Khudiyi O. On the question of the distribution and abundance non-anadromus populations of *Rutilus frisii* in the Dniester-Dniester reservoir system// *Materialele Conferintei Internationale Chisinau*, 2-3 octombrie 2008. P. 160-161.
138. Khudiyi O., Khuda L., Fedkovych Y. The population state of Vyzrezub *Rutilus frisii* (Normann, 1840 (L.) in the Dniester/ International conference “resources of eels and other migratory fish species” 16-17 May 2013, Vilnius, Lithuania P. 71-72
139. Ouraji H., Khalili K. J., Ebrahimi G., Jafarpour S. A. Determination of the optimum transfer time of kutum (*Rutilus frisii kutum*) larvae from live food to artificial dry feed./ *Aquacult Int* (2011) 19:683–691.
140. Reza Imanpoor M., Abdollahi M. Effects of Tank Color on Growth, Stress Response and Skin Color of Juvenile Caspian Kutum *Rutilus frisii* Kutum./ *Global Veterinaria* 6 (2): 2011. P 118-125.
141. Samarin A. M., Amiri B. M., Soltani M., Nazari R. M., Kamali A., Naghavi M. R. Effects of Post-Ovulatory Oocyte Ageing and Temperature on Egg Quality in Kutum *Rutilus frisii kutum*/ *World Applied Sciences Journal* 15, 2011. P. 14-18.
142. Skilsky I.V., Khlus L.M., Cherevatov V.F., Smirnov N.A., Cheredaryk M.I., Khudiyi O.I. & L.I. Meleschuk, 2007.[Red Book of Bukovina. Animal], Vol. 2. P.I. Chernivtsi: DrukArt, 260 p.

ПРИЛОЖЕНИЕ А. РАСЧЁТ ЗАТРАТ НА СТРОИТЕЛЬСТВО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО МОДУЛЯ УЗВ МОЩНОСТЬЮ 50 МЛН ЛИЧИНОК ВЫРЕЗУБА В ГОД

Объём инвестиций в строительство модуля составит 26 409 870,00 руб., включая НДС, в том числе:

1. Проект технологической части. *Стоимость: 500 000,00 руб. (в том числе НДС 18%).*

2. Производственная площадь – 500 м². *Стоимость: 3 000 000,00 руб. (в том числе НДС 18%).*

3. Артезианская скважина – 40 м³ в сутки (технологические работы и оформление документов, разрешений, лицензий и т.д.). *Стоимость; 1 000 000,00 руб. (в том числе НДС 18%).*

4. Оборудование – бассейны, фильтры биологической и механической очистки воды (биофильтр и барабанный фильтр) загрузка биофильтра, насосы, система оксигенации, система обеззараживания, компрессоры и воздухоподувки, газгольдер, холодильное оборудование, инкубационные аппараты, трубы и фитинги, крепёж и электроштыты управления (срок полезного использования 10 лет). *Стоимость: 7 161 000,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).*

5. Монтаж оборудования (15 % от стоимости оборудования). *Стоимость: 1 074 150,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).*

6. Подключение инженерных систем, получение разрешений и согласований. *Стоимость: 2 000 000,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).*

7. Приобретение земельного участка 3 000 м². *Стоимость: 3 000 000,00 руб. (НДС не облагается).*

8. Заработная плата – 7 человек (осуществление строительства, оформление документации, консультирование, проверка соблюдения (исполнения) финансового плана, плана строительства и т.д.). Средняя ЗП 52 080,00 руб. Период работы 12 мес. Фонд заработной платы составит 4 374 720,00 руб. *(НДС не облагается).*

9. Прочие расходы – мебель, оргтехника, камеры видеонаблюдения (на период строительства и эксплуатации), материалы. Указанная группа расходов является разовой и не участвует в себестоимости продукции. *Стоимость: 2 300 000,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).*

10. Закупка производителей в количестве 2000 шт. средней массой 2 кг по цене 1000,00 руб./шт.(500 руб./кг). *Стоимость: 2 000 000,00 руб. (в т. ч. НДС 10%).*

Смета затрат на капитальное строительство и производство продукции представлены в таблице А.1.

Сроки строительства – 12 месяцев.

Постоянные затраты в год (производство первой партии продукции под инвестиции, дальнейшем за счет оборотных средств) – 11 227 583,39 руб., включая НДС, в том числе:

1. Сырье (собственное производство) – 100,00 руб.

*Расчет: 500 шт. (личинка) * 0,20 руб./шт. = 100,00 руб.*

2. Фонд оплаты труда с начислениями – 4 999 680,00 руб. (НДС не облагается)

*Расчет: 8 работников * средняя заработная плата 52 080,00 руб. * 12 мес. = 4 999 680,00 руб.*

3. Корма – 770 000,00 руб. (в т. ч. НДС 10%).

*Расчет: 7 000 кг в год * среднерыночная стоимость 110,00 руб./кг = 770 000,00 руб.*

4. Живые корма (для подращивания 50 млн шт. личинок вырезуба) – 1 800 000,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).

*Расчет: 2 000 кг * среднерыночная стоимость 900,00 руб./кг = 1 800 000,00 руб.*

5. Коммунальные платежи – 2 477 850,00 руб. (в т. ч. НДС 18%)

5.1. Затраты на электроэнергию:

*Расчет: 219 000 кВт*ч. в год (25 кВт в час * 24 часа * 365 дней в году) * 6,20 руб./кВт*ч. (средняя тарифная ставка стоимости электроэнергии) = 1 357 800,00 руб.;*

5.2. Затраты на теплоснабжение:

*Расчет: 9 600 л газа в год (800 л в мес. * 12 мес.) * 23,00 руб./л (средняя тарифная ставка) = 220 800,00 руб.;*

5.3. Центральное водоснабжение, водоотведение (в т. ч. ливневая канализация).

*Расчет: 1 м³ воды * 365 дней * 2 (стоки) * 25 руб./ м³ + 5 000,00 руб. (ливнёвка) = 23 250,00 руб.;*

5.4. Водоснабжение (артезианская скважина 40 м³ в сутки – подпитка), водоотведение.

*Расчет: 40 м³ воды * 365 дней * 2 (стоки) * 30 руб./ м³ = 876 000,00 руб.*

6. Амортизация оборудования – 697 894,07 руб. (НДС не облагается).

Расчет: балансовая стоимость оборудования с монтажом 6 978 940,68 руб./срок полезного использования оборудования 10 лет = 697 894,07 руб.

7. Общехозяйственные расходы (материалы для проведения дезинфекции и профилактических мероприятий, канцтовары, хозтовары, почтовые расходы, служебные разъезды, налоги, мобильная связь, интернет, вывоз мусора, ГСМ, затраты на содержание и техническое обслуживание оборудования) – 300 000,00 руб. (в т. ч. НДС 18%).

8. ТО и ремонт технологического оборудования – 3% от балансовой стоимости оборудования - 182 059,32 руб. (в т. ч. НДС 18%).

*Расчет: 6 068 644,07 руб. * 3% = 182 059,32 руб.*

Смета затрат на капитальное строительство и производство продукции представлена в таблице А.2.

Реализация готовой продукции:

Реализация за 1 шт. (в т. ч. НДС 10%): 0,50 руб., где:

Себестоимость за 1 шт.: = 10 431 495,53 руб./50 000 000 шт. = 0,21 руб. (42% от стоимости)

НДС (10%) за 1 шт.: 0,05 руб. (10 % от стоимости)

Прибыль за 1 шт.: 0,24 руб. (48% от стоимости)

Первые поступления через 17 месяцев (12 мес. строительство + 5 мес. процесс производства рыбы до первых продаж).

Затраты за первые 17 месяцев (12 мес. строительство + 5 мес. полный цикл производства 50 млн шт. продукции) = **31 088 029,75 руб.** (капитальные затраты – 26 409 870,00 руб. + инвестиции в производство первой партии продукции (50 млн шт.) за первые 5 мес. – 4 678 159,75 руб.).

Выручка (прибыль), **начиная со второго** и последующих полных циклов производства (в объеме 50 млн шт.) – за 12 месяцев:

Выручка: 50 000 000 шт. * 0,50 руб. = 25 000 000,00 руб. (в т. ч. НДС 10%)

Прибыль: (25 000 000,00 руб./110 * 100) - 10 431 495,53 руб. = 12 295 777,20 руб.

Срок окупаемости проекта с учетом времени, затраченного на строительство модуля, составит 3 года.

Расчет срока окупаемости проекта представлен в таблице А.2.

Таблица А.1 - Смета затрат на капитальное строительство УЗВ мощностью 50 млн личинок выреза в год

Наименование статей расходов	Ед. измерения	Кол-во Тс	Стоимость, руб.	Всего, руб.	Без НДС (в расходы или увеличение первоначальной стоимости ОС)	НДС
Капитальные затраты (инвестиции в строительство, формирование материально-технической базы)				26 409 870,00	23 629 469,61	2 780 400,39
Проект технологической части			500 000,00	500 000,00	423 728,81	76 271,19
Производственная площадь	м ²	500,00	6 000,00	3 000 000,00	2 542 372,88	457 627,12
Артезианская скважина (технологические работы и оформление документов, разрешений, лицензий)			1 000 000,00	1 000 000,00	847 457,63	152 542,37
Оборудование (бассейны, фильтры биологической и механической очистки воды (биофильтр и барабанный фильтр), загрузка биофильтра, насосы, система оксигенации, система обеззараживания, компрессоры и воздухоподушки, газгольдер, холодильное оборудование, инкубационные аппараты, трубы и фикинги, крепёж и электроциты управления)			7 161 000,00	7 161 000,00	6 068 644,07	1 092 355,93
Монтаж оборудования	%	15,00	7 161 000,00	1 074 150,00	910 296,61	163 853,39
Подключение инженерных систем, получение разрешений и согласований				2 000 000,00	1 694 915,25	305 084,75
Приобретение земельного участка	м ²	3 000,00	1 000,00	3 000 000,00	3 000 000,00	-
Фонд оплаты труда с начислениями (на период строительства и пуско-наладочных работ)	чел./мес.	84,00	52 080,00	4 374 720,00	4 374 720,00	-
Прочие расходы (мебель, оргтехника, камеры видеонаблюдения, материалы)			2 300 000,00	2 300 000,00	1 949 152,54	350 847,46
Закупка производителей (1 шт. - 2 кг)	шт.	2 000,00	1 000,00	2 000 000,00	1 818 181,82	181 818,18

Затраты на производство в год				11 385 975,00	10 431 495,53	796 087,86
Сырьё - личинка (собственное. производство, для пополнения РМС, берется от полученной икры)	шт.	500,00	0,20	100,00	100,00	-
Фонд оплаты труда с начислениями	чел./мес.	96,00	52 080,00	4 999 680,00	4 999 680,00	-
Корм	кг	7 000,00	110,00	770 000,00	700 000,00	70 000,00
Живые корма (для подращивания 0,5 млн шт. личинки вырезуба)	кг	2 000,00	900,00	1 800 000,00	1 525 423,73	274 576,27
Коммунальные платежи:				2 477 850,00	2 099 872,88	377 977,12
электроэнергия	кВт час	219 000,00	6,20	1 357 800,00	1 150 677,97	207 122,03
теплоснабжение (газ)	л	9 600,00	23,00	220 800,00	187 118,64	33 681,36
центральное водоснабжение, водоотведение, в т. ч. ливневая канализация	м ³	730,00	25,00	23 250,00	19 703,39	3 546,61
водоснабжение (артезианская скважина 40 м ³ в сутки - подпитка), водоотведение	м ³	14 600,00	30,00	876 000,00	742 372,88	133 627,12
Амортизация оборудования	лет	10,00	8 235 150,00	823 515,00	697 894,07	
Общехозяйственные расходы (материалы для проведения дезинфекции и профилактических мероприятий, канцтовары, хозтовары, почтовые расходы, служебные разъезды, налоги, мобильная связь, интернет, вывоз мусора, GSM, затраты на содержание и техобслуживание оборудования)			300 000,00	300 000,00	254 237,29	45 762,71
ТО и ремонт технологического оборудования	%	3,00		214 830,00	154 287,56	27 771,76
ВСЕГО				37 795 845,00		

Таблица – А.2 - Расчет срока окупаемости проекта по строительству УЗВ для производства 50 млн личинок вырезуба

	ИНВЕСТИЦИИ	2 год												тыс. руб.	
		1 год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12
отток ДС общ.	- 2 300,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-876,00
ДС без НДС	- 1 949,15	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-742,37
НДС	- 350,85	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-133,63
приток ДС общ.	-	-	-	-	-	-	3 571,43	3 571,43	3 571,43	3 571,43	3 571,43	3 571,43	3 571,43	3 571,43	25 000,00
ДС без НДС	-	-	-	-	-	-	3 246,75	3 246,75	3 246,75	3 246,75	3 246,75	3 246,75	3 246,75	3 246,75	22 727,27
НДС	-	-	-	-	-	-	324,68	324,68	324,68	324,68	324,68	324,68	324,68	324,68	2 272,73
сальдо ДС общ.	- 2 300,00	-73,00	-73,00	- 73,00	- 73,00	- 73,00	3 498,43	3 498,43	3 498,43	3 498,43	3 498,43	3 498,43	3 498,43	3 498,43	24 124,00
без НДС	- 1 949,15	-61,86	-61,86	-61,86	- 61,86	- 61,86	3 184,89	3 184,89	3 184,89	3 184,89	3 184,89	3 184,89	3 184,89	3 184,89	21 984,90
НДС	- 350,85	-11,14	-11,14	-11,14	- 11,14	- 11,14	313,54	313,54	313,54	313,54	313,54	313,54	313,54	313,54	2 139,10
Окупаемость (>0)	- 2 300,00	-2 373,00	-2 446,00	- 2 519,00	- 2 592,00	- 2 665,00	833,43	4 331,86	7 830,29	11 328,71	14 827,14	18 325,57	21 824,00	21 824,00	
Годовой объем продаж															
25 000,00	Выручка														
22 727,27	без НДС														
Движение НДС	1 год	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Конец 2 года		
НДС зачет	350,85	361,98	373,12	384,25	395,39	406,53	417,66	428,80	439,93	451,07	462,20	473,34	484,47		
НДС к уплате	-						324,68	649,35	974,03	1 298,70	1 623,38	1 948,05	2 272,73		

Продолжение таблицы А.2

	3 год												тыс. руб.	
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	3 год	
	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-73,00	-876,00
отток ДС общ.	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-61,86	-742,37
ДС без НДС	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-11,14	-133,63
НДС														
	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	2 083,33	25 000,00
приток ДС общ.	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	1 893,94	22 727,27
ДС без НДС	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	189,39	2 272,73
НДС														
	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	2 010,33	24 124,00
сальдо ДС общ.	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	1 832,07	21 984,90
без НДС	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	178,26	2 139,10
НДС														
	23 834,33	25 844,67	27 855,00	29 865,33	31 875,67	33 886,00	35 896,33	37 906,67	39 917,00	41 927,33	43 937,67	45 948,00	70 072,00	
Окупаемость (>0)														
Движение НДС	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Конец 3 года		
НДС зачет	495,61	506,75	517,88	529,02	540,15	551,29	562,42	573,56	584,69	595,83	606,97	618,10		
НДС к уплате	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4		
	462,12	651,52	840,91	030,30	219,70	3 409,09	598,48	787,88	3 977,27	166,67	4 356,06	4 545,45		
									3 392,58	3	570,84	3 749,09		

Приложение Б.

**Рыбоводно-биологические и технологические нормативы по разведению
вырезуба в хозяйствах различного типа**

Таблица 1 – Требования к гидрохимическому режиму выращивания

Показатели	Технологическая норма	Кратковременно допустимые значения
Взвешенные вещества, мг/л	5-10	20
Активная реакция среды (рН)	7,0-9,0	8,0
Нитриты, мг N/л	0,1	0,5
Нитраты, мг N/л	50,0	2,5
Аммонийный азот, мг N/л	0,1	0,5
Аммиак свободный, мг N/л	0,60	1
Окисляемость бихроматная, мг O ₂ /л	1,0	2,5
Окисляемость перманганатная, мг O ₂ /л	2,0	3,0
Углекислота, мг/л	-	-
Сероводород, мг/л	отсутствие	0,01
Фосфаты, мг/л	-	-
Железо общее, мг/л	0,25	0,4
Железо закисное, мг/л	отсутствие	0,01
Щелочность, мг-экв/л	-	-
Жесткость общая, Н°	-	-
Хлориды, мг/л	250	400
Сульфаты, мг/л	50	80

Содержание и эксплуатация ремонтно-маточного стада вырезуба**Таблица 2 – Рыбоводно-биологические показатели**

Показатели	Ед. измерения	Нормативы
Возраст достижения половозрелости:		
самки	лет	3+
самцы	лет	2+
Средняя масса производителей (первый нерест):		
самки	кг	0,390
самцы	кг	0,150
Соотношение самок и самцов		1:1
Температура воды:		
в зимний период	°С	2-3
в летний период		16-25
в преднерестовый период		10-14
при получении икры		14-16
Оптимальное содержание кислорода в воде	мг/л	7-10
Критическое содержание кислорода в воде	мг/л	2-3
Среднегодовой прирост старшего ремонта	кг	0,100
Выживаемость ремонта старшего возраста	%	90
Плотность посадки производителей при содержании в бассейнах	шт./ м ²	10-12
Плотность посадки ремонта	шт./ м ²	30-50
Площади бассейнов для выращивания производителей	м ²	25-175
Площади бассейнов для выращивания ремонта		

	м ²	4-175
Вид корма для ремонта и производителей	Экструдированный РГМ-9ПО	
Кормовой коэффициент	ед.	1-3
Частота кормления	раз/сут.	12-8

Получение половых продуктов

Стимуляция созревания производителей:

Таблица 3 – Стандартные дозы препарата гипофиз (наименование) для инъекцирования производителей

Показатели	Ед. изм.	Температура, 16°С
Интервал между инъекциями	час	12
Дозировка предварительной инъекции	мкг/кг массы	0,6-0,8
Дозировка разрешающей инъекции:	мг/кг массы	6-8

Таблица 4 – Ориентировочное время наступления овуляции у самок вырезуба после гормональной стимуляции

Температура, °С	Время наступления овуляции у самок	
	1	2
13		
14	*	*
15	*	*
16	*	*
17	*	*
18	20 ч	28-30 ч
19		
20		

Примечания:
 1 - время реакции первых самок;
 2 - время, после которого не удастся получить рыбоводно-продуктивную икру
 * - оптимальные нерестовые температуры

Таблица 5 – Биологические показатели при гормональной стимуляции нереста

Показатели	Ед. изм.	Значение
Соотношение самцов и самок	экз.	1-3
Плотность посадки производителей в бассейнах	кг/м ³	75
Созревание производителей после стимуляции	%	60-70

Таблица 6 – Технологические показатели при гормональной стимуляции нереста

Показатели	Ед. изм.	Значение
Объем бассейнов для выдерживания	м ³	0,5
Расход воды на 100 кг рыбы	м ³ /час	3
Температура воды	°С	16-18
Содержание кислорода	мг/л	6-10

Таблица 7 - Рыбоводные операции при гормональной стимуляции нереста

Показатели	Ед. изм.	Значение
Выведение рыбы на нерестовую температуру	сут.	7
Расчет дозировки препарата (мг/кг)	мг	6-8
Инъецирование самцов	кратн.	1
Инъецирование самок	кратн.	2-3

Таблица 8 – Перечень необходимого оборудования при гормональной стимуляции нереста

Операция (мероприятие)	Оборудование
Приготовление стимулирующих препаратов	Натрий хлорид изотонический 0,9% раствор для инъекций
Взвешивание рыбы	Весы, таз
Инъецирование	Шприцы, иглы

Получение икры

Таблица 9 – Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Время получения от 1 самки:		
- минимальное	мин.	3
- среднее	мин.	5
Доля самок, отдавших доброкачественную икру	%	40-60
Масса полученной икры	г	10-100
Количество икринок в 1 г	шт.	283-372
Рабочая плодовитость	тыс. шт.	6-22

Таблица 10 – Перечень необходимого оборудования для получения икры

Операция (мероприятие)	Оборудование
Анестезия	рыбоводные носилки, контейнеры, гвоздичное масло
Получение способом отцеживания	Рыбоводный столик, сачок, марлевые салфетки, мерная ёмкость, таз

Получение спермы

Таблица 11 – Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Время получения от 1 самца:		
- минимальное	мин.	1
- среднее	мин.	2
Доля созревших самцов	%	70-100
Объем полученной спермы	мл	5-30
Оценка качества спермы по подвижности	%	70

Таблица 12 – Перечень необходимого оборудования для получения спермы

Операция (мероприятие)	Оборудование
Получение спермы	Сухие боксы с крышками, рыбоводный столик, садок, гвоздичное масло
Оценка качества спермы	Бинокляр

Осеменение (оплодотворение) и обесклеивание икры**Таблица 13 – Технологические показатели**

Показатели	Ед. изм.	Значение
Длительность процесса осеменения:		
минимальная	мин.	2
средняя	мин.	3
Объём спермы на 1 кг икры	мл	3
Температура оплодотворяющей смеси	°С	16
Жизнеспособность сперматозоидов	с	40-60

Таблица 14 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Осеменение	Таз, гусиное перо

Таблица 15 - Характеристика обесклеивающих веществ

Обесклеивающее вещество	Подготовка к применению	Концентрация на 1 кг икры	Продолжительность обработки, мин
Обесклеивающий раствор, молоко : вода	-	1:10	120-240

Таблица 16 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Приготовление обесклеивающего раствора	Молоко, таз, мерный стакан
Обесклеивание	Аппараты Вейса, ИЦА-2

Инкубация икры**Таблица 17 - Технологические показатели**

Показатели	Ед. изм.	Значения
Температура воды:		
- минимальная	°С	14
- максимальная	°С	20
- оптимальная	°С	16
Содержание растворенного кислорода:		
- минимальное	мг/л	8
- максимальное	мг/л	11
- оптимальное	мг/л	10
Кратность водообмена	объем/час	15
Продолжительность этапа	сут.	5-6
Норма загрузки в инкубационный аппарат Вейса	кг/аппарат	0,5
Расход воды в инкубационном аппарате	л/мин	до 8

Таблица 18 - Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значения
Оплодотворяемость	%	90
Выживаемость однодневных личинок	%	85
Масса однодневной личинки	мг	3

Таблица 19 - Перечень рыбоводных операций

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Регулировка подачи воды в зависимости от количества заложенной икры для равномерного перемешивания икры в аппарате	Постоянный контроль, минимум 1 раз в 2 часа
Профилактическая обработка икры (указать наименование препаратов):	-
Отбор пораженных и неразвивающихся икринок	Нет необходимости
Учет количества развивающейся икры	2
Измерение параметров водной среды:	
температура	6
кислород	6
pH	1

Таблица 20 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Инкубация	Аппарат Вейса, лоток
Отбор поврежденных икринок, личинок	-
Очистка инкубационных аппаратов	сифон
Определение процента оплодотворения и стадий развития икры	Биокуляр
Регистрация показателей водной среды	Экспресс-тесты, оксиметр.

Выдерживание личинок**Таблица 21 - Технологические показатели**

Показатели	Ед. изм.	Значение
Температура воды:		
- минимальная	°С	14
- максимальная	°С	20
- оптимальная	°С	16
Содержание растворенного кислорода:		
- минимальное	мг/л	5
- оптимальное	мг/л	9
Расход воды	м ³ /сут.	48
Кратность водообмена	объем/час	2
Продолжительность этапа	сут.	5-6
Размер рекомендуемых рыбоводных емкостей (длина × ширина × высота)	м	4,0 x 0,5 x 0,5
Уровень воды в рыбоводных емкостях	м	1,5

Таблица 22 - Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество однодневных личинок	тыс. шт.	50,0

Количество личинок, перешедших на активное питание	тыс. шт.	40,0
Выживаемость	%	80
Масса начальная	мг	3
Масса конечная	мг	6
Плотность посадки в начале этапа	тыс. шт./м ²	16,666
Плотность посадки в конце этапа	тыс. шт./м ²	13,333

Таблица 23 - Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объем и периодичность
Пересадка из инкубационных аппаратов в емкости для выдерживания	При помощи спуска аппарата Вейса в лоток, установка фонарей на слив
Взвешивание	Электронные весы
Удаление оболочек икры и погибших личинок	Сифон малого диаметра и ведро.

Таблица 24 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Пересадка из инкубационных аппаратов в емкости для выдерживания	сифон
Взвешивание	-
Удаление оболочек икры и погибших личинок	сифон, ведро

*Перевод личинок на внешнее питание***Таблица 25 – Корма и кормление**

Показатели	Ед. изм.	Значение
Вид корма: - комбикорм (стартовый корм собственной рецептуры или Biomar Larviva ProStart)	% от массы тела	15
Способ кормления (ручное внесение, автокормушки, иное)	-	ручной
Кратность кормления: - в начале этапа - в конце этапа	раз/сут.	12 6
Содержание белка в корме: - минимальное - максимальное - оптимальное	% % %	30 50 35-40
Содержание жира в корме: - минимальное - максимальное - оптимальное	% % %	4 7 5
Рекомендуемый размер кормовых частиц: - в начале этапа - в конце этапа	мм мм	0,1-0,2 0,2-0,4
Суточная норма кормления (в % от биомассы): - в начале этапа - в конце этапа	% %	15 8
Расход корма за этап	кг/кг прироста	1

Таблица 26 - Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объём и периодичность
Измерение параметров водной среды: - температура	6
- кислород	6
- рН	1
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щётками	по загрязнённости
Чистка сетчатых фонарей	по загрязнённости
Уборка остатков корма и погибшей рыбы	По необходимости
Ручное кормление	Да
Применение лечебных и профилактических кормов	корма с добавками витаминов и пробиотиков
Взвешивание	сачок, чашка петри
Сортировка	ручная, при облове и пересадке

Таблица 27 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Подращивание личинок (выростные емкости)	Лотки 0,3 или 1,0м ³
Измерение параметров водной среды	Оксиметр, экспресс-тесты
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щётками	Сифон, ведро, щетки
Чистка сетчатых фонарей	Щетки, ершики
Уборка остатков корма и погибшей рыбы	Сифон, сачек
Ручное кормление	Сухая посуда и мерная ложка
Приготовление корма с добавками витаминов и пробиотиков для профилактики	Пробиотики в корме уже присутствуют, а витамины при помощи мешалки и пульверизатора
Взвешивание	Электронные весы, сачки
Сортировка	Сачек, ведра

Выращивание молоди до 1 г

Таблица 28 - Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Рекомендуемая температура воды:		
- в начале этапа	°С	16
- в конце этапа	°С	18
Рекомендуемое содержание растворенного кислорода:		
- в начале этапа	мг/л	9
- в конце этапа	мг/л	11
Кратность водообмена:		
- до сортировки	объем/час	2
- после сортировки	объем/час	1,5
Продолжительность этапа:		
- до сортировки	сут.	35
- после сортировки	сут.	40
Размер рекомендуемых рыбоводных емкостей:		
- до сортировки	м ³	0,3 или 1,0
- после сортировки	м ³	0,3 или 1,0
Уровень воды в рыбоводных емкостях:		
- до сортировки	м	0,3-0,5
- после сортировки	м	0,3-0,5

Таблица 29 - Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество личинок в начале этапа	тыс. шт.	50,0
Количество молоди после сортировки:		
- мелкой	тыс. шт.	5,0
- средней и крупной	тыс. шт.	35,0
Количество молоди в конце этапа	тыс. шт.	40,0
Выживаемость за этап	%	80
Масса личинок в начале этапа	мг	50
Масса молоди после сортировки:		
- мелкой	г	0,05
- средней	г	0,5
- крупной	г	0,98-1,0
Средняя масса в конце этапа	г	0,8
Выход продукции	кг/м ² (кг/м ³)	
Плотность посадки:		
- в начале этапа	тыс. шт./м ²	17,5
- после сортировки, мелкой	тыс. шт./м ²	5,0
- после сортировки, средней и крупной	тыс. шт./м ²	15,0

Таблица 30 – Корма и кормление

Показатели	Ед. изм.	Значение
Содержание белка в корме:		
- минимальное	%	30
- максимальное	%	40
- оптимальное	%	45
Содержание жира в корме:		
- минимальное	%	5
- максимальное	%	7
- оптимальное	%	6
Рекомендуемый размер кормовых частиц:		
- в начале этапа	мм	0,2-0,4
- после сортировки	мм	0,4-0,6
- в конце этапа	мм	0,4,0,6
Суточная норма кормления (в % от биомассы):		
- в начале этапа	%	8
- в конце этапа	%	4
Расход корма за этап	кг/кг прироста	2,0
Способ кормления	-	
Кратность кормления		
- в начале этапа	раз/сут.	6
- в конце этапа	раз/сут.	6

Таблица 31 - Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объём и периодичность
Измерение параметров водной среды:	
- температура	Каждые 4 часа
- кислород	ежедневно
- рН	3 раза в неделю
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щётками	ежедневно

Чистка сетчатых фонарей	По загрязнённости, после кормления
Уборка остатков корма и погибшей рыбы	По загрязнённости, после кормления
Кормление	6 раз в сутки
Взвешивание	еженедельно
Сортировка	При облове и пересадке
Пересадка в емкости большего размера	-
Лечение и дезинфекция	В зависимости от состояния

Таблица 32 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Выращивание молоди (выростные емкости)	Лотки Ейского типа 0,3 или 1,0 м ³
Измерение параметров водной среды	Оксиметр, экспресс-тесты
Чистка лотков и бассейнов с сифоном и щётками	Сифон, ведро, щетка
Чистка сетчатых фонарей	щетка, ершик
Уборка остатков корма и погибшей рыбы	Сифон, сачок
Кормление	Емкость, мерная ложка
Взвешивание	Весы, сачок, емкость
Сортировка	Весы, сачок, емкость
Лечение и дезинфекция	В зависимости от состояния

Выращивание сеголетков в прудах

Таблица 33 - Технологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Рекомендуемая температура воды:	°С	18
Рекомендуемое содержание растворенного кислорода	мг/л	10
Продолжительность этапа	сут.	60 и более
Площадь прудов	га	до 1
Глубина пруда (I-III зоны рыбоводства)	м	1

Таблица 34 - Биологические показатели

Показатели	Ед. изм.	Значение
Количество молоди в начале этапа	тыс. шт.	30,0
Количество молоди в конце этапа	тыс. шт.	27,0
Выживаемость за этап	%	90
Масса молоди:		
- в начале этапа	г	1,0
- в конце этапа	г	10,0
Выход продукции	кг	270
Плотность посадки:		
- в начале этапа	тыс. шт./га	17,0
- в конце этапа	тыс. шт./га	-

Таблица 35 – Корма и кормление

Показатели	Ед. изм.	Значение
Содержание белка в корме:		-
- минимальное	%	-
- максимальное	%	-
- оптимальное	%	25

Содержание жира в корме:		-
- минимальное	%	
- максимальное	%	
- оптимальное	%	5
Рекомендуемый размер кормовых частиц:		
- в начале этапа	мм	2
- в конце этапа	мм	4
Суточная норма кормления (в % от биомассы):		
- в начале этапа	%	4
- в конце этапа	%	4
Расход корма за этап	кг/кг прироста	3-4
Способ кормления	-	Ручное или механизированное
Кратность кормления		-
- в начале этапа	раз/сут.	2
- в конце этапа	раз/сут.	2

Таблица 36 - Рыбоводные операции

Операция (мероприятие)	Объём и периодичность
Измерение параметров водной среды:	
- температура	1 за сутки
- кислород	1 раз в неделю
- рН	1 раз в неделю
Кормление	2 раза в день
Контрольный облов	ежедекадно
Лечение и дезинфекция	По необходимости

Таблица 37 – Перечень необходимого оборудования

Операция (мероприятие)	Оборудование
Измерение параметров водной среды	Оксиметр, рН-метр
Контрольный облов	Невод, рыбоподъёмник («паук»)
Взвешивание	Весы, ведро, сачок
Лечение и дезинфекция	Известкование по необходимости