



На правах рукописи

ДУДКО ЮРИЙ ВИКТОРОВИЧ

**ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СЕВРЮГИ
ACIPENSER STELLATUS DONENSIS ZOVETZKY
ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ**

(03.00.06 - Ихтиология)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации
на соискание ученой степени кандидата
биологических наук

23 СЕН 2010

Астрахань, 2010

Работа выполнена на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» филиала ГОУВПО «Московский государственный университет технологий и управления» в г. Ростов-на-Дону (РО ГОУВПО МГУТУ)

Научный руководитель: доктор биологических наук, профессор
Абросимова Нина Акоповна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Попомарев Сергей Владимирович

кандидат биологических наук
Дубов Василий Ерофеевич

Ведущая организация: Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КрасНИИРХ)

Защита состоится «28» 09 2010 г. в 14 часов 00 минут на заседании Диссертационного Совета Д.307.001.05 при Астраханском государственном техническом университете по адресу: 414025, РФ, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева, 16
Факс: 8 (8512) 54 91 03

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханского государственного технического университета

Автореферат разослан «28» августа 2010 г.

Ученый секретарь
Диссертационного Совета Д.307.001.05
канд. биол. наук, доцент



Э.И. Мелякина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Под влиянием хозяйственной деятельности экосистема южных морей России, особенно Азовского моря, испытывает существенные изменения, неблагоприятные для рыбного хозяйства (Воловик и др., 1995; Макаров и др., 1995, 2000; Воловик, 2000; Серобаба, Малышев, 2001; Ходоревская и др., 2007; Иванов, Комарова, 2008). Эти изменения в полной мере относятся и к состоянию естественной популяции севрюги в Азовском бассейне, которая в настоящее время находится в крайне депрессивном состоянии. Начиная с конца прошлого столетия, в области искусственного воспроизводства севрюги отмечался резкий спад, обусловленный, в первую очередь, дефицитом производителей. Так, выпуск молоди в 2008 г. по сравнению со среднегодовыми показателями до 2000 г. сократился: на Кубани - более чем в 120 раз, на Дону - в 4 раза.

В условиях острейшего дефицита производителей и, соответственно, снижения масштабов искусственного воспроизводства все большее значение придается заводскому разведению рыб по интенсивной технологии, которое с учетом перспективы должно быть реализовано на основе как существенной коррекции традиционных методов, так и разработки новых технологий. Следует отметить, что севрюга является одним из сложных объектов воспроизводства, что обусловлено более интенсивным обменом веществ и энергозатратами на рост и развитие, меньшей устойчивостью к дефициту кислорода и низкой сформированностью защитной системы, особенно на ранних этапах постэмбриогенеза (Гершанович, 1982; Гершанович и др., 1987 и др.). Одним из путей повышения жизнестойкости севрюги и сохранения молоди на всех этапах выращивания является индивидуальный подход при разработке рецептуры корма и метода кормления с учетом особенности обмена веществ севрюги. Кроме того, восстановление приоритета отечественных специализированных стартовых комбикормов для осетровых рыб может иметь определенное экономическое и социальное значение для южных регионов России.

Цель и задачи исследований. Основная цель настоящей работы заключается в повышении биологического и продуктивного действия стартовых кормов и оптимизации кормления севрюги с учетом особенности обмена веществ для повышения эффективности искусственного воспроизводства на интенсивной основе.

Для достижения этой цели поставлены следующие задачи:

- изучить возможность оптимизации белкового питания ранней молоди севрюги;
- изучить метаболизм липидов и жирных кислот в раннем постэмбриогенезе севрюги как показатель физиологической потребности в липидах и незаменимых жирных кислотах;
- изучить воздействие жирнокислотного состава кормов с различными жировыми добавками на рост и жирнокислотный состав молоди севрюги;
- изучить углеводное питание ранней молоди севрюги и определить наиболее эффективную композицию углеводов в стартовых комбикормах;
- определить оптимальное количество витамина H_2 в составе стартового корма для севрюги;
- разработать стартовый комбикорм для севрюги с высоким биологическим и продуктивным действием за счет оптимизации белкового, липидного, жирнокислотного и

углеводного питания и биологически активных компонентов;

- оценить неспецифическую резистентность молоди севрюги, выращенную на стартовых комбикормах.

Научная новизна и теоретическое значение. В настоящей работе проведено комплексное исследование для оптимизации кормления личинок и мальков севрюги при интенсивном выращивании в условиях осетровых заводов Азовского бассейна. Проведен подбор компонентов для улучшения физиологической питательности стартового корма. Показано, что при использовании в комбикормах рыбных гидролизатов, нанесенных на пшеничные зародышевые хлопья с целью ускорения сушки, в период становления пищеварительной функции на ранних этапах постэмбриогенеза севрюги снижается биологическое и продуктивное действие корма. Установлены оптимальное для личинок и мальков севрюги соотношение ω_3/ω_6 и сумма жирных кислот 18:3 и 22:6 линоленового ряда в липидах корма. Определено оптимальное соотношение в стартовом корме легко- и трудногидролизуемых углеводов. Показано, что введение в комбикорма витамина H_2 способствует повышению питательности корма в начальный период кормления, определена его норма для ранней молоди севрюги.

На основании собственных данных по оптимизации белкового, липидного и углеводного питания разработаны стартовые корма 1-го и 2-го порядка и предложен регламент кормления ими молоди севрюги. Впервые определена неспецифическая резистентность молоди севрюги при выращивании на искусственных кормах на интенсивной основе.

Практическая значимость работы. Практическим завершением исследований являлась разработка основных элементов промышленной технологии кормления молоди севрюги при искусственном воспроизводстве.

Материалы исследований дают возможность повысить эффективность искусственного воспроизводства севрюги за счет повышения темпа роста, выживаемости и улучшения физиологического состояния.

Апробация работы. Материалы диссертации представлялись, обсуждались и докладывались на курсах повышения квалификации «Современные принципы и методы управления водными экосистемами и организация предприятий товарного рыбоводства различных форм собственности» (Новочеркасск, 2007); IX Международной научно-практической конференции (Москва, 2003), «Действующее законодательство, охрана и управление водными биоресурсами» (Ростов-на-Дону, 2008, 2009) и «Ветеринарный надзор за объектами аквакультуры» (Ростов-на-Дону, 2008, 2009), на 2-й и 3-й Международной научной конференции «Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины» (Ростов-на-Дону, 2008), а также на заседаниях кафедр «Водные биоресурсы и аквакультура» (Ростов-на-Дону) и «Биоэкология и ихтиология» МГУТУ (Москва).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 6 работ, из них 2 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 144 страницах и состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций и приложения (акт производственной проверки). Список цитируемой литературы включает 209 работ, из которых 33 на иностранных языках. Работа содержит 31 таблицу и иллюстрирована 29 рисунками.

1. СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ И ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА СЕВРЮГИ В БАССЕЙНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

(аналитический обзор)

В данной главе рассмотрены особенности биологии донской и кубанской популяций севрюги, современное состояние популяций азовской севрюги и искусственного воспроизводства, особенности питания в естественных и заводских условиях.

Показано, что современное состояние популяции азовской севрюги является следствием действия ряда факторов, которые оказывали влияние на протяжении всего прошлого столетия, однако более остро проявились на рубеже веков. С 1996 года азовская севрюга занесена в Международную (МСОП) и национальную Красную книгу. Статус по Красным книгам - VU.

С 2000 г. промысел севрюги в Азовском бассейне запрещен и разрешается только вылов для заводского разведения. Ввиду острого дефицита производителей масштабы искусственного воспроизводства азовской севрюги к 2008 году снизились в среднем по Азовскому бассейну - более чем в 78 раз по сравнению с периодом до 2000 г.

2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сбор материала, данных и опыта проводили в течение 2003-2008 гг. на Азовских рыбопроизводных заводах в зависимости от наличия производителей. Объектами исследования послужили икра, личинки и мальки азовской севрюги. Исследования проводили в условиях научно-производственного эксперимента. Для нивелирования фактора разнокачественности в опытах использовали предличинки массового вылупления в течение первых 3-х часов. Основные направления исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные направления исследований

| Оптимизация белкового, липидного и углеводного питания | Разработка стартовых кормов и технология кормления | Гематологические исследования |
|--|--|---|
| Рыбоводно-биологические исследования: | Физиолого-биохимические исследования | Гемоглобин, формулы красной и белой крови |
| <i>Темп роста</i> <i>Выживаемость</i> | <i>Химический статус</i> <i>Обмен веществ</i> | <i>Неспецифическая резистентность</i> |
| <i>Упитанность</i> <i>ЭИП* и ЭИЭ**</i> | <i>ПОЛ и антиоксидантная система</i> | |
| Производственная проверка оптимального варианта корма Практические рекомендации | | |

* ЭИП - эффективность использования протеина.

** ЭИЭ - эффективность использования энергии.

Рыб содержали в бассейнах ИЦА-1 или ИЦА-2 с круговым током воды и начальной плотностью посадки по 5 или 15 000 экз./бассейн, соответственно. Кормление личинок и мальков севрюги в опытах и контроле проводили по единой методике с учетом массы рыб и температуры воды. Биологическое и продуктивное действие опытных кормов оценивали по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям в сравнении с контрольным вариантом корма.

Рыбоводно-биологические исследования. Изучали весовой рост, выживаемость, упитанность по Фультону, затраты кормов на единицу прироста, эффективность использования протеина и энергии на рост, накопление различных групп органических (протеин, липиды, углеводы) и минеральных веществ, а также энергии в теле рыб по общепринятым методикам (Щербина, 1983).

Физиолого-биохимические исследования. Общий химический анализ кормов и рыб проводили по стандартным методикам (Щербина, 1983; Абросимова и др., 2005). Для разделения липидов на классы использовали метод тонкослойной хроматографии (Шталь, 1965), с предварительным экстрагированием их по Фолчу (Folch et al., 1957).

Холестерин определяли по методу Либермана-Бурхарда в модификации С. Илька, эфиры холестерина - с использованием дигитонина (Иса, 1962), глицеринов - по цветной реакции с хромотроповой кислотой, НЭЖК - колориметрически (Yang Jeun-Sing, Biggs, 1971), липоидного фосфора - по Исао с соавторами (Isaо et al., 1967).

Жирные кислоты определяли методом газожидкостной хроматографии на хроматографе «ЦВЕТ-5».

Содержание диеновых конъюгатов оценивали по характерному для них ультрафиолетовому спектру поглощения раствора липидов, малонового диальдегида - по Коровейниковой (1989), основания Шиффа - по спектрам флуоресценции растворов липидов в хлороформе. Определение активности СОД проводили гидроксиламиновым методом (Yasuhira, 1983), α -токоферола - флуорометрическим методом (Taylor, 1980).

Кровь для анализа брали из хвостовой артерии. Концентрацию гемоглобина определяли по Сали, мазки фиксировали и окрашивали по Паппенгейму. Клетки крови идентифицировали по Н.Т. Ивановой (1983). Содержание катионных белков определяли путем расчета среднего цитохимического коэффициента - СЦК (Пигаревский, 1978, 1979).

Статистическую обработку полученных результатов проводили по общепринятой методике (Лакин, 1980) с помощью прикладной программы «Excel 2003». Достоверность различий определяли по t - критерию Стьюдента.

Испытано 17 вариантов кормов, в том числе 2 - с гидролизатами, 5 - с различным составом жирных кислот и 4 - углеводов, 2 дозировки витамина Н₂, 4 варианта опытных кормов, отличающихся структурой протеина, липидов и добавками витамина Н₂ и β -каротина, апробированных в 3 вариантах кормления.

В рыбоводно-биологических анализах использовано 2070 рыб. Проведено 1179 биохимических определений, в том числе, общих анализов тела рыб и кормов - 460, фракционного состава общих липидов - 302, фосфолипидов - 240, жирных кислот - 52, продуктов ПОЛ - 75, антиоксидантов - 50, гематологических анализов - 82, в т.ч. катионных белков - 40.

В тексте, таблицах и рисунках приняты следующие обозначения: ОЛ - общие липи-

ды; ФЛ - фосфолипиды, ТАГ - триацилглицерины, Х - холестерин; ЭХ - эфиры холесте-рина; МАГ - моноацилглицерины; ДАГ - диацилглицерины; НЭЖК - неэстерифициро-ванные жирные кислоты; ИФ - инозитфосфатиды; ЛФХ - лизофосфатидилхолины; СФМ - сфингомиелины; ФХ - фосфатидилхолины; ФС - фосфатидилсерины; ФЭА - фосфати-дилэтанолламины; К+ПГФ - кардиолипиды+полиглицерофосфатиды; ДК - диеновые коньюгаты; МДА - малоновый диальдегид; ОШ - основания Шиффа; СОД - суперок-сиддисмутаза.

3. ОПТИМИЗАЦИЯ КОРМЛЕНИЯ МОЛОДИ СЕВРЮГИ

3.1. Оптимизация белкового питания

Перспективными компонентами стартовых комбикормов для рыб остаются рыбные гидролизаты (Абросимова, Саенко, 1996; Пономарев, 1996 и др.). Несмотря на высокую физиологическую ценность, использование их представляет определенные трудности, связанные со сложностями сушки, в процессе которой ухудшаются их питательные свойства. Как один из вариантов решения этой проблемы применяют нанесение гидролизатов на пшеничные зародышевые хлопья - ПЗХ, или Витазар (Пономарев, Зубкова, 1999; Абросимова, Саенко, 2000). Однако остается неизученной реакция ранней молоди севрюги на введение в рацион рыбного гидролизата, нанесенного на ПЗХ после сушки. Для оценки питательного свойства таких кормов для севрюги апробированы гидролиза-ты из салаки и данный гидролизат, нанесенный на ПЗХ в соотношении 3:1 по 10 и 15 % каждого в составе комбикормов.

По содержанию основных групп органических и минеральных веществ опытные и контрольный комбикорма были достаточно близки и соответствовали физиологической потребности ранней молоди осетровых. При введении в комбикорма гидролизатов содержание растворимых белков в кормах повысилось в 1,5-2,5 раза. Гидролизаты+ПЗХ обеспечивали в комбикормах (варианты 1 и 2) соотношение белки:полипептиды: олигопептиды в пределах 1:2,1-2,7:1,8-2,2, а собственно гидролизат (варианты 3 и 4) - 1:2,6-2,7:2,6-2,7. Данный показатель в контроле составил 1:1,8:0,8.

3.1.2. *Рыбоводно-биологические результаты выращивания молоди.* Кормление личинок севрюги начинали при переходе на активное питание при средней массе 30 мг. По завершению экспериментального кормления средняя индивидуальная масса молоди всех опытных вариантов достоверно превышала контрольную группу более чем на 13 % ($P < 0,05$). Причем наибольшей средней массы достигла молодь 4 (15 % гидролизата), затем 1 (10 % гидролизата+ПЗХ) и 3 (10 % гидролизата) вариантов. Выживаемость личинок на опытных кормах превышала контрольную группу более чем на 20 % при макси-мальном различии у личинок 4 варианта - на 45,7 %.

Гидролизаты в составе кормов оказывали белок- и энергосберегающий эффект, что выразилось в большем накоплении протеина и энергии у опытной молоди, соответствен-но на 23-40 % и 24,5-35,2 %. Но, при этом отмечали усиление липолиза - повысилось содержание МАГ и НЭЖК более чем на 34 % и снизился уровень ТАГ на 5-8 %. Однако уровень структурных липидов (ФЛ и Х) по отношению к контролю практически не из-менился.

Соотношение ω_3/ω_6 , являющееся адекватным показателем физиологического со-

стояния рыбы, как в общих липидах, так и фосфолипидах составило 0,7-0,9 и 0,9-1,0, что ниже контроля и нормы более чем в 1,5 раза. Однако уровень гидроксирекисей у опытных рыб, как и контрольных, находились в пределах физиологической нормы, хотя в теле молоди опытных рыб их уровень имел тенденцию к снижению. При этом активность СОД возрастала на 17,5-27,9 % при незначительном повышении активности α -токоферола.

3.2. Оптимизация липидного питания

Для оптимизации липидного питания молоди севрюги изучали утилизацию липидов и жирных кислот от вылупления до перехода личинок севрюги на активное питание, как показатель потребности в липидах и жирных кислотах, и влияние липидного и жирнокислотного состава кормов на рост, выживаемость, жирнокислотный состав и состояние антиоксидантной защиты молоди севрюги.

3.2.1. *Метаболизм липидов и жирных кислот севрюги в раннем постэмбриогенезе.* В процессе эндогенного питания предличинки липиды расходуются более чем на 24 % при одновременной утилизации почти на 23 % фосфолипидов и уменьшение на 25 % соотношения $\omega 3/\omega 6$ в утилизированной части жирных кислот. Это свидетельствует об избирательной утилизации липидов и жирных кислот в процессе развития предличинки.

3.2.2. *Влияние состава липидов кормов на фосфолипидный и жирнокислотный статус молоди севрюги.* Для уточнения и корректировки липидного и жирнокислотного питания ранней молоди севрюги, нами проведена серия экспериментального кормления рационами, содержащими 49,7-52,2 % протеина с близкими по фракционному составу белками, 10,2-11,5 % липидов и 11,3-12,1 % зольных элементов. Комбикорма отличались по содержанию ФЛ, $\omega 3$ и $\omega 6$ жирных кислот и были разделены на 5 групп (табл. 2).

Таблица 2

Уровень фосфолипидов и $\omega 3/\omega 6$ в липидах комбикормов

| Показатели | Группы кормов | | | | |
|----------------------|---------------|---------|---------|---------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Фосфолипиды* | 1,2 | 5,6-6,6 | 0,9-1,0 | 1,2 | 10,9-13,3 |
| $\omega 3/\omega 6$ | 2,6 | 2-2,1 | 2,4 | 0,8-0,9 | 0,9-1,1 |
| 18:3+22:6 $\omega 3$ | 1,3-1,5 | 1,9-2,4 | 1,1-1,4 | 0,8-1,1 | 0,8-1,7 |

* В процентах общих липидов.

Согласно результатам кормления на ранних этапах формирования организма, когда системы поддержания жирнокислотного гомеостаза менее развиты, потребность молоди в эссенциальных жирных кислотах наилучшим образом удовлетворяется при содержании в корме фосфолипидов 5,6-6,6 %, суммы 18:3 и 22:6 – 1,9-2,4 %, $\omega 3/\omega 6 = 2$ (2 вариант, где использовали композицию рыбий жир+липецол+ляляные фосфагиды). Темп роста рыб при таком рационе повышался на 30-37 %, выживаемость - на 18-20 %, что свидетельствует о высокой потребности севрюги в кислотах семейства $\omega 3$ в форме эссенциальных жирных кислот с 20 и 22 углеродными атомами.

3.3. Оптимизация углеводного питания

Углеводы наряду с белками и жирами являются неотъемлемой частью кормов для рыб. Недостаточность углеводов в пище компенсируется белковыми (аминокислотами) и липидными (глицеринами) компонентами, что отрицательно сказывается на пластическом обмене (Сорвачев, 1982; Озол, 1984).

Согласно поставленной задаче были скорректированы 4 варианта кормов, отличающихся содержанием углеводов и их фракционным составом (табл. 3).

Таблица 3

Состав углеводов в кормах

| Варианты корма | Сумма | Сахара | ЛГУ* | ТГУ** | | ЛГУ/ТГУ |
|----------------|-------|--------|-------|-----------|--------|---------|
| | | | | клетчатка | лигнин | |
| 1 | 26,99 | 5,57 | 14,08 | 3,35 | 4,01 | 2,7 |
| 2 | 29,68 | 3,99 | 14,04 | 4,51 | 7,14 | 1,5 |
| 3 | 24,63 | 5,84 | 16,75 | 1,76 | 0,28 | 11,1 |
| 4 | 26,22 | 5,92 | 15,62 | 4,28 | 0,40 | 4,6 |

*ЛГУ - легкогидролизуемые углеводы.

**ТГУ - трудногидролизуемые углеводы.

Кормление личинок начинали со стадии смешанного питания при средней массе $22,82 \pm 0,28$ мг. В первой пятидневке лучшими показателями весового роста характеризовались личинки 4-го, а затем 3-го вариантов, средняя масса которых через 5 суток кормления достигла $32,91 \pm 1,36$ и $32,05 \pm 1,67$ мг, соответственно при достоверных отличиях ($P < 0,05$) от других вариантов.

Такая зависимость объясняется тем, что поступающие в организм углеводы подвергаются перевариванию в желудочно-кишечном тракте и всасываются в кровь в виде моносахаридов, в основном глюкозы (Уголев, 1970, 1972; Сорвачев, 1982; Озол, 1984). В последующие 7 суток максимальный темп роста сохранялся на 4 варианте корма - $94,54 \pm 5,06$ мг. В среднем за 12 суток максимальная скорость роста была у личинок 4-го варианта (ЛГУ/ТГУ - 4,6), а затем 1-го варианта (ЛГУ/ТГУ - 2,7) при снижении кормовых затрат на 0,5 ед.

Следует предположить, что наиболее физиологически полноценными являются 4-й, затем 1-й варианты с соотношением ЛГУ к ТГУ равным 4,6 и 2,7, количеством сахаров - 5-6 г, ЛГУ в виде декстринов и крахмала - 15-18 г, клетчаткой - 4-5 г, лигнином - до 0,5 г на 100 г корма.

3.4. Оптимизация питания за счет введения в рацион витамина Н₂

Учитывая особенности физиологии пищеварения севрюги в раннем онтогенезе, а также характеристику кормового сырья, используемого в отечественной комбикормовой промышленности, важная роль в повышении эффективности искусственных кормов отводится биологически активным веществам, направленно стимулирующим обмен веществ в организме. Из таких веществ недостаточно изученным является витамин Н₂ (биотин, витамин В₇).

Минимальная потребность в витамине Н₂ незначительна, но рыбы очень чувстви-

тельно к его дефициту (Остроумова, 2001; Kitamura et al., 1967 и др.). Экспериментально определенные нормы витамина Н₂ в кормах для осетровых варьируют от 0,1 до 0,3 мг/кг (Киянова, 1998; Пономарев и др., 2002). Однако на ранней молодежи севрюги они не испытывались. Мы изучали влияние 2 доз витамина Н₂ - 0,05 и 0,1 мг/кг корма (соответственно 1 и 2 варианты).

Через 15 суток масса личинок на кормах с витамином Н₂ достоверно превышала контроль почти в 2 раза. За последующие 20 суток среднесуточный темп роста молодежи 1-го варианта превышал контроль на 13,8 %, 2-го - не более 4 % при близких других рыбоводных показателях.

По показателям направленности обмена веществ, на начальном этапе кормления до массы в среднем 400 мг, введение витамина Н₂ оказывает белок- и энергосберегающий эффект. В дальнейшем его действие снижается и сохраняется некоторое преимущество при количестве 0,05 мг/кг, что подтверждается балансом $\omega 3$ и $\omega 6$ жирных кислот. Согласно полученным данным введение в корм витамина Н₂ в количестве более 0,05 мг на 1 кг корма для молодежи массой более 400 мг недостаточно эффективно.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СЕВРЮГИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМБИКОРМОВ С ПОВЫШЕННЫМ БИОЛОГИЧЕСКИМ И ПРОДУКТИВНЫМ ДЕЙСТВИЕМ

Разработанные нами корма основаны на оптимизации белкового, липидного и углеводного питания, а также введения в рацион витамина Н₂ (0,05 мг/кг) и β -каротина (2,04 мг/кг) (Абросимов, Абросимова, 1991 и др.). Испытано 4 варианта кормления по следующей схеме (табл. 4).

Таблица 4

Схема кормления личинок и мальков севрюги новыми кормами

| Варианты кормления | Период кормления, сут. | Корма |
|--------------------|------------------------|---|
| 1 | 1-32 | 4 вар.+линетол+вит.Н ₂ |
| 2 | 1-32 | 4 вар.+линетол+вит.Н ₂ + β -каротин |
| 3 | 1-15 | 4 вар.+Aqua-Grow+ вит.Н ₂ + β -каротин |
| | 16-32 | 2 вар.+Aqua-Grow+ β -каротин |
| Контроль | 1-32 | 4 вар.+линетол |

В качестве базового и контрольного корма использовали разработанный нами 4 вариант комбикорма с 15 % рыбного гидролизата, обогащенного 2 % линетола (протеин - 55,3 %, в т.ч. 35,5 % поли- и олигопептиды) и 2 вариант корма с 15 % рыбного гидролизата+ПЗХ (протеин - 53,3 %, в т.ч. 23,5 % поли- и олигопептиды). В 3 варианте кормления по достижении средней массы 320 мг молодежь севрюги переводили с модифицированного 4-й (корм 1 порядка) на 2-й (корм 2 порядка) комбикорм, в которых 2 % линетола и 2 % рыбьего жира заменяли липидным препаратом из водорослей «Aqua-grow», что обеспечивало в этих кормах соотношение $\omega 3/\omega 6=0,7$ (Абросимов, Дудко, 2009б), в кормах с линетолом - $\omega 3/\omega 6 = 0,4$.

Выращивание личинок и мальков севрюги проводили в пластиковых бассейнах

ИЩА-2 с начальной плотностью посадки 15 тыс./бассейн. Кормление личинок начинали при температуре воды 22,2 °С (среднесуточная температура воды в период выращивания - 21,0-25,6 °С), кислород - 6,1-6,8 мг/л, рН - 7,4-8,2. Эффективность кормления оценивали по рыбоводно-биологическим и физиолого-биохимическим показателям.

4.1. Рыбоводно-биологические показатели

Кормление севрюги начато в возрасте 14 суток при переходе на активное питание и средней массе личинок $34 \pm 1,0$ мг (табл. 5).

Таблица 5

Рыбоводно-биологические результаты выращивания молоди севрюги

| Показатели | Варианты кормления | | | Контроль |
|-----------------------------|--------------------|-----------|------------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | |
| Конечная масса, мг | 1522±90 | 1654±96* | 1830±102* | 1389±95 |
| Темп роста, мг/сут. | 46,5 | 50,6 | 56,1 | 42,3 |
| Выживаемость, % | 49,8 | 58,5 | 62,5 | 50,3 |
| Упитанность | 0,63±0,01 | 0,63±0,01 | 0,69±0,02* | 0,66±0,02 |
| Затраты корма, г/г прироста | 1,2 | 0,7 | 0,5 | 1,2 |
| Молодь >1,5 г, % | 52 | 58 | 60 | 42 |
| ЭИП, % | 19,8 | 30,3 | 41,3 | 22,0 |
| ЭИЭ, % | 13,7 | 21,8 | 29,6 | 15,9 |

* $P < 0,05$.

На 32 сутки наибольшей средней массы и упитанности достигла молодь 3, а затем 2 варианта при достоверном отличии от контроля по массе соответственно на 31,7 и 19,1 %, большей выживаемости на 24,2 и 16,3 % и снижении кормовых затрат на прирост более чем в 1,5-2 раза. Среднесуточный темп роста молоди 3 варианта превышал данный показатель у других рыб на 10,8-32,5 %. Большая часть рыб опытных вариантов превысила весовой стандарт (1,5 г) для выпускаемой молоди севрюги более чем в 1,2-1,7 раза.

При кормлении молоди важным аспектом является преимущественное использование протеина на рост и компенсация энергетических трат за счет липидов и углеводов пищи. Самые высокие показатели ЭИП и ЭИЭ отмечены в 3 варианте кормления, затем во 2, которые превышали контрольный вариант соответственно на 86-87 и 37-38 %.

4.2. Физиолого-биохимические показатели

Разнокачественные корма и технология кормления не оказали существенного влияния на биохимический состав ранней молоди севрюги. При этом наибольшие различия отмечены в направленности обмена углеводов, где их накопление в сухом веществе молоди 1 и 2 вариантов почти в 2 раза было меньше, чем у рыб 3 и контрольного вариантов.

По завершении кормления содержание общих липидов в теле молоди 1, 3 и контрольного вариантов практически не отличалось. Отличия по данному показателю у рыб 2 варианта составили в среднем 17 %. Отмечено изменение баланса отдельных липидов как по отношению к контролю, так и между опытными вариантами (табл. 6).

Таблица 6

Липидный состав тела молоди севрюги, %

| Показатели | 1 вариант | 2 вариант | 3 вариант | Контроль |
|-------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Общие липиды, % | | | | |
| ТАГ | 61,2±0,8 | 55,2±0,6 | 43,6±1,1* | 57,9±0,7 |
| ФЛ | 15,2±0,3 | 21,9±0,4* | 28,9±0,6* | 13,8±0,2 |
| Х | 8,0±1,1 | 7,7±0,1 | 9,6±0,2 | 8,7±1,3 |
| ЭХ | 4,2±0,1 | 4,3±0,1 | 7,3±0,1 | 4,5±0,1 |
| МАГ | 1,8±0,2* | 1,4±0,1* | 1,6±0,1* | 2,9±0,2 |
| ДАГ | 3,6±0,1 | 3,0±0,1* | 2,4±0,3* | 4,0±0,1 |
| НЭЖК | 6,1±0,1** | 6,1±0,1** | 5,9±0,8** | 8,2±0,1 |
| Фосфолипиды, % ФЛ | | | | |
| ИФ | 2,2±0,1* | 1,8±0,1 | 2,7±0,1* | 1,6±0,1 |
| ЛФХ | 1,9±0,2 | 2,1±0,1 | 1,2±0,1 | 1,9±0,1 |
| СМ | 7,1±0,5 | 8,9±0,2 | 7,4±0,1 | 7,9±0,1 |
| ФХ | 52,7±0,5 | 55,3±0,9 | 54,9±0,7 | 55,1±0,8 |
| ФС | 5,4±0,4 | 4,3±0,1 | 6,3±0,9* | 4,5±0,2 |
| ФЭА | 30,3±0,3 | 27,5±0,3 | 27,2±0,4 | 28,8±0,3 |
| КЛ+ПГФ | 0,5±<0,1* | 0,1±<0,1* | 0,4±<0,1* | 0,2±<0,1 |

* P < 0,05.

** P < 0,01.

Так, наибольшее снижение уровня ТАГ (на 24,7 %) по сравнению с контролем отмечено у молоди 3 варианта, у рыб 1 варианта данный показатель незначительно увеличился. У опытных рыб содержание ФЛ увеличилось: в 1 варианте на 10 %, во 2 и 3 - более чем в 1,5 и 2 раза. Уровень же МАГ, ДАГ и НЭЖК у рыб опытных вариантов достоверно снизился по отношению к контролю у рыб 1 варианта от 10,0 до 37,9 %, 2-го - от 25,0 до 51,7 % и 3-го - от 44,8 до 28,0 %. Эти изменения баланса отдельных липидов свидетельствуют об улучшении физиологического статуса опытной молоди за счет большей обеспеченности энергетическим материалом по сравнению с контролем (Саутин, 1989 и др.).

Известно, что основными компонентами фосфолипидной фракции являются ФХ и ФЭА, составляющие соответственно около 60 и 20 % (Kanazawa et al., 1979; Гершанович и др., 1991), что мы наблюдали у молоди севрюги.

Характерным для молоди опытных вариантов было увеличение доли ИФ на 12,5-68,7 % и КЛ+ПГФ в 2-2,5 раза, что можно рассматривать как положительный фактор, способствующий повышению способности организма отвечать на внешний раздражитель (Лескова, 2001), стабилизации окислительно-восстановительных реакций и активации клеточного дыхания, что согласуется с повышением α -токоферола (Бурлакова и др., 1990; Карагезян и др., 1990). Снижения уровней СМ и ФХ согласовывались с повышением содержания ФС, что может свидетельствовать о повышении интенсивности энергетического клеточного обмена (Евстигнеева и др., 1976; Мещлер, 1980).

Согласно показателям липидного обмена наиболее оптимален баланс ТАГ, ФЛ, Х,

ФХ и ФЭА у молоди севриги 2 и 3 вариантов, у которых величина ФЛ/ТАГ и ФХ/ФЭА больше в 1,6-2,2 раза при уменьшении коэффициента Дьёрдии на 44,4-47,6 %, что может свидетельствовать о большей стабильности мембран у этих групп рыб.

Существенные различия жирнокислотного статуса отмечены у молоди 1 варианта. Соотношение $\omega 3/\omega 6$ у них было ниже нормальных показателей для осетровых рыб, в том числе севриги, в 2-3 раза, что обусловлено повышением уровня 18:2 кислоты и уменьшением, в основном, кислот 22:5 почти в 1,3 раза и более и 22:6 более чем в 2,7 раза (табл. 7).

Таблица 7

Содержание кислот $\omega 6$ и $\omega 3$ в липидах молоди севриги, %

| Жирные кислоты | Варианты опыта | | | | | | Контроль | |
|---------------------|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|-------|
| | 1 | | 2 | | 3 | | ОЛ | ФЛ |
| | ОЛ | ФЛ | ОЛ | ФЛ | ОЛ | ФЛ | ОЛ | ФЛ |
| 18:2 | 9,30 | 8,67 | 4,39 | 3,71 | 4,50 | 4,24 | 4,00 | 3,71 |
| 18:3 | 3,50 | 3,71 | 4,82 | 5,33 | 2,20 | 2,83 | 2,06 | 2,52 |
| 20:4 | 1,92 | 2,06 | 3,17 | 2,92 | 2,99 | 2,65 | 3,95 | 3,71 |
| 22:5 | 2,05 | 2,28 | 2,28 | 2,91 | 2,27 | 3,42 | 2,88 | 3,62 |
| 22:6 | 3,74 | 5,16 | 11,29 | 13,02 | 10,20 | 13,16 | 11,76 | 14,14 |
| $\Sigma \omega 6$ | 16,14 | 14,02 | 9,06 | 7,94 | 9,23 | 8,30 | 10,15 | 9,05 |
| $\Sigma \omega 3$ | 11,81 | 13,97 | 23,45 | 26,90 | 19,57 | 25,13 | 21,10 | 25,74 |
| $\omega 3/\omega 6$ | 0,7 | 1,0 | 2,6 | 3,4 | 2,1 | 3,0 | 2,1 | 2,8 |

Примечание: ОЛ - % суммы общих липидов, ФЛ - % суммы фосфолипидов.

Следует отметить, что во всех опытных вариантах уровень гидроперекисей был ниже, чем в контроле (рис. 1).

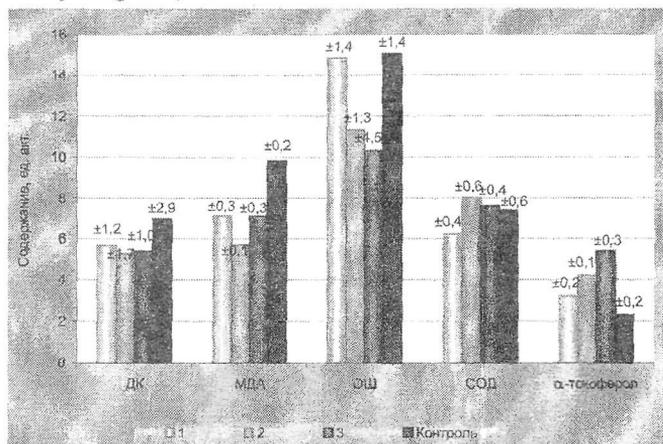


Рис. 1. Показатели процессов ПОЛ у молоди севриги, ед. акт.

Наибольшими отличиями характеризовались рыбы 2 и 3 вариантов при достовер-

ных различиях ($P < 0,01-0,05$).

Так, содержание ДК у молоди 2 варианта уменьшилось на 24,6; МДА - на 41,8 и ОШ - на 24,9 %. Аналогичные показатели у молоди 3 варианта составили, соответственно, 22,3; 27,6 и 31,5 %. Активность СОД у опытной молоди в сравнении с контролем была невысока. Причем отмечается определенная закономерность: небольшие различия активности СОД компенсируются существенным ($P < 0,05$) повышением активности α -токоферола от 39 % в 1-м до более чем в 2,3 раза - в 3 варианте.

В завершение следует отметить, что по комплексу рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей наиболее благоприятное воздействие на рост, выживаемость, конверсию корма, формирование липидного и жирнокислотного статуса, антиоксидантной защиты организма молоди севрюги и, соответственно, адаптационно-компенсаторные свойства оказывают 3, а затем 2 варианты кормления.

5. НЕСПЕЦИФИЧЕСКАЯ РЕЗИСТЕНТНОСТЬ МОЛОДИ СЕВРЮГИ

Развитие интенсивных форм рыбоводства, основанных на использовании искусственных кормов и высоких плотностей посадок, повышает возможность заражения рыб патогенной микрофлорой. Поэтому важным условием жизнестойкости рыб при искусственном воспроизводстве является сформированность их неспецифической антиинфекционной резистентности, которую определяют по лизосомальному-катионному тесту (Пигаревский, 1978; Кокряков, 1998).

Неспецифическая антиинфекционная резистентность рыб, основанная на цитохимии и биохимии катионных белков гранулоцитов, практически не изучена. Известно лишь, что гранулоциты осетровых содержат катионные белки, однако пероксидаза в них отсутствует (Фомина и др., 1984; Абросимова и др., 1986) и снижается содержание катионных белков в гранулоцитах при сапролегниозе (Абросимова др., 1986), причем гранулоциты, в которых цитохимически выявлены катионные белки, являются эозинофилами (Иванова, 1983; Фомина и др., 1984; Абросимова и др., 1986; Абросимов, 1988).

Согласно результатам гематологических исследований, содержание гемоглобина, формула красной и белой крови на всех вариантах соответствовали физиологической норме (Баденко и др., 1984).

В периферической крови севрюги эозинофилы были представлены всеми формами онтогенеза. Общим для всех рыб являлось преобладание зрелых форм эозинофилов, при этом наблюдалось преобладание более чем на 14 % палочкоядерных гранулоцитов над сегментоядерными за исключением 1 варианта, где указанные различия составляют 34,5 %.

Несмотря на это, полученные значения среднего цитохимического коэффициента, величина которого составила $2,85 \pm 0,05 \dots 2,93 \pm 0,03$, свидетельствуют о достаточно высокой неспецифической антимикробной резистентности молоди севрюги, выращенной на испытываемых рационах.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования направлены на оптимизацию кормления личинок и мальков азовской севрюги с целью повышения темпа роста, выживаемости и жизнестойкости. Основные выводы диссертационной работы заключаются в следующем:

1. Повышение в растворимой фракции протеина белков с 27 до 33,7 %, пептидов - с 38,1 до 47,4 % способствует повышению скорости роста ранней молоди севрюги на 46 % в первые 15 суток выращивания (после перехода на активное питание).

2. На ранних этапах формирования организма потребность молоди в эссенциальных жирных кислотах наилучшим образом удовлетворяется при содержании в корме ФЛ - 5,6-6,6 % и соотношении $\omega 3/\omega 6$ равном 2 и суммы 18:3 и 22:6 - 1,9-2,4 %.

3. Темп роста ранней молоди севрюги и эффективность использования кормов зависят от фракционного состава углеводов пищи при содержании в кормах сахаров 5-6, ЛГУ (декстрины и крахмал) 15-18, клетчатки 4-5, лигнина до 0,5 г на 100 г корма.

4. Оптимальным для молоди севрюги до массы 300-400 мг является 0,05 мг/кг корма витамина H_2 , что подтверждается рыбоводно-биологическими показателями и их физиологическим статусом. Введение в корма витамина H_2 для молоди массой более 400 мг недостаточно эффективно.

5. Кормление молоди севрюги кормами с содержанием сырого протеина 55,3 %, в том числе растворимого белка около 40 %, из которых 32 % представлены поли- и олигопептидами примерно в равном соотношении, жира - 10,2 %, соотношении $\omega 3/\omega 6$ равном 0,4-0,7, обогащенные витамином H_2 в количестве 0,05 мг/кг корма, β -каротином в количестве 2,4 мг/кг корма и липидным препаратом «Aqua-grow» с высоким содержанием докозагексаеновой кислоты способствует повышению темпа роста на 16,3-32,5 %, выживаемости - на 16,3-24,2 %, эффективности использования протеина и энергии корма на прирост, соответственно, на 86-87 и 37-38 %. Кроме того, эти корма обеспечивают высокий физиологический статус (антиоксидантную защиту и адаптационно-компенсаторные возможности).

6. Эффективность новых кормов повышается при поэтапном кормлении рационами 1 и 2 порядка, при котором корм 1 порядка содержит высокодисперсный протеин, витамин H_2 и β -каротин. В корме 2 порядка дисперсность протеина снижается в 1,3-1,5 раз и исключается витамин H_2 . Смена кормления при достижении молодью массы 400 мг. При таком кормлении темп роста молоди возрастает на 10,8 %, выживаемость - на 6,8 %, эффективность использования протеина и энергии корма на прирост соответственно на 36,3 и 35,8 %.

7. При кормлении новыми кормами содержание гемоглобина, интенсивность эритропоэза, формула красной и белой крови на всех вариантах находятся в пределах физиологической нормы, а средний цитохимический коэффициент, величина которого составила 2,85-2,93, свидетельствует о достаточно высокой неспецифической резистентности молоди севрюги при интенсивном выращивании.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для повышения эффективности искусственного воспроизводства севрюги за счет повышения темпа роста и выживаемости, улучшения физиолого-биохимического статуса и соответственно повышения жизнестойкости при выращивании на интенсивной основе рекомендуем:

- в течение 15 суток с перехода на активное питание до массы около 400 мг личинок севрюги кормить стартовым комбикормом 1 порядка, затем до стандартной массы -

стартовым комбикормом 2 порядка;

- стартовый комбикорм 1 порядка должен содержать 45 % животного сырья, 32 % растительного сырья, дополнительно 15 % рыбного гидролизата, 4 % липидного препарата «Aqua-grow», 0,05 мг/корма витамина Н₂ и 2,4 мг/кг корма β-каротина;

- стартовый комбикорм 2 порядка должен содержать 49 % животного сырья, 29 % растительного, дополнительно 15 % рыбного гидролизата+пшеничные зародышковые хлопья (ПЗХ), 4 % липидного препарата «Aqua-grow» и 2,4 мг/кг корма β-каротина;

- при отсутствии таких кормов в течение всего периода выращивания комбикормом целесообразно использовать комбикорм с содержанием 45 % животного, 32 % растительного, дополнительно 15 % рыбного гидролизата, 2 % линетола, 0,05 мг/кг корма витамина Н₂ и 2,4 мг/кг корма β-каротина.

При выполнении рекомендаций у молоди севрюги повышается среднесуточный темп роста более чем на 19 %, выживаемость - более чем на 16 %, кормовые затраты на прирост уменьшаются в 1,5 и более раз, сроки выращивания до стандартной массы снижаются на 10-13 суток.

Список печатных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Говорунова В.В., Дудко Ю.В. Состояние популяций азовских осетровых и мероприятия по их сохранению//Стратегия развития пищевой промышленности. Социально-экономические и гуманитарные проблемы современности: Труды IX Международной научно-практической конференции (13-14 мая 2003 г.).- М., 2003.- Вып. 8.- Т.1.- С. 214-219.

2. Дудко Ю.В. Влияние витамина Н₂ на рост и выживаемость ранней молоди севрюги//Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: Материалы 2-й Междунар. научн. конференции, Ростов-на-Дону, 8-10 октября 2008 г.- Ростов-на-Дону: Изд. ЮФУ, 2008. - С. 24-25.

3. Дудко Ю.В. Особенности углеводного питания личинок севрюги//Научный, прикладной и специальный журнал «Научная Мысль Кавказа».- Изд-во Северо-Кавказского научн. центра высшей школы ЮФУ. – 2009.- №1 (09).- С. 45-49.

4. Дудко Ю.В. Неспецифическая резистентность молоди севрюги при кормлении разнокачественными рационами/Актуальные проблемы современной науки и образования: межвузовский сборник научных трудов.– Ростов н/Д: изд-во ЮФУ, 2009. - С. 407-413.

5. Абросимова Н.А., Дудко Ю.В. Результаты использования рыбных гидролизатов в составе стартового корма для севрюги/Актуальные проблемы современной науки и образования: межвузовский сборник научных трудов.– Ростов н/Д: изд-во ЮФУ, 2009. - С. 392-397.

6*. Абросимов С.С., Дудко Ю.В. Влияние жирнокислотного состава корма на рост и физиолого-биохимическое состояние молоди севрюги//Научный журнал. Тр. Кубанского гос. аграрного ун-та, 2009. - Вып. 1(16). - С. 116-119.

7*. Абросимов С.С., Дудко Ю.В. Совершенствование липидного состава стартовых комбикормов севрюги//Труды Кубанского гос. аграрного университета.- 2009.- № 2 (17).- С. 151-155.

8. Дудко Ю.В. Оптимизация кормления молоди севрюги при бассейновом выращивании / Мат-лы межд. конф. «Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути решения» в г. Ростове-на-Дону.- Ростов н/Д: ФГУП «АзНИИРХ», 2010.- С. 275-279.

* Публикации в журналах, рекомендованных ВАК.