

На правах рукописи



ВОЛКОВА Анна Юрьевна

**БИОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ ОСЕТРОВЫХ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В САДКАХ
НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ**

03.00.10. – ихтиология

03.00.16. – экология

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук**

Петрозаводск - 2006

Работа выполнена на кафедре зоологии и экологии эколого-биологического факультета Петрозаводского государственного университета

Научные руководители: доктор биологических наук,
профессор Рыжков Леонид Павлович
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор Болгов Анатолий Ефремович

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Шустов Юрий Александрович
кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник
Шарова Юлия Николаевна

Ведущая организация: Карельский государственный
педагогический университет

Защита диссертации состоится 5 апреля 2006 года в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 212.190.01 при Петрозаводском государственном университете по адресу: 185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33, эколого-биологический факультет, ауд. 326 теоретического корпуса

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Петрозаводского государственного университета

Автореферат разослан «3» марта 2006 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

И. М. Крупень

2006А
5028

ВВЕДЕНИЕ

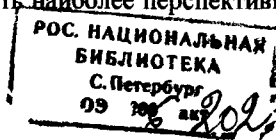
Актуальность проблемы. На Европейском Севере интенсивно развивается садковое рыбоводство. Только в Республике Карелия в 2005 году было выращено около 6-и тысяч тонн радужной форели. Дальнейшему развитию садковой аквакультуры на Европейском Севере способствуют благоприятные природные условия этого региона. Это, огромные акватории пресных водоемов, благоприятные температурные условия и хороший газовый режим, удовлетворительное качество воды и так далее. При этом следует учитывать и экономические и социальные факторы (близость рынков сбыта, хорошие транспортные пути, энергетическая обеспеченность, наличие свободной рабочей силы и квалифицированных кадров).

Однако, несмотря на благоприятные природные условия и другие факторы, экономическая эффективность этого направления рыбоводства в дальнейшем будет определяться не только наращиванием объемов производства форели, но и за счет разнообразия видового состава объектов садкового рыбоводства. Таким объектом могут стать осетровые, обитавшие в прежние годы в этом регионе.

Осетровые Волго-Каспийского и Азово-Черноморского бассейнов в биологическом отношении изучены весьма хорошо. Для этих же районов осетроводства разработаны и практически освоены технологии производства посадочного материала и товарной рыбы. Аналогичные разработки также имеются для выращивания осетровых на термальных водах (Бурцев и др., 1984; Петрова, 1987; Козлов, Абрамович, 1986; Смолянов, 1987).

На Европейском Севере использование осетровых в рыбоводных целях до настоящего времени не получило широкого распространения, хотя опытные работы показали их перспективность для использования в аквакультуре. В тоже время хорошо известно, что, несмотря на высокую пластичность этих видов рыб, механический перенос технологии их разведения из одних климатических зон в другие без специальных исследований не может дать положительных результатов (Бердичевский и др., 1983; Егельский, Степанова 1983; Краснодарская. 1983; Краснодарская и др., 1983; Абраменко, Полтавцева, 1997). Поэтому для использования ценнейших представителей осетровых в садковом рыбоводстве на Европейском Севере необходимо было исследовать их биологические особенности и на основе полученных результатов определить не только конкретные объекты для рыбоводства, но и предложить технологические приемы их выращивания.

Цель исследования – изучить биологические особенности осетровых при выращивании в садках, выявить наиболее перспективные виды



для садкового рыбоводства и разработать рекомендации по их выращиванию на Европейском Севере.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи**:

- исследовать динамику размерно-весовых показателей у разных видов осетровых
- изучить возрастные изменения линейных и весовых показателей у осетровых
- выявить особенности роста осетровых в разных температурных условиях, при различной плотности посадки и разных рационах кормления
- определить среди исследованных видов осетровых наиболее перспективные объекты для садкового рыбоводства в северном регионе;
- предложить технологические приемы выращивания молоди осетровых на Европейском Севере.

Научная новизна. На основании результатов экспериментальных работ впервые дана биологическая характеристика и исследована динамика линейно-весовых показателей ленского осетра, стерляди и их гибрида – остера при выращивании в искусственных условиях Европейского Севера. Впервые для оценки продукционных качеств осетровых научно обоснована возможность использования размерно-весовых показателей и их количественных соотношений. В результате этих работ показано, что при выращивании в садках самой высокой скоростью роста среди исследованных представителей осетровых характеризуется ленский осетр. Выявлена возрастная динамика размерно-весовых показателей и их количественных соотношений при выращивании осетровых в садках. Показано влияние различных температурных режимов водоемов на рост молоди осетровых. Впервые для садковых хозяйств Европейского Севера разработаны технологические приемы выращивания осетровых, предложены оптимальные плотности посадки и рационы кормления.

Практическая значимость. На основании полученных результатов выполненного исследования разработаны и применяются рекомендации по технологии выращивания осетровых в садковых хозяйствах Европейского Севера. В частности, рекомендованы оптимальные плотности посадки молоди и эффективные корма голландского производства “Сорпенс” – SteCo для выращивания осетровых в садках северного региона. Полученные результаты исследования используются для разработки программ по развитию рыбного хозяйства, для осуществления рыбоводных мероприятий и разработки методических указаний по выращиванию осетровых, а также в лекционных курсах и на практических занятиях студентов.

Апробация работы. Материалы исследований докладывались и обсуждались на международных научных конференциях «Растениеводство на Европейском Севере: состояние и перспективы» (2004), «Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных» (2005) и «Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов» (2005), опубликованы в журнале «Вопросы рыболовства», а также рассматривались на заседаниях кафедры зоологии и экологии (2003–2004 гг.).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 4 работы.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 109 страницах машинописного текста, и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, списка использованной литературы (отечественных и 17 иностранных источников) и приложения.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность и благодарность научным руководителям профессору Рыжкову Л. П. и профессору Болгову А. Е. за многостороннюю помощь при подготовке диссертационной работы, коллективу Кедрозерского рыбоводного завода за помощь в организации исследований. В особенности, выражаю свою признательность президенту компании «Кивач» Чадунелли А. А. за оказание материально-технической поддержки.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Обзор литературы

Проанализированы литературные материалы по систематическому положению и биологии осетровых. Основное внимание обращено на сведения о биологических особенностях наиболее продуктивных представителях семейства (сибирский осетр, русский осетр, атлантический осетр, стерлядь, а также гибрид сибирского осетра и стерляди – остер), которые могут быть перспективными для рыбоводных целей в северном регионе России.

Сделан краткий обзор развития осетроводства в России. Представлены данные отечественных и зарубежных исследователей по вопросам выращивания осетровых в искусственных условиях. На основании анализа литературных данных показана целесообразность восстановления промысловых запасов осетровых в природных условиях и их использования в аквакультуре на Европейском Севере.

Глава 2. Материал и методика

Экспериментальные работы по изучению биологических особенностей осетровых при выращивании в садках выполнялись в течение 2003–2005 гг.

на Кедрозерском рыбоводном заводе, на садковом участке в Лижемской губе Онежского озера и на садковой линии в Тарасозере.

Кедрозерский рыбоводный завод расположен в бассейне р. Лижмы. Проектная мощность завода рассчитана на выращивание 200 тонн товарной форели и 50 тонн ее молоди. В настоящее время хозяйство функционирует на 50%. Вода для инкубации икры, выращивания молоди и содержания маточного стада радужной форели берется из оз. Кедрозеро. Сточные воды поступают в оз. Тарасозеро и далее по р. Нижней Лижме попадают в Малую Лижемскую губу Онежского озера. Гидрологические и гидрохимические показатели воды в природных водоемах в связи со строительством рыбоводного комплекса практически не изменились.

Материалом для исследований служила молодь сибирского (ленского) осетра, стерляди и гибрида осетр × стерлядь – остера, приобретенная на Конаковском заводе товарного осетроводства.

Средний вес сеголетков осетра и стерляди в 2003 году был 80 г при средней длине тела 22 см. В 2004 году эти показатели были несколько меньше (сеголетки осетра – 15 г и 8 см, остер – 19,4 г и 12 см). В 2005 г для опытных работ также использовались годовики ленского осетра с Конаковского завода средним весом 300 г и длиной тела 39 см.

Опытные работы проводились с молодькой, выращиваемой в садках различных размеров и размещенных в разных условиях. В 2003–2004 годах размеры садков, установленных в форелевой канаве Кедрозерского рыбозавода, были 2 × 3 м с высотой подводной части 1,0–1,5 м. В 2004 году, наряду с канавами, опытные садки размером 1,5 × 1,5 × 1,5 м были установлены в Лижемской губе Онежского озера. В 2005 году опытные садки (6,0 × 6,0 × 1,5 м) дополнительно были установлены в Тарасозере (бассейн реки Лижма).

Тестами для оценки состояния исследуемой молоди были ее выживаемость, вес и размеры, а также соотношения размерно-весовых показателей. Выживаемость молоди определялась ежедневно, линейно-весовые показатели измерялись 2–3 раза в месяц в зависимости от возраста рыб. Каждый опыт проводился в сходных условиях окружающей среды. Температура воды и содержание растворенного кислорода определялись ежедневно с помощью оксиметра на поверхности и в придонных слоях водной массы. Опытная молодь в 2003–2004 годах кормилась гранулированными кормами финской фирмы. «Rehuraio», а в 2005 году – кормом голландской фирмы «Сорrens».

По полученным данным рассчитывалась средняя штучная масса и размерные показатели рыб. Темп роста и среднесуточные приросты в каждом

садке определялись с помощью уравнения, предложенного Г. Г. Винбергом (1956):

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

где C_{cp} – среднесуточный прирост, %¹
 n – продолжительность периода, дней
 W_0 – вес (длина) в начале периода
 W_n – вес (длина) в конце периода

Для вычисления количественной зависимости длина – вес у исследованной молоди применяли линейное уравнение регрессии

$$P = a \cdot L^b,$$

где P – вес рыбы, г
 L – длина рыбы, см
 a, b – коэффициенты

Наряду с изучением скорости роста молоди и других динамических показателей исследовался «приведенный вес»², выражающий отношение веса тела в миллиграммах к кубу длины в сантиметрах (Поляков, 1959; Смирнов и др., 1972).

Характеристика экспериментального материала приведена в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика экспериментального материала

Исследованные группы, шт.	Год			Всего исследовано
	2003	2004	2005	
Ленский осетр				
сеголетки	270	1778	–	2048
двухлетки	–	179	4772	4951
трехлетки	–	–	179	179
Стерлядь				
сеголетки	127	–	–	127
двухлетки	–	126	–	118
трехлетки	–	–	120	120
Остер				
сеголетки	–	662	–	662
двухлетки	–	–	548	548
трехлетки	–	–	–	–
Количество садков, шт.	2	10	7	–

¹ C_{cp} – в тексте и таблицах настоящей работы обозначается как ССП (Прим. авт.).

² «Приведенный вес» в тексте и таблицах настоящей работы обозначается как ПВ (Прим. авт.).

Результаты опытов оценивались на репрезентативность и достоверность методами вариационной статистики (Рокицкий, 1973; Ивантер, Коросов, 1992).

Глава 3. Видовые особенности выращивания осетровых

Для повышения эффективности интенсивно развивающегося на Европейском Севере садкового рыбоводства необходимо разнообразить видовой состав выращиваемых объектов. В связи с этим проведено изучение динамики размерно-весовых показателей молоди ленского осетра, стерляди и их гибрида – остера. Полученные результаты обобщены в таблице 2.

Таблица 2
Результаты выращивания ленского осетра, стерляди и остера

Показатели	Осетр	Стерлядь	Осетр	Остер
Количество, шт.	270	127	1800	662
Длительность выращивания	2,5 года		1,5 года	
Средний вес, г в начале выращивания в конце выращивания	80 2068	80 591	15 827	19 672
Средняя длина, см в начале выращивания в конце выращивания	22 75	22 50	8 55	12 48

Выращивание осетра и стерляди на протяжении трех вегетационных сезонов в одинаковых условиях водной среды показало, что осетру при выращивании в садках свойственен более интенсивный темп как весового, так и линейного роста. При начальном штучном весе 80 г к концу исследуемого периода средний вес ленского осетра равнялся 2068 г. Вес же стерляди за это время изменился от 80 до 591 г. Это значит, что скорость весового роста ленского осетра оказалась в 3,6 раза выше по сравнению со стерлядью. Соответствующие различия (в 1,5 раза) отмечены между темпом линейного роста осетра и стерляди. Эти различия, очевидно, обусловлены особенностями биологии ленского осетра, одна из которых, это способность данного вида питаться и даже расти в зимнее время года при температуре воды, близкой к 0 °С (Гершанович, 1987; Рубан, 1999). Стерлядь, в отличие от ленского осетра, неспособна питаться при температуре воды менее 10 °С, при сильном освещении интенсивность потребления пищи ею заметно снижается. Как показали наши на-

блюдения, она более требовательна к организации всего процесса выращивания. Аналогичное соотношение в особенностях питания и темпе роста осетра и стерляди отмечали многие исследователи (Козлов и Абрамович, 1986; Бурцев, 1984).

По результатам выращивания ленского осетра и остера можно судить о более быстром темпе роста осетра. Весовые размеры осетра в конце периода выращивания превосходят средние показатели веса остера в 1,2 раза, средняя длина ленского осетра достоверно больше аналогичного показателя у остера в 1,2 раза. Конечный средний вес двухлетков ленского осетра составляет 827 г, тогда как вес остера – только 672 г. Различия показателей достоверно по уровню значимости 0,01, $t_d = 7,2$. Линейные размеры у двухлетков также достоверно ($t_d = 5,7$) различаются.

Выживаемость молоди осетровых во всех опытах была сходной и колебалась в пределах от 85 до 100 процентов.

Анализируя полученные результаты с большой степенью достоверности можно отметить, что ленский осетр при выращивании в садках характеризуется самой высокой скоростью линейного и весового роста среди исследованных представителей осетровых. Это значит, что ленский осетр в условиях Европейского Севера является наиболее продуктивным видом осетровых и может быть рекомендован в качестве перспективного объекта садковой аквакультуры для северных водоемов. Данная рекомендация также подтверждается высокой адаптационной пластичностью ленского осетра.

Наряду с этим, в зависимости от типа водоемов и условий размещения садков, не исключается целесообразность использования в качестве объектов аквакультуры стерляди и ее гибрида с осетром – остера.

Глава 4. Возрастные особенности роста осетровых

При изучении биологических особенностей роста рыб очень большое значение придается возрастным изменениям, происходящим на протяжении всего периода их онтогенеза. У рыб разного возраста, даже при одинаковых условиях развития, постоянно происходят функциональные и структурные изменения, знание которых особенно необходимо при их разведении в искусственных условиях. Учитывая отмеченные свойства организмов, нами на примере изучения возрастной динамики осетровых показаны особенности их развития при выращивании в садках.

4.1. Ленский осетр

Результаты исследования возрастных изменений линейного и весового роста ленского осетра приведены на рисунке 1.

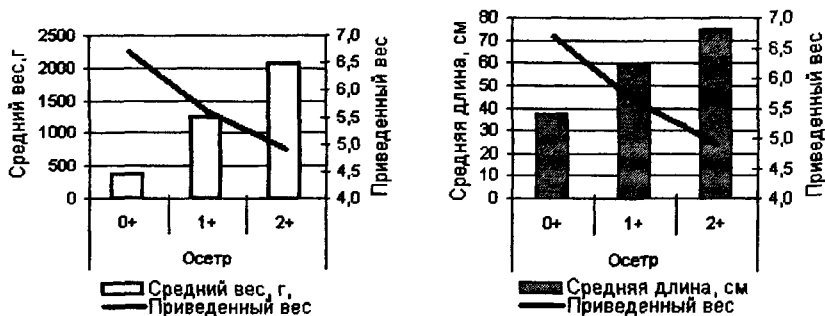


Рис. 1. Линейно-весовые показатели роста разновозрастных групп ленского осетра

Как видно из приведенных диаграмм средний вес сеголетков ленского осетра к концу первого вегетационного сезона составлял 365 г при начальной массе 80 г, то есть весовые показатели увеличились в 4,5 раза. На протяжении следующего года темп роста молоди несколько сократился. Его увеличение от сеголетка до двухлетка составило 3,4 раза. У следующей возрастной группы (трехлетков) увеличение веса равнялось 1,7 раза. Несмотря на снижение относительных показателей весового роста молоди осетра, прирост его абсолютных величин закономерно увеличивался до определенного возраста. У возрастной группы сеголетков он равнялся 285 г и у двухлетков – 865 г. Несмотря на большую величину прироста биомассы, показатели абсолютного прироста веса трехлетков осетра по сравнению с двухлетками несколько сократились. Прирост веса у трехлетков составил 838 г.

Аналогичная динамика отмечена при изучении возрастных изменений темпа линейного роста осетров. У сеголетков относительный прирост линейных размеров был 1,7 раза, у двухлетков – 1,6 раза и у трехлетков – 1,2 раза. Абсолютные показатели линейного роста изменялись синхронно темпу весового роста и у сеголетков равнялись 15,9 см, у двухлетков – 22,4 см и у трехлетков – 14,7 см.

Выявленная динамика возрастных изменений весового и линейного роста ленского осетра при выращивании в садках в основном согласуется с результатами исследования аналогичных показателей у других видов рыб (Поляков, 1975; Рыжков, 1976; Смирнов и др., 1972; Рыжков, Крупень, 2004 и др.).

О соотношении исследуемых показателей в возрастном аспекте можно судить по изменению значений ПВ. Известно, что при величине ПВ около 3-х линейно-весовые показатели роста рыб с возрастом изменяются

синхронно. Выполненные нами расчеты показателей ПВ, как это видно из материалов рис. 1, значительно выше (сеголетки – $6,7 \text{ мг/см}^3$, двухлетки – $5,6 \text{ мг/см}^3$, трехлетки – $4,9 \text{ мг/см}^3$). Это значит, что в возрастной группе 0+ – 2+ преобладает весовой рост, то-есть у молоди осетров более интенсивно накапливается ихтиомасса. Однако, несмотря на интенсивный прирост массы тела с возрастом осетров ускоряется и линейный рост. Это четко проявляется в уменьшении величины ПВ с возрастом рыб (от $6,7$ до $4,9 \text{ мг/см}^3$), хотя она и остается достаточно высокой.

4.2. Стерлядь

В первый год жизни линейно-весовой рост стерляди был наиболее интенсивным. (рис. 2). Средний вес сеголетков увеличился в течение первого вегетационного периода в 3,2 раза. Темп весового роста у двухлетков стерляди был значительно ниже, абсолютная масса тела по сравнению с сеголетками увеличилась лишь в 1,5 раза. Весовой рост трехлетков стерляди по сравнению с двухлетками несколько увеличился, и к концу третьего вегетационного периода его величина возросла в 1,6 раза. Показатели абсолютного прироста веса у сеголетков стерляди равнялись 173 г, у двухлетков – 116 г и у трехлетков – 222 г.

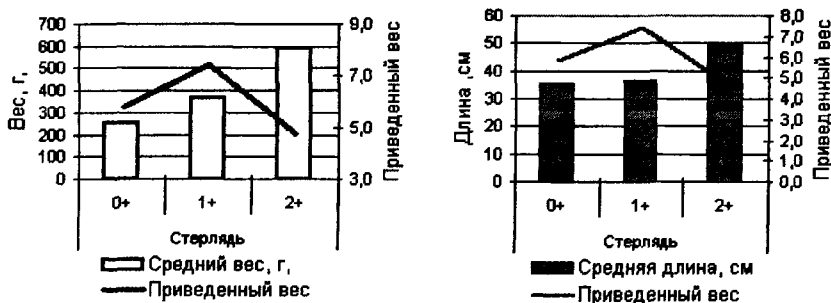


Рис. 2. Линейно-весовые показатели роста разновозрастных групп стерляди

Динамика линейных показателей стерляди в различных возрастных группах была несколько иной. Линейный рост стерляди в первый год увеличился в 1,6 раз по сравнению с начальными размерами. Показатели длины двухлетков практически не изменились, средняя длина рыб увеличилась в 1,1 раза. Линейный рост трехлетков несколько повысился, его величина возросла в 1,4 раза по сравнению с двухлетками.

Абсолютные показатели линейного роста изменялись следующим образом: прирост длины сеголетков равнялся 13,2 см, двухлетков – 1,6 см, трехлетков – 13,2 см.

Соотношение веса и длины – ПВ в течение всего периода выращивания было значительно больше 3. В первый год этот показатель был равен $5,8 \text{ мг/см}^3$. Особенно значительно увеличился этот показатель у двухлетков стерляди, который достиг величины $7,4 \text{ мг/см}^3$. Такое увеличение показателя ПВ указывает на очень интенсивное накопление массы тела у двухлетков стерляди и сокращение их линейного роста. Для многих видов рыб, в частности для осетровых, характерно замедление скорости линейного роста при ухудшении условий обитания (Поляков, 1975; Смирнов и др., 1972; Гершанович и др., 1987). В данном случае снижение линейного роста не может быть объяснено ухудшением условий их выращивания, так как они оставались на протяжении всего опыта относительно стабильными. Ухудшение условий при проведении опытных работ не подтверждается данными по выращиванию трехлетков стерляди. Величина ПВ у трехлетков сократилась до $4,7 \text{ мг/см}^3$, то-есть скорость линейного роста трехлетков увеличилась по сравнению с двухлетками. Очевидно, такие изменения соотношения весовых показателей с линейными есть следствие онтогенетических особенностей роста рыб (Рыжков, 1976).

Таким образом, возрастная динамика линейно-весовых показателей у стерляди достаточно сложна. Первый год жизни ее молоди характеризуется интенсивным темпом роста, на второй год, наоборот, темп роста стерляди значительно замедляется, а на третий год – вновь увеличивается. Судя по значениям ПВ, рост стерляди на протяжении всего исследуемого периода в основном происходит при преобладании весового роста над линейным, хотя их соотношение находится в постоянной динамике, что, очевидно, связано с онтогенетическими особенностями стерляди.

4.3. Осетр (гибрид ленского осетра и стерляди)

Динамика линейно-весовых показателей осетра изучалась на протяжении двух вегетационных сезонов. Результаты исследования представлены на рисунке 3.

Темп весового роста в первый год жизни рыб был достаточно интенсивным. Средний вес сеголетков осетра к концу первого вегетационного периода возрос в 6,7 раза. Увеличение относительных показателей среднего веса двухлетков, хотя несколько сократилось, но осталось достаточно высоким (в 5,2 раза). В то же время абсолютные величины прироста массы тела у двухлетков оказались значительно выше ($542,5 \text{ г}$) по сравнению с сеголетками ($110,0 \text{ г}$). Аналогичным образом изменялись линейные показатели роста. Средняя длина исследуемых рыб увеличилась в течение первого периода в 2,9 раз. Двухлетки осетра росли менее эффективно, по сравнению с сеголетками. Их средняя длина увеличилась в 1,4 раза. Абсолютный прирост длины сеголетков осетра составил $22,5 \text{ см}$, а двухлетков – $13,2 \text{ см}$.

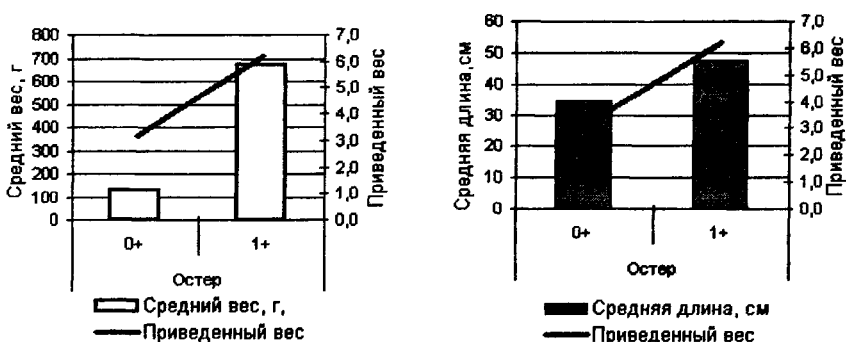


Рис. 3. Линейно-весовые показатели роста разновозрастных групп осетра

ПВ у сеголетков осетра был равен $3,1 \text{ мг/см}^3$, что указывает на синхронность изменений весового и линейного роста исследуемого гибрида в этот период жизни. У осетра на второй год величина ПВ возросла до $6,2 \text{ мг/см}^3$, то-есть существенно сократилась скорость линейного веса рыб.

В заключение этой главы можно отметить, что:

- максимальная скорость роста наблюдается у сеголетков всех трех видов;
- с увеличением возраста рыб интенсивность роста снижается у осетра и осетра
- динамика величин ПВ указывает на преимущество весового роста у осетра и стерляди, синхронный линейный и весовой рост характерен только для сеголетков осетра.

Глава 5. Влияние факторов среды на рост осетровых

Среда водоемов, в которых размещаются взаимодействующие с нею функционирующие садки, формирует для выращиваемой в них рыбной продукции температурный и газовый режим. Для пойкилотермных организмов, к которым относятся и рыбы, важное значение имеет динамика температуры в водной среде. Поэтому специально была исследована динамика линейного и весового роста осетровых при разных температурных условиях водоемов. Роль газового режима специально не исследовалась, так как его показатели в северных водоемах в основном изменяются в благоприятном для рыб интервале.

5.1. Влияние температуры воды на рост осетровых

Материалы, полученные в ходе исследований в 2004–2005 гг. позволяют проследить динамику скорости роста ленского осетра, стерляди и остера при различной температуре воды в естественных водоемах. Продолжительность опытов колебалась от 20 до 30 суток. Садки устанавливались в акватории водоемов с разным диапазоном температуры воды, но с достаточно близкими другими условиями среды. Начальный вес у сеголетков осетра был 15 г, у двухлетков осетра – 365 г, у сеголетков остера – 19,4 г и у двухлетков стерляди – 253 г. Соответственно исходные величины линейных показателей у опытных осетров были – 8 см (у сеголетков) и 44 см (у двухлетков). Линейные размеры сеголетков остера перед размещением в садки были 12 см, двухлетков стерляди – 35,2 см.

Результаты опытов обобщены в таблицах 3–4. Как видно из материалов таблиц, температура воды оказывает влияние на динамику линейно-весовых и других исследованных показателей. Так у сеголетков осетра, выращиваемых в течение 20 дней при температуре воды 20–22 °С, абсолютный прирост веса был в 2,3 раза больше по сравнению с аналогичными рыбами выращиваемыми при температуре 15–17 °С (таблица 3). Это различие в росте рыб при разных температурах среды хорошо подтверждается данными средней суточной скорости их роста (1,8 раза). Аналогичным образом изменялись линейные показатели роста (1,8 и 1,7 раза соответственно).

Значительные различия скорости роста в различных температурных условиях наблюдались также у двухлетков осетра. Среднесуточная скорость роста как весовых, так и линейных показателей при более высоких температурах воды (более 21 °С) была в 2 раза выше, чем при 16–20 °С. Незначительное увеличение показателей ПВ отмечено у двухлетков осетра при повышенной температуре воды.

Таблица 3

Влияние температуры на рост сеголетков и двухлетков ленского осетра

Показатели	Осетр – сеголетки		Осетр – двухлетки	
Температура воды, °С	15–17	20–22	16–20	21–23
Прирост веса, г	14,0	32,4	63	210
ССП веса, %	2,9	5,2	0,9	1,9
Прирост длины, см	4	7	3,5	7,4
ССП длины, %	1,0	1,7	0,4	0,8
ПВ, мг/см ³	3,0	3,2	4,0	4,4

Темп весового роста двухлетков стерляди при температуре воды – 23 °С был более интенсивным, чем при температуре воды 18–20 °С. Показатели абсолютного прироста веса различались в 2 раза и среднесуточного прироста – в 3 раза. Зависимость от температуры линейного роста стерляди оказалась обратной. При более высокой температуре воды ее линейные размеры увеличивались с меньшей интенсивностью (в 2 раза), чем при низкой. Это подтверждается изменением ПВ. Вероятно, при повышении температуры воды за пределы 21 °С у двухлетков стерляди более интенсивно накапливалась масса тела.

Таблица 4

Влияние температуры на рост сеголетков остера и двухлетков стерляди

Показатели	Стерлядь – двухлетки		Остер – сеголетки	
	18–20	21–23	15–17	17–18
Температура воды, °С	18–20	21–23	15–17	17–18
Прирост веса, г	23	45	5,3	28,0
ССП веса, %	0,3	0,9	0,66	2,11
Прирост длины, см	0,8	0,4	0,8	4,5
ССП длины, %	0,07	0,07	0,2	0,7
ПВ, мг/см ³	6,2	6,6	3,14	3,13

Наиболее сильное влияние различной температуры воды на рост рыб проявилось в группе сеголетков остера. Абсолютные показатели прироста веса различались в 5,3 раза, а длины в 5,6 раза. Среднесуточная скорость роста весовых показателей остера при повышенной температуре воды (17–18 °С) была в 3,2 раза, а прироста длины в 3,5 раза выше, чем при температуре 15–17 °С.

Судя по полученным данным, интенсивность роста осетровых напрямую зависит от температурных условий водоемов. При более высокой температуре воды показатели роста исследуемых рыб в основном возрастают.

Полученные нами результаты по влиянию температуры воды на рост молоди осетровых в основном согласуются с литературными данными (Гербильский, 1962, 1967; Краснодарская и др., 1983; Гершанович, 1987; Кошелев, 1989; Рубан, 1999).

5.2. Зависимость роста осетровых от плотности посадки

Взаимоотношения между рыбами, входящими в состав любой группировки, определяются их численностью, величиной пространства, размерами тела и видовой принадлежностью. Влияние этих факторов на рост и на степень их взаимодействия между собой в основном связано с обеспеченностью пищей (Бретт, 1983). Изучение поведенческих взаимоотношений

представляет существенный интерес и имеет особое значение при создании оптимальных условий культивирования хозяйственно ценных видов организмов. При разведении рыб в искусственных условиях большое значение приобретает влияние плотности посадки рыб на их рост, то-есть на величину производимой продукции.

ЛЕНСКИЙ ОСЕТР

С целью изучения влияния плотности посадки на рост молоди были исследованы две опытные группы сеголетков ленского осетра. Тестами для оценки состояния исследуемой молоди были ее выживаемость, вес и размеры, а также соотношения этих показателей. Длительность опытов составила 83 дня.

В таблице 5 приведены результаты исследования динамики роста молоди сеголетков осетра от плотности посадки. Садки были размещены в Лижемской губе Онежского озера.

Таблица 5

Рост сеголетков ленского осетра при различной плотности посадки

Показатели	Плотность посадки, шт./м ²	
	132	194
Количество исследуемых рыб, шт.	296	436
Выживаемость, %	92,9	91,3
Средний вес, г в начале опыта	18,3	18,3
в конце опыта	199	183
Абсолютный прирост веса, г	180,7	164,7
Средняя длина, см в начале опыта	18	18
в конце опыта	37,2	36
Абсолютный прирост длины, см	19,2	18
ПВ, мг/см ³	3,9	3,9

Из данных, приведенных в таблице 5. следует, что увеличение плотности посадки молоди осетра (в 1,5 раза) незначительно снижает как выживаемость молоди (на 1,7 %), так и ее весовой (1,1 раза) и линейный рост (1,1 раза). Несмотря на это, говорить о влиянии плотности посадки молоди на исследованные показатели в данном опыте нет достаточных оснований, так как их различия в основном недостоверны. ($td = 0,7-0,9$). Однако при повышенной плотности посадки молоди (в 1,5 раза) общая величина выращенной продукции оказалась в 1,3 раза выше (72,8 кг) по сравнению с пониженной плотностью (54,7 кг). При этом следует учитывать, что соотношение линейно-весовых величин в обоих опытах сохраняется на одном уровне (ПВ – 3,9).

Аналогичные опыты по изучению влияния плотности посадки на рост сеголетков осетра одновременно проводились в садках, размещенных в форелевой канаве (таблица 6).

Таблица 6

Рост сеголетков ленского осетра при различной плотности посадки на Кедрозерском рыбозаводе

Показатели	Плотность посадки, шт./м ²		
	70	132	194
Количество исследуемых рыб, шт.	157	296	436
Выживаемость, %	93,6	94,3	88,3
Средний вес, г в начале опыта в конце опыта	18,3	18,3	18,3
	113,8	118,7	121,8
Абсолютный прирост веса, г	95,5	100,4	103,5
Средняя длина, см в начале опыта в конце опыта	18	18	18
	30,3	33,0	32,5
Абсолютный прирост длины, см	12,3	15	14,5
ПВ, мг/см ³	4,1	3,3	3,5

Материалы таблицы 6 показывают, что общая тенденция влияния плотности посадки на рост сеголетков осетра была сходной с динамикой этих показателей у аналогичной группы молоди, выращенной в Лижемской губе (таблица 5). Только при плотности посадки 194 особи/м² выживаемость молоди сократилась более существенно (88,3 %). При самой низкой плотности посадки молоди (70 особей/м²) увеличение показателя ПВ до 4,1 мг/м³ указывает на замедление линейного роста рыб. Различия в линейно-весовых размерах молоди осетров оказались недостоверными ($t_d = 0,9-1,9$). Однако, как и в предыдущем опыте, общее выращивание рыболовной продукции при увеличении плотности посадки заметно возросло (15,7 кг, 33,1 кг и 46,9 кг, соответственно).

У двухлетков осетра, выращиваемых в течение 59 дней в садках Лижемской губы, плотность их посадки не оказала существенного влияния на динамику линейно-весовых показателей (таблица 7). В этом опыте следует обратить внимание на выживаемость молоди (100%) и общую продукцию рыб, равную 56,4 кг (плотность 10 шт./м²) и 119,9 кг (плотность 20 шт./м²).

Таким образом, несмотря на отсутствие четкой зависимости роста молоди осетра от плотности посадки, увеличение этого показателя оказывает комплексное влияние на величину производимой в садках продукции.

Таблица 7

Влияние плотности посадки на темп роста двухлетков ленского осетра

Показатели	Плотность посадки, шт./м ²	
	10	20
Количество исследуемых рыб, шт.	60	119
Выживаемость, %	100	100
Средний вес, г, в начале опыта	472	472
в конце опыта	939,4	1007,9
Абсолютный прирост веса, г	467,4	535,9
Средняя длина, см в начале опыта	44	44
в конце опыта	58,3	59,3
Абсолютный прирост длины, см	14,4	15,3
ПВ, мг/см ³	4,7	4,8

СТЕРЛЯДЬ

В таблице 8 представлены материалы по изучению роста двухлетков стерляди в садках при различной плотности посадки. Опыты проводились в течение 59 суток, выживаемость исследуемых рыб составила 100 %.

Таблица 8

Влияние плотности посадки на темп роста двухлетков стерляди

Показатели	Плотность посадки, шт./м ²	
	7	14
Количество в начале периода, шт.	42	84
Выживаемость, %	100	100
Средний вес, г, в начале опыта	253,6	253,6
в конце опыта	369	276*
Абсолютный прирост веса, г	115,4	22,4
Средняя длина, см в начале опыта	35,2	35,2
в конце опыта	36,8	39
Абсолютный прирост длины, см	1,6	3,8
ПВ мг/см ³	7,4	4,7

* различия достоверны при $P < 0,001$, $t_d = 4,6$.

Следует также отметить, что при увеличении плотности посадки ускорился линейный рост молоди стерляди (ПВ сократился от 7,4 до 4,7).

В садке с наибольшей плотностью посадки темп роста стерляди был значительно ниже, ее средний вес в конце исследованного периода составил 276 г, во втором варианте – 369 г. Абсолютный прирост веса

двухлетков в группе с большей плотностью (14 шт./м²) был в 5,2 раза меньше, чем в садке с плотностью посадки 7 шт./м². Абсолютные приросты линейных показателей различались в 2,4 раза.

ОСЕТР

Темп роста и выживаемость сеголетков осетра в садках при различной плотности посадки изучали на протяжении 83 суток. Результаты опытов приведены в таблице 9.

Таблица 9

Результаты выращивания сеголетков осетра в садках Кедрозерского рыбоводного завода при различной плотности посадки

Показатели	Осетр		
	51	96	147
Плотность посадки, шт./м ²	51	96	147
Количество в начале опыта, шт.	115	215	332
Выживаемость, %	84,3	94,4	74,4
Средний вес, г, в начале опыта	19,4	19,4	19,4
в конце опыта	129	141	118,2
Абсолютный прирост веса, г	109,6	121,6	98,7

Очень низкая величина выживаемости молоди осетра отмечена при высокой плотности посадки (147 шт./м²), что может свидетельствовать об ухудшении условий среды при завышенной плотности. Это предположение подтверждается снижением прироста веса рыб. Прирост молоди при высокой плотности посадки был на 10 и 20 % ниже, чем при меньших плотностях.

Таким образом, анализ приведенных материалов показывает, что плотность посадки молоди осетровых оказывает различное влияние на динамику их размерно-весовых показателей. У исследованных двух возрастных групп ленского осетра отсутствует четкая зависимость между ростом рыб и плотностью их посадки. Высокая плотность посадки стерляди и осетра оказывает неблагоприятное влияние на их выживаемость и скорость роста.

В связи с этим можно рекомендовать для сеголетков ленского осетра плотность посадки до 150 шт./м², двухлетков осетра до 40 шт./м², сеголетков осетра до 95 шт./м²; для двухлетков стерляди до 10 шт./м².

5.3 Влияние кормления на рост осетровых

Для изучения влияния кормов и условий кормления молоди осетровых при выращивании ее в садках в 2003–2004 годах были использованы форелевые комбикорма финского производства Rehuraisio. В 2005 году применялись специализированные осетровые корма голландского произ-

водства “Coppens” – SteCo. Сравнительный анализ влияния использованных кормов на рост и выживаемость ленского осетра представлен в таблице 10.

При сравнении скорости роста двухлетков осетра можно судить о превосходстве той группы рыб, которую кормили специализированным кормом для осетровых – Coppens. Средний вес осетров в этой группе увеличился к концу вегетационного периода в 3,9 раз, кормовой коэффициент при этом был 1,2. При кормлении двухлетков осетра кормом Rehuraisio средний вес молоди за то же время увеличился только в 2,5 раза, кормовой коэффициент при этом составил 1,5. Помимо показателей, характеризующих рост, о качестве корма можно судить по физиологическому состоянию рыб. В нашем случае при использовании форелевых кормов Rehuraisio наблюдались случаи гибели рыб с необратимыми изменениями печени, что связано, вероятно, с чрезмерно высокой жирностью форелевых кормов (26–28 %). В 2005 году при использовании кормов Coppens (11 % жира) случаев гибели рыб с жировым перерождением печени не было. Применение специализированных кормов Coppens способствовало повышению темпа роста рыб и не оказывало отрицательного воздействия на жировой обмен даже в период наиболее интенсивного кормления.

Таблица 10

Результаты выращивания двухлетков ленского осетра при использовании кормов Rehuraisio и Coppens

Показатели выращивания	Марка корма	
	Rehuraisio	Coppens
Средний вес рыб в начале опыта, г	472	300
Средний вес рыб в конце опыта, г	1200	1173
Абсолютный прирост, г	728	873
Кормовой коэффициент	1,5	1,2
Выживаемость, %	100	97,5

Наряду с кормами различных фирм важное значение для выращивания рыб имеет нормирование кормления, которое зависит не только от размеров рыб, но и от температуры воды. Однако, нормы кормления, разработанные для стандартных рыбоводных хозяйств, не учитывают всех особенностей питания молоди осетровых в новых климатических условиях. Поэтому целесообразность их исследования в условиях Европейского Севера не вызывает сомнений.

Результаты опытных работ с сеголетками ленского осетра приведены в таблице 11. В садках при одинаковой плотности посадки рыб величина суточных рационов была различной: в 1-м садке – 3%, во 2-м – 5%

от общего веса молоди. Как видно из таблицы 11, самый активный рост сеголетков осетра наблюдался в июле – августе (при благоприятных температурных условиях), и его показатели практически не зависели от величины суточных рационов. ССП веса в обоих опытах колебались около 2-х % (1,87–2,35 %). В сентябре ССП веса сократился при меньшей величине рациона (3 %) более чем в 2 раза, а при большей (5 %) – даже в 5 раз. Такое резкое сокращение величины ССП веса во втором опыте может быть обусловлено случайностью выборки или резким снижением температуры воды. В конце опытных работ (середина октября) величина ССП веса была в первом опыте 0,71 % и во втором – 0,95 %, то-есть существенных различий не отмечалось. Изменения величин ССП длины тела у сеголетков осетра в первом опыте были несколько ниже (0,72–0,32%) по сравнению со вторым опытом (1,29–0,75%). В сентябре их соотношение изменилось в обратную сторону, и сохранилось в таком виде до конца опытов.

Таблица 11

Динамика роста сеголетков ленского осетра в садках при различных величинах суточных рационов

Дата измерения	Садок №1 (кормление – 3 % от икhtiомассы)				Садок № 2 (кормление – 5 % от икhtiомассы)			
	Средний вес, г	ССП веса, %	Средняя длина, см	ССП длины, %	Средний вес, г	ССП веса, %	Средняя длина, см	ССП длины, %
30.07.03	131,8	1,87	26,5	0,72	132,8	2,14	25,8	1,29
10.08.03	161,6	2,07	28,7	0,64	168,0	1,94	29,7	0,77
21.08.03	202,4	2,33	30,8	0,32	208,0	2,26	32,3	0,75
03.09.03	274,0	0,92	32,1	0,29	279,2	0,41	36,6	0,10
15.09.03	305,7	0,80	34,0	0,59	293,0	0,45	37,0	0,23
28.09.03	322,0	0,71	36,7	0,18	310,5	0,95	37,7	0,10
15.10.03	365,0		37,9		369,0		37,7	

Следовательно, результаты опытов показали, что исследованные величины суточных рационов не оказывают существенного влияния на скорость роста рыб. За весь период выращивания ССП веса осетров в садке 1 был 1,31 %, в садке 2 – 1,32 %. Аналогичные показатели ССП длины рыб были соответственно 0,46 и 0,49 %. Отсутствие различий в скорости роста рыб при различных нормах кормления может быть обусловлено,

с одной стороны, температурными условиями, а с другой, их биологическими особенностями. Это значит, что в условиях северного региона пищевые потребности рыб удовлетворяются суточным рационом корма в размере 3 % от их массы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты выполненных исследований показали эффективность выращивания осетровых в условиях садковых хозяйств Европейского Севера. На основании результатов изучения динамики линейно-весовых показателей осетровых выявлен ряд преимуществ ленского осетра. Так, при выращивании ленского осетра на протяжении 2,5 лет его средний вес достиг величины 2068 г, а за этот же промежуток времени средний вес стерляди увеличился до 591 г. Соответственно различались линейные размеры осетра (75 см) и стерляди (50 см). По сравнению с ленским осетром скорость роста остера была ниже. За 1,5 года выращивания ленский осетр достиг среднего веса 827 г (при длине 55 см), а остер – 672 г (при длине 47 см). Однако, в зависимости от типа водоема и условий размещения садков, не исключается целесообразность использования стерляди и остера в качестве объектов садкового рыбоводства в северном регионе.

При изучении возрастной динамики линейно-весовых показателей молоди осетровых выявлен наиболее быстрый ее рост в первый год жизни. У сеголетков осетра за вегетационный период вес увеличился в 4,5 раза, а у трехлетков лишь в 1,7 раза. Соответственно изменились линейные размеры молоди в 1,7 раза и в 1,2 раза. Аналогичная динамика роста характерна и для сеголетков стерляди (в 3,2 раза) и остера (в 6,7 раза). Причем, у сеголетков ленского осетра и стерляди преобладал весовой рост, а у остера – линейный. В дальнейшем интенсивность роста рыб снизилась.

С целью изучения биологических особенностей осетровых было исследовано влияние на их рост различных температурных условий. Показано, что быстрый рост осетровых наблюдался в достаточно широком диапазоне температур. Однако, даже при изменении температуры среды в благоприятном интервале интенсивности роста молоди напрямую зависела от температурных условий водоемов. При более высокой температуре воды показатели скорости роста исследованной молоди возрастали в 2–3 раза. Оптимальной для выращивания осетровых в садках можно считать температуру воды от 18 до 23 °С. В тоже время разные виды исследованных рыб неодинаково реагируют на изменения температуры воды.

С целью разработки технологических приемов выращивания молоди осетровых в условиях северного региона был проведен ряд эксперимен-

тальных работ по изучению влияния плотности посадки и нормирования кормления на рост и выживаемость молоди осетровых.

Анализ результатов по изучению влияния плотности посадки молоди в садках показал, что ее величина в определенном интервале оказывает влияние на размерно-весовые показатели выращиваемой молоди осетровых. Однако это влияние не всегда четко проявляется на динамике размерно-весовых показателей молоди. Например, у исследованных двух возрастных групп ленского осетра отсутствует четкая зависимость между ростом рыб и плотностью их посадки. В тоже время высокая плотность посадки стерляди и остера оказывает неблагоприятное влияние на их выживаемость и скорость роста. Однако, несмотря на отсутствие четкой зависимости между исследованными показателями увеличение плотности посадки молоди во всех случаях способствует повышению общего объема выращиваемой в садках рыболовной продукции.

На основании этих материалов можно рекомендовать для сеголетков ленского осетра плотность посадки до 150 шт./м², двухлетков осетра до 40 шт./м², сеголетков остера до 95 шт./м²; для двухлетков стерляди до 10 шт./м².

При изучении влияния на рост осетра различных кормов показано преимущество специализированных комбикормов для осетровых ("Сорпепс" – SteCo). Их применение способствовало повышению темпа роста рыб и эффективности использования корма.

Результаты исследования различных норм внесения кормов показали, что величины суточных рационов не оказывают существенного влияния на скорость роста рыб. ССП веса и длины ленского осетра в двух экспериментальных группах были сходными на протяжении почти всего периода. При норме кормления 3 % от общего веса – ССП веса был равен 1,31 %, ССП длины – 0,46 %, а при норме кормления 5% – 1,32 и 0,49 %, соответственно. Отсутствие различий в скорости роста может быть обусловлено, как температурными условиями, так и биологическими особенностями молоди осетра. Вероятно, в условиях северного региона пищевые потребности рыб удовлетворяются суточным рационом корма в размере 3 % от их массы.

Таким образом, в результате исследований показана принципиальная возможность использования представителей семейства осетровые в качестве объектов садкового рыболовства на Европейском Севере. Перспективным объектом может стать ленский осетр, наиболее сильно проявивший свои продуктивные качества при выращивании в садках в северных условиях.

ВЫВОДЫ

1. Исследована динамика размерно-весовых показателей молоди осетровых (ленский осетр, стерлядь и их гибрид – остер) при их выращивании в садках на Европейском Севере.
2. Выявлено, что среди исследованных представителей осетровых ленский осетр характеризуется самой высокой скоростью линейного и весового роста, и может быть рекомендован для выращивания в садках на Европейском Севере.
3. Установлена максимальная скорость роста у сеголетков исследованных представителей осетровых, величина которой у осетра и остера с возрастом уменьшается. У молоди стерляди отмечено увеличение этого показателя на третий год жизни.
4. На основании анализа динамики показателей ПВ выявлено преимущество весового роста у сеголетков осетра и стерляди и синхронность линейного и весового роста у сеголетков остера.
5. Установлено, что интенсивность роста осетровых имеет четкую зависимость от температурных условий водоемов. При более высокой температуре воды показатели роста исследуемых рыб, возрастают. Оптимальной для выращивания осетровых в садках можно считать температуру воды от 18 до 23 °С.
6. Выявлено, что плотность посадки молоди осетровых в определенном интервале может влиять на ее выживаемость и динамику размерно-весовых показателей. Высокая плотность посадки отрицательно сказывается на выживаемости осетровых, однако повышает объем выращиваемой в садках рыболовной продукции.
7. Показано преимущество специализированных кормов голландского производства “Сорпенс” – SteCo для выращивания осетровых. Исследованные величины суточных рационов не оказывают влияния на скорость роста рыб.
8. Рекомендованы оптимальные плотности посадки для молоди осетровых – до 150 шт./м² у сеголетков осетра, у двухлетков осетра до 40 шт./м², у сеголетков остера до 95 шт./м²; для двухлетков стерляди до 10 шт./м².

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Волкова А. Ю., Рыжков Л. П. Выращивание молоди сибирского (ленского) осетра (*Acipenser Baerii Brandt*) на Кедрозерском рыболовном заводе (Карелия). // Вопросы рыболовства. Том 5. № 4 (20). 2004. – с. 734–739.

2. Волкова А. Ю. Новые объекты садковой аквакультуры в Карелии. // Растениеводство на Европейском Севере: состояние и перспективы: Матер. Междунар. школы-конф.- Петрозаводск, 2004. – с. 26–29.
3. Волкова А. Ю. Выращивание молоди ленского осетра (*Acipenser Baerii* Brandt) и гибрида ленского осетра со стерлядью в садках при различной плотности посадки. // Актуальные проблемы экологической физиологии, биохимии и генетики животных: Матер. Междунар. науч. конф. – Саранск, 2005. – с. 39–42.
4. Волкова А. Ю. Зависимость роста молоди ленского осетра от температуры и плотности посадки. // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Матер. Междунар. конф. – Петрозаводск, 2005. – с. 26–32.

Подписано в печать 03.03.06.

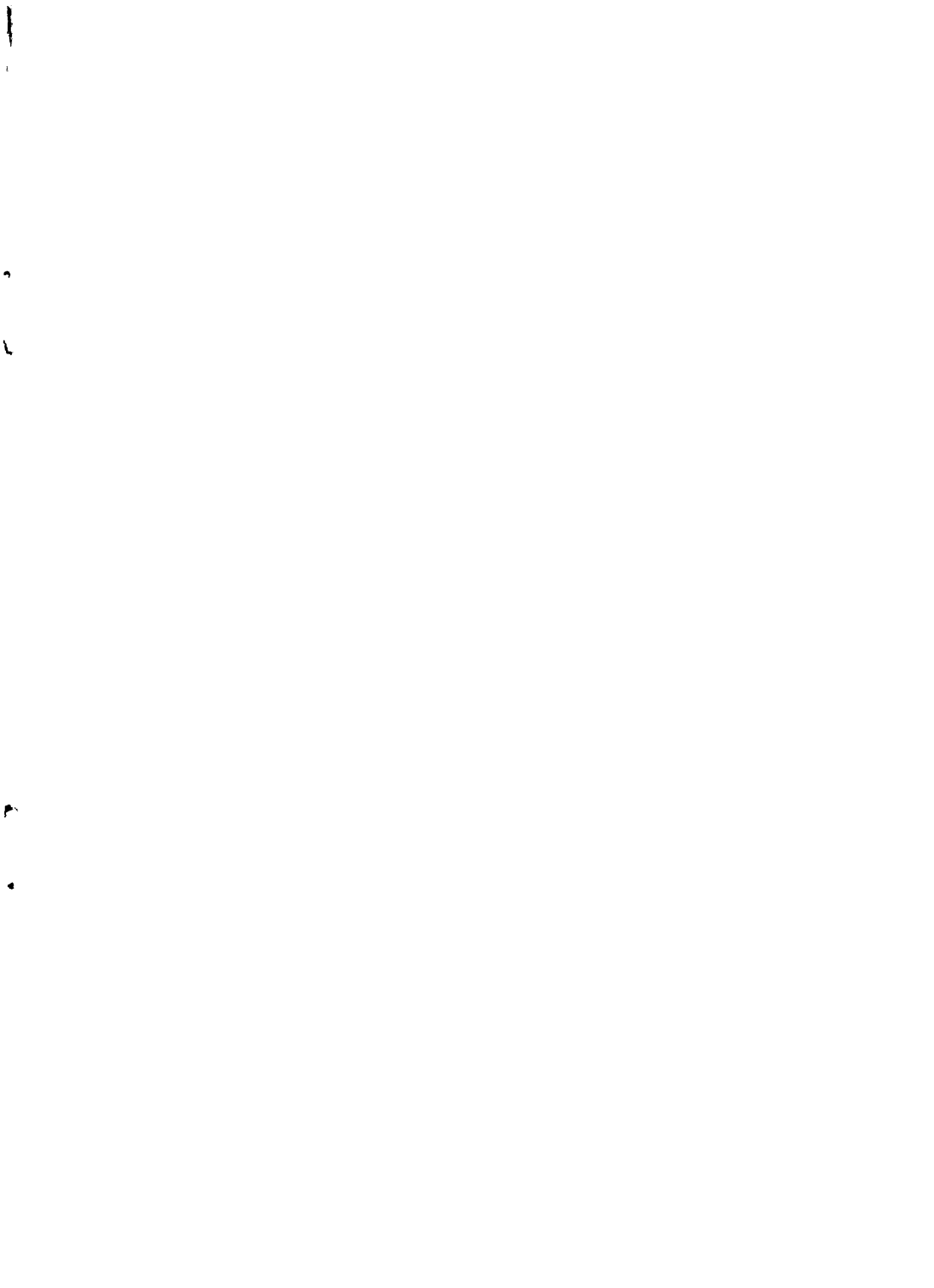
Формат 60×84¹/₁₆ Бумага офсетная.

Уч.-изд. л. 1. Тираж 100 экз. Изд. № 75.

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования

ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Отпечатано в Издательстве ПетрГУ
185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33



R-5028

2006A
5028

R-5028