

АЗОВСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ХОЗЯЙСТВА
(АзНИИРХ)

РГБ ОД

23 ИЮН 1997

На правах рукописи

АБРОСИМОВА Нина Акоповна

**КОРМА И КОРМЛЕНИЕ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ
В ИНДУСТРИАЛЬНОЙ АКВАКУЛЬТУРЕ**

Специальность 03.00.10. - ихтиология



Диссертация в виде научного доклада на соискание
ученой степени доктора биологических наук

Москва, 1997

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:

Доктор биологических наук, профессор	КАСУМЯН А. О.
Доктор сельскохозяйственных наук, профессор	СКЛЯРОВ В. Я.
Доктор биологических наук, старший научный сотрудник	МИХЕЕВ В. П.

Ведущая организация - Астраханский Государственный Технический
Университет

Защита состоится "17" ИЮНЯ 1997 года в
11 часов на заседании диссертационного совета Д 117.04.01 при
Всероссийском научно-исследовательском институте прудового рыбного
хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, п. Рыбное, Дмитровский р-н,
Московская область.

С диссертацией в виде научного доклада можно ознакомиться в
библиотеке ВНИИПРХ.

Диссертация в виде научного доклада разослана
"___" _____ 1997 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат биологических наук

Трямкина С. П.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Азовское море - второй после Каспия водоем Мирового океана, в котором еще сохранились промысловые запасы осетровых рыб. В настоящее время под влиянием хозяйственной деятельности экосистема моря испытывает существенные изменения, неблагоприятные для рыбного хозяйства. В результате антропогенных воздействий снизилась его продуктивность, уменьшилось биоразнообразие и сократилась численность гидробионтов, включая осетровых рыб. В сложившихся условиях основной формой воспроизводства и поддержания запасов осетровых рыб все более становится их промышленное разведение. Именно поэтому, актуальной задачей современного осетрового хозяйства стало дальнейшее развитие управляемого воспроизводства, которое с учетом перспективы должно быть реализовано на основе как существенной коррекции традиционных методов, так и разработки интенсивных технологий.

С середины 60-х годов в заводском воспроизводстве осетровых сформировалось 2 направления выращивания молоди - бассейновый и комбинированный. В последнем случае молодь до массы 100-150 г подращивают в бассейнах на живых и искусственных кормах с последующим выращиванием в прудах на естественной кормовой базе.

Для выращивания жизнестойких мальков осетровых, которым уже на ранних этапах постэмбриогенеза свойственна полифагия, необходимо кормление соответствующим набором живых кормов (Мильштейн, 1940; Вельтищева, 1951; Драпкина, 1951; Петренко, 1951; Матвеев, 1952; Гордиенко, Тарковская, 1952; Зарянова, 1953; Афонич, 1968; Семенкова, 1987). Необходимость сочетания различных кормовых организмов обусловлена не соответствием каждого в отдельности пищевой потребности ранней молоди рыб в различных структурных элементах питания (Драпкина, 1951; Петренко, 1951; Маликова, 1958; Факторович, 1961; Гаджиева, 1974; Семенова, 1980; Шербина и др., 1988). Однако культивирование живых кормов дорого и трудоемко. Их продукция, необходимая для выращивания личинок и мальков осетровых рыб, нерентабельна, вследствие чего на рыбоводных заводах всегда ощущался их дефицит (Коновалов, Эслингер, 1954; Гершанович и др., 1987).

Основным направлением решения кормовой проблемы, и следовательно разведения осетровых в целом, стала замена живых кормов искусственными. Первые попытки использования искусственных кормов в заводском воспроизводстве осетровых были предприняты в 40-х годах (Мильштейн, 1940; Львов, 1940; Карзинкин, Сараева, 1942) и

продолжены в начале 50-х годов (Гордиенко, Тарковская, 1952; Са-раева, 1951; Дехник, 1955). При подборе кормосмесей использовали пищевые и боенские отходы, малоценную рыбу и отходы рыбообраба-тывающей промышленности, икру рыб, низкокачественное зерно и другие случайные компоненты. Однако эффективность выращивания личинок и мальков осетровых во всех случаях определялась их обеспеченностью живыми кормами. Агаризированные корма, основным компонентом кото-рых являлся зоопланктон, при положительных результатах кормления молоди осетровых в прудах (Строганов, 1968) не был внедрен в про-изводство из-за высокой себестоимости и технологических труднос-тей изготовления.

С конца 50-х годов с учетом положительного опыта выращивания лососевых рыб на комбикорме рецептуры КРТ, разработанного под ру-ководством проф. Е. М. Маликовой, его или обогащенный фосфатидами вариант - КРТФ - стали использовать при выращивании молоди осет-ровых (Гордиенко, 1960, 1964; Каиров, Шалдаева, 1968; Каиров, 1968). Согласно технологической схеме (Гордиенко, Афонич, Солдатова, 1970) личинок осетровых в течение 8-15 суток кормили олигохетами и дафниями в соответствующих возрасту соотношениях. По достижении молодью массы 150-200 мг их постепенно переводили на кормление комбикормом КРТ или КРТФ. Результативность выращивания также за-висела от обеспеченности личинок и мальков живыми кормами.

К началу наших исследований - 1979-1980 г. г. - воспроизводст-во осетровых базировалось на использовании олигохет, культивируе-мых на рыбоводных заводах, рыбного фарша и пастообразных кормовых смесей - КРТ и КРТФ. Неадекватность этих кормов особенностям пи-тания и пищеварения личинок и мальков осетровых без учета специ-фики питательных свойств кормового сырья сдерживала развитие ин-тенсивных биотехнологий выращивания.

Имеющиеся литературные данные о физиологии питания личинок и мальков осетровых, об искусственных кормах и их влиянии на физио-лого-биохимический статус молоди при выращивании не представляла достаточной информации и не могли служить теоретической основой для создания физиологически полноценных комбикормов для разных видов и возрастов культивируемых осетровых. В связи с этим разра-ботка высокоэффективных сбалансированных по всем питательным ве-ществам кормов и технологии их применения является одним из важ-нейших элементов при выращивании молоди осетровых в индустриаль-ной аквакультуре.

Цель и задачи работы. Главная цель наших исследований заключалась в разработке научных и практических основ интенсивной технологии промышленного выращивания молоди осетровых рыб на базе изучения биологических и физиолого-биохимических закономерностей питания и обмена веществ.

Для осуществления этой цели были необходимы специальные исследования, в которых мы выделили несколько основных направлений, имеющих самостоятельные задачи:

1. Изучить физиолого-биохимические аспекты разработки искусственных кормов для молоди осетровых.

1.1. Уточнить ферментовыделительную деятельность органов пищеварения молоди осетровых рыб в возрастном аспекте.

1.2. Определить потребность ранней молоди осетровых в основных питательных веществах - протеине, в т.ч. аминокислотах, липидах, в т.ч. жирных кислотах, углеводах, в т.ч. отдельных его фракциях, некоторых витаминах и макроэлементах.

1.3. Оценить питательность традиционного для рыбных комбикормов кормового сырья, в т.ч. новых перспективных источников протеина и липидов.

2. Разработать биологические основы кормления молоди осетровых.

2.1. Разработать и провести рыбоводно-биологическую оценку рецептур сбалансированных гранулированных комбикормов для личинок и мальков осетровых рыб.

2.2. Оценить физиолого-биохимическое состояние молоди осетровых при кормлении гранулированными комбикормами.

2.3. Разработать формулу искусственной пищи для молоди осетровых рыб, в т.ч. формулы протеина, липидов и углеводов.

3. Исследовать возможность использования в стартовых комбикормах для осетровых рыб новых биологически активных веществ - кормовых антибиотиков, антиоксидантов и каротиноидных пигментов.

3.1. Оценить биологическое и продуктивное действие биологически активных веществ в составе комбикормов для молоди осетровых.

3.2. Изучить влияние различных доз биологически активных веществ на физиолого-биохимическое состояние молоди осетровых.

4. Разработать технологию содержания и кормления молоди осетровых рыб искусственными кормами.

4.1. Определить оптимальные условия содержания, в т.ч.

оптимальные условия водообеспечения.

4.2. Определить оптимальные плотности посадки личинок и мальков разных видов осетровых рыб в зависимости от массы.

4.3. Разработать технологические приемы для оптимального кормления молоди осетровых рыб.

Практическим завершением исследований являлась разработка основных элементов промышленной технологии кормления молоди осетровых рыб в интенсивной аквакультуре.

Фактический материал. В диссертации приведены итоги исследований, выполненных в 1980-1995 г.г. в лаборатории кормов и кормления рыб (ныне аквакультуры) Азовского НИИ рыбного хозяйства под руководством автора. В них принимали участие научные сотрудники лаборатории, без помощи которых не удалось бы получить столь обширный экспериментальный материал, за что автор выражает всем глубокую благодарность.

Работа выполнялась в рамках КЦП "Премикс" и "Марикультура", тематического плана АзНИИРХ (N гос. регистрации тем 01821007746, 01827007749, 01828007748, 01829007747, 01860093468, 0186009470), задания ГКНТ 0.40.01.07, 0.40.01.08, 085.08, задания Миннауки РФ по проекту "Марикультура" (N гос. регистрации 01920010975) и региональной программы (N гос. регистрации 01824007752, 01860093471).

Фактической основой диссертации послужили эколого-биохимические, физиологические и рыбоводно-биологические данные, полученные в результате исследований и производственных экспериментов, обработанные и опубликованные автором самостоятельно или совместно с сотрудниками АзНИИРХ, а также ведущими учеными ВНИИРХ и КГТУ. Обобщение результатов экспериментов проводили с учетом литературных данных.

Научная новизна и теоретическая значимость. Впервые для молоди осетровых рыб определена физиологическая потребность в протеине и незаменимых аминокислотах, жире и незаменимых жирных кислотах, углеводах с детализацией потребности в простейших сахарах, усвояемых и трудногидролизуемых полисахаридах, в витаминах А, Д и С, а также в фосфоре (Р), кальции (Са), натрии (Na) и калии (К).

На основе изучения переваримости основных групп питательных веществ и доступности аминокислот, Р и Са впервые оценена питательность 18 ингредиентов комбикормов, в т.ч. 5 нетрадиционных, для молоди осетровых. Впервые определена наиболее эффективная структура белка в искусственной пище молоди осетровых на основе

изучения дисперсности белков кормового сырья, а также формирования ферментной системы личинок и мальков осетровых рыб. Обоснована и доказана возможность использования в стартовых комбикормах для осетровых соответствующего количества ингредиентов растительного происхождения и микробимального синтеза. Определена эффективность включения в рацион личинок и мальков новых кормовых средств - сухого концентрата рыбного бульона (Суберкона), соевого белкового концентрата, гидролизатов соевого и подсолнечного шротов.

На основе изучения жирнокислотного состава икры и личинок осетровых рыб, утилизации $n-3$ и $n-6$ жирных кислот в эмбриональный и ранний постэмбриональный периоды, а также естественных кормов, определено оптимальное соотношение $n-3$ и $n-6$ жирных кислот в искусственных кормах для разновозрастной молодежи осетровых. Впервые показана высокая эффективность линетол в сочетании с льняными фосфатидами в качестве дополнительного источника эссенциальных ненасыщенных жирных кислот и фосфолипидов в комбикормах для молодежи осетровых, с учетом которой разработана липидная добавка к стартовым комбикормам.

В результате комплексных рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических исследований разработаны рецептуры стартовых гранулированных комбикормов, сбалансированных по основным питательным веществам с учетом эколого-биохимических особенностей молодежи осетровых и не уступающих по питательной ценности естественной пище.

Комплексный подход к изучению закономерностей питания ранней молодежи осетровых позволил разработать научно-обоснованную формулу искусственных кормов, использование которой при производстве позволит создавать комбикорма не только с учетом имеющегося кормового сырья, но и сбалансированных по основным питательным веществам и физиологически адекватных.

Обоснована и доказана целесообразность включения в рацион молодежи осетровых β, β -полиеновых каротиноидов и комплекса антибиотиков, использование в качестве их источников кормового препарата микробимального каротина (КПМК) и мидийного гидролизата, витаминизация с кормогризином, а также нормы их ввода. Впервые для осетровых рыб оценена эффективность и биологическое действие нового антиоксиданта - анфелана.

Разработана биотехника выращивания молодежи осетровых на сухих гранулированных кормах, в т. ч. размеры крупок и оптимальные усло-

вия водоснабжения и нормы кормления.

Практическое значение и реализация результатов работы. Итоги выполненных исследований стали основой промышленной технологии кормления и выращивания молоди осетровых рыб на рыбоводных заводах индустриального типа.

Определение питательной ценности 18-ти видов кормового сырья для молоди осетровых дало возможность составить таблицы переваримости питательных веществ и доступности аминокислот. Эти материалы вошли в рекомендации " Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства".

Методические разработки по постановке экспериментов для оценки питательности кормов для молоди осетровых рыб вошли в " Методические указания по физиологической оценке питательности комбикормов для рыб", которые широко применяются в практике рыбохозяйственных исследований.

Разработаны, утверждены в установленном порядке и переданы промышленности высокоэффективные рецептуры комбикормов для молоди осетровых рыб, предназначенной для выпуска в естественные водоемы и товарного выращивания, а также комплекс кормовых антибиотиков липидная и каротиноидная добавки, которые успешно применяются на рыборазводных заводах.

Уточнены технические условия на производство стартовых комбикормов для осетровых рыб и разработана технология их кормления, которая составила основу " Инструкции по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского региона с использованием стартового комбикорма Ст-4Аз ", утвержденной в установленном порядке.

Большинство разработок признаны изобретением и используются в рыбохозяйственной промышленности (а.с. NN 1254693, 1359922, 1472015, 1635302, 1793571, патенты NN 1311051, 1537197, 1585909).

С 1985 по 1995 г.г. Ростовским заводом гранкормов и экспериментальным цехом АзНИИРХ выработано около 150 т комбикормов по нашим рецептурам, направленных по заявкам на осетровые рыбоводные заводы Ростовской обл., Краснодарского края, Средней Волги, Армении, Украины. Партия кормов и липидной добавки была поставлена в Латвию и Италию.

По материалам исследований разработано, опубликовано и передано промышленности, научно-исследовательским институтам и учебным организациям 12 инструкций, рекомендаций, наставлений, про-

спектров и информационных листов.

Корма и липидные добавки, молодь осетровых, выращенная на них, демонстрировались на международных выставках в Санкт-Петербурге - 1985, 1990, 1995 г.г., Вероне (Италия) - 1990 г., Москве - 1995 г., Таганроге - 1996 г.

На базе данных о потребности молоди осетровых в основных элементах питания, специфических особенностях кормового сырья и биологически активных веществ разработаны научно-практические основы кормления ранней молоди осетровых при заводском воспроизводстве, оформленные в виде нормативных документов.

Материалы исследований использовались на семинарах по рыбоводству и болезням рыб, организуемым Минрыбхозом СССР и Ихтиологической комиссией на юге России и бывших республиках СССР, а также на постоянно действующих курсах по подготовке рабочих - рыбоводов в г. Азове.

Апробация работы. Результаты исследований, составляющих основу диссертации, ежегодно обсуждались на Ученых Советах, научных сессиях и методических комиссиях АЗНИИРХ в 1980-1995 г.г., на Ученом совете и методических советах ИЦП "Премикс", Всесоюзной научно - практической конференции "Рациональные основы ведения осетрового хозяйства" (Волгоград, 1981), 2-й областной конференции по реализации Продовольственной программы (Зерноград, 1982), Областной научной конференции по итогам работ АЗНИИРХ (Ростов-на-Дону, 1983, 1986), Практической конференции по проблемам индустриализации рыбоводства на основе внедрения достижения науки и передового опыта (Ростов-на-Дону, 1983), Всесоюзном совещании "Осетровое хозяйство водоемов СССР" (Астрахань, 1984,1989), Всесоюзном совещании по промышленному рыбоводству и проблемам кормов, кормопроизводства и кормления рыб (Рыбное,1985), 6 Всесоюзной конференции по экологической физиологии и биохимии рыб (Вильнюс, 1985), 2-м Всесоюзном совещании по хемилюминисценции (Уфа, 1986), Всесоюзной конференции " Современное состояние и перспективы рационального использования и охраны рыбного хозяйства в бассейне Азовского моря" (Ростов-на-Дону, 1987), зональной конференции молодых ученых и специалистов по комплексному и рациональному использованию водных и биологических ресурсов бассейна Азовского и Каспийского морей (Ростов-на-Дону, 1987), 6 Всесоюзной конференции по раннему онтогенезу рыб (Мурманск, 1988), Всесоюзной научной конференции молодых ученых и специалистов "Оценка

состояния, охрана и рациональное использование биологических ресурсов водных экосистем в условиях антропогенного воздействия (Ростов-на-Дону, 1990), 6-ой Ростовской областной научно-практической школы-семинара " Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды (Ростов-на-Дону, 1990), 1-й международной конференции " Биологические ресурсы Каспийского моря (Астрахань, 1992), Международном симпозиуме по осетровым рыбам (Москва-Кострома, 1993), Международной конференции " Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса" (Киев, 1994), Международном симпозиуме по марикультуре (Туапсе, 1995), Международном симпозиуме " Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" (Адлер, 1996), а также ряде совещаний Минрыбхоза СССР, Ихтиологической комиссии и администрации Ростовской области.

Публикации. Результаты исследований по теме диссертации изложены в 69 опубликованных работах общим объемом около 28 печатных листов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Основным объектом наших исследований служили осетр (*Acipenser güldenstadtii*), севрюга (*Acipenser stellatus*) и бестер (гибрид белуга х стерлядь) в разные периоды жизненного цикла: в эмбриональном, личиночном и мальковом. Основные работы проводились на осетровых заводах Ростовской и Самарской областей, а также Краснодарского Края. Экспериментальная работа, производственные испытания и проверки химическая и камеральная обработка проб выполнены в 1979-1995 г. г.

Выращивание молоди проводили в бетонных бассейнах ВНИРО и Улановского, а также в пластиковых бассейнах и ИЦА-2 площадью равной 4-5 кв. м. Опытные партии гранулированных комбикормов изготавливали в виде крупки разных размеров на лабораторной установке "Тайе Геге" (Япония). Эксперименты по выращиванию молоди осетровых проведены в двукратной повторности. Контроль за термическим и гидрохимическим режимом воды по основным рыбоводным параметрам проводили на приборе U-7 "Horiba" и по методикам, рекомендованным О. А. Алекиным (1973).

Для разработки нормативно-технологических материалов и сокращения сроков внедрения результатов исследований, наряду с лабораторными, широко применяли метод производственного эксперимента.

Активность пищеварительных ферментов определяли у личинок осетра, севрюги и бестера при переходе на активное питание, при массе 0,3-0,5 г и 2-2,5 г биохимическими методами: кислых протеиназ (пепсиноген, пепсин) по методу Ансона и щелочных протеиназ (трипсин, химотрипсин) по Кунтцу (Щеклик и др., 1966), амилазы методом Каравея и щелочной и кислой фосфатазы методом Бессея-Лоури (Меньшиков и др., 1987), липазы по скорости гидролиза трибутирина (Yang Jeun-sing, Biggs, 1971). Определение реакции среды (рН) желудка и кишечника проводили ионометрическим методом с помощью специальных игольчатых насадок.

Динамику всасывания питательных веществ в различные периоды после кормления оценивали по рефрактометрическим показателям сывотки крови молоди осетра массой 0,3-0,5 и бестера массой 0,8 г.

Оценку степени переваривания пищи в отдельных отделах пищеварительного тракта проводили на примере молоди осетра массой 0,5-0,8 и 1-1,5 г по содержанию органического вещества корма методом бихроматной окисляемости (Остапеня, 1964).

Потребность молоди осетровых в протеине, жире, витаминах А, Д и С определяли методом тест-диет. Потребность в аминокислотах определяли для молоди осетра и севрюги наиболее доступным нам экспериментально-расчетным методом, основанным на аминокраммах их икры (Harper, 1964; Щербина, 1988; Покровский, 1974; Davidson et al., 1975; Ketola, 1982; Cowey, 1988; Бурлаченко, 1994). Потребность в жирных кислотах определяли для молоди осетра и севрюги по жирнокислотному составу общих липидов икры, общих липидов, в т.ч. жирных кислот и фосфолипидов и их утилизации (Щербина, 1983) у личинок в период эндогенного питания.

Сбор материалов по переваримости осуществляли в специальных экспериментах, которые проводили на группах рыб, однородных по возрасту и массе. Число рыб в опытах, количество вариантов и повторность определялись спецификой экспериментов. Всего в опытах было использовано 240 тыс. шт. личинок и мальков осетра, севрюги и бестера.

Эффективность кормов оценивали по комплексу рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей согласно рекомендуемым методикам. Изучали весовой рост, выживаемость, упитанность, затраты кормов на единицу прироста, эффективность использования протеина (ЭИП) и энергии (ЭИЭ) корма на прирост рыб (Щербина, 1983). Общий химический анализ кормов, экскрементов и тела

рыб проводили с использованием традиционных методик (Щербина, 1983) по следующим показателям: определение влаги - гравиметрическим методом, сырого протеина - путем колориметрического определения азота, умноженного на коэффициент 6,25 с применением реактива Несслера, золы - методом сухого озоления, жира - экстрагированием липидов по методу Сокслета. Содержание простейших сахаров определяли по методу Дюйбоса (Плешков, 1985) с последующим определением легкогидролизуемых углеводов (усвояемых полисахаридов) и трудногидролизуемых (клетчатка и лигнин) углеводов в прописи М. А. Щерины (1983).

Определение аминокислот проводили на автоматическом анализаторе аминокислот ААА-881 и по прописям фирмы "Биотроник".

Для разделения липидов на классы использовали метод тонкослойной хроматографии (Шгаль, 1965). Изучение спектра жирных кислот проводили методом газо-жидкостной хроматографии на хроматографе "Цвет-5". Идентификацию жирных кислот осуществляли с помощью метчиков и по относительному времени удерживания.

Определение концентрации каротиноидов в препаратах проводили в этанольном экстракте по методу В. Н. Карнаухова (1988).

Уровень первичных продуктов перекисного окисления липидов - диеновых конъюгатов оценивали по характерному для них ультрафиолетовому спектру поглощения на спектрофотометре "Hitachi", малонового диальдегида - по методу Э. Н. Коробейниковой (1989), оснований Шиффа - по спектрам флуоресценции липидов на спектрофотометре "Hitachi".

Определение активности супероксиддисмутазы проводили гидроксиламиновым методом (Yasuhira Kono, 1983), α -токоферола - флуориметрическим методом (Taylor et al, 1980), витамина А - колориметрически (Carr, Prince, 1926), витамина С - по методу Тильман с соавторами (Tillman et al, 1932).

Определение Са, Na и К выполнено на атомно-адсорбционном спектрофотометре фирмы "Хитачи" по прописи фирмы, Р - весовым хинолин-молибдатным методом (Pearson, 1976). Для определения данных элементов в воде применяли метод предварительного концентрирования элементов (Грошева и др., 1980).

Величины накопления и утилизации основных органических, минеральных веществ и энергии, а также показатели переваримости рассчитаны по формулам, предложенным М. А. Щериной (Щербина, 1983).

Всего было обработано около 3250 проб кормов, экскрементов и

тканей рыб, выполнено более 50 тыс. различных химических анализов.

Полученные данные обработаны ПК "Superset-300" статистически (Плохинский, 1981; Лакин, 1990).

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Создание биологически полноценных искусственных кормов основывается на оптимальной балансировке кормовых ингредиентов с учетом питательной ценности, степени переваримости и доступности составляющих их питательных веществ. К настоящему времени накоплен достаточно обширный банк данных, характеризующий химический состав кормов, используемых в отечественном кормопроизводстве (Скляров и др., 1984; Петрухин, 1989). На основании этих данных, как правило, производится балансировка комбикормов для рыб с учетом их физиологической потребности. Однако при качественной оценке кормов химическим методом их питательность выявляется недостаточно, поскольку эти методы не учитывают степень утилизации различных элементов питания.

На начальных этапах экзогенного питания, когда пищеварительная система личинок слабо сформирована, активность протеаз низка и преобладает мембранное пищеварение, продуктивное действие искусственного корма в значительной степени зависит от доступности аминокислот, которая определяется уровнем растворимости белков и содержанием в них легкоусвояемых пептидов (Fluchter, 1980; Уголев, 1985, 1987; Саенко, 1990; Пономарев и др., 1990; Абросимова, Саенко, 1996).

Ферментовыделительная деятельность органов пищеварения ранней молоди осетровых рыб

Решение проблем искусственного кормления рыб непосредственно связано с изучением становления пищеварительных ферментов, т.к. деградация сложных пищевых структур с образованием преимущественно мономеров происходит, в основном, под влиянием гидролитических ферментов (Уголев, 1975; Сорвачев, 1982). Установлено, что пищеварительная система молоди осетровых уже на ранних стадиях их роста и развития обладает набором ферментов, которые способны переваривать основные компоненты пищи - белки, жиры и углеводы

(Плотников, Проскураков, 1984; Бондаренко, 1985). Однако нами установлено, что в период перехода личинок осетровых рыб с эндогенного на экзогенное питание активность пищеварительных ферментов, особенно кислых протеиназ, невысока. Значительное повышение их активности совпадает с процессами активного морфогенеза органов пищеварения - желудка, гепатопанкреаса, пилорических придатков. Так, личинок осетра при переходе на активное питание соотношение активности пепсин/трипсин не превышает 1. Через 10-12 сут. активного питания при массе молоди 0,3-0,5 г данное соотношение превышает 1, а через 30 сут. при массе 2-2,5 г составляет более 2. Это свидетельствует о сравнительно низкой ферментовыделительной активности желудка на ранних этапах экзогенного питания. Аналогичная направленность формирования активности протеиназ характерна также для севрюги и бестера (белуга х стерлядь). На незначительные межвидовые различия активности пищеварительных ферментов у осетровых рыб указывали Г. К. Плотников и М. Т. Проскураков (1981, 1983, 1984).

В результате специальных исследований нами определено, что главными поставщиками пищеварительных ферментов у молоди осетровых являются поджелудочная железа и пилорические придатки. В поджелудочной железе локализовано до 40-50% активности химотрипсина, 37-46% активности трипсина, до 30% активности амилазы и щелочной фосфатазы, 41-43% активности липазы, а в пилорических придатках - 30-54% кислой фосфатазы, 34-57% - кислых протеиназ, 32-37% липазы и 36-40% - амилазы. В промежуточной кишке осетровых рыб содержится 30-37% активности амилазы, 33-47% липазы и 27-36% активности щелочной фосфатазы. Самая низкая активность ферментов отмечена в спиральной кишке за исключением кислой фосфатазы, активность которой составляет 34-50%.

Интенсивность пищеварения определяется скоростью продвижения пищи по пищеварительному каналу, степенью ее переваримости и всасывания питательных веществ. Одним из важнейших условий, определяющих активность пищеварительных ферментов является реакция среды, в которой происходит переваривание корма. Нами установлено, что через 8-10 дней кормления от начала активного питания величина рН пищевого комка у осетра в желудке составляет 4,2-5, а в спиральном клапане - 7,6-8. С возрастом в желудке рН сдвигается в кислую сторону - 3,1-3,3. Известно, что для многих видов рыб, отличающихся спектром и типом питания оптимальная концентрация во-

дородных ионов для пепсина соответствует 2-2,5, трипсина - 6,5-7, амилазы - 7-7,5, липазы - 7,5-8. Наблюдаемое некоторое несоответствие реакции содержимого пищеварительного тракта с оптимумом pH ферментов вероятно сглаживается более низкой величиной pH слоя пищи, примыкающего к стенкам пищеварительного тракта, т.е. в зоне мембранного пищеварения (Уголев, 1961; Кушак, 1983; Ильина, 1986; Кузьмина, 1990; Голованова, 1990).

Процессы переваривания и усвоения пищи динамичны и зависят от места нахождения пищевого комка в том или ином отделе пищеварительного тракта, что и определяет интенсивность процессов расщепления и всасывания питательных веществ. Так, нами показано, что у молоди осетровых уже при массе 0,5-0,8 г хорошо выражена всасывательная способность слизистой желудка, в котором усваивается 23-26% органического вещества корма. Роль промежуточной кишки значительно меньше - 16-18%. Наибольшая всасывательная способность отмечена в верхней части спирального клапана (выше 3-го витка от прямой кишки) - 27-32%. В прямой кишке усваивается не более 1,5% органических веществ пищи. До 25% в виде непереваренных веществ выходит с фекалиями. Такая особенность всасывания органических веществ в пищеварительном тракте осетровых объясняется наличием у них короткой спиральной кишки и развитым желудком, который выполняет не только накопительную функцию и переваривание пищи, но и обеспечивает резорбцию. У молоди осетра массой 1-1,5 г усвоение органической части корма в желудке и верхнем отделе спирального клапана увеличивается соответственно на 17 и 32% при снижении в промежуточной кишке и нижнем отделе спирального клапана в 1,7 и 4 раза. Усвояемость корма повышается на 22%, а содержание органических веществ в фекалиях снижается почти на 18%.

Формирование ферментативной деятельности желез пищеварительного тракта различается во времени и возрастает параллельно с ростом личинок. К достижению массы 1-1,5 г (около 25 сут. активного питания) соотношение между основными пищеварительными ферментами почти стабилизируется. К этому времени у осетровых практически завершается морфогенез органов пищеварительного тракта. Активность кислых и щелочных фосфатаз и протеиназ, а также амилазы увеличивается в 1,8-2,1 раза, а липазы - в 4-5 раз. С возрастом у молоди при массе 2-2,5 г уровень активности кислой и щелочной фосфатаз практически не изменяется, активность протеиназ и амилазы повышается в 2,3-2,9 раз, липазы - в 7,1-8,3 раза. Актив-

ность пищеварительных ферментов молоди, достигшей 2,5 г по величине близка сеголеткам массой 7-10 г.

Повышение активности протеиназ у севрюги значительно выше. От перехода на экзогенное питание до массы 2 г активность пепсина и трипсина увеличивается почти в 12 и 5 раз соответственно.

В специальной серии экспериментов нами установлено, что переваривание и всасывание пищи у молоди осетровых проходит в 2 этапа: 1-й - в желудке и 2-й - в кишечнике, о чем свидетельствуют рефрактометрические показатели сыворотки крови (рис. 1).



Рис. 1. Динамика содержания белка в сыворотке крови молоди осетра (а) и бестера (б) после приема пищи

На 1-м этапе в условиях высокой кислотности происходит расщепление в основном белка, вследствие чего свободные аминокислоты и низкомолекулярные пептиды поступают через стенки желудка в кровь в течение первых 30 мин. после приема пищи. В тонкой кишке происходит нейтрализация пищевого комка. Дальнейшее его переваривание и усвоение проходит в щелочной среде. Время переваривания и усвоения пищи в кишечнике в 3-4 раза превышает время переваривания и усвоения в желудке. В связи с этапностью пищеварения отмечается 2 пика во всасывании питательных веществ в кровь (Абросимова, Рудницкая, 1988). При этом переваримость пищи в кишечнике превышает таковую в желудке на 20-26%, что и обуславливает более

высокие рефрактометрические показатели крови на 2-м этапе пищеварения. Снижение показателей рефрактометрии в период от 0,5 до 1 часа связано с интенсивным поглощением аминокислот и низкомолекулярных пептидов из сыворотки крови в ткани при одновременном снижении поступления этих групп питательных веществ в кровь за счет переподготовки организмом реакции пищевого комка к следующему этапу пищеварения.

Таким образом, к достижению массы 1-1,5 г (25-30 суток активного питания) у осетровых практически завершается морфогенез органов пищеварительного тракта, о чем свидетельствует повышение активности пищеварительных ферментов, особенно кислых протеиназ и липазы. Это предполагает особый подход при разработке стартовых кормов к их белковой и липидной части в данный период развития.

Потребность ранней молоди осетровых рыб в основных питательных веществах

Потребность в белках. При разработке искусственных комбикормов особое внимание уделяется белковому питанию. Если рацион имеет значительное количество жиров и углеводов, то белки обычно используются на рост организма. При их недостатке - могут расходоваться в качестве источников энергии, что нецелесообразно, поскольку белок - наиболее дорогая составная часть корма. Характерно, что потребность рыб в белках значительно выше, чем у теплокровных животных. Вместе с тем, эффективность использования протеина и энергии корма на единицу прироста у рыб выше, чем у сельскохозяйственных животных (Остроумова, 1985, 1988; Гамыгин, 1987). На основании результатов кормления ранней молоди различных видов осетровых и их гибридов тест-диетами и экспериментальными комбикормами с различным уровнем протеина нами установлено, что его оптимальный уровень находится в пределах 50-55% (Абросимова, 1985). На несколько меньшее содержание протеина в комбикормах для молоди бестера указывает Л. Г. Бондаренко (1985). Столь значительный интервал в необходимом количестве протеина в стартовых комбикормах для осетровых рыб определяется композицией компонентов, переваримостью и доступностью азотсодержащих веществ (Сафонова, Абросимова, Шейко, 1987; Белов, Абросимова, 1990). Экспериментально определено, что оптимальными по протеину для личинок и мальков осетровых являются диеты, содержащие не менее 410-420 г

переваримого протеина на 1 кг корма (Абросимова, 1985, 1990). Эта величина соответствует уровню протеина в комбикормах в пределах 48-53%, изготовленных на основе отечественного кормового сырья.

Для поддержания нужной интенсивности обменных процессов и сохранения азотистого равновесия в организме при разработке диет необходимо учитывать не только потребность в протеине, но и в аминокислотах, особенно незаменимых. При этом для экономного расходования кормового белка необходима их оптимальная композиция.

По результатам наших исследований в икре осетровых, вне зависимости от вида, уровень незаменимых и заменимых аминокислот примерно одинаков и составляет - 52 и 48% соответственно. В икре преобладают лейцин, лизин, изолейцин, аргинин и валин, индивидуальное содержание которых находится в пределах 6-10%. На их долю приходится более 70% всех незаменимых аминокислот. В минимальных количествах представлены метионин и гистидин, суммарное содержание которых не превышает 7% от суммы незаменимых аминокислот. Доля фенилаланина и треонина составляет около 20%. Как видно, количественная последовательность незаменимых аминокислот в икре осетра и севрюги сохраняется, что предполагает идентичность физиологической потребности ранней молодежи различных осетровых в аминокислотах (табл. 1).

Таблица 1
Содержание незаменимых аминокислот в икре осетровых рыб

Аминокислоты	% от суммы учтенных аминокислот			
	Осетр	Севрюга	Среднее	% к лизину
Лизин	8,3	8,9	8,6	100
Лейцин	9,7	9,8	9,7	112,8
Изолейцин	7,1	6,6	6,9	80,2
Валин	6,5	6,4	6,2	72,1
Фенилаланин	5,2	5,0	5,1	59,3
Треанин	5,8	5,5	5,7	66,3
Метионин	2,1	1,7	1,9	22,1
Аргинин	6,2	7,1	6,7	77,9
Гистидин	1,3	1,2	1,2	14,0

При сравнительном анализе наших и литературных данных отмечено сходство в соотношении аминокислот в икре осетровых и других

рыб, некоторых земноводных, куриных и перепелиных яйцах (Тимошина, 1974; Хлевова, Саврап, 1979; Рождественский, Шафаров, 1980; Ketola, 1982; Щербина, 1988; Щербина и др., 1988), что свидетельствует об общих эволюционных закономерностях сохранения постоянства количественных соотношений аминокислот в яйцах рыб, птиц и земноводных.

Учитывая положительный опыт в мировой аквакультуре по использованию количественных соотношений аминокислот в белках икры в качестве показателей, наиболее соответствующих потребности рыб, нами впервые были рассчитаны их величины для ранней молодежи осетровых с учетом содержания в комбикормах протеина 48-53% (табл. 2).

Таблица 2

Физиологическая потребность молодежи осетровых рыб в незаменимых аминокислотах (уровень протеина 48-53%)

Аминокислоты	% абсолютно сухого вещества корма	%, к лизину
Лизин	4,1...4,5	100
Лейцин	4,6...5,1	112-113
Изолейцин	3,4...3,7	82-83
Валин	2,9...3,2	71
Фенилаланин	2,4...2,7	58-60
Треонин	2,8...3,1	68-69
Метионин	1,0...1,1	24
Аргинин	3,3...3,6	80
Гистидин	0,6	13-15

Величину аминокислотной потребности, рассчитанной этим методом, использовали при разработке рецептур комбикормов с дальнейшим их совершенствованием на основе экспериментального кормления.

Потребность в липидах. Потребность осетровых в липидах, как и других рыб, не имеет четких границ и зависит от многих биотических и абиотических факторов (Halver et. al., 1983; Канидьева, 1984; Matty, 1985; Сергеева и др., 1985; Гамыгин, 1987; Остроумова, 1988; Абросимова и др., 1989; Johnsen, Wandsvik, 1991). Ранее методом тест-диет и эмпирически было установлено, что потребность молодежи осетровых в жире находится в пределах 9-12% (Абросимова,

1985; Бондаренко, 1985). Для оценки потребности молоди осетровых в жирных кислотах нами был изучен состав жирных кислот липидов икры, личинок в период эндогенного питания и живых кормов.

Сравнительный анализ выявил значительное сходство спектра жирных кислот общих липидов икры и личинок осетра и севрюги в период эндогенного питания. В количественном соотношении липиды содержат высокую долю моноеновых кислот (43-51%), которые на 69-77% представлены олеиновой кислотой, на 90-92% определяющей уровень жирных кислот $n-9$ ряда. Содержание насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот достаточно близко - 24,7-25,6 и 23,7-27,4% соответственно. Из насыщенных кислот доминирует пальмитиновая - 70-78% всех насыщенных жирных кислот. Из полиненасыщенных преобладают кислоты $n-3$ ряда - 15-18%. Семейство линоленовой кислоты представлено в основном высоконенасыщенными жирными кислотами с 5-6 двойными связями (20:5 - 19-26% и 22:6 - 55-65%). Доля линоленовой кислоты не превышает 7,5%. Сумма $n-6$ кислот составляет 5,5-7%. На 36-50 и 20-35% они представлены арахидоновой и линолевой кислотами соответственно. Отношение суммы кислот $n-3$ ряда к $n-6$ на различных этапах развития икры и личинок осетровых изменяется в интервале 2,4-3,4 и зависит от физиологического статуса организма и абиотических факторов среды. На основании этих данных можно было предположить, что в период эндогенного питания осетровые должны испытывать высокую потребность в 20:5, 22:5 и 22:6 $n-3$ жирных кислотах. Вместе с тем, по нашим и литературным данным (Болгова и др., 1978; Ржавская, 1983; Шершов, 1985; Пономарев, 1987) в пресноводных кормовых организмах $n-3$ и $n-6$ кислоты преимущественно представлены C18 и C20 кислотами. Соотношение $n-3/n-6$ кислот липидов в естественной пище ранней молоди осетровых, составляет 1,3-1,6. Высокая скорость роста и выживаемость личинок осетровых при питании естественными кормами дали основание предположить, что их потребность в эссенциальных жирных кислотах $n-3$ и $n-6$ ряда на ранних стадиях постэмбриогенеза ниже, чем их соотношение в икре. Кроме того было установлено, что в процессе развития икры и личинок осетровых проявляется способность тканей к избирательной утилизации жирных кислот, которая указывает на повышенную потребность в $n-6$ жирных кислотах, в связи с чем соотношение $n-3/n-6$ в утилизированной части жирных кислот у осетра составляет 1,6, у севрюги 1,8 (табл. 3).

Таблица 3

Состав липидов и жирных кислот и их утилизация личинками осетра и севрюги от выклева до начала смешанного питания, в 1 экз./мг⁻¹⁰

Липиды, жирные кислоты	Осетр			Севрюга		
	Выклев	Начало смешанного питания	Утилизация	Выклев	Начало смешанного питания	Утилизация
Липиды,	140,0	86,9	53,1 (37,9)*	91,8	69,6	22,2 (24,2)*
в т.ч.						
насыщенные	45,1	26,3	18,8 (41,7)	29,6	21,1	8,5 (28,8)
моноеновые,	69,3	43,9	25,4 (36,6)	45,5	30,2	15,3 (33,7)
в т.ч. 18:1	52,3	33,7	18,5 (35,5)	34,3	21,9	12,4 (36,0)
полиеновые,	31,2	16,7	14,5 (46,5)	20,5	18,4	2,1 (10,0)
в т.ч. n-6	9,7	4,2	5,6 (57,2)	5,9	5,0	0,9 (15,6)
18:2	4,1	0,9	3,3 (79,1)	2,7	1,8	0,9 (34,8)
20:4	3,2	1,8	1,4 (44,3)	2,1	1,9	0,2 (10,4)
n-3	21,5	12,5	8,9 (41,7)	14,0	12,4	1,6 (11,6)
18:3	0,7	0,5	0,2 (32,4)	0,5	0,4	0,01 (2,2)
20:5	4,2	3,0	1,3 (30,0)	2,8	2,3	0,5 (18,4)
22:6	14,0	8,1	6,0 (42,5)	9,3	7,7	1,6 (17,4)
n-3/n-6	2,2	3,0	1,6	2,4	2,5	1,8
Фосфолипиды	54,9	34,8	20,1 (36,7)	36,0	27,8	8,2 (22,7)

Примечание: * - данные в скобках (% от содержания при выклеве).

Известно, что как недостаток, так и избыток в кормах $n-3$ и $n-6$ жирных кислот отрицательно влияет на липидный обмен, скорость роста и выживаемость рыб (Castell et al., 1972; Farcas et al. 1977; Yu, Sinnhuber, 1972, 1976, 1980; Watanabe et al., 1974, 1975, 1979). Рекомендуемое их соотношение для различных видов рыб значительно ниже, чем в икре или желточном мешке (Takeuchi, Watanabe, 1977; Kanazawa, 1985; Головачев, 1986; Сергеева, 1989).

На основании анализа накопленных нами данных по составу жирных кислот общих липидов молоди осетра и севрюги по мере их роста был сделан вывод, что на начальных этапах экзогенного питания до массы 800 и 500 мг соответственно, когда системы поддержания жирнокислотного гомеостаза менее развиты, потребность молоди в эссенциальных жирных кислотах наилучшим образом удовлетворяется при содержании в корме 2-2,2% $n-3$ кислот, в т.ч. жирных кислот 20:5 и 22:6 - 0,6 и 0,7% соответственно, и 0,9-1% $n-6$ кислот при соотношении $n-3/n-6$ около 2. В следующий за этим мальковый период, с учетом жирнокислотного состава естественных кормов и результатов наших специальных исследований, в комбикормах для осетровых возможно снижение уровня $n-3$ до 1,5% и 20:5 до 0,4% при соотношении $n-3/n-6$ - 1,3-1,5.

Потребность в углеводах. Углеводы наряду с белками и жирами являются неотъемлемой частью кормов для всех рыб. Они служат источником дешевой энергии, являются пластическим материалом клеток, используются в качестве исходных продуктов для синтеза липидов, белков и нуклеиновых кислот (Ленинджер, 1974). Рыбы не способны синтезировать углеводы и получают их в готовом виде с пищей (Сорвачев, 1982). При недостатке в пище они компенсируются белковыми и липидными компонентами - аминокислотами и глицерином - , что отрицательно сказывается на пластическом обмене (Washington, 1973; Сорвачев, 1982; Озолс, 1984). В то же время избыток углеводов неблагоприятно сказывается на физиологическом состоянии организма, вызывая, в частности, жировое перерождение печени (Washington, 1973; Абросимова и др., 1988).

Переваримость углеводов у ранней молоди осетровых невысока и колеблется в широких пределах, но не превышает в кормах животного, растительного и микробного происхождения 41, 54 и 40% соответственно (Щербина, Абросимова, Сергеева, 1985; Абросимова и др., 1985). Степень переваримости углеводов зависит от сложности строения, биологическая ценность - от содержания мономерных форм,

которые в большей степени усваиваются простой диффузией усваиваются простой диффузией (Никольский, Трошин, 1973; Никольский, 1977; Уголев, 1985, 1987; Голованова, 1990). Однако при длительном кормлении диетами с преобладанием мономеров вступает в действие бактериостимулирующий фактор, снижающий доступность таких кормов (Озолс, 1984). В этой связи наиболее значимы олигомерные формы.

У ранней молоди осетровых легкогидролизуемые углеводы, вероятно, не менее важны в питании в качестве биоэнергетического материала, чем протеин, в связи с чем, по-видимому, у личинок осетровых рыб повышается активность амилазы и лактазы при одновременном снижении активности липазы (Плотников, Проскураков, 1984). Следует отметить также, что в естественной пище молоди осетровых, согласно нашим и литературным данным (Гаджиева, 1974), содержание углеводов составляет от 24 до 40% сухого вещества. Об участии углеводов в обмене веществ в организме рыб, в частности в энергетическом, сведения крайне противоречивы. По представлениям одних авторов, основным источником энергии в рационах рыб являются углеводы и жиры (Грудницкий, 1975; Щербина, 1979). Другие отмечают ограниченную роль углеводов в энергетическом обмене (Walton, Cowey, 1982; Коуи, Сарджент, 1983). Есть данные и о достаточно высокой трансформации углеводов в жиры у лососевых в зависимости от их фракционного состава и структуры (Buhler, Halver, 1961; Phillips, 1970; Ringross, 1971). Определено, что способность более полно утилизировать углеводы пищи находится в прямой зависимости от температуры их обитания, размера и возраста и не определяется характером питания рыб в природе (Щербина, 1976; Остроумова, 1988).

Ранее методом тест-диет было установлено, что потребность молоди осетровых в углеводах составляет 25-30% (Абросимова и др., 1988). На основании анализа накопленных нами данных при выращивании личинок и мальков осетра и севрюги на различных по составу углеводов комбикормах, но близких по уровню протеина и жира, мы определили, что оптимальным для них является содержание простейших сахаров (моно-, ди- и трисахариды), усвояемых полисахаридов (крахмал, декстрины, инулин, гликоген) и трудногидролизуемых полисахаридов (пектиновые вещества, гемицеллюлозы, клетчатка) в соотношении 1:2,6:0,8. Приросты молоди на данном корме были выше на 34-46% у осетра и 17-58% у севрюги, а кормовые затраты - ниже

почти в 1,5 раза по сравнению с другими диетами. Более высокое продуктивное действие данной композиции углеводов подтверждается величинами накопления сухого вещества, протеина и энергии в 100 г прироста молоди осетра и севрюги, которые на 27-42, 27-36 и 30-43% были выше, чем у рыб на кормах с другим соотношением углеводов. Это дает основание считать, что при соответствующем фракционном составе, углеводы активно включаются в обмен веществ молоди осетровых и оказывают белок- и энергосберегающий эффект.

Таким образом, выполненные нами исследования позволили установить, что оптимальным в стартовых кормах осетровых рыб является содержание простейших сахаров в количестве 5-6 г, усвояемых полисахаридов - 15-18 г, клетчатки - 4-5 г и лигнина - до 0,5 г на 100 г корма при условии баланса других структурных элементов питания.

Потребность в витаминах А, С и Д. Витамины получили широкое распространение в кормлении рыб. Изучены признаки недостаточности витаминов у лососевых, карпа, канального сома, угря и, в меньшей степени, молоди сиговых и осетровых (Маликова, 1957, 1985; Остроумова, 1977; Маликова, Иозепсон, 1978; Бауэр, 1981; Halver, 1982; Складаров и др. 1984; Лиманский и др., 1984; Канидьев, 1984; Гамыгин, 1987; Абросимова и др., 1988). Согласно обобщенным данным клиника авитаминозов у различных рыб достаточно идентична. Несмотря на то, что потребность организма в витаминах зависит от многих биотических и абиотических факторов, разработанные в отечественной и зарубежной практике витаминные премиксы, успешно используются в практическом рыбоводстве не только в различных регионах, но и в кормах различных рыб (Halver, 1968; Канидьев, Гамыгин, 1976; Канидьев, 1989; Гамыгин и др., 1989; Гамыгин, 1996). Однако учитывая, что такие витамины как А и Д некоторые виды животных способны синтезировать из провитаминов, а витамин С может синтезироваться микрофлорой кишечника (Аминова, Яржомбек, 1984; Орлинский, 1984) мы попытались оценить потребность молоди осетровых в этих витаминах на примере осетра и бестера.

Проведенные под нашим руководством исследования показали, что недостаток или отсутствие этих витаминов в рационе приводит к снижению темпа роста и повышенной гибели рыб, уменьшению ретенции протеина в теле осетра и бестера, развитию анемии и лейкопении, увеличению кормовых затрат и к нарушению динамического равновесия окислительно-восстановительных процессов в организме молоди (Га-

рагуля, Рудницкая, 1987; Дудкин, Гарагуля, 1988; Абросимов, 1992).

Анализ этих материалов позволил с достаточно большой уверенностью предположить, что потребность ранней молоди осетровых в витаминах С, А и Д может быть удовлетворена при их содержании в 1 кг комбикорма в количестве близком 25 мг, 1,7 и 0,37 млн. У.Е. соответственно.

Потребность в Са, Р, Na и К. Литературные данные о минеральном питании осетровых рыб весьма ограничены. Согласно М. П. Богоявленской (цит. по М. А. Шербине, 1973), молодь осетра в зависимости от этапа развития потребляет из воды Са в 3-4 раза больше, чем из кормов. Однако повышение содержания Са и Р в корме способствует лучшему росту и более высокому содержанию в теле рыб белка и зольных элементов (Гордиенко, Тарковская, 1952). Потребление Р из воды личинками осетра незначительно по сравнению с его усвоением из кормов, но, будучи растворенным в воде в больших количествах, Р оказывает положительное влияние на их рост и развитие (Вельтищева, 1955; Шеханова, 1959). В большой степени исследовано влияние Na и Cl на эмбриональное развитие, физиологическое состояние, темп роста и жизнестойкость молоди разных видов осетровых (Чусовитина, 1963; Касимов и др., 1966; Кокоза, Луьяненко, 1968; Яковлева, Комачкова, 1969; Беляева, Болдырев, 1971; Краюшкина, Дюбин, 1974).

Известно, что у животных обмен Р тесно взаимосвязан с обменом Са, а обмен Na - с обменом К (Барнет, Рейд, 1961; Хеннинг, 1976; Орлинский, 1984). Обеспеченность организма молоди осетровых Na и К имеет важное значение в связи с выпуском в естественные водоемы в условия возможного временного голодания и скатом в ареалы с повышенной соленостью. Это связано с тем, что даже при незначительном голодании в организме происходит усиленный распад гликогена, который регулируется снижением уровня ионов Na и подъемом уровня ионов К (Никольский, 1977; Сорвачев, 1982).

В результате наших исследований определено, что доступность Са и Р для ранней молоди осетра из различных искусственных кормов неоднозначна (Шербина, Абросимова, Сергеева, 1985). Так, Са кормов растительного происхождения практически не усваивается молодь. Показатели доступности Р положительны для всех видов кормов - 10%. Доступность же Са и Р рыбной муки достаточно высока и составляет 33-35% и 32% соответственно.

При изучении потребности молоди осетровых (на примере осетра

и бестера) в Са, Р, Na и К использовали метод умеренного голодания (Яржомбек, Шербина, 1979; Шмаков, Яржомбек, 1980). Установлено, что суточная потребность молоди осетра и бестера в Р близка. Для рыб массой 0,1-0,15 и 1-3 г потребность в алиментарном Р составляет соответственно 330-335 и 237-240 мг/кг массы. Молодь осетровых массой 0,1-0,15 г в пищевом Са не нуждается. Потребность в нем, вероятно, удовлетворяется в основном осмотическим путем. У более взрослых рыб - 1-1,5 и 2,5-3 г - потребность в кормовом Са составляет 59-60 и 50-51 мг/кг массы. Суточная потребность молоди массой 0,1-0,15 и 1-1,5 г в Na составляет соответственно 320 и 340 мг/кг, а в К - 70 и 240 мг/кг рыбы. Осетры массой более 2 г в этих элементах не нуждаются. У бестера массой 2-3 г потребность в пищевом Na и К остается высокой - на уровне 350 и 245 мг/кг веса.

Известно, что у эвригалинных рыб при переходе из одной среды в другую направление транспорта ионов меняется на противоположное, причем в пресной воде они сохраняют Na лучше, чем стеногалинные (Проссер, 1977). На основании полученных нами величин потребности в Na и его накопления в теле ранняя молодь осетра характеризуется как стеногалинная, а по достижении массы 2 г и более, в отличие от бестера, как эвригалинная, что подтверждается исследованиями функциональной сформированности их осморегуляторной системы (Краюшкина, 1983).

Установление потребности молоди осетровых в питательных веществах и незаменимых факторах питания является лишь одной стороной решения проблемы искусственного кормления, заключающейся в максимальном приближении условий питания к оптимальной формуле. Решение второй стороны этой проблемы требует физиологической оценки питательности кормов, используемых в кормопроизводстве.

Характеристика основных компонентов комбикормов для осетровых рыб

Впервые обобщенная физиологическая оценка искусственных кормов по показателям переваримости и доступности питательных веществ и аминокислот (для карпа) была представлена М. А. Шербиной (1973). Литературные данные о питательной ценности некоторых кормов для осетровых ограничиваются результатами наших исследований (Абросимова, Мирзоян, 1983; Абросимова и др., 1985; Шербина, Аб-

росимова, Сергеева, 1985; Абросимова и др., 1988; Абросимова, Саенко, 1994). В задачу наших исследований входила оценка индивидуальной питательности основных компонентов комбикормов для молоди осетровых рыб на основе изучения переваримости основных питательных веществ и доступности аминокислот (табл. 4).

Таблица 4

Питательность основных компонентов комбикормов для осетровых рыб

Компоненты	Сырой протеин, % абсо- лютно сухого вещества	Коэффици- ент пере- варимости сырого протеина, %	Доступность аминокислот, %			Соотношение энергии пере- варимых азот- содержащих и безазотистых веществ
			1	2	3	
Рыбная мука	67,3	87	96	96	97	1 : 0,23
Концентрат рыбного бульона - Суберкон	65,2	97	97	97	98	1 : 0,34
Кровяная мука	66,2	72	65	63	68	1 : 0,13
Мясокостная мука	40,7	34	57	60	52	1 : 1,06
Сухое молоко	26,0	78	89	88	90	1 : 1,55
Паприн (БВК)	50,4	93	83	80	85	1 : 0,16
Ферментолизат БВК	70,1	96	92	91	93	1 : 0,5
Эприн	50,3	95	79	75	84	1 : 0,45
Дрожжи кормовые	46,3	83	83	75	88	1 : 0,37
Соевый белковый концентрат	62,4	91	93	91	96	1 : 0,14
Соевый шрот	40,5	89	82	84	79	1 : 0,19
Гидролизат соевого шрота	43,3	94	94	91	97	1 : 0,24
Подсолнечный шрот	38,6	89	89	90	89	1 : 0,36
Гидролизат подсол- нечного шрота	66,7	92	93	92	94	1 : 0,03
Пшеничная мука	14,5	98	94	95	93	1 : 1,12
Ячмень	11,6	89	87	88	85	1 : 2,38
Сорго "Жемчуг"	11,2	60	70	75	65	1 : 3,08
Гидролизат хлореллы	46,1	62	64	60	68	1 : 0,79

Примечание. Аминокислоты: 1 -сумма, 2 -заменяемые и 3-незаменяемые

Особое внимание уделялось биологической ценности белка, которая зависит от его структурных особенностей и аминокислотного состава. Так, введение в стартовые комбикорма для карповых, сиговых, лососевых и осетровых рыб компонентов с повышенным содержанием низкомолекулярных белковых веществ способствовало улучшению биологического и продуктивного действия искусственных диет (Бондаренко, 1985; Ильина, 1986; Пономарев, 1990; Белов, Абросимова, 1990). В связи с этим более детально был исследован фракционный состав белка, включающий определение доли растворимой части белков и степени их дисперсности, т.к. литературные сведения по этому вопросу весьма ограничены и фрагментарны (Пономарев, 1987, 1990). Результаты наших исследований представлены в табл. 5. Классификация белков принята по Х-Д. Якубке и Х. Ешкайт (1985).

Таблица 5

Фракционный состав протеина отдельных компонентов комбикормов, % абсолютно сухого вещества

Компоненты	Растворимые белковые вещества				Свободные аминокислоты
	Сумма	Белки	Полипептиды	Олигопептиды	
Рыбная мука	10,2	5,0	4,3	0,9	<0,1
Суберкон	50,0	3,1	32,4	12,3	2,2
Кровяная мука	81,5	77,9	3,3	-	0,3
Сухой обрат	32,9	20,4	11,1	1,2	0,2
Папрын	8,2	2,8	4,0	1,2	0,2
Эприн	8,3	2,8	4,0	1,3	0,2
Соевый шрот	0,9	0,1	0,4	0,3	<0,01
Соевый белковый концентрат	13,6	2,9	6,9	3,4	0,4
Гидролизат соевого шрота	23,7	1,6		20,9	1,2
Подсолнечный шрот	3,8	0,4	1,8	1,2	0,4
Гидролизат подсолнечного шрота	32,8	1,7	16,4	10,8	3,9
Зерносмесь	2,1	0,8	0,9	0,4	<0,01
Пшеница	2,3	0,9	1,0	0,4	0,01

Основным компонентом осетровых комбикормов является рыбная мука, количество которой в зависимости от рецептуры составляет 35-45%. Питательная ценность ее для молоди осетровых достаточно высока: переваримость сырого протеина - не менее 87%, доступность незаменимых аминокислот - 97%. Однако количество растворимых белков невысоко - около 10% всего сырого протеина, из которых пептиды М.М. 10 тыс. Да и менее составляют около половины.

Суберкон характеризуется высокой переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот - 97-98%. Растворимая фракция белка в Суберконе по сравнению с рыбной мукой выше почти в 5 раз, полипептидов М.М. 1,5-10 тыс. Да - в 1,5 раза, олигопептидов М.М. <1,5 тыс. Да - в 13 раз, свободных аминокислот - более чем в 2 раза при снижении доли белков М.М. > 10 тыс. Да в 1,5-1,6 раз. Несмотря на высокую питательную ценность Суберкона количество его в комбикорме лимитируется из-за повышенного содержания NaCl, которое достигает 14%.

Кровяная мука характеризуется меньшей по сравнению с рыбной мукой переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот - 72 и 65% соответственно. Несмотря на высокую растворимость белков из них 78% представлены альбуминами с М.М. свыше 10 тыс. Да.

Переваримость сырого протеина сухого молока (или обрат) составляет 78% при высокой доступности аминокислот - 89%. Сырой протеин на 1/3 представлен растворимыми белковыми веществами, которые на 95-96% состоят из полипептидов и белков с преобладанием последних.

В отечественных рыбных комбикормах широко используются соевый и подсолнечный шроты. Общеизвестно, что наибольшей питательной ценностью характеризуется соевый шрот, имеющий благоприятный аминокислотный состав (Скляров и др., 1984; Гамыгин и др., 1989). Однако при равной переваримости молодью осетровых сырого протеина этих шротов (89%) доступность аминокислот у подсолнечного шрота выше на 7%, а незаменимых аминокислот - на 10%. Растворимость белковых веществ у шротов низка, но у подсолнечного она выше почти в 4 раза. Растворимая фракция сырого протеина шротов преимущественно представлена олиго- и полипептидами (около 77%). При удалении дуэги кормовые свойства подсолнечного шрота значительно улучшаются. Частичный гидролиз шротов (17%) приводит к повышению растворимости белков более чем в 10 раз и их дисперсности за счет увеличения доли пептидов и свободных аминокислот, что значительно

повышает переваримость сырого протеина и доступность аминокислот.

Ценным кормовым сырьем в стартовых комбикормах для осетровых рыб является соевый белковый концентрат: переваримость протеина составляет 91%, доступность аминокислот - 93%, незаменимых - 96%, уровень растворимых белков - около 14% от общего протеина, которые на 57% представлены пептидами с преобладанием полипептидов.

Пшеница и ячмень, уровень протеина в которых невысок - 13-15%, характеризуются достаточно высокой его переваримостью (89-98%) и доступностью аминокислот (83-94%). Растворимые белки составляют около 15% от общего протеина и представлены в большей степени полипептидами, затем белками. Олигопептиды составляют 17-19%. Значительно ниже для молоди осетровых питательная ценность сорго и гидролизата хлореллы.

Особый интерес для осетровых представляют продукты микробного синтеза - паприн, эприн и их ферментоллизаты. Переваримость протеина у них высока 83-96%, доступность суммы аминокислот и незаменимых аминокислот - 79-92 и 84-93% соответственно, причем у ферментоллизата паприна эти показатели наиболее высокие. По соотношению белковых веществ различной молекулярной массы эприн и паприн близки к зерновым. Но, за счет более высокого уровня протеина и растворимых белков абсолютное содержание олиго- и полипептидов в эприне и паприне почти в 4 раза больше, чем в зерновых.

Таким образом, доля растворимых белковых веществ в традиционных кормах животного происхождения достаточно высока - почти на порядок выше, чем в растительных белках. Растворимые животные белки в основном представлены белками и полипептидами с М. М. более 1,5 тыс. Да. В растительных белках кроме того высока доля олигопептидов. Корма микробного синтеза занимают промежуточное положение: по фракционному составу растворимых белков они близки к растительным, но при этом доля растворимых белков у них выше более чем в 2,5 раза. Для кормов животного происхождения и микробного синтеза, за исключением мясокостной муки и кормовых дрожжей, характерна более высокая в 1,8-2,6 раз обменная энергия по сравнению с зерновыми. Для шротов данный показатель также выше и увеличивается в соответствующих концентратах и гидролизатах.

При оценке анаболической эффективности пищевого белка большое внимание нами было уделено соотношению незаменимых аминокислот к аминокислотам идеального белка (скорам), которое определяет соответствие количества аминокислот, поступающих в организм, его

потребностям. Однако при определении скоров аминокислот корма по данным химического анализа кормового сырья питательная ценность белков выявляется недостаточно, поскольку в этом случае не учитывается степень их доступности. Поэтому мы провели специальные эксперименты по определению доступности аминокислот основных кормовых средств для молоди осетра и севрюги. На их основе были рассчитаны скоры незаменимых аминокислот (табл. 6).

Определено, что для кормов животного происхождения и микробиального синтеза 1-й лимитирующей аминокислотой является метионин или аргинин, а растительных - лизин.

Использованный нами подход для оценки физиологической питательности искусственных кормов позволяет более полно выявить недостатки и потенциальные возможности их белковой части, что важно при разработке полноценных рационов.

Оптимизация белкового питания личинок осетровых

Для определения оптимальной структуры белка на начальных этапах кормления личинок осетровых нами было апробировано около 20 кормовых смесей. Уровень основных групп питательных веществ в них был достаточно близким: сырого протеина - 50-53%, жира - 8-9%, минеральных веществ - 10-13%, валовой энергии - 38-41 МДж/кг. В зависимости от растворимости белков, их фракционного состава и продуктивного действия кормосмеси были разделены на три группы.

В 1-й группе протеин содержал 39-40% растворимого белка, представленного на 26-32% белками М.М. более 10 тыс. Да, до 50% полипептидами М.М. 1,5-10 тыс. Да, на 14-19% олигопептидами М.М. менее 1,5 тыс. Да и на 3,2-3,3% свободными аминокислотами.

Во 2-й группе растворимые белки составляли 31-37% от общего протеина, которые содержали 39-43% белков, 40-47% полипептидов, 11-14% олигопептидов и 2,4-2,9% свободных аминокислот.

В протеине кормов 3-й группы уровень растворимых белков составлял 22-24%. Более половины (52-69%) приходилось на долю высокомолекулярных белков. Содержание полипептидов, олигопептидов и свободных аминокислот было минимальным - соответственно 30-38, 6-8 и 0,8-1,2%.

В первые 15 суток от начала экзогенного питания наибольшим темпом роста характеризовались личинки осетра, севрюги и бестера

Таблица 6

Отношение доступных незаменимых аминокислот в белках компонентов комбикормов к аминокислотам идеального белка* (скоры), %

Кормовые средства	Аминокислоты								
	Лизин	Лейцин	Изолейцин	Валин	Фенил-аланин	Треонин	Метионин	Аргинин	Гистидин
Рыбная мука	173	120	129	145	96	134	137	149	161
Суберкон	153	88	93	91	57	88	21	181	101
Кровяная мука	138		97	150	134	54	31	57	322
Мясокостная мука	100	42	141	48	63	47	148	18	83
Сухое молоко	142	132	115	145	103	99	137	69	143
Пшеница	40	58	62	80	94	79	116	85	113
Ячмень	61	54	70	53	73	137	74	119	155
Сорго	44	98	101	109	66	66	64	99	65
Соевый шрот	105	95	90	101	94	87	42	143	137
Соевый белковый концентрат	115	116	129	136	127	107	95	170	155
Подсолнечный шрот	75	94	120	133	106	104	84	198	149
Гидролизат подсолнечного шрота	69	100	123	145	120	109	84	200	155
Шрот хлореллы	31	120	25	32	28	27	31	18	24
Паприн	73	38	36	40	47	35	52	28	60
Эприн	165	116	129	142	106	118	74	115	125
Дрожжи кормовые	146		153	166	110	112	74	147	101

Примечание: * - за идеальный белок принято содержание аминокислот в теле осетровых

на 2-й группе кормов-21, 11,4 и 32 мг/сут. соответственно (рис. 2).

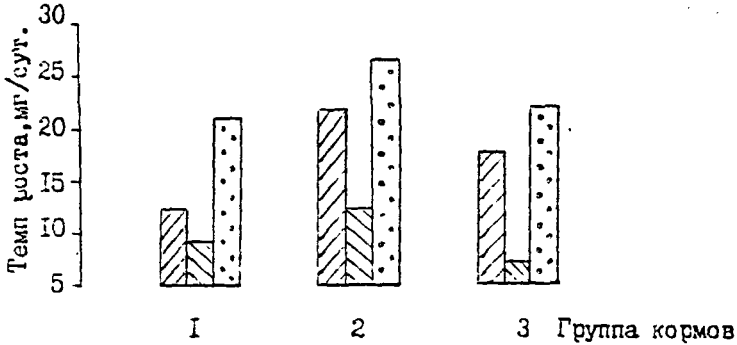


Рис. 2 Зависимость роста личинок осетровых от фракционного состава протеина кормов.

▨ - осетр; ▩ - севрюга; ▤ - бестер.

С увеличением доли растворимых белков и их дисперсности вековой рост у личинок снижался не более чем на 20% без достоверных отличий, причем наименее значимы эти отличия были для севрюги. При снижении уровня растворимых и повышении высокомолекулярных белков скорость роста у личинок бестера снижалась в 1,5, осетра - 1,8, а севрюги в 2,5 раза. Коэффициенты вариации массы личинок достаточно высоки, что характерно для молоди рыб. Для осетра, севрюги и бестера на 1-й группе кормов они составили 39-42, для 2-й - 41-43, для 3-й - 57-58% при уровне значимости 1%. С возрастом от массы 1 г и более различия в скорости роста в зависимости от дисперсности белков пищи сокращаются, что обусловлено формированием ферментовыделительной системы молоди осетровых.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ИСКУССТВЕННЫХ КОРМОВ ДЛЯ ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Согласно результатам наших исследований, изложенным в предыдущих разделах, полноценные стартовые комбикорма для осетровых рыб должны содержать не менее 48% сырого протеина, до 12% жира, до 30% углеводов, витамины и минеральные вещества. Для наиболее полного устранения дефицита или избытка различных элементов питания, особенно незаменимых аминокислот, в кормовую смесь целесообразно включать 9-12 компонентов, не считая добавок биологически

активных веществ (Phillips, 1970; Канидзев, 1984; Гамыгин и др., 1989).

Разработку и балансирование рецептур для личинок и мальков осетровых рыб проводили симплекс-методом на ЭВМ. Отличительной особенностью нашего подхода к расчету кормовых смесей от применявшихся ранее (Гамыгин, 1977; Резников, 1980; Антонюк, 1982), является учет питательной ценности кормового сырья, особенно доступности аминокислот, дисперсности белковых соединений и количественное ограничение ввода отдельных компонентов из-за особенностей их состава и продуктивного действия.

Рецептура и основной состав. В результате опытной и производственной апробации серии рабочих вариантов комбикормов для личинок и мальков осетровых рыб наиболее продуктивными признаны и переданы к производству рецептуры Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз (Абросимова и др., 1985; Гамыгин и др., 1989; Абросимова и др., 1990). Они основаны на традиционном кормовом сырье, используемом в отечественной промышленности. В комбикорме рецептуры Ст-ОБ-1Аз доля животного протеина составила 80, растительного - 13, микробиального - 7, а Ст-4Аз - 48, 26 и 26% соответственно (табл. 7).

В качестве источников жира в стартовых кормах использовали рыбий или китовый жиры, богатые полиеновыми жирными кислотами. При дефиците животных жиров, их частично заменяли на растительные нерафинированные масла.

Комбикорма рецептуры Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз рассчитаны на использование в условиях отсутствия естественной пищи. В этой связи особое внимание было уделено витаминным и минеральным добавкам. Известно, что количество витаминов, содержащихся в компонентах недостаточно для удовлетворения потребности в них рыб (Канидзев, Гамыгин, 1976; Канидзев, 1984). Так, при выращивании молоди осетровых на различных искусственных кормах без витаминных добавок у молоди отмечали кровоизлияния в области головы и кожных покровов, сколиозы, снижение содержания гемоглобина, изменения в структуре печени и т.д. Поэтому для улучшения биологического действия искусственных кормов были проведены исследования по подбору наиболее эффективных витаминных и витаминно-минеральных премиксов из числа разработанных для птиц, лососевых и карповых рыб: ПБ-1, Игла, ВР. ПШ-ЗУкр., ПФ-1В и КФ-2В, ПМ-1.

В результате экспериментов по кормлению личинок и мальков осетра и бестера было определено, что наиболее эффективен премикс

Таблица 7

Состав и содержание основных групп питательных веществ в стартовых комбикормах
для осетровых рыб

Компоненты	Ст-0Б-1Аз	Ст-4Аз	Питательные вещества, % абсолютно сухого вещества	Ст-0Б-1Аз	Ст-4Аз
Рыбная мука	45	35	Протеин: общий	53,7	52,1
Кровяная мука	4	4	животный	42,8	24,8
Сухой обрат	20	5	растительный	7,2	13,5
Соевый шрот	8	15	микробиальный	3,7	13,8
Подсолнечный шрот	-	6	Жир	9,3	10,8
Пшеничная мука	10	8	Углеводы,	22,6	28,3
БВК	5	5	в т.ч. клетчатка	3,8	2,4
БВК-ферментализат	-	14	Зола	10,6	6,4
Жир	6	6	Переваримая энергия, МДж/кг	20,9	21,9
Премикс Вр. П. Ш-ЗУкр.	1	1			
Премикс ПФ-1М(ПФ-1В)	0,5	0,5			
Поваренная соль	0,5	0,5			

ВР. ПШ-3 Укр, что, по-видимому, обусловлено содержанием в нем наряду с важнейшими витаминами таких макро- и микроэлементов как Mg, Mn, Zn, Co, Cu и кормовой фосфат. Меньшее действие оказывали витаминные премиксы ПР-1В и ПФ-2В. При обогащении пастообразной кормосмеси КРТФ премиксом ВР. ПШ-3 Укр. кормовые затраты на единицу прироста осетра и бестера снижались на 40-43%, а выживаемость молоди увеличивалась на 30-44%. Введение ВР. ПШ-3 Укр в гранулированные корма Ст-0Б-1Аз и Ст-4Аз способствовало снижению кормовых затрат на 17-30% и повышению выживаемости молоди этих же видов на 9-26% (Абросимова, Артемова, 1982).

Испытания кормов для молоди осетра. Результаты выращивания личинок и мальков осетра показали значительное преимущество новых гранулированных комбикормов перед традиционным кормлением олигохетами и комбикормом КРТФ (табл. 8).

Таблица 8
Рыбоводные результаты выращивания молоди осетра

Показатели	Корма		
	Ст-0Б-1 Аз	Ст-4Аз	Олигохеты и КРТФ (контроль)
Начальная масса, мг	43	43	43
Конечная масса, г	1,73	2,74	1,16
Сроки кормления, сут.	35	35	40
Среднесуточный прирост, мг	48	77	29
Упитанность (Ф)*	0,74	0,71	0,63
Выживаемость, %	65,1	78,6	53,0
Затраты на 1 кг прироста:			
кормов, кг	1,5	1,2	4,2**
протеина, г	806	625	1223
энергии, МДж	31,4	26,3	32,3

Примечание: * - здесь и далее по Фультону; ** - затраты корма КРТФ без учета олигохет

На гранулированных комбикормах Ст-0Б-1 Аз и Ст-4Аз по сравнению с контролем темп роста молоди осетра был выше в 1,6-2,6 раза,

при более высокой упитанности (на 13-17%) и выживаемости (на 23-48%). При этом затраты гранулированных комбикормов и протеина на единицу прироста понизились в 2,8-3,5 раза и более чем в 1,5 раза соответственно, а затраты энергии корма Ст-4Аз - на 19%. Корм рецептуры Ст-4Аз по сравнению с Ст-ОБ-1Аз характеризовался более высоким биологическим и продуктивным действием, несмотря на снижение в нем количества животного и увеличение растительного протеина почти вдвое. Расход животного протеина на корме Ст-ОБ-1Аз был равен 642 г/кг, тогда как на Ст-4Аз - 298 г/кг. Большая эффективность корма Ст-4Аз обусловлена введением в рацион 14% ферментализата БВК, белки которого обладают высокой растворимостью и дисперсностью, что резко повышает усвоение белков в корме. По сравнению с традиционным рационом (олигохеты и КРТФ) накопление протеина на единицу массы молоди, выращенной на стартовых гранулированных кормах, повысилось на 30-37%, а накопление жира при этом уменьшилось более чем в 2 раза, что наиболее соответствовало среднестатистическому содержанию жира в теле молоди осетра из р. Дон.

Согласно данным гематологического анализа молодь, получавшая гранулированные комбикорма рецептуры Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз, в отличие от молоди на корме КРТФ + олигохеты, по общим клиническим показателям была близка прудовой.

Известно, что жизнестойкость организма характеризуется комплексом физиолого-биохимических показателей, важное значение среди которых отводится таким защитным системам как неспецифическая резистентность, критерием оценки которой может быть содержание катионных белков гранулоцитов, и направленность свободно-радикальных процессов перекисного окисления липидов (Пигаревский, 1975; Козлов, 1975; Тарусов, 1976; Журавлев, 1982).

Как показали наши исследования, по количеству гранул лейкоциты у осетров, как на искусственном, так и естественных кормах, содержали более 30 гранул. Однако количество гранулоцитов в крови молоди на корме рецептуры Ст-4Аз в 1,5 раза было выше, чем у прудовой, что свидетельствует о более высокой активности неспецифической иммунности (Абросимова, 1986; Абросимов, 1988).

Сравнительный анализ интенсивности перекислительных реакций и содержания антиоксидантов в сыворотке крови у осетров при кормлении комбикормами нашей рецептуры и естественной пищей не выявил

существенных различий. Вместе с тем, у осетров на искусственных кормах отмечается некоторая тенденция к увеличению активности биокислородных систем (Дудкин, Абросимова, Гарагуля, 1985).

Испытания кормов для молоди севрюги. К началу наших исследований попытки выращивания молоди севрюги с использованием только искусственных или в сочетании их с живыми кормами были безуспешными. Это было обусловлено автоматическим переносом на молодь севрюги технологии содержания, в т.ч. кормления и кормов, применяемых при выращивании молоди осетра и бестера, без учета физиологических особенностей молоди севрюги. По сравнению с осетром севрюга, особенно личинки, характеризуется более интенсивным дыханием и энергозатратами, меньшей устойчивостью к дефициту кислорода (Гершанович, 1982; Гершанович и др., 1987), что и предполагает отличия условий ее выращивания.

Апробации искусственных стартовых кормов предшествовали исследования по определению оптимальных условий содержания личинок и мальков севрюги - плотности посадки, интенсивности водообмена и режима кормления (Абросимова, 1986; Абросимова и др., 1989), результаты которых будут представлены ниже в разделе "Технология содержания и кормления молоди осетровых рыб".

Из серии испытанных рецептов лучшие результаты при выращивании молоди севрюги дала кормосмесь рецептуры Ст-4Аз. Для оценки продуктивного действия данного комбикорма использовали показатели "Временных биотехнических нормативов по выращиванию молоди осетровых на донских осетровых заводах" (1986), изучение которого согласно биотехнологии выполнено в 2 этапа.

На 1-ом этапе при близких показателях выживаемости и рыбопродуктивности среднесуточный темп роста у личинок на комбикорме Ст-4Аз на 27-35% был ниже, чем на композиции живых кормов. На 2-ом этапе при выращивании молоди севрюги в бассейнах на Ст-4Аз среднесуточный темп роста и выживаемость ее увеличились соответственно на 30-34% и более чем в 2 раза. Повышенная плотность посадки и интенсивное кормление обусловили и значительно более высокую рыбопродуктивность при выращивании молоди в бассейнах по сравнению с прудами. При этом затраты комбикорма Ст-4Аз на 1 кг прироста молоди севрюги составили 1,4 ед. а затраты протеина и энергии корма - 729 г и 30,8 МДж (табл. 9).

Таблица 9

Рыбоводные результаты выращивания молоди севрюги

Показатели	Этапы			
	1		2	
	Бассейны		Бассейны	Пруды
	Ст-4Аз	Живой	Ст-4Аз	Живой
		корм	корм	
Начальная масса, мг	23-25	23-25	100	100
Конечная масса, г	0,1	0,1	1,6	1,5
Плотность посадки, тыс./кв. м	4-5	4-5	2-2,5	0,008
Сроки выращивания, сут.	15-17	10-12*	20-25	25-30
Среднесуточный				
темп роста, мг	4,5-5	6,2-7,7	60-75	56-46
Выживаемость, %	66-76	66,5	94-96	40
Рыбопродуктивность, кг/кв. м	0,32	0,333	3,42	0,006

Примечание: в графе "Живые корма" - нормативные данные;
* - наши данные.

Сравнительный биохимический анализ молоди севрюги, выращенной в бассейнах на корме Ст-4Аз и в прудах на естественной пище, не выявил существенных различий в содержании отдельных групп органических и минеральных веществ за исключением жира. Количество воды в теле молоди составило 85,6-88,5%, белка и солевых элементов 67,2-68,9 и 15,5-16,4% абсолютно сухого вещества. У молоди на искусственном корме содержание жира в теле на 36% было выше по сравнению с прудовой. Однако сравнительная оценка физиологического состояния молоди севрюги на корме Ст-4Аз по данным периферической крови в сравнении с молодь, выращенной в прудах Рогожинского и Волгоградского ОРЗ не выявила существенных различий (Абросимова, 1996). Кроме того, по данным С.С. Абросимова (1988), молодь севрюги, выращенная на корме Ст-4Аз, характеризовалась достаточно высокой сформированностью системы неспецифической резистентности.

~ Испытание кормов для бестера. Выращивание молоди бестера выявило преимущество сухих гранулированных комбикормов Ст-ОБ-1Аз и

Ст-4Аз в сравнении с традиционным кормлением КРТФ и олигохетами (табл. 10).

Таблица 10
Рыбоводные результаты выращивания молоди бестера за 30 суток

Показатели	Корма		
	Ст-ОБ-1 Аз	Ст-4Аз	Олигохеты и КРТФ (контроль)
Начальная масса, мг	59	59	59
Конечная масса, г	2,13	2,71	1,12
Среднесуточный прирост, мг	69	88	35
Упитанность (Ф)	0,91	0,98	0,67
Выживаемость, %	54	57	50
Затраты на 1 кг прироста:			
кормов, кг	1,5	1,4	5,5
протеина, г	806	752	1601
энергии, МДж	31,4	29,3	42,3

Скорость роста молоди на гранулированных кормах по сравнению с контролем был выше в 2-2,5 раза при более высокой упитанности (на 26-32%) и выживаемости (на 8-14%). Кормовые затраты при этом снизились более чем в 3 раза, затраты протеина и энергии корма на единицу прироста - в 2 и 1,3-1,4 соответственно. По сравнению с молодь на традиционном корме у рыб на новых гранулированных кормах ретенция протеина повысилась на 20,5-23,5%, а отложение жира в теле снизилось более чем в 1,5 раза. Показатели гематологического анализа у опытной молоди находились в пределах физиологической нормы (Дубровская, Ронкина, 1981) и отличались от контрольной большим (почти в 2 раза) количеством эритроцитов в периферической крови и более высокой (на 36%) концентрацией гемоглобина ($P < 0,05$).

Таким образом, кормление молоди осетровых сбалансированными комбикормами рецептуры Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз благоприятно влияет на обмен веществ, в частности на синтез белка и липидов, способствует повышению темпа роста и формированию особей с развитой системой резистентности и биоантиоксидантов.

Совершенствование липидного состава комбикормов. Было доказано, что стартовые комбикорма рецептуры Ст-0Б-1Аз и Ст-4Аз, а также комбикорма разработанные во ВНИРО и ЦНИОРХ (Ст-0Г), предназначенные в основном для бестера, способны заменить живой корм с момента перехода личинок осетровых на экзогенное питание (Ноякшева, Шевченко, 1982; Бондаренко и др., 1984; Щербина, Абросимова, Сергеева, 1985; Абросимова и др., 1989). Вместе с тем повышение эффективности кормов и кормления в раннем постэмбриогенезе оставалось актуальной задачей. При выращивании молоди осетровых, особенно при выпуске в естественные водоемы с целью пополнения местных популяций, к их качеству предъявляются определенные требования. Согласно размерно-весовым стандартам при выпуске с рыбозаводных заводов молодь осетра должна иметь массу 2-2,5 г, молодь севрюги - 1-2 г в возрасте 40-50 суток (Лукьяненко и др., 1984). Выпуском молоди в этом возрасте обеспечивается их высокая адаптационная способность к новым условиям среды естественных водоемов (Касимов, 1967, 1970, 1980).

В результате специальных экспериментов мы определили, что повышение жизнестойкости как покатной, так и посадочной молоди предполагает, в первую очередь, повышение ее размеров и улучшение физиологического состояния. Согласно нашим исследованиям реакции молоди осетра и севрюги на экстремальные условия (повышенную температуру, соленость и голодание) в значительной степени определяется уровнем липидов, особенно фосфолипидов, в теле рыб эссенциальных жирных кислот $n-3$ и $n-6$ ряда и их балансом, а также уровнем сформированности антиоксидантной системы. Кроме того, важным показателем физиологической полноценности молоди осетровых является состояние печени. Печень у осетровых функционирует в качестве одного из жировых депо, что является видовой адаптацией, обеспечивающей возможность голодания личинок и молоди во время ската (Гербильский, 1957; Калояну, 1959; Богданова, 1969). Однако, согласно нашим и литературным данным при кормлении искусственными кормами печень молоди осетровых характеризуется большим - почти в 2 раза - содержанием жира по сравнению с рыбами, выращенными на естественных кормах. В ряде случаев отмечаются признаки нарушения липидного обмена (Бондаренко, 1985; Семенкова, 1987).

По результатам наших исследований у молоди осетровых уже на ранних этапах экзогенного питания отмечается последовательная инкорпорация полиненасыщенных жирных кислот в полярную и фосфоли-

пидную фракцию липидов. При этом соотношение различных жирных кислот в липидах рыб, в частности $n-3/n-6$, в значительной степени определяется соотношением этих кислот в пищевых липидах. Анализ литературных данных об оптимальном липидном составе искусственных кормов, его влиянии на липидный статус рыб, а также функциональном значении отдельных липидов и жирных кислот выявил следующие. Для нормального роста и развития рыб очень важен баланс $n-3$ и $n-6$ кислот в пище. При этом наиболее полноценны липиды, в которых отношение суммы $n-3$ к сумме $n-6$ кислот превышает 1 (Yone, Fujii, 1975; Leger et al., 1982). Потребность рыб в $n-3$ кислотах взаимосвязана с потребностью в белке, причем уровень этих кислот должен составлять не менее 2% от белка в рационе (Watanabe, 1982; Сергеева, 1989). Учитывая присутствие фосфолипидов в составе всех клеточных мембран и их участие во многих биологических процессах, их большее накопление в организме является положительным моментом и наоборот. Рост личинок связан с накоплением и поддержанием в фосфолипидах рыб необходимого уровня $n-3$ кислот (Castel et al., 1972; Грибанов, 1975; Castel, 1978; Takeuchi et al., 1980; Крепс, 1981; Watanabe, 1982). Высокий уровень докозагексаеновой кислоты в организме способствует повышению метаболической и функциональной активности биологических мембран и имеет важное значение в термостабилизации липидного окружения ферментов в мембранах (Yu, Sinnhuber, 1975; Shimma et al., 1977). Недостаточность 22:6 $n-3$ приводит к усилению экстремальных воздействий на организм (Watanabe et al., 1974; Рипатти и др., 1985). Синтез 22:6 $n-3$ из предшествующей линоленовой кислоты по известному пути элонгации - десатурации протекает крайне медленно и вряд ли может быть достаточно эффективным в случае быстрых адаптаций (Cossins, 1977). Более эффективно ее поступление в организм с пищей (Yone, Fujii, 1975). В связи с этим липиды кормов должны содержать достаточно высокий уровень 22:6 $n-3$. В живых кормах ее содержание составляет около 30% от суммы полиненасыщенных жирных кислот или половину всех $n-3$ кислот.

Для улучшения липидов стартовых комбикормов для осетровых рыб нами проанализированы результаты кормления молоди в течение 30 суток кормами с содержанием протеина - 49,3-50,5% и близких по фракционному составу белков, зольных элементов - 11-11,9% и общих липидов - 9,7-10,9%, но с различным составом. Последнее достигалось за счет введения в корма дополнительно рыбьего жира (или жи-

ра морских млекопитающих), линетола и смеси линетола с льняными фосфатидами (2:1), подсолнечного масла или подсолнечных фосфатидов, существенно отличающихся по жирнокислотному составу (табл. 11).

Таблица 11
Состав липидов различных жировых компонентов

Показатели	Рыбий жир	Линетол	Подсолнеч- ное масло	Фосфатидами	
				льняные	подсолнечные
Жирные кислоты, в т. ч.					
насыщенные	32,9	1,0	12,8	5,4	14,1
моноеновые	37,3	39,8	22,5	22,3	13,7
полиеновые,	29,2	59,2	65,4	67,7	49,8
в т. ч. 18:2	6,8	19,0	64,3	26,9	49,8
18:3	1,8	40,2	0,8	33,8	-
22:6	9,8	-	-	-	-
n-3/n-6	2,6	2,1	0,02	1,0	-
Фосфолипиды	0,02	-	1,3	72,4	60,0

Примечание: жирные кислоты, % суммы жирных кислот общих липидов; фосфолипиды, % общих липидов.

По уровню фосфолипидов и величине n-3/n-6 диеты были разделены на 5 групп. В 1-ой группе фосфолипиды составляли 1,2% от общих липидов и n-3/n-6 - 2,6, соответственно во 2-ой - 5,6-6,6% и 2-2,2, в 3-ей - 0,9-1% и 2,4, в 4-ой - 1,2% и 0,8-0,9, в 5-ой - 10,9-13,3% и 0,9-1,1.

Во всех сериях экспериментов выявлена прямая зависимость между жирнокислотным составом комбикорма и тела молоди. Изучение биологического действия различных липидных добавок в составе комбикорма показало высокую эффективность рыбьего жира с повышенным содержанием n-3 кислот, более чем наполовину представленных докозагексаеновой и докозапентаеновой кислотами. Замена 2% рыбьего жира на смесь линетола и льняных фосфатидов (2-ая группа кормов), при которой в корме уровень фосфолипидов составляет 5,6-6,6% общих липидов, а соотношение n3/n6 - около 2, способствует улучшению липидного статуса молоди осетровых. При этом в общих липидах

и, что более важно, в фосфолипидах, осетра и севрюги повышается уровень жирных кислот п-3 ряда, в т. ч. 22:6 по сравнению с другими группами (рис. 3).

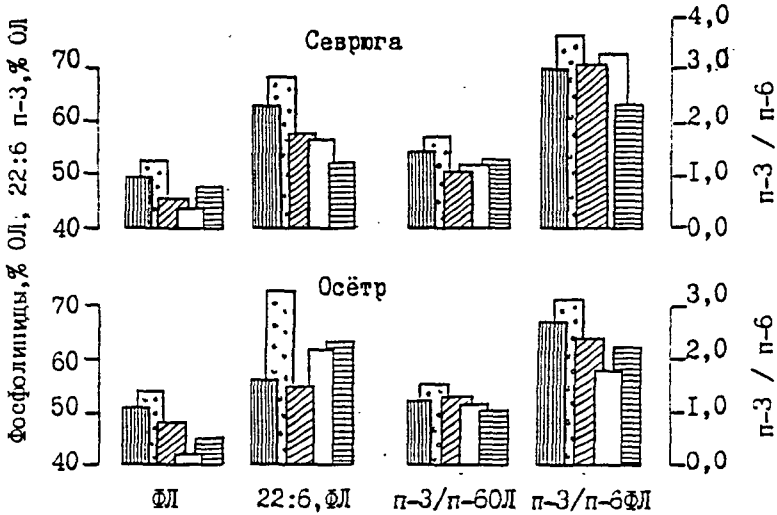


Рис. 3. Влияние состава липидов кормов на липидный статус молоди осетровых

Группы кормов: - 1; - 2; - 3; - 4; - 5; ФЛ - фосфолипиды; ОЛ - общие липиды

Наилучший рост и выживаемость также характерен для этой молоди. Замена 2% рыбьего жира на подсолнечное масло и фосфатиды, содержащих заметное количество п-6 полиненасыщенных жирных кислот оказывает обратное действие. Согласно литературным данным аналогичные жиры оказывают близкое по характеру влияние на липидный и жирнокислотный состав других видов рыб (Kanazawa, 1975; Сергеева и др., 1985; Головачев, 1987; Пономарев и др., 1987).

Наибольший отклик организма на липидный и жирнокислотный состав кормов наблюдается у молоди севрюги. Если оптимизация липидов корма способствует повышению темпа роста молоди осетра на 2-9% без достоверных отличий по массе, то у севрюги - на 8-37%, причем по сравнению с кормами с добавкой подсолнечного масла или фосфатидов эти различия достоверны ($P > 0,5$). Выживаемость личинок

осетра повышалась на 15-32%, а севрюги - на 2-20%. Эти различия свидетельствуют о более высокой потребности севрюги в кислотах семейства $n-3$ в форме эссенциальных жирных кислот с 20 и 22 углеродными атомами.

На основании полученных нами результатов исследований по оптимизации белкового и липидного состава диет с учетом ранее определенного углеводного состава предложена формула важнейших групп питательных веществ в стартовых комбикормах для осетровых рыб:

Общая формула:

Формула протеина:

- сырой протеин	- 48-53%;	- растворимые белки,	- 31-37%;
- сырой жир	- 9-11%;	в т. ч. полипептиды	- 40-47%;
- углеводы	- 25-30%;	олигопептиды	- 11-14%;
- минеральные вещества	- 14-16%.	- свободные аминокислоты	- 2-3%.

Формула липидов:

Формула углеводов:

- фосфолипиды	- 4-5%;	- легкогидролизуемые	- 82-84%;
- $n-3/n-6$	- 2*;	в т. ч. сахара	- 21-23%;
- 22:6	- не менее 9%.	- клетчатка	- 16-18%.

* - для молоди массой более 800 мг $n-3/n-6$ - 1,3-1,5.

С учетом разработанной формулы на ЭВМ были рассчитаны 2 новые рецептуры - Ст-5Аз и Ст-6Аз, в которых наряду с традиционными компонентами использовали высокобелковые концентраты, ферментоллизаты и гидролизаты животного, растительного и микробиального происхождения. При этом уровень рыбной муки был снижен до 25%. Корма обогащали витаминно-минеральным премиксом в прописи Ю. А. Желтова (1983). Сравнительную оценку биологического и продуктивного действия Ст-4Аз и новых комбикормов проводили при выращивании личинок и мальков осетра и севрюги. Молодь осетра и севрюги на новых комбикормах характеризовалась большим темпом роста, что обусловило более высокую - на 24-42 и 28-40% соответственно - конечную массу ($P > 0,1-0,5$). Выживаемость молоди осетра на данных кормах повысилась на 6,5-7%, а севрюги - на 2-3,5%. При этом затраты кормов на единицу прироста у них снизились почти в 1,5 раза, а эффективность использования протеина и энергии корма повысилась у осетра

в 1,6 раз, у севрюги - 1,3 раза (табл. 12).

Таблица 12

Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди осетра и севрюги на различных комбикормах

Показатели	Осетр			Севрюга		
	Ст-4Аз	Ст-5Аз	Ст-6Аз	Ст-4Аз	Ст-5Аз	Ст-6Аз
Начальная масса, мг	39	39	36	23	23	23
Конечная масса, г	2,98	4,24	3,69	1,79	2,52	2,30
Среднесуточный						
темп роста, г	0,08	0,12	0,11	0,05	0,07	0,06
Выживаемость, %	73,2	78,0	78,3	63,3	65,5	64,3
Затраты корма, г/г	1,1	0,7	0,7	1,2	0,8	0,7
ЭИП, %	23,8	43,1	38,3	24,0	32,3	32,6
ЭИЭ, %	18,6	30,8	29,6	17,9	23,6	23,2
Стандартная молодь, %	68	70	74,8	76,2	82,5	78,2

Примечание: ЭИП - эффективность использования протеина;
ЭИЭ - эффективность использования энергии.

По уровню содержания в теле воды, протеина, жира и суммы минеральных веществ у молоди осетра и севрюги, выращенных на кормах Ст-4Аз, и усовершенствованных Ст-5Аз и Ст-6Аз, существенных различий не обнаружено. Однако у молоди осетра на новых комбикормах содержание в теле фосфолипидов и докозагексаеновой кислоты составило 52-54 и 8,8-10,2% от общих липидов, а отношение $n-3/n-6$ - 1,5-1,6, у севрюги - соответственно 52-53, 9,8-10,3% и 1,5-1,7. На корме Ст-4Аз эти показатели были ниже. Уровень фосфолипидов и докозагексаеновой кислоты у осетра составил 45 и 6,5%, у севрюги - 48 и 8,4%, а отношение $n-3/n-6$ - 1,2. Состояние крови и структуры печени по показателям гематологического и гистологического анализов у молоди осетра и севрюги во всех вариантах опытов соответствовали норме. Вместе с этим показатели липидного статуса (по уровню фосфолипидов, докозагексаеновой кислоты и соотношению $n-3/n-6$ жирных кислот) молоди осетра и севрюги, выращенных на кормах Ст-5Аз и Ст-6Аз свидетельствовали о более высоких адаптационных свойствах организма рыб к различным факторам внешней среды.

Аналогичные результаты получены и при выращивании молоди

бестера, темп роста которых на новых комбикормах повысился на 25%, выживаемость - на 13% при снижении кормовых затрат более чем в 1,5 раза. У этой же молодежи отмечено повышение содержания фосфолипидов, суммы n-3 жирных кислот, в т.ч. докозагексаеновой, близкое к уровню молодежи осетра и севрюги.

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ДОБАВКИ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ

Выращивание здоровой, физиологически полноценной молодежи осетровых определяется не только обеспеченностью рационов основными питательными веществами - протеином, жирами, углеводами -, но и биологически активными веществами, оказывающими регулирующее действие на многие функции организма. К числу таких веществ относятся антибиотики, антиоксиданты, каротиноидные пигменты и др. (Яржомбек, 1970; Гаврилова, 1972; Карнаузов, 1988; Петрухин, 1989).

Антибиотики. Бактериальная флора кишечника представляет собой обязательный компонент любого организма и необходима для его нормального существования (Шивокене, Янжвичис, 1976, 1977; Уголев, 1985; Таранов, Сабилов, 1987; Шивокене, 1989). Всякое значительное искусственное вмешательство во взаимодействие организма животного и его микробного населения, в результате которого резко подавляются или исчезают микробы отдельных видов, может вести к патологии (Маликова, 1978, 1984; Сорвачев, 1982). Особо важное значение приобретает введение в искусственные комбикорма антибиотиков при кормлении рыб сухими гранулированными кормами, термическая обработка которых снижает их антибиотическую активность, что приводит к нарушению равновесия в составе кишечной микрофлоры организма (Курилов и др., 1968; Desmettre et al, 1974; Пивняк, Тараканов, 1982; Тараканов, 1983). Введение антибиотиков является целесообразным и при выращивании рыб в условиях резко уплотненных посадок, при которых снижается количество определенных антагонистов патогенных микроорганизмов и возникает реальная опасность заражения рыб (Марченко, 1985; 1987). Доказано, что наибольший рыбобоводный и биологический эффект оказывает комплекс стимулирующих дозировок антибиотиков, структурно далеких по своему химизму и фармакологическому действию (Байзолов, Янков, 1963; Клявсоне, 1967; Маликова, 1978, 1984; Желтов и др., 1979, 1980). Введение в

рацион дососезых и карповых рыб комплекса антибиотиков лишь нормализует нарушенное искусственным кормлением антибиотическое равновесие в организме и предупреждает возможность массового заболевания рыб.

Особый интерес представляют антибиотики немедицинского назначения, представляющие собой отходы микробиальной промышленности, к которым относятся витаминин и кормогризин. Для оценки биологического и продуктивного действия данных препаратов проведена серия экспериментов по выращиванию молоди осетра на двух разнокачественных рационах с введением в них витаминина в количестве 0,1, 0,2 и 0,3 мг и кормогризина - 1, 2 и 3 мг, а также их композиции соответственно 0,2 и 2 мг на 1 кг корма по активному веществу.

В результате исследований выявлено, что при введении данных кормовых антибиотиков в комбикорма для осетра во всех случаях наблюдается стимуляция роста молоди, которая зависела как от качества рациона, так и от используемого вещества (Абросимова, 1983; Абросимова и др., 1983). Наибольшее ростостимулирующее действие оказывал кормогризин, затем витаминин. С повышением количества препарата их действие вне зависимости от качества рациона повышалось. Так, при введении в корм витаминина и кормогризина абсолютные приросты молоди превышали контрольный вариант на 13,5-23% и 15-31% соответственно. Данные препараты положительно влияли на выживаемость молоди, повышая ее выход по сравнению с контролем на 10-45%.

Кормовые антибиотики оказывали положительное влияние на пластический обмен рыб, что нашло отражение в большем накоплении сухого вещества, протеина и липидов в их организме по сравнению с контролем. Во всех случаях наблюдалась положительная корреляция между накоплением сухого вещества и протеина ($r=0,849-0,996$). Несмотря на более высокое по сравнению с контролем отложение жира в организме осетров на рационах с кормовыми антибиотиками, накопление энергии взаимосвязано с накоплением протеина. При этом наиболее высокая коррелятивная связь между этими показателями выявлена в вариантах опытов с кормогризином ($r = 0,908$). Несколько меньше степень сопряженности между накоплением протеина и энергии в вариантах опытов с витаминином ($r = 0,662$).

Известно, что интенсивность пластического обмена находится в прямой зависимости от доступности пищи и ее усвоения в процессе пищеварения. С увеличением кормогризина от 1 до 2 и 3 мг перева-

римось органической фракции корма увеличивалась последовательно на 22, 28 и 32% по сравнению с контролем. В меньшей степени (не более 18%) на процессы переваривания оказывал витамин С.

Оценка влияния различных доз исследуемых препаратов на активность пищеварительных ферментов у молоди осетра массой 2-3 г выявило определенную направленность на увеличение активности некоторых из них (Абросимова, Гарагуля, 1985). Активность трипсина в пищеварительном тракте осетров при кормлении диетой, содержащей витамин С и кормогризин, возрастала на 14-17 и 13-22% по сравнению с контролем. В большей мере исследуемые препараты влияли на активность амилазы. С увеличением количества витамина С активность амилазы в пищеварительном тракте снижалась с 149 до 88% относительно контроля. Кормогризин оказывал обратное действие. С увеличением его дозы активность амилазы относительно контроля увеличивалась с 128 до 149%. Повышение активности пищеварительных ферментов при введении кормовых антибиотиков в состав комбикормов, является одним из факторов, способствующих лучшему перевариванию искусственных кормов и, соответственно, увеличению эффективности их использования. Так, при введении в рацион данных препаратов ретенция протеина в теле осетров повышалась на 11-35% при более высоком накоплении энергии - на 26-38%.

Несмотря на достаточно высокий ростостимулирующий и белоксберегающий эффект витамина С и кормогризина при введении их в стартовые комбикорма в количестве 0,3 и 3 мг/кг корма соответственно у молоди отмечены такие патологические изменения эритроцитов как вакуолизация и кариорексис, пойкилоцитоз и, в меньшей степени, анизоцитоз.

Наибольший ростостимулирующий эффект оказывало комплексное введение витамина С и кормогризина в количестве 0,2 и 2 мг активного вещества на 1 кг корма (Абросимова, 1996). При этом прирост опытных осетров более чем на 37% превышал прирост контрольных при более высокой выживаемости - свыше 14%. Это обусловило снижение кормовых затрат не менее чем на 30%. Композиция витамина С с кормогризином способствовала большему (свыше 40%) накоплению сухого вещества, протеина и энергии в организме. Так накопление протеина и энергии более чем в 1,5 раза превышало данный показатель в контроле. Введение в комбикорма композиции витамин-кормогризин повышало переваримость органического вещества корма на 14-36% по сравнению с соответствующим контролем, что обусловлено усилением

активности пепсина и трипсина почти на 20%, амилазы на 28%. При этом эффективность использования протеина и энергии корма повысилась более чем на 35% (рис. 4).

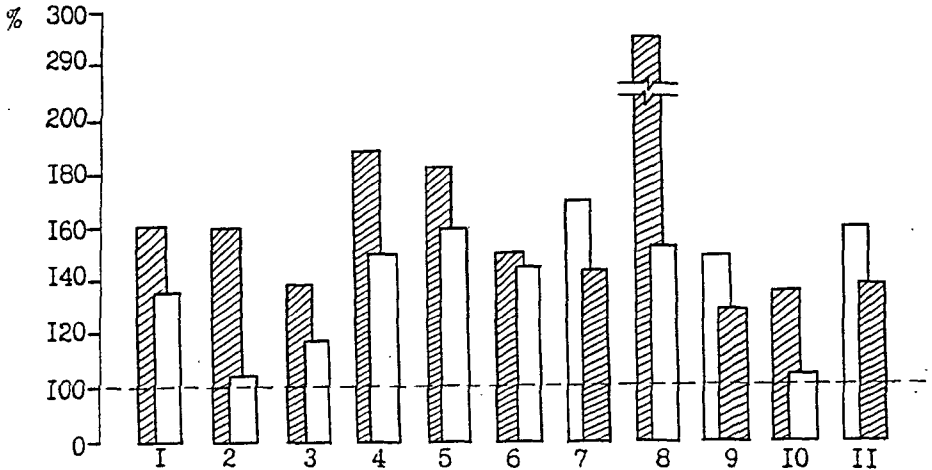


Рис. 4. Влияние витаминизации + кормогризина на биологическое и продуктивное действие комбикормов для молоди осетра, % контроля (К)

▨ - корм Ст-ОВ-1Аз; □ - корм Ст-4Аз; 1 - прирост молоди; 2 - выживаемость; 3 - переваримость органического вещества корма; 4 - эффективность использования протеина корма; 5 - эффективность использования энергии корма; 6-11 - накопление в теле молоди осетра: 6 - сухое вещество; 7 - протеин; 8 - жир; 9 - углеводы; 10 - минеральные вещества; 11 - энергия.

Совместное введение в рацион бестера витаминизации и кормогризина также способствовало повышению эффективности использования корма. Так, за 35 суток кормления средняя масса молоди достигла массы 5,3 г, что на 13% превышало контрольный вариант ($P < 0,05$). Выживаемость молоди бестера по сравнению с контролем была выше на 18% при снижении кормовых затрат на единицу прироста на 32% (Абросимова, 1983; Абросимова и др., 1983).

Антиоксиданты. В интенсивной аквакультуре особое значение отводится доброкачественности липидов искусственных кормов. Для предохранения их от окисления используют различные антиоксиданты (Карлюк, 1962; Печатина, 1967, 1970; Калмыков, 1976; Шабалина,

1978; Петрухин, 1989).

Личинки и мальки осетровых рыб, особенно чувствительны к токсичным соединениям продуктов окисления липидов. Сравнительный анализ эффективности ингибирования окислительных процессов традиционными антиоксидантами показал, что в стартовых комбикормах для осетровых рыб наиболее эффективно этот процесс осуществляется ионолом в количестве 0,02%. Но, при этом у молоди на 7-22% ($P < 0,01$) снижается уровень гемоглобина и лимфоцитов, увеличивается доля нейтрофилов и моноцитов, что свидетельствует о патологии (Кудрявцев и др., 1989; Головина, 1977, 1987; Афонич, Соколова, 1984; Житенева и др., 1989). Наиболее оптимальным с биологической точки зрения является стабилизация корма 0,01% ионола. Однако уменьшение его количества вдвое снижает антиоксидительное действие ионола почти в 1,5 раза.

Высокоэффективным антиоксидантом нового поколения и наиболее биологически адекватным для осетровых и лососевых рыб является анфелан, разработанный под руководством к. т. н. В. И. Гольденберга в научно-производственном центре "Биолан" (Шамаков, 1991; Абросимова, Киянова, 1992).

Сравнительный анализ результатов выращивания молоди осетра на комбикорме с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом и ионолом, представлены в табл. 13.

Таблица 13

Результаты выращивания молоди осетра на кормах с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом и ионолом (1 г/кг муки)

Показатели	Время кормления, сут.			
	15		24	
	Анфелан	Ионол	Анфелан	Ионол
Начальная масса, мг	42	42	132	126
Конечная масса, г	0,132	0,126	3,04	2,02
Среднесуточный				
темп роста, мг	5,9	5,6	121,4	78,7
Упитанность (Ф)	1,04	0,94	0,99	1,03
Выживаемость, %	60,9	52,0	70,8	66,7
Кормовой коэффициент	0,98	1,2	0,63	0,92
ЭИП, %	14,48	10,08	29,56	19,06
ЭИЭ, %	9,76	7,03	23,54	14,89

Через 15 суток кормления от перехода личинок на активное питание средняя индивидуальная масса и упитанность молоди на обеих диетах существенно не отличалась. Однако на диете с анфеланом выживаемость молоди увеличилась на 19%, а эффективность использования протеина и валовой энергии корма - на 44 и 39% соответственно при снижении кормовых затрат на 18%. В последующие 24 дня кормления различия в темпе роста увеличились в 1,5 раза. У молоди на корме с анфеланом средняя масса была достоверно выше на 51%, выживаемость - на 24%, эффективность использования протеина и энергии корма - на 55 и 58% соответственно при снижении кормовых затрат почти в 1,5 раза.

По завершении кормления на 39 сутки содержание сухого вещества и протеина у молоди обоих вариантов кормления мало отличалось - 12-12,5 и 66-68% соответственно. Однако анфелан стимулировал липогенез, о чем свидетельствовал более высокий - на 38% - уровень жира. В общих липидах осетра на корме с анфеланом по сравнению с ионолом уровень фосфолипидов и эфиров холестерина повысился на 19% и 1,3 раза, а незэстерифицированных жирных кислот и моноацилглицеринов уменьшился в 1,8 и 2,8 раза соответственно (табл. 14).

Таблица 14

Состав общих липидов и фосфолипидов молоди осетра, выращиваемой на кормах с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом и ионолом (1 г/кг муки)

Общие липиды	Антиоксидант		Фосфолипиды	Антиоксидант	
	Анфелан	Ионол		Анфелан	Ионол
Фосфолипиды	43,5	35,8	Инозитфосфатиды	0,9	0,7
Триацилглицерин	27,4	28,3	Лизофосфатидилхолин	0,5	1,0
Диацилглицерин	4,1	3,8	Сфингомиелин	6,8	6,7
Моноацилглицерин	2,7	7,5	Фосфатидилхолин	59,7	56,6
Незэстерифицированные жирные кислоты	7,3	13,3	Фосфатидилсерин	6,6	6,3
Холестерин	8,2	7,5	Фосфатидилэтаноламин	24,8	27,6
Эфиры холестерина	6,3	3,8	Полиглицерофосфатиды и кардиолипин	0,7	0,6

Эти различия в соотношении отдельных фракций липидов у молоди осетра могут свидетельствовать о нормализации баланса между скоростью мобилизации жирных кислот из кормов с анфеланом и ско-

росту их утилизации организмом для обеспечения роста рыб по сравнению с кормами с ионолом. Такой тезис подтверждается стабильностью состава фосфолипидов и составом жирных кислот общих липидов и фосфолипидов молоди осетра. Различия в содержании насыщенных, моноеновых и полиеновых жирных кислот как в общих, так и фосфолипидах незначительны и не превышают 8%. Однако у молоди на корме с анфеланом соотношение n-3/n-6 жирных кислот в общих липидах и фосфолипидах в 1,5 раз выше, чем на кормах с ионолом (табл. 15).

Таблица 15

Состав жирных кислот общих липидов и фосфолипидов молоди осетра на кормах с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом и ионолом (1 г/кг муки)

Жирные кислоты	Общие липиды		Фосфолипиды	
	Анфелан	Ионол	Анфелан	Ионол
Насыщенные	34,7	35,3	32,2	30,4
Моноеновые	37,4	38,4	40,3	43,3
Полиеновые	27,9	26,3	27,5	25,3
n-3/n-6	1,8	1,2	2,0	1,3

Это увеличение в основном обусловлено более высоким содержанием у них линоленовой, докозапентаеновой и докозагексаеновой кислотами на 35, 27 и 20% соответственно.

Важной характеристикой адекватности антиоксиданта организму является его влияние на процессы свободнорадикального окисления липидов в тканях, в частности на перекисное окисление липидов (ПОЛ), которое постоянно протекает в клеточных мембранах и влияет на их липидный обмен (Козлов, 1975; Каган, Ланкин, 1975). Объективные показатели этого процесса - малоновый диальдегид (МДА), диеновые конъюгаты (ДК), основания Шиффа (ОШ). Вместе с тем ПОЛ находится под регулирующим воздействием широкого спектра соединений, объединяющихся в антиокислительные системы, к числу которых относятся антиокислительный фермент - супероксиддисмутаза (СОД), α -токоферол и витамин С (Sumida et al., 1989). Интенсивность ПОЛ изменяется под действием ряда факторов, в том числе алиментарного характера, которая зависит от поступления экзогенных антиоксидантов с пищей и находится в обратной зависимости от активности и

уровня отдельных компонентов антиоксидантной системы организма (Тарусов, 1976; Журавлев, 1982; Амадуни, Нариманов, 1988).

Для оценки биологического действия анфелана использовали молодь осетра, которую в течение 30 суток кормили комбикормом с повышенным - 0,4% - содержанием перекисей. Молодь делили на 2 группы, одну из которых (опыт) - кормили кормом с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом, а другую (контроль) - мукой, стабилизированной ионолом.

Через 15 суток кормления содержание продуктов ПОЛ - МАД, ДК и ОШ в печени, мышцах и сыворотке крови рыб опытной группы на 16-30,5, 25,5-46 и 18-36% соответственно был ниже, а уровень СОД и α -токоферола в этих же тканях - выше на 17-43 и 24-30% по сравнению с контрольной (рис. 5).

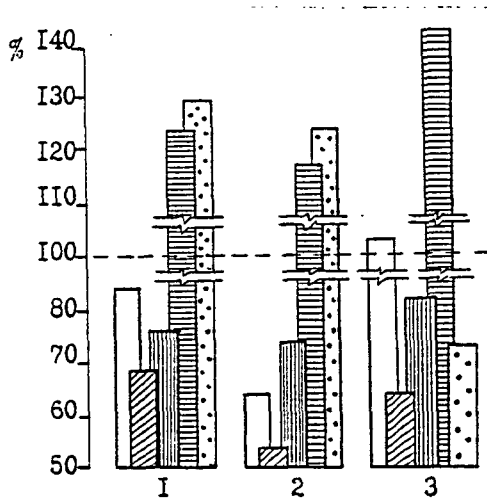


Рис. 5. Уровень продуктов перекисного окисления липидов и антиоксидантов в тканях молоди осетра, % контроля
1 - печень; 2 - мышцы; 3 - сыворотка крови; \square - малоновый диальдегид; \square - диеновые конъюгаты; \square - основания Шиффа; \square - супероксиддисмутаза; \square - α -токоферол.

Исключение составляет содержание МАД и α -токоферола в сыворотке крови опытных рыб, у которых их уровень соответственно выше на 3,8% и ниже на 26,3%, чем у контрольных. Вероятно, это обус-

ловлено транспортной функцией крови и, в связи с этим, высокой лабильностью химического состава ее сыворотки.

Различная интенсивность ПОЛ в организме опытных и контрольных рыб обусловила соответствующий липидный состав. При этом наибольшие отличия выявлены в составе ненасыщенных жирных кислот фосфолипидов, более подверженных перекисному окислению. Так, соотношение n-3/n-6 кислот в фосфолипидах опытной молодежи в 1,4 раза выше по сравнению с контрольной, у которой эта величина осталась почти на начальном уровне (табл. 16).

Таблица 16

Состав жирных кислот общих липидов и фосфолипидов молодежи осетра, выращенных на корме с рыбной мукой, стабилизированной анфеланом (1 г/кг муки)

Жирные кислоты	Общие липиды			Фосфолипиды		
	до опыта	после опыта	контроль	до опыта	после опыта	контроль
Насыщенные	34,5	32,7	34,2	31,9	30,8	32,4
Моноеновые	38,5	40,8	33,8	41,7	43,0	39,9
Полиеновые	27,0	26,5	32,0	26,4	26,2	27,7
n-3/n-6	1,1	1,4	1,5	1,3	1,9	1,4

Примечание: жирные кислоты - % суммы жирных кислот общих липидов (или фосфолипидов)

Это в основном обусловлено уменьшением содержания n-6 кислот у рыб опытной группы за счет снижения на 12% линолевой, в 2-2,5 раза эйкозодиеновой, эйкозатриеновой и докозатетраеновой и на 20% арахидоновой.

Таким образом, анфелан способствовал повышению биологического и продуктивного действия комбикорма и снижению интенсивности ПОЛ, вследствие чего может быть использован при нарушении в организме процессов СРО.

Каротиноидные пигменты. Одной из многочисленных биологических функций каротиноидов осетровых является участие в свободнорадикальном окислении в качестве регулятора, что подтверждено, выявленной нами высокой корреляционной зависимостью статистических показателей белкового и липидного обмена с каротиноидным метабо-

лизмом развивающейся икры и личинок (Абросимов, 1992). В настоящее время практически единственными и наиболее доступными источниками каротиноидов для осетровых рыб являются кормовой препарат микробиологического каротина - КГМК и гидролизат из мидий (Абросимов, 1991; Абросимова и др., 1996). Основным пигмент данных препаратов - β -каротин, являющийся провитамином А и начальным звеном гомологического ряда β, β -полиеновых каротиноидов, к которым относится зеаксантин - видоспецифический каротин осетровых.

В результате серии экспериментов нами было определено, что как недостаток, так и избыток каротиноидов оказывает отрицательное влияние на пластический и, особенно, липидный обмен молоди осетровых (Абросимов, 1991; Абросимов, Бирюкова, 1991). Установлено, что оптимальным для молоди осетра до массы 0,2 г является введение в рацион каротиноидов КГМК в количестве 2,3-4,7 мг, от 0,2 г до стандартной массы - 2,3-2,5 мг, а севрюги от перехода на экзогенное питание до выпуска - 2,3-2,5 на 1 кг корма (Абросимов, 1991; Абросимова и др., 1996). Количество гидролизата из мидий в комбикормах лимитируется содержанием в нем селена, в связи с чем норма ввода его в корм не должна превышать 2%. Так, в первые 15 суток кормления от начала экзогенного питания (1 этап) темп роста молоди осетра на рационе с КГМК (4,7 мг) превышал контрольную на 35%, а на рационе с гидролизатом из мидий - на 17% при достоверных отличиях ($P < 0,05$). При этом затраты корма на единицу прироста снизились на 30 и 17% по сравнению с контролем (табл. 17).

Таблица 17

Результаты выращивания молоди осетра на кормах с добавками различных каротиноидов (1 этап)

Показатели	КГМК			Гидролизат из мидий	
	2,3 мг	4,7 мг	Контроль	2%	Контроль
Конечная масса, мг	162	202	163	179	160
Среднесуточный темп роста, мг	9,9	13,1	9,7	8,1	6,9
Выживаемость, %	65,1	70,4	63,6	62,0	58,4
Затраты корма, г/г прироста	1,5	1,1	1,6	1,5	1,8
ЭИП, %	8,5	11,1	8,3	7,7	6,8
ЭИЭ, %	7,1	9,1	7,0	6,7	5,8

Известно, что рыбы, особенно ранняя молодь отличаются высокой потребностью в белке, активно используя белок не только в пластическом, но и энергетическом обмене. При введении в рацион КПМК и гидролизата из мидий эффективность использования протеина и энергии корма на рост повысилась относительно контроля более чем на 30 и 13% соответственно.

В последующие 15 суток кормления (2 этап) темп роста молодежи на корме с КПМК (2,3 мг) опережал контрольную на 20% ($P < 0,05$), а на корме с гидролизатом из мидий - на 5% (табл. 18).

Таблица 18

Результаты выращивания молодежи осетра на кормах с добавками различных каротиноидов (2 этап)

Показатели	КПМК			Гидролизат из мидий	
	2,3 мг	4,7 мг	Контроль	2%	Контроль
Начальная масса, мг	162	202	136	179	160
Конечная масса, г	3,25	2,4	2,73	2,38	2,20
Среднесуточный темп роста, г	0,16	0,12	0,13	0,15	0,14
Выживаемость, %	97,5	97,4	97,9	80,1	82,8
Упитанность (Ф)	0,93	0,88	0,91	1,0	1,1
Затраты корма, г/г прироста	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
ЭИП, %	52,8	37,9	44,2	43,1	38,9
ЭИЭ, %	42,0	30,3	35,0	36,6	31,5
Стандартная молодь, %	82	50	64	57	52

Затраты кормов на всех комбикормах были достаточно близкими. Однако введение в состав комбикормов биологически активных препаратов способствовало повышению эффективности использования протеина и энергии корма на 19-20% (КПМК) и 11-16% (гидролизат из мидий).

Как показали наши исследования введение в корма молодежи осетра данных препаратов способствовало повышению активности липазы на 1 этапе выращивания на 28-30%, на 2-ом - на 27-45% по сравнению с контролем. Введение в рацион молодежи осетра оптимального количества каротиноидов способствовало улучшению липидного статуса рыб. Так на кормах с каротиноидами КПМК на 1-м этапе выращивания

у осетра содержание фосфолипидов составило 64-66%, а в контроле - 47%. У них же по сравнению с контролем возрастал уровень n-3 кислот, что обусловило увеличение величины соотношения n-3/n-6 жирных кислот в общих липидах и фосфолипидах более чем на 30%. Содержание докозагексаеновой кислоты в общих липидах и фосфолипидах на кормах с каротиноидами КПМК было выше более чем на 20 и 12% соответственно. Аналогичное действие оказывал мидийный гидролизат. Уровень фосфолипидов у рыб по сравнению с контрольными повысился на 19%, а 22:6 n-3 и соотношение n-3/n-6 в общих и фосфолипидах - на 11 и 33, 47 и 40% соответственно (рис. 6).

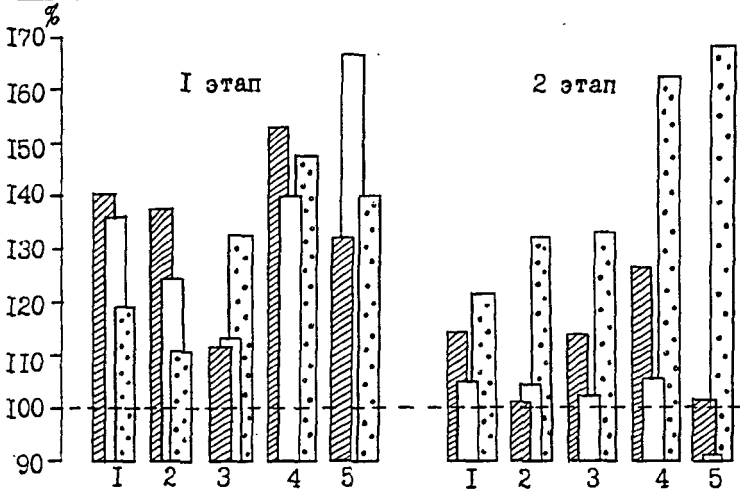


Рис. 6. Характеристика липидов молоди осетра на кормах с каротиноидами, % контроля

Корма: ▨ - 2,3 мг (КПМК); □ - 4,7 мг (КПМК); ▤ - 2% мидийного гидролизата; 1 - фосфолипиды (ФЛ); 2 - 22:6 общих липидов (ОЛ); 3 - 22:6 ФЛ; 4 - n-3/n-6 ОЛ; 5 - n-3/n-6 ФЛ

Различия в липидном составе и жирнокислотном пуле у молоди осетра на комбикорме с КПМК по сравнению с контролем на 2 этапе выращивания менее выражены. Наибольшие различия по отдельным показателям отмечали на корме с 2,3 мг каротиноидов (КПМК). Так уровень фосфолипидов у них был выше на 14%, 22:6 n-3 в фосфолипи-

дах - на 13%, отношение n-3/n-6 в общих липидах - более чем на 20%. На этом этапе большее влияние на липидный обмен осетра оказывал мидийный гидролизат. По сравнению с контролем содержание фосфолипидов у молоди на данном препарате возросло на 21%, 22:6 в общих и фосфолипидов - более чем на 32%, а n-3/n-6 - более чем в 1,5 раза.

Как показали наши исследования данные препараты оказывали положительное влияние на рост и развитие молоди севрюги. Наиболее высоким темпом роста характеризовалась молодь севрюги на комбикорме с КПМК, а затем с гидролизатом из мидий соответственно 63 и 60 мг/сут., что на 26 и 20% выше, чем в контроле. Причем различия по массе на кормах с КПМК были достоверно выше по сравнению с контролем ($P < 0,05$). Выживаемость молоди на данных препаратах была выше на 19-25%. Вне зависимости от используемого препарата упитанность севрюги была высокой и незначительно отличалась друг от друга. Затраты корма на единицу прироста при обогащении кормов каротиноидами снизились почти в 1,5 раза, а эффективность использования протеина и энергии на диете с КПМК увеличивалась более чем в 1,8 раза, а с гидролизатом из мидий - в 1,4 раза (табл. 19).

Таблица 19

Результаты выращивания молоди севрюги на кормах с добавками различных каротиноидов

Показатели	КПМК -	Гидролизат	Контроль
	2,4 мг	мидий - 2%	
Начальная масса, мг	25	25	25
Конечная масса, г	1,73	1,65	1,39
Среднесуточный темп роста, мг	63	60	50
Выживаемость, %	62,5	59,7	50
Упитанность	0,63	0,69	0,66
Затраты корма, г/г прироста	0,7	0,8	1,2
ЭИП, %	41,3	30,3	22,0
ЭИЭ, %	29,6	21,8	15,9
Стандартная молодь, %	58	60	42

Введение каротиноидов в состав комбикорма севрюги в опти-

мальных концентрациях КПКМ и гидролизат мидий способствовало улучшению липидного статуса рыб (табл. 20).

Таблица 20

Содержание $n-6$ и $n-3$ кислот в общих липидах (ОЛ) и фосфолипидах (ФЛ) молоди севрюги, % суммы жирных кислот

Жирные кислоты	КПКМ		Гидролизат мидий		Контроль	
	ОЛ	ФЛ	ОЛ	ФЛ	ОЛ	ФЛ
Фосфолипиды *	57,2	-	57,6	-	56,8	-
Сумма $n-6$	9,1	7,9	9,2	8,3	10,2	9,1
Сумма $n-3$,	23,5	26,9	20,3	25,1	21,1	25,7
в т. ч. 22:6	11,3	13,0	10,2	13,2	11,8	14,1
$n-3/n-6$	2,6	3,4	2,2	3,0	2,1	2,8

Примечание: * - % общих липидов

Несмотря на то, что уровни фосфолипидов, 22:6 и суммы жирных кислот $n-6$ в общих и фосфолипидах молоди на различных кормах мало отличались, соотношение $n-3/n-6$ кислот в общих липидах у севрюги на корме с КПКМ было выше на 23%, а в фосфолипидах рыб на обоих препаратах - на 7-21% по сравнению с контрольной молодью.

Введение в рацион КПКМ и гидролизата из мидий в оптимальных количествах способствовало повышению концентрации витамина А и резервного жира в печени молоди осетра и севрюги до 59-66 мг/г ткани и 20-25%, что сопоставимо с этими показателями у молоди осетровых рыб из естественных популяций (Семенкова, 1982, 1987). Гематологические показатели соответствовали норме для молоди осетровых, характеризующихся высокой адаптационной пластичностью и выживаемостью при воздействии различных функциональных нагрузок.

Таким образом, каротиноиды оказывают существенное влияние на метаболизм липидов, оказывают белоксберегающий эффект, положительно воздействуют на жирнокислотный состав молоди осетровых, способствуя повышению уровня кислот $n-3$ в основном за счет более активных полиненасыщенных жирных кислот с 20 и 22 углеродными атомами. Это свидетельствует об улучшении физиологического статуса, повышении адаптационной пластичности рыб, в том числе устойчивости к экстремальным факторам.

ТЕХНОЛОГИЯ СОДЕРЖАНИЯ И КОРМЛЕНИЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

При интенсивных методах для выращивания молоди осетровых на рыбоводных заводах используют небольшие рыбоводные емкости: бетонные бассейны ВНИРО или Улановского, пластиковые - ИПА-2 площадью 4-5 кв. м с центральным водосливом и круговым током воды.

Наблюдения показали, что как в природных водоемах, так и в условиях рыбоводных заводов в основном погибает малоразмерная и слабая молодь. Повышение жизнестойкости мальков предполагает улучшение их качества к моменту выпуска с рыбоводных заводов в естественные водоемы или на товарное выращивание, в том числе повышение размеров тела. Все это может быть выполнено за счет улучшения условий водной среды, оптимальной плотности посадки, интенсивности водообмена и рационально организованным кормлением.

Оптимальная температура для питания и роста личинок осетровых на рыбоводных заводах составляет 17-20, мальков - 19-24 град. С (Абросимова и др., 1989). При этом скорость роста в значительной степени зависит от содержания в воде кислорода. Оптимальной для личинок является концентрация кислорода в пределах 7-9 мг/л, для мальков - не ниже 5 мл/л. Оптимальный уровень pH ограничен величиной 7-8. Продукты обмена, накапливаясь в воде, отрицательно влияют на окислительно-восстановительные процессы в организме. Содержание ионов аммония в воде более 0,12 мг/л для личинок и более 0,15 мг/л для мальков, как правило, приводит к интоксикации и повышенной смертности рыб. Для поддержания основных факторов среды в пределах оптимальных величин необходимо создание соответствующей проточности воды и плотности посадки рыб. Кроме того, нами установлено, что численность особей, расход воды и ее уровень в бассейнах являются важным фактором в образовании скоплений и появления поискового пищевого рефлекса, особенно при переходе личинок на экзогенное питание. При оптимальных плотностях посадки рыб и водообеспечении сроки адаптации к искусственному корму сокращаются вдвое, обеспечивая меньшую вариабельность молоди по массе (Абросимова, 1986). В специальной серии экспериментов, проведенной нами на разновозрастной молоди осетра, севрюги и бестера доказано, что по мере роста допустимая численность рыб на единицу выростной площади уменьшается, в то время как общая их масса увеличивается (табл. 21).

Таблица 21

Оптимальные плотности посадок личинок и мальков осетровых рыб в зависимости от массы, тыс. шт./кв. м

Этап кормления или масса рыб, мг	Бассейны бетонные		Бассейны ИПА - 2	
	осетр, бестер	севрюга, бестер	осетр, бестер	севрюга, бестер
Начало активного питания	5-6	4-5	5-6	4-5
100	1,6-2	1,5-2	2,5-3	2-2,5
1000-1500*	0,7-0,9	1-1,2	1,5-2	1-1,5

Примечание: * - отсортированная молодь

С возрастом дифференциация молоди по массе увеличивается. Согласно результатам наших исследований снижение темпа роста у части особей сопровождается повышением уровня тиреоидных гормонов (Колесникова, Дудкин, 1988). Удаление крупной молоди, достигаемое рассадкой, резко усиливает темп роста оставшихся рыб и снижение у них количества гормонов. Полученные данные позволили предположить, что снижение весового роста рыб в первую очередь обусловлено внутривидовым взаимодействием в условиях плотной посадки. В этой связи для ускоренного выращивания стандартной молоди осетровых (массой не менее 2 г) в установленные сроки нами рекомендована периодическая сортировка рыб по массе.

Установлено, что при переходе на активное питание и до массы 0,1 г необходимый расход воды для осетровых при рабочем объеме 0,8-1 куб. м составляет 18-20 л/мин. По мере роста рыб и повышения загрузки в выростной емкости ихтиомассой уровень воды и рабочий объем должен быть увеличен на 20-75% (табл. 22). Большая потребность в воде севрюги вероятно обусловлена более высокой интенсивностью обмена (Гершанович и др., 1987).

Помимо качества водной среды и интенсивности водообмена чрезвычайно важным является размер кормовых частей, правильное нормирование суточного рациона и частота раздачи корма.

Размер корма должен соответствовать ротовому аппарату осетровых рыб (табл. 23).

Таблица 22

Оптимальные условия водоснабжения при выращивании
молоди осетровых в бассейнах

Масса рыб, мг	Расход воды, л/мин		Бассейны			
	Осетр, бестер	Севрюга	Бетонные		ИЦА-2	
			1	2	1	2
до 100	18-20	18-20	0,2	1,0	0,2	0,8
100-500	20-25	20-25	0,2	1,0	0,25	1,0
500-1000	25-30	30				
500-1500			0,25	1,2	0,3	1,2
более 1000	30-35	40				
более 1500			0,25	1,2	0,35	1,4

Примечание: 1 - уровень воды, м; 2 - рабочий объем, куб. м.

Таблица 23

Размер крупки в зависимости от массы молоди осетровых рыб

Этап питания или масса личинки и мальков, мг	Размер крупки, мм	N крупки
Смешанное питание	0,1...0,2	2
до 100	0,2...0,4	3
100...300	0,4...0,6	4
300...1000	0,6...1,0	5
1000...2000	1,0...1,5	6
2000...3000	1,5...2,5	7

Установлено, что для эффективного выращивания молоди осетровых и снижения непроизводительных затрат кормов необходимо разделение стартовых комбикормов на 6 размерных групп от 0,1-0,2 до 1,5-2,5 мм с периодичностью раздачи от 4 до 12 раз в сутки (Шербина, Абросимова, Сергеева, 1985; Абросимова и др., 1989). Определены также суточные нормы кормления в соответствии с продуктивными свойствами корма и особенностями его усвоения (Абросимова, Рудницкая, 1988; Абросимова и др., 1989). Суточные нормы кормле-

ния по мере роста молоди следует уменьшать, что связано с усилением поискового пищевого рефлекса и, соответственно, активности питания, повышением активности пищеварительных ферментов и усвоения питательных веществ корма (табл. 24).

Таблица 24
Суточная норма и частота кормления молоди осетровых

Этап питания или масса рыб, мг	Суточная норма, % от массы	Кратность кормления	
		осетр, бестер	севрюга
Смешанное питание	2	5-7	5-7
От активного питания до			
1000	10(20-30)*	10-12	10-12
1000-3000	7	6-8	8-10
3000-5000	5	4-6	6

Примечание: * - при наличии живых кормов (при отсутствии живых кормов)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

К началу наших исследований - 1979-1980 г.г. - технология кормления при воспроизводстве осетровых рыб базировалась на использовании олигохет, культивируемых на рыбоводных заводах, рыбного фарша и пастообразных кормовых смесей - КРТ и КРТФ. Неадекватность кормов особенностям питания и пищеварения личинок и мальков осетровых сдерживала развитие интенсивных биотехнологий выращивания. Разработка и использование высокоэффективных сбалансированных по всем питательным веществам искусственных кормов при интенсификации культивирования стало одним из важнейших условий выращивания молоди осетровых рыб как с биологической, так и экономической точки зрения.

Для правильного подхода к разработке полнорационных комбикормов было необходимо изучить становление ферментовыделительной деятельности пищеварительного тракта личинок и мальков осетровых рыб, способность переваривать искусственную пищу в различных отделах пищеварительного тракта, оценить питательность кормового сырья на основе изучения переваримости основных питательных ве-

ществ и доступности аминокислот, определить потребность молоди в протеине и незаменимых аминокислотах, жире и незаменимых жирных кислотах, углеводах, с детализацией потребности в простейших сахарах, усвояемых полисахаридах и трудногидролизуемых углеводах, в некоторых витаминах и минеральных веществах и пути их удовлетворения. Эффективность искусственного разведения осетровых рыб неразрывно связано с повышением жизнестойкости молоди. С этой целью было исследовано воздействие ряда биологически активных веществ на молодь, определены нормы их ввода в комбикорм. Необходимо было разработать технологию выращивания молоди осетровых в бассейнах с использованием искусственных кормов. Для этого были определены оптимальные условия водоснабжения, плотности посадки разновозрастной молоди, размеры искусственного корма, суточные нормы и частота кормления в зависимости от массы рыб.

Практическим результатом работы явилась передача промышленности рецептур сухих гранулированных комбикормов и формулы расчета основных групп органических веществ стартовых комбикормов с детализацией состава протеина, липидов и углеводов. Переданы промышленности также технические условия на производство комбикормов, технологии кормления и содержания молоди осетровых в интенсивной аквакультуре, которые внедрены в отрасли.

Основные выводы диссертационной работы заключаются в следующем:

1. На основе изучения и обобщения результатов собственных исследований с привлечением литературных данных установлено:

- пищеварительная система молоди осетровых уже на ранних стадиях роста обладает набором ферментов, способных переваривать основные компоненты пищи - белки, жиры и углеводы. Однако их активность, особенно кислых протеиназ, невысока. У личинок при переходе на активное питание соотношение активности пепсин/трипсин не превышает 1. Через 10-15 суток при массе 0,3-0,5 г данное соотношение превышает 1 и через 30 суток при массе 2-2,5 г составляет более 2.

- при массе 0,5-0,8 г наибольшей переваривающей способностью характеризуется верхний отдел кишечника и слизистая желудка - 27-32% и 23-26% органического вещества корма соответственно. С возрастом при массе 1-1,5 г эти показатели увеличиваются на 32 и 17%.

- к достижению массы 1-1,5 г (около 25 суток активного пита-

ния) морфогенез органов пищеварительного тракта практически завершается, соотношение между основными пищеварительными ферментами почти стабилизируется. Активность кислых и щелочных фосфатаз и протеиназ, а также амилазы увеличивается в 1,8-2,1 раза, а липазы - в 4-5 раз. У молоди массой 2-2,5 г (30-35 суток активного питания) уровень активности пищеварительных ферментов сопоставимо с их активностью у сеголетков.

- резорбция белковых веществ в желудке молоди проходит в течение первых 30 мин после приема пищи. Время переваривания и усвоения белков в кишечнике в 3-4 раза превышает время переваривания и усвоения в желудке. При этом переваримость протеина в кишечнике превышает таковую в желудке на 20-26%.

Полученные данные свидетельствуют, что для повышения доступности белков пищи личинкам осетровых необходимо использование в стартовых комбикормах высокобелкового кормового сырья с преимущественным содержанием пептидов и свободных аминокислот.

2. Методом тест-диет, а также по результатам специального экспериментального кормления установлено, что оптимальным по протеину для личинок и мальков осетровых являются диеты, содержащие не менее 410-420 г переваримого протеина на 1 кг корма, что соответствует уровню 48-53% валового сырого протеина в комбикормах.

3. Потребность молоди осетровых в жире, определенная методом тест-диет, находится в пределах 9-12%. На основании изучения состава липидов и жирных кислот икры и личинок осетровых в период эндогенного питания (от выклева до начала экзогенного питания), по результатам специальных экспериментов, а также жирнокислотного состава естественных для молоди осетровых кормов установлено, что на начальных этапах экзогенного питания потребность в липидах наилучшим образом удовлетворяется при содержании в корме 2-2,2% $n-3$, в т. ч. жирных кислот 20:5 и 22:6 - 0,6 и 0,7% соответственно, и 0,9-1% $n-6$ кислот при соотношении $n-3/n-6$ около 2. В следующий за этим мальковый период возможно снижение уровня жирных кислот $n-3$ до 1,5% и 20:5 до 0,4% при соотношении $n-3/n-6$ кислот - 1,3-1,5.

4. Определено, что способность молоди осетровых утилизировать углеводы пищи находится в прямой зависимости от их структуры, а также температуры обитания и возраста. Оптимальным для них является содержание в корме углеводов - до 30%, в т. ч. простейших сахаров - около 7%, усвояемых полисахаридов - 18% и трудногидро-

лизуемых углеводов - 5%.

5. При изучении физиологической питательности основных компонентов комбикормов, установлено:

- переваримость сырого протеина и доступность аминокислот основных компонентов, за исключением кровяной и мясокостной муки, сорго "Жемчуг" и гидролизата хлореллы, достаточно высока - более 80%;

- при высокой степени доступности белков кровяной муки и гидролизаных дрожжей их введение в комбикорм не должно превышать 5 и 8% соответственно согласно отклику организма молоди на данные компоненты;

- ввиду низкой питательности мясокостной муки включение ее в стартовые корма для осетровых нецелесообразно;

- несмотря на полноценный химический состав, высокое содержание растворимых белков и пептидов в сухом концентрате рыбного бульона (Суберкон), количество его в комбикорме лимитируется (не более 10%) из-за содержания NaCl, которое достигает 14%;

- переваримость протеина и доступность аминокислот гидролизатов соевого и подсолнечного шротов, значительно выше по сравнению с исходным сырьем, что определяет перспективность их использования в стартовых комбикормах.

6. На основе оценки эффективности кормления молоди осетровых сухими гранулированными комбикормами рецептур Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз выявлены их значительные преимущества перед пастообразными - КРТ и КРТФ. Стартовый комбикорм Ст-4Аз характеризуется максимальной эффективностью, обеспечивая высокую выживаемость и скорость роста молоди осетра, севрюги и бестера при кормовом коэффициенте 1,2.

7. Установлено, что для нормального роста и развития молодь осетровых нуждается в дополнительном введении в комбикорма комплекса витаминов, макро- и микроэлементов, что обусловило подбор и использование витаминных и минеральных премиксов. Определено, что наиболее эффективен витаминно-минеральный премикс ВР.ПШ-З Укр. (в количестве 1%), а затем витаминные премиксы ПФ-1В и ПФ-2В (в количестве 2%).

8. Для повышения эффективности питания личинок осетра, севрюги и бестера целесообразно использование в комбикормах высокобелковых концентратов и гидролизатов соевого и подсолнечного шротов при снижении уровня рыбной муки с 45 до 25% и дополнительное введение липидной добавки (линетола и льняных фосфатидов в соот-

ношении 2:1). Такие корма являются не только альтернативой естественной пище, но и способствуют ускорению роста, улучшению физиологического состояния и повышению жизнестойкости молоди.

9. Количество подсолнечного масла и фосфатидов в стартовых комбикормах для осетровых рыб должно быть ограничено до 2%, ввиду высокого содержания в них п-б кислот.

10. На основании результатов комплексных рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических исследований разработана формула стартового комбикорма для осетровых рыб, в которой отражена структура протеина, липидов и углеводов. Отличительной особенностью нашего подхода к расчету кормовых смесей от применявшихся ранее является учет переваримости протеина, доступность аминокислот, дисперсность белковых соединений и количественное ограничение ввода отдельных компонентов, отрицательно влияющих на продуктивное действие корма. Экспериментальная проверка таких комбикормов, рассчитанная по данной формуле симплекс-методом с помощью ЭВМ, показала их высокую эффективность.

11. Установлено благотворное влияние на обмен веществ и физиологическое состояние рыб ряда биологических веществ:

- комплекс кормовых антибиотиков (витамицин с кормогризин в количестве 0,2 и 2 мг активного вещества на 1 кг корма) нормализует обмен веществ в организме рыб и способствует повышению биологического и продуктивного действия комбикормов;

- анфелан способствует повышению темпа роста и выживаемости молоди осетра, улучшению липидного статуса за счет снижения интенсивности окисления липидов в организме и может быть использован для нормализации у рыб процессов свободнорадикального окисления;

- каротиноиды кормового препарата микробиального каротиноидного (КПК) и мидийного гидролизата, представленные в основном β, β -полиеновыми каротиноидами, в оптимальных дозах оказывают белокосберегающий эффект, положительно влияют на метаболизм липидов, способствуя повышению уровня фосфолипидов и докозагексаеновой кислоты в общих липидах и фосфолипидах, что согласно нашим и литературным данным свидетельствует об улучшении физиологического статуса и повышении устойчивости рыб к экстремальным факторам. Недостаток, так и избыток каротиноидов оказывает отрицательное влияние на пластический и, особенно, липидный обмен молоди осетровых.

12. Экспериментально-производственными исследованиями установлено, что для ускоренного выращивания молоди осетровых до массы не менее 2 г в установленные сроки (40-50 суток), молодь нуждается в определенных условиях водоснабжения в зависимости от массы. Исследование значения биотехнических приемов кормления личинок и мальков осетровых рыб позволило определить крайне важную роль в нормировании суточных рационов, периодичности внесения корма, гранулометрии и сортировке молоди по массе, на основании чего разработаны нормативы и инструкции.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Практические результаты диссертации охватывают процесс выращивания молоди осетровых от перехода ее на экзогенное питание до выпуска в естественные водоемы (осетр, севрюга) или для товарного выращивания (бестер).

Кормление молоди следует осуществлять полноценными гранулированными кормами в соответствии с периодом развития и размером молоди согласно разработанной нами инструкции.

При производстве стартовых комбикормов рецептуры Ст-ОБ-1Аз и Ст-4Аз, либо их корректировки согласно имеющегося на комбикормовых заводах кормового сырья следует пользоваться разработанной нами формулой искусственного корма с учетом переваримости основных питательных веществ, доступности аминокислот и дисперсности белков компонентов кормов, а также регламента введения отдельных ингредиентов по нашим рекомендациям.

Для повышения эффективности белкового питания, особенно в раннем постэмбриогенезе целесообразно в качестве белковых компонентов использовать концентрат рыбного бульона "Суберкюн", соевый белковый концентрат, ферментализат ББК, гидролизаты соевого и подсолнечного шротов. При этом необходимо ограничить ввод кровяной муки до 5%, гидролизных дрожжей до 3%. Использовать мясокостную муку в стартовых комбикормах не рекомендуется.

Для повышения биологического и продуктивного действия стартовых комбикормов нашей рецептуры следует включать витаминно-минеральный премикс ВР. ПШ-ЗУкр. в количестве 1% или витаминный премикс ПФ-1В (ПФ-2В) в количестве 2% к массе корма.

Для повышения темпа роста молоди осетровых, особенно личин-

ки, в комбикорм необходимо вводить дополнительно липидную добавку: линетол с льянными фосфатидами (2:1) согласно нашим рекомендациям.

Для нормализации липидного обмена в организме молоди осетровых и повышения их устойчивости к экстремальным факторам необходимо вводить в комбикорма дополнительно биологически активные препараты: комплекс кормовых антибиотиков - витаминизированный с кормогризином в количестве 0,2 и 2 мг активного вещества на 1 кг корма, антиоксидант - анфелан в количестве 1 г на 1 кг рыбной муки, кормовой препарат микробиального каротина - КЛМК (согласно наших рекомендаций) или мидийный гидролизат в количестве 2% на 1 кг корма.

Для выращивания личинок и мальков на осетровых рыбодных заводах рекомендуется использовать пластиковые бассейны ИЩА-2, а также бетонные Улановского или ВНИРО площадью 4-5 кв. м с центральным водосливом и круговым током воды.

Плотность посадки, интенсивность водообмена, газовый и температурный режимы должны быть созданы в соответствии с разработанной нами инструкцией.

Для ускоренного выращивания молоди осетровых массой не менее 2 г в установленные сроки (40-50 суток) необходима периодическая сортировка по массе.

Многолетняя широкая производственная апробация показала, что применение новой биотехники интенсивного выращивания молоди осетровых с использованием физиологически полноценных искусственных комбикормов дает возможность производить покатную и посадочную молодь с заданными качественными свойствами и повышенной жизнестойкостью.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Абросимова Н. А., Тарасьян Е. Г. Результаты выращивания молоди осетра на искусственных гранулированных кормах // Тез. докл. научн. - практ. конф.: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. - Волгоград, 1981. - С. 6-7.

2. Алдакимова А. Я., Абросимова Н. А., Тарасьян Е. Г. Кормление молоди бестера гранулированными кормами // Тез. докл. научн. - практ. конф.: Рациональные основы ведения осетрового хозяйства. - Волгоград, 1981. - С. 7-8.

3. Абросимова Н. А., Артемова М. А. Применение премикса ВР-П III-ЗУкр. в кормах для молоди осетра и бестера. - Информ. лист. N 563-82. - Ростов-на-Дону: ЦНТИ, 1982. - 3 с.

4. Абросимова Н. А., Бабенко В. И. Пути рационального использования протеина в товарном осетроводстве // Тез. докл. II обл. конф. по реализации Продовольственной программы. - Зерноград, 1982. - С. 40-42.

5. Луганский А. С., Лубяной Ю. В., Алдакимова А. Я., Абросимова Н. А. Гранулированные комбикорма для молоди осетровых рыб. - Москва, 1982. - 14 с. - Деп. ЦНИИТЭИРХ.

6. Абросимова Н. А. Повышение продуктивности действия комбикормов путем введения в них биологически активных веществ // Тез. докл. обл. научн. конф. по итогам работы АзНИИРХ за 25 лет. - Ростов-на-Дону, 1983. - С. 122-123.

7. Абросимова Н. А., Бабенко В. И., Мирзоян И. А. Результаты введения биостимуляторов в искусственные корма для молоди бестера // Сб. научн. тр. ВНИРО: Рыбохозяйственное значение внутренних водоемов Азовского и Каспийского бассейнов. - М.: 1983. - С. 70-76.

8. Абросимова Н. А., Мирзоян И. А. Пищевая ценность отдельных компонентов в составе комбикормов для молоди осетровых рыб // Тез. докл. обл. научн. конф. по итогам работы АзНИИРХ за 25 лет. - Ростов-на-Дону, 1983. - С. 123-124.

9. Абросимова Н. А., Мирзоян И. А., Тарасьян Е. Г. Новый комбикорм для выращивания молоди осетровых рыб // Тез. докл. научн. - практ. конф. по проблемам индустриализации рыбоводства на основе широкого внедрения достижений науки и передового опыта. - Ростов-на-Дону, 1983. - С. 81-82.

10. Абросимова Н. А., Мирзоян И. А., Сыроватка Н. И. Рыбоводно-биологическая эффективность гранулированных кормов при выращивании покатной молоди русского осетра в условиях бассейнов // Сб. научн. тр. ВНИРО: Воспроизводство рыбных запасов Азовского и Каспийского морей. - М., 1984. - С. 126-132.

11. Абросимова Н. А., Рудницкая О. А., Мирзоян И. А. Использование продуктов микробиального синтеза и растительных компонентов в стартовых кормах для личинок и ранней молоди русского осетра // Тез. докл. Всес. совещ.: Осетровое хоз-во водоемов СССР. - Астрахань, 1984. - С. 9-10.

12. Абросимова Н. А. Физиологические потребности осетра в протеине и жире // Тез. докл. Всес. совещ. по пром. рыбоводству и

проблемам кормов, кормопроизводства и кормления рыб, 19-21 декабря 1985 г. - М., 1985. - С. 4-5.

13. Абросимова Н. А., Гарагуля Г. В. Влияние витаминизации и кормогризина на активность пищеварительных ферментов молоди осетра // Тез. докл. VI Всес. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб. - Вильнюс, 1985. - С. 448-450.

14. Дудкин С. И., Абросимова Н. А., Гарагуля Г. В. Физико-биохимические показатели крови молоди осетровых рыб, выращиваемых на разнокачественных диетах // Тез. докл. Всес. совещ. по пром. рыбоводству и проблемам кормов, кормопроизводства и кормления рыб, 19-21 декабря 1985. - М., 1985. - С. 30-31.

15. Абросимова Н. А., Рудницкая О. А., Мирзоян И. А. Перевариваемость некоторых растительных компонентов молодью осетра // Тез. докл. Всес. конф. по эколог. физиологии и биохимии рыб. - Вильнюс, 1985. - С. 450-451.

16. Абросимова Н. А., Рудницкая О. А., Мирзоян И. А., Сафонова М. В. Выращивание молоди осетра, севрюги и бестера на искусственных стартовых кормах // Тез. докл. Всес. совещ. по пром. рыбоводству, кормопроизводству и кормлению рыб, 19-21 декабря, 1985 г. - М., 1985. - С. 5-6.

17. Абросимова Н. А., Сафонова М. В., Артемова М. А. Выращивание сеголетков бестера на искусственных кормах в хозяйствах индустриального типа. - Информ. лист. N 316-85. - Ростов-на-Дону: ЦНТИ, 1985. - 2 с.

18. Щербина М. А., Абросимова Н. А., Сергеева Н. Т. Искусственные корма и технология кормления основных объектов промышленного рыбоводства (Рекомендации). - Ростов-на-Дону, 1985. - 47 с.

19. Абросимова Н. А., Артемова М. А. Выращивание покатной молоди осетровых рыб с использованием искусственных кормов. - Информ. лист. N 315-85. - Ростов-на-Дону: ЦНТИ, 1985. - 3 с.

20. Наказания по применению витаминизации в животноводстве. - М., 1985. - N 109-10. - 3 с.

21. Абросимова Н. А., Говорунова В. В., Сафонова М. В. Использование гранулированных кормов при бассейновом и садковом выращивании гибридов осетровых // Тез. докл. обл. научн. конф. по итогам работы АЗНИИРХ в 11-й пятилетке. - Ростов-на-Дону, 1986. - С. 163-164.

22. Абросимова Н. А., Сафонова М. В., Мирзоян И. А., Рудницкая О. А., Дудкин С. И. Выращивание молоди осетровых на искусственных

стартовых гранулированных кормах // Тез. докл. обл. научн. конф. по итогам работы АзНИИРХ в 11-й пятилетке. - Ростов-на-Дону, 1986. - С.165-166.

23. Абросимова Н. А. Эффективность кормления молоди севрюги в зависимости от водообмена // Сб. научн. тр.: Биологические основы рационального кормления рыб. - М., 1986. - Вып. 49. - С.127-132.

24. Абросимова Н. А. Влияние разнокачественного кормления на рост и физиологическое состояние молоди осетра // Сб. научн. тр.: Биологические основы рационального кормления рыб. - М., 1986. - Вып. 49. - С.113-121.

25. Гарагуля Г. В., Абросимова Н. А., Дудкин С. И. Хемиллюминесценция сыворотки крови и гомогенатов крови молоди осетровых при авитаминозах А, С, Д // Тез. докл. II Всес. совещ. по хемиллюминесценции. - Уфа, 1986. - С.62.

26. Дудкин С. И., Абросимова Н. А., Гарагуля Г. В. Индуцированная НО хемиллюминесценция сыворотки крови и гомогенатов тканей молоди осетровых // Тез. докл. II Всес. совещ. по хемиллюминесценции. - Уфа, 1986. - С.61.

27. Абросимова Н. А. Перспективы использования искусственных кормов в осетроводстве // Тез. докл. Всес. конф., Ростов-на-Дону, ноябрь 1987 г. - М., 1987. - ДСП - С.4-5.

28. Дудкин С. И., Абросимова Н. А., Артемова М. А. Устройство для минерализации образцов кормосмесей и биологических проб. - Информ. лист. N 468-87. - Ростов-на-Дону: ЦНТИИП, 1987. - 3 с.

29. Дудкин С. И., Абросимова Н. А., Артемова М. А. Портативный хемиллюминетр для биологических исследований. - Информ. лист. N 480-87. - Ростов-на-Дону: ЦНТИИП, 1987. - 4 с.

30. Дудкин С. И., Гарагуля Г. В., Абросимова Н. А. Процессы свободнорадикального окисления липидов в сыворотке крови осетра при кормлении разнокачественными рационами // Тез. докл. зональн. конф. молодых ученых и специалистов по комплексн. и рациональн. использованию водных и биологических ресурсов бассейнов Азовского и Каспийского морей, 14-15 января 1987 г. - Ростов-на-Дону, 1987. - С.34-35.

31. Сафонова М. В., Абросимова Н. А., Шейко Б. А. Влияние диетарного протеина на рост сеголетков бестера // Тез. докл. зональн. конф. молодых ученых и специалистов по комплексн. и рациональному использованию водных и биологических ресурсов бассейнов Азовского и Каспийского морей, 14-15 января 1987 г. - Рос-

тов-на-Дону, 1987. - С. 77-78.

32. Абросимова Н. А., Саенко Е. М., Белов Е. Г. Влияние фракционного состава углеводов на рост и выживаемость личинок осетра в раннем постэмбриогенезе // Тез. докл. IV Всес. конф. по раннему онтогенезу рыб, Мурманск, 28-30 сентября 1988 г. - М., 1988. - Ч. 1. - С. 1-2.

33. Гусева С. С., Абросимова Н. А., Корпакова И. Г. Возможность применения отходов химического производства в рыбководстве // Болезни рыб и водная токсикология. - М.: ВНИИПРХ, 1988.

34. Абросимова Н. А., Тютина Ю. Е. Индустриальное выращивание молоди осетровых. - Информ. лист. N 473-88. - Ростов-на-Дону: ЦНТИ, 1988. - 3 с.

35. Абросимова Н. А., Шейко Б. А., Пономарев С. В. Алиментарные заболевания рыб (Наставления). - Ростов-на-Дону, 1988. - 14 с.

36. Абросимова Н. А., Гамыгин Е. А., Белов Е. Г., Сафонова М. В. Инструкция по бассейновому выращиванию молоди осетровых на предприятиях Азово-Донского района с использованием стартового комбикорма Ст-4Аз. - Ростов-на-Дону, 1989. - 24 с.

37. Полтавцева Т. Г., Абросимова Н. А. Выживаемость и рост молоди донской стерляди при использовании стартового искусственного корма // Краткие тез. научн. докл. к предстоящему Всесоюз. совещ.: Осетровое хозяйство водоемов СССР (ноябрь 1989 г.). - Астрахань, 1989. - Ч. 1. - С. 254-256.

38. Абросимова Н. А., Тютина Ю. Е. Бассейновое выращивание молоди осетровых с использованием стартового комбикорма Ст-4Аз. - Информ. лист. N 196-90. - Ростов-на-Дону, ЦНТИ, 1990. - 4 с.

39. Белов Е. Г., Абросимова Н. А. Темп роста осетра и севрюги в зависимости от состава протеина стартовых комбикормов // Тез. докл. Всес. научн. конф. молодых ученых и специалистов: Оценка состояния, охрана и рациональное использование биологических ресурсов водных экосистем в условиях антропогенного воздействия, Ростов-на-Дону, март 1990 г. - Ростов-на-Дону, 1990. - С. 17-19.

40. Белов Е. Г., Абросимова Н. А., Киянова Е. В., Скакунов И. В. Влияние плотностей посадок на рост и развитие, выживаемость молоди осетра при выращивании в бассейнах. // Там же. С. 19-21.

41. Бирюкова А. А., Абросимова Н. А. Биохимическая адаптация молоди севрюги к разнокачественным липидным добавкам рациона // Тез. 6-й Ростовской обл. научн. - практ. школы- семинара: Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды. -

Ростов-на-Дону, 1990. - Т. 2. - С. 174-175.

42. Абросимова Н. А., Абросимов С. С. Белокоберегающий эффект каротиноидных пигментов в составе стартовых комбикормов для осетра // Сб. научн. тр.: Корма и кормление лососевых рыб в аквакультуре. - М.: ВНИИПРХ, 1991. - Вып. 62. - С. 37-41.

43. Бирюкова А. А., Абросимова Н. А. Жирнокислотный состав сеuryги в процессе раннего онтогенеза // Тез. докл. X Всесоюз. конфер. по газовой хроматографии, 2-7 июля 1991 г. - Казань, 1991. - С. 153-154.

44. Абросимова Н. А., Киянова Е. В. Биологическое действие новых антиоксидантов в составе рыбной муки стартовых кормов осетра // Тез. докл. I международн. конфер.: Биологические ресурсы Каспийского моря, сентябрь 1992 г. - Астрахань, 1992. - С. 6-7.

45. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А. Изменение жирнокислотного состава липидов стерляди на ранних этапах развития // Тез. докл. I международн. конфер.: Биологические ресурсы Каспийского моря, сентябрь 1992 г. - Астрахань, 1992. - С. 8-9.

46. Абросимова Н. А., Абросимов С. С. Результаты разработки интенсивной технологии искусственного разведения и выращивания осетровых рыб // Тез. докл. Всерос. науч.-произв. совещания по проблемам развития пресноводной аквакультуры, 15-19 ноября 1993 г. - М.: ВНИИПРХ, 1993. - С. 39.

47. Abrosimova N. A., Biryukova A. A. Relationship between the lipid status of stellate sturgeon fry and the lipid composition of mixed feeds // International symposium on sturgeons, Abstract Bulletin, september 6-11, 1993, - Moscow: VNIRO, 1993. - P. 92-93.

48. Абросимова Н. А., Ковалев С. В. Особенности биотехнологии искусственного воспроизводства осетровых в связи антропогенным воздействием на экосистему Азовского бассейна // Тез. докл. междунар. конф. "Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса" - Киев: 1994. - С. 147-148.

49. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А. Характеристика развивающейся икры осетра в зависимости от загрязнения воды некоторыми поллютантами // Тез. докл. междунар. конф. "Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса" - Киев: 1994. - С. 145-146.

50. Абросимова Н. А., Саенко Е. М. Питательная ценность источников кормового белка и перспективы их использования // Тез. докл. междунар. конф. "Пресноводная аквакультура в условиях ант-

ропогенного пресса" - Киев: 1994. - С.157-158.

51. Воловик С. П., Макаров Э. В., Абросимова Н. А., Баландина Л. Р., Корниенко Г. Г., Козлитина С. В. Состояние экосистемы и перспективы развития осетрового хозяйства в Азовском бассейне //Тез. докл.: Междунар. симпозиум по марикультуре, сентябрь, 24-27, 1995 г. - Москва: ВНИРО, 1995. - С.19-20.

52. Svennevig N., Curr C., Lien E., Apostolov A., Nikoleishvili D., Telembici A., Abrosimova N., Memisoglu C., Serobaba I., Cosslett C., Jenkins G., Canakci F. Marine aquaculture in the Black Sea Region. Current status and development options. //Black Sea Environmental Series - New York, 1996. - V. 2. - 239 p.

53. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А. Влияние мидийного гидролизата на липидный обмен ранней молоди осетра //"Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Международный симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 4-5.

54. Абросимова Н. А. Сравнительные результаты выращивания донской стерляди в пластиковых и бетонных бассейнах различной вместимости //"Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Международный симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 35-36.

55. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А., Абросимов С. С. Повышение эффективности использования комбикормов за счет некоторых биологически активных препаратов //"Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Международный симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 5.

56. Абросимова Н. А., Саенко Е. М. Влияние фракционного состава протеина кормов на рост и развитие личинок осетровых //"Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Международный симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 6.

57. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А., Киянова Е. В. Рыбоводно-биологическая характеристика икры осетровых, используемой при заводском воспроизводстве //"Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" Международный симпозиум, тезисы докладов, октябрь, 21-24, 1996 г. Адлер, Россия. - Краснодар, 1996. - С. 66.

58. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А. Влияние жирнокислотного состава рациона на эффективность выращивания молоди севрюги и осетра //"Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяй-

ственных водоемов Азовского бассейна" Сборник научных трудов. Ростов-на-Дону: Полиграф, 1996. - С. 314-316.

59. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А., Абросимов С. С. К вопросу совершенствования стартовых комбикормов для осетра с учетом его потребности в жирных кислотах. // "Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна" Сборник научных трудов. - Ростов-на-Дону: Полиграф, 1996. - С. 316-318.

60. Абросимова Н. А., Саенко Е. М. Питательная ценность источников кормового белка и перспективы их использования. // "Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азовского бассейна" Сборник научных трудов. - Ростов-на-Дону: Полиграф, 1996. - С. 308-310.

61. Абросимова Н. А., Мирзоян И. А., Рудницкая О. А., Звездина Э. А., Жданова М. П. Иодиды 2, 4, 6-трифенилпиридиниокарбоновых кислот, проявляющие ростостимулирующую активность рыб. - А. с. N 1254693. - 1986. - ДСП - 6 с.

62. Абросимова Н. А., Гаврилова О. А., Мирзоян И. А., Рудницкая О. А., Сафонова М. В. Способ приготовления кормов для осетровых рыб. - А. с. N 1311051 /СССР/. - 1987. - ДСП - 5 с.

63. Абросимова Н. А., Дудкин С. И., Тарасов Е. К. Способ диагностики инфицирования молоди осетровых рыб сапролегнией. - А. с. N 1359922. - 1987. - ДСП - 5 с.

64. Абросимова Н. А., Рудницкая О. А. Способ определения режима кормления молоди рыб. - А. с. N 1472015. - 1988. - 6 с.

65. Дудкин С. И., Абросимова Н. А., Мартынова Т. М., Плугина Л. М., Белов Е. Г. Способ получения науплиусов из яиц веслоногого рачка *Artemia Salina*. - А. с. N 1472011 /СССР/. - 1988. - 3 с.

66. Гусева С. С., Корпакова И. Г., Абросимова Н. А., Семенов А. Д., Ромова М. Г., Бадовская Л. А., Кульневич В. Г., Кожина Н. Д., Латашко В. М., Тяхтенева З. И. Средство профилактики и лечения отравлений рыб фосфорорганическими пестицидами. - А. с. N 1537197 /СССР/. - 1990. - 5 с.

67. Абросимова Н. А., Кушак Р. И., Белов Е. Г., Саенко Е. М., Кузнецов А. П. Стартовый корм для рыб. - А. с. N 1635302 /СССР/. - 1990. - ДСП - 13 с.

68. Абросимова Н. А., Белов Е. Г., Саенко Е. М., Полтавцева Т. Г. Липидная добавка для корма осетровых рыб. - А. с. N 1585909 /СССР/. - 1990. - ДСП - 9 с.