

РГБ ОД

19 FEB 1

На правах рукописи

СУДАКОВА Наталия Викторовна

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОДУКТОВ  
МИКРОБНОГО СИНТЕЗА В СОСТАВЕ СТАРТОВЫХ КОМБИКОРМОВ  
ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Специальность 03.00.10 - икhtiология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва, 1998



На правах рукописи

СУДАКОВА Наталья Викторовна

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОДУКТОВ  
МИКРОБНОГО СИНТЕЗА В СОСТАВЕ СТАРТОВЫХ КОМБИКОРМОВ  
ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Специальность 03.00.10 - ихтиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Москва, 1998

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ).

Научный руководитель:  
доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник

Е.А. Гамыгин

Консультант:  
доктор биологических наук,  
профессор

С.В. Пономарев

Официальные оппоненты:  
доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник,  
кандидат биологических наук,  
старший научный сотрудник

Н.А. Абросимова

З.И. Шамова

Ведущее учреждение - Краснодарский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (КрасНИИРХ)

Защита диссертации состоится 24 февраля 1998 г. в 11 часов на заседании диссертационного Совета Д.117.04.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская область, Дмитровский район, поселок Рыбное, ВНИИПРХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства.

Автореферат разослан “20” января 1998 г.

Ученый секретарь  
диссертационного Совета,  
кандидат биологических наук

С.П. Трямкина

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В настоящее время запасы осетровых рыб в Волго-Каспийском регионе катастрофически снизились. Полный произвол в промысле осетровых на Волго-Каспии, обусловленный прежде всего причинами политического и экономического характера, может привести к исчезновению естественных популяций в гораздо более короткие сроки, нежели по причине ухудшения экологии, о губительном влиянии которого предупреждал ученый мир в конце 80-х - начале 90-х годов (Лукьяненко, 1990; Струбалина, 1990; Ходоревская и др., 1994). В этих критических условиях единственной альтернативой промышленному вылову рыбы и, одновременно с тем, возможностью сохранить осетровых является товарное разведение и выращивание, а также искусственное воспроизводство истощенных естественных популяций (Малютин, 1991; Орлов, 1991; Мамонтов и др., 1995; О программе..., 1995).

Отсутствие полноценных промышленных отечественных комбикормов в настоящее время является существенным, хотя и не единственным, тормозом развития товарного осетроводства. В распоряжении осетроводов имеются рецептуры стартовых осетровых комбикормов СТ-07 (ЦНИОРХ) и СТ-4Аз (АзНИИРХ), разработанные специалистами отраслевых научно-исследовательских институтов. Однако, появление нового методического подхода к балансированию белковой части рационов питания молоди некоторых видов рыб, например, карпа и сиговых (Ильина и др., 1989; Пономарев и др., 1993) вызывает необходимость его апробации применительно к осетровым рыбам и оптимизации на этой основе стартовых комбикормов. Кроме этого следует учитывать, что в настоящее время из-за нестабильной экономической ситуации в России, многие кормовые компоненты действующих рецептов комбикормов для всех видов рыб становятся недоступными для заводов рыбных гранкормов

по причине их высокой стоимости или попросту отсутствия на внутреннем рынке. Поэтому ВНИИРХом и НТЦ "Акваторм" с 1990 года проводятся исследования по оптимизации состава стартовых комбикормов для осетровых рыб на основе более глубокого изучения белкового питания рыб, а также с учетом сырьевой базы отечественной промышленности (Пономарев и др., 1996(6); 1997). В 80-х годах в нашей стране был освоен промышленный выпуск таких эффективных компонентов стартовых комбикормов, как БВК-гаприн, БВК-эприн, гаприн, меприн, являвшихся важными источниками кормового протеина. Однако, сейчас их производство приостановлено. Вместе с тем, исключение белка одноклеточных из рецептур для молоди рыб нежелательно. В связи с этим актуален поиск полноценных заменителей этих компонентов. В 1994-95 годах тремя биохимическими заводами России начат выпуск новых продуктов микробного синтеза на отходах зернообработывающего производства, которые предлагаются производителями для введения в комбикорма для различных сельскохозяйственных животных, в том числе и для рыб.

Цель и задачи исследований. Основной целью работы являлась оценка сравнительной эффективности традиционных и новых продуктов микробного синтеза, оптимизация состава стартовых комбикормов для осетровых рыб на основе изучения особенностей их питания и пищеварения. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- исследовать особенности развития пищеварительной системы осетровых рыб в раннем онтогенезе;
- изучить особенности питания личинок и мальков осетровых рыб в естественных условиях;
- оценить состав питательных веществ живых кормовых организмов, а также структуру протеина и его фракционный состав, содержание незаменимых жирных кислот;

- определить оптимальный состав питательных веществ в базовом рецепте стартового осетрового комбикорма, протеина и липидов, и их структурных компонентов;

- исследовать состав протеина, жирных кислот и общих липидов продуктов микробного синтеза, в том числе новых - белотина, биотрина, биокорна;

- изучить возможность и эффективность использования различных продуктов микробного происхождения и определить нормы их введения в состав стартовых комбикормов для осетровых рыб;

- разработать рецептуру стартового комбикорма для молоди осетровых рыб с использованием новых продуктов микробисинтеза и провести его производственную проверку;

- дать оценку физиологического состояния молоди осетровых, выращенной на новом стартовом комбикорме ОСТ-5.

Научная новизна. При разработке стартового комбикорма для осетровых рыб ОСТ-5 применен новый способ балансирования фракционного состава протеина. Проведено сравнение фракционного состава белковых соединений определенной молекулярной массы естественных кормов, с одной стороны, и кормовых компонентов и стартового комбикорма в целом, с другой стороны. Показана ведущая роль полипептидов средней молекулярной массой 1000-1300 дальтон в питании личинок и мальков осетровых рыб. Впервые в составе стартового комбикорма для осетровых рыб испытаны новые компоненты микробного происхождения: белотин, биотрин, биокорн и проведено сравнение их продуктивных свойств с традиционными видами сырья микробного синтеза.

Практическое значение. Изучение фракционного состава протеина, состава полиненасыщенных жирных кислот липидов кормовых компонентов и оценка их соответствия потребностям организма позволили разработать рецепт стартового комбикорма для осетровых рыб ОСТ-5, который успешно прошел производственную

проверку при выращивании молоди на Икрянинском осетровом заводе. В качестве заменителя БВК-пагрина и БВК-эприна рекомендовано использовать новый продукт - биокорн, выпускаемый АООТ "Волгоградбиосинтез". Тем не менее, проведенное исследование показало, что наиболее эффективны для стартовых комбикормов традиционные продукты микробного синтеза, на основании чего даны соответствующие рекомендации заводам гранкормов и биохимическим предприятиям.

Апробация работы. Результаты исследований, составляющие основу диссертации, были оформлены в виде научных отчетов, представлены и обсуждены в НТЦ "Астаквакорм", а также были доложены на Международном симпозиуме "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" (Адлер, 1996), III Международном симпозиуме по осетровым рыбам (Piacenza, Italy, 1997), Первом конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 7 научных работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 167 страницах машинописного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, выводов, практических предложений и приложения, иллюстрирована 21 рисунком и 45 таблицами. Список использованной литературы включает 237 публикаций, в том числе 62 - на иностранных языках.

## ГЛАВА 1. РАЗВЕДЕНИЕ ОСЕТРОВЫХ РЫБ, ФИЗИОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ И ПИТАНИЯ; КОРМА И КОРМЛЕНИЕ РЫБ, ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ.

Представленный в главе обзор состояния мировых запасов осетровых рыб раскрывает острую необходимость в товарном осетроводстве в нашей стране. Показано, что на сегодняшний день одним из наименее изученных аспектов биотехники разведения осетровых является кормление. Современные знания о потребности

молоди рыб в ряде эссенциальных питательных веществ, изменение ассортимента кормового сырья определяют задачу оптимизации состава и разработки новых стартовых комбикормов для осетровых рыб. Данные авторов, исследовавших развитие пищеварительной системы ранней молоди осетровых, указывают на слабую активность кислых протеиназ желудочно-кишечного тракта личинок, что предъявляет высокие требования к белковому составу корма. В главе приведен краткий биохимический анализ продуктов микробиосинтеза. Показано, что исследований в области применения кормовых микробных добавок в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб выполнено недостаточно. Совсем не изучены продуктивные свойства новых видов кормового сырья, поступающего сегодня на комбикормовые заводы (белотин, биокорн, биотрин и другие виды кормовых дрожжей). В связи с этим было необходимо провести специальные исследования.

## ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Экспериментальная часть работы выполнена в 1995-1997 гг. в аквариальном комплексе Астраханского государственного технического университета (АГТУ) (лабораторные условия) и на Икрынинском осетровом заводе (Астраханская область) - экспериментально-производственной базе Отраслевого научно-производственного центра (ОНПЦ) "БИОС" по товарному осетроводству (производственные условия). Результаты исследований обработаны в лабораториях АГТУ (Астрахань), ОНПЦ "БИОС" по товарному осетроводству (Астрахань), ИНЭОС АН РФ (Москва). В качестве объектов исследования использованы наиболее распространенные при товарном выращивании виды осетровых: русский осетр, севрюга, белуга, сибирский осетр, гибрид бестер.



Для опытов брали молодь в возрастном интервале от момента перехода на смешанное питание до сеголеток.

В лабораторных условиях эксперименты выполняли в аквариумах (200 л), а также в пластиковых лотках (5 л), которые использовали при подрачивании предличинок. Выращивание молоди проводили при плотностях посадки 200 и 2000 шт./м<sup>2</sup>. В производственных условиях использовали стеклюпластиковые бассейны ИЦА-2 с круговым током воды и центральным сливом (1 м<sup>3</sup>) и бассейны ЛПИ с продольным током воды (2,1 м<sup>3</sup>) при плотности посадки личинок 2000 шт./м<sup>2</sup>.

Опытные партии комбикормов изготавливали в условиях лаборатории НТЦ "Астаквакорм" и на пилотной установке по производству гранкормов ОНПЦ "ВИСС". При изготовлении комбикормов для ранней молоди осетровых использовали тонкодисперсную рыбную муку, соевый шрот, ПЭК, опытные партии дрожжей. Рецепты комбикормов балансировали по составу питательных веществ на ЭВМ по методу линейного программирования (Канидзев, Романенко, 1973), а затем совершенствовали рецептуры, используя рабочие матрицы опытных рецептов для заключительной балансировки состава питательных веществ (Агеев, 1987).

Контроль за темпом роста рыбы осуществляли один раз в 10-15 суток. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям И.Ф. Правдина (1966). Среднесуточную скорость роста рассчитывали по Г.Г. Винбергу (1956). Питание рыб изучали по инструкции П.Л. Пирожникова (1953) и Е.И. Воковой (1960), развитие пищеварительной системы осетровых рыб - по П.А. Коржуеву и Л.Б. Шарковой (1967), М.Ф. Вернидубу (1971), Л.С. Богдановой (1967; 1972). Анализ химического состава кормовых организмов и тела исследуемой рыбы выполняли по общепринятым методам (Яржомбек, Шамаков и др., 1981; Лиманский, Яржомбек и др., 1984). При исследовании крови для определения показателей

гематокрита использовали микроцентрифугу Шкляра, содержание гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, количество эритроцитов - в камере Горяева (Канидьеv, 1984; Лиманский, Яржомбек и др., 1984).

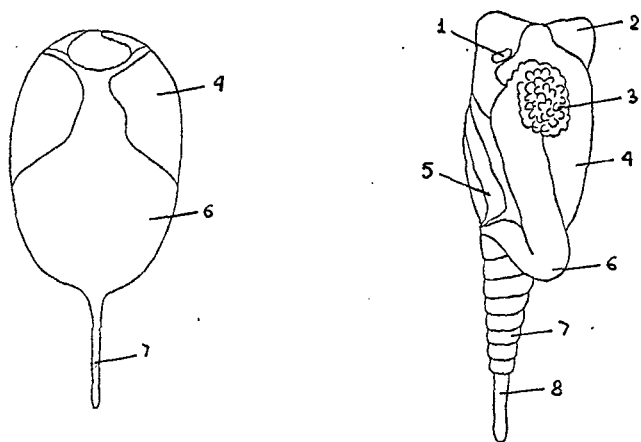
Исследование состава белковых фракций комбикорма и составляющих его компонентов, определение высокомолекулярного белка, пептидов и аминокислот проводили методом гельхроматографии (Rotenbuchler et al., 1979) на колонке объемом 62 см<sup>3</sup> (Sephadex G-25 в медной форме). Состав жирных кислот комбикорма, рыбного жира, зоопланктона и порки опытной молоди определяли методом газовой хроматографии (Ахем, 1965; Пустовой, 1978; Алексеев и др., 1981) на хроматографе Hewlett Packard 7610A. Выделение липидов из проб и количественное определение проводили на основе методических указаний Е.И. Лизенко (1981) и В.С. Сидорова с соавторами (1981).

Опыты проводили в двухкратной повторности. В процессе исследований были рассчитаны и испытаны комбикорма по 15 рецептам, выполнено 96 анализов химического состава тела молоди осетровых, 42 гематологических анализа, 240 общерыбоводных и биологических анализов, 27 анализов общего химического и фракционного состава кормовых компонентов и зоопланктона, 128 гидрохимических анализов, проведено 11 опытов по оценке эффективности новых комбикормов, в аналитической работе использовано 18343 шт. личинок и мальков осетровых рыб. Статистическую обработку проводили по С.Н. Плохинскому (1962) и Г.Ф. Лакину (1980).

### ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ, СОСТАВ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПИЩИ, РАЗВИТИЕ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ.

Формирование пищеварительного тракта и печени у осетровых рыб начинается еще в конце эмбрионального периода развития, а

завершаются процессы развития всех отделов тракта очень поздно - в возрасте 40-50 суток от момента вылупления, при длине тела у русского осетра более 10 см, севрюги - 8 см (рис. 1).



Личинка длиной 12 мм

Малек длиной 98 мм

Рис. 1. Развитие желудочно-кишечного тракта молоди русского осетра: 1 - желчный пузырь; 2 - печень; 3 - пилорический придаток; 4 - желудок; 5 - поджелудочная железа; 6 - средняя кишка; 7 - спиральная кишка; 8 - задняя кишка.

Важной биологической особенностью раннего онтогенеза осетровых является то, что желудок у них формируется из желточного мешка, в то время как у костистых рыб желточный мешок чисто провизорный орган. Поэтому функционирование пищеварительной системы начинается с ее задних отделов. В первые дни после выклева у личинок появляется трипсин в спиральной кишке, активность которого возрастает в период эндогенного питания личинок. Развитие пищеварительной функции желудка начинается с момента перехода на смешанное питание, пепсин появляется в желудке уже после начала активного питания, и интенсивность развития желез

желудка возрастает по мере расходования запасов желтка. В связи с этим ранняя молодь осетровых способна вначале утилизировать только простые белковые вещества. В первый день активного питания личинки предпочитают коловраток, но начинают поедать и мелких ракообразных. На вторые сутки большую часть потребляемой пищи составляют мелкие дафнии, хотя личинки начинают поедать личинок хирономид длиной 3-5 мм. На пятые сутки личинки хорошо потребляют средней величины молодь дафний, мелких личинок хирономид, почти не используют copepod и перестают питаться коловратками. На более поздних этапах, когда развитие пищеварительной системы близится к завершению, кормовые спектры меняются. В природе это соответствует уже морскому периоду жизни осетровых. Молодь осетровых имеет довольно широкий спектр питания, но чаще всего в нем встречаются мизиды и хирономиды (рис. 2-6).

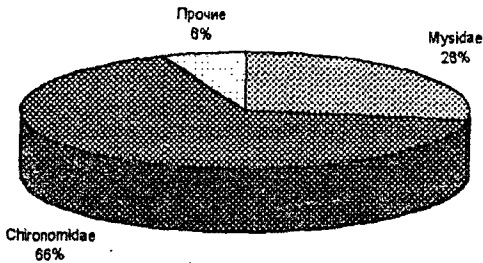


Рис. 2. Состав пищи молоди русского осетра длиной 10-15 см.

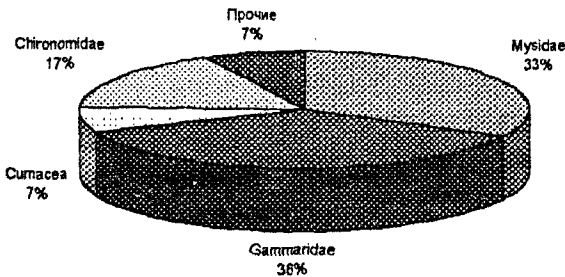


Рис. 3. Состав пищи молоди русского осетра длиной 15-20 см.

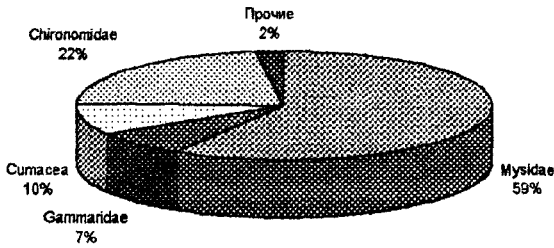


Рис. 4. Состав пищи молоди русского осетра длиной 20-25 см.

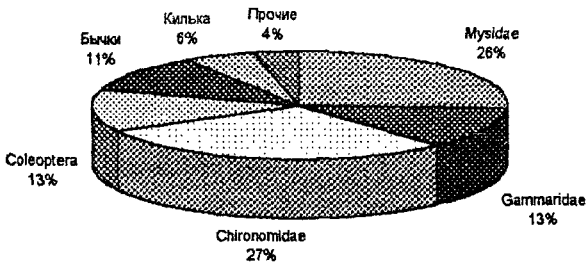


Рис. 5. Состав пищи молоди русского осетра длиной 25-30 см.

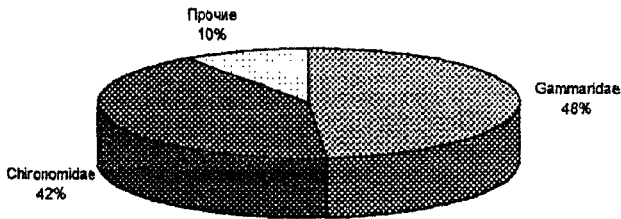


Рис. 6. Состав пищи молоди русского осетра длиной 30-35 см.

Химический состав крупного и мелкого зоопланктона, а также бентосных организмов, которыми питается молодь осетровых, различается по уровню протеина. Наши результаты исследования общего химического состава кормовых организмов показывают, что в мелком зоопланктоне содержание протеина составляет 59,1% сухого вещества, в крупном - 54,3%, а олигохеты имеют наиболее низкое содержание белка - 35,5%.

В составе живых кормов необходимо учитывать не только уровень, но и фракционный состав белков. Чем проще и короче полипептидная цепочка, тем выше ее способность растворяться в воде, и тем она легче подвергается гидролизу ферментами (Пономарев, 1996). В мелком пресноводном зоопланктоне наиболее высокий удельный вес занимает фракция полипептидов с молекулярной массой (М.м.) 1000-1300 дальтон (77,2%). В составе круглого пресноводного зоопланктона, состоящего из копепод и взрослых клadoцер, содержание этой фракции несколько меньше - 64,2% (табл. 1). *Artemia salina* также имеет довольно высокий уровень этой фракции протеина (62,1%). Хируномиды, олигохеты и гаммариды отличаются высоким содержанием более сложной по химическому строению белковой фракции П-3 - полипептидов с молекулярной массой более 1300 дальтон: 72,3 , 46,2 и 45,1%, соответственно.

Анализ жирнокислотного состава липидов планктона из прудов Икрянинского осетроводного завода выявил высокое содержание незаменимых полиненасыщенных жирных кислот  $\omega 3$  и  $\omega 6$  ряда при преобладании С18 и С20 кислот. Жирнокислотный состав общих липидов молоди русского осетра аналогичен составу зоопланктона (табл. 2). Кроме того, организмы водных беспозвоночных отличаются высоким содержанием нуклеиновых кислот - до 12% сухого веса (Остроумова, Абрамова, 1995), что связано с высокой скоростью роста.

#### ГЛАВА 4. ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СТАРТОВОГО КОМБИКОРМА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ.

Для определения оптимального содержания продуктов микробiosинтеза в составе стартового осетрового комбикорма ОСТ-5 были разработаны четыре варианта базового рецепта. В результате проведенных расчетов и балансировки базовых рецептур

Таблица 1

Фракционный состав белка кормовых организмов молоди осетровых рыб, %

Кормовые организмы	СА	П-1	П-2	П-3	НМБ	СМБ	ВМБ	Раствори- мый белок
Мелкий пресноводный зоопланктон	0,3±0,03	8,5±1,5	77,2±8,6	8,0±2,2	3,0±0,4	2,0±0,3	1,0±0,3	73,0±8,9
Крупный пресноводный зоопланктон	0,2±0,01	1,0±0,3	64,2±5,6	23,0±6,8	3,0±0,4	4,5±0,6	4,1±0,8	65,9±7,3
Науплиусы <i>Artemia salina</i>	0,1±0,01	0,2±0,01	62,1±6,3	19,8±3,4	5,2±0,6	6,8±2,1	5,8±1,2	71,2±6,8
Хирономиды	0,3±0,04	0,3±0,05	8,8±2,4	72,3±8,6	6,3±1,1	5,2±1,3	6,8±1,5	46,2±5,8
Олигохеты	0,2±0,03	0,4±0,6	6,1±2,1	46,2±5,6	7,0±2,1	4,0±0,9	36,1±5,6	44,3±7,6
Гаммариды	0,2±0,02	0,2±0,02	25,5±5,5	45,1±6,1	20,1±3,4	3,9±1,1	5,0±1,1	45,0±6,1

Примечание: СА - свободные аминокислоты с М.м.=120; П-1 - пептиды с М.м.>200; П-2 - полипептиды с М.м.=1000-1300; П-3 - полипептиды с М.м.>1300; НМБ - низкомолекулярный белок с М.м.>100000; СМБ - среднемoleкулярный белок с М.м.=100000-200000; ВМБ - высокомолекулярный водорастворимый белок с М.м.=200000-300000 дальтон.

Таблица 2

Жирнокислотный состав общих липидов зоопланктона и молоди русского осетра из прудов Икрянинского ОРЗ в июне 1996 г., % к сумме всех ЖК

Жирные кислоты	Зоопланктон	Молодь русского осетра, м = 1г
14:0 ; 16:0	16,5 ± 2,8	15,3 ± 3,6
16:1ω9	2,4 ± 0,3	1,1 ± 0,3
18:0	3,6 ± 0,5	2,4 ± 0,6
18:1ω9	27,6 ± 2,8	32,5 ± 5,3
18:2ω6	6,3 ± 2,4	1,2 ± 3,3
18:3ω6	12,5 ± 3,8	2,1 ± 4,5
18:3ω3	2,1 ± 0,3	4,3 ± 0,8
20:0	0,5 ± 0,1	0,4 ± 0,1
20:4ω6	6,6 ± 2,4	3,2 ± 2,3
20:4ω3	3,2 ± 0,3	5,6 ± 2,1
21:3	0,2 ± 0,1	—
21:4	0,3 ± 0,1	—
22:4ω6	1,5 ± 0,3	2,5 ± 0,4
22:6ω3	0,5 ± 0,1	5,6 ± 1,0
Насыщенные	21,1	34,5
Моноеновые	30,0	33,6
Полиеновые	32,7	24,5

получены рабочие матрицы общего химического, аминокислотного и фракционного белкового состава используемых компонентов. В качестве источника микробного протеина в составе базового рецепта был выбран БВК-паприн.

Лучшие показатели выживаемости молоди белуги, осетра и севрюги были получены при кормлении кормом варианта 2 с



содержанием 22% БВК-паприна. В этом же варианте отмечен самый высокий темп роста личинок белуги, осетра и севрюги - 54,9 , 22,8 и 10,5 мг/сут., соответственно. На кормах рецептур 3 и 4, содержащих большее количество микробного белка, показатели роста более низкие для всех исследованных видов. Общий химический состав тела молоди характеризовался более высоким содержанием белка на корме рецептуры 2 - 72,8% (белуга), 64,1% (осетр), 68,0% (севрюга) (табл. 4).

По результатам сравнения рыбоводно-биологических показателей четырех опытных вариантов для дальнейших исследований был выбран вариант 2. Содержание сырого протеина в этом варианте комбикорма составляет 47,7%, что находится в пределах нормы для молоди осетровых рыб (табл. 3).

Таблица 3

Содержание основных групп питательных веществ в базовом варианте стартового осетрового комбикорма ОСТ-5, в % к сухому веществу

Соединения	Количество
Протеин общий	47,70
Протеин животный	32,40
Протеин растительный	4,61
Протеин микробный	10,79
Жир	9,29
Углеводы	18,16
Клетчатка	0,9
Зола	11,8
Общая энергия корма, МДж/кг	17,27

Энергетическая ценность корма равна 17,27 МДж/кг. Содержание лизина, метионина и триптофана соответствует потребностям молоди осетровых (Скляров и др., 1984).

Таблица 4

Общий химический состав тела белути, русского осетра и севрюги, выращенных на опытных вариантах стартового комбикорма ССТ-5, в % к сухому веществу

Показатели	Вариант 1 (10% БВК)	Вариант 2 (22% БВК)	Вариант 3 (30% БВК)	Вариант 4 (50% БВК)
<u>БЕЛУГА</u>				
Влага	87,8	87,0	89,1	89,0
Сухое вещество	12,2	13,0	10,9	11,0
Белок	71,3	72,8	64,6	62,2
Жир	16,6	16,7	16,8	16,0
Зола	10,4	8,0	13,9	9,3
<u>РУССКИЙ ОСЕТР</u>				
Влага	84,6	83,6	84,7	84,3
Сухое вещество	15,4	16,4	15,3	15,7
Белок	64,0	64,1	63,2	63,5
Жир	12,5	13,0	12,0	12,4
Зола	8,7	8,6	8,5	8,6
<u>СЕВРЮГА</u>				
Влага	89,8	89,4	89,9	89,6
Сухое вещество	10,2	10,6	10,1	10,4
Белок	66,2	68,0	62,1	62,1
Жир	16,8	14,0	16,4	16,0
Зола	15,0	15,2	13,2	12,0

#### ГЛАВА 5. ПРОДУКТЫ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА КАК ИСТОЧНИК ЛЕГКОУСВОЯЕМОГО ПРОТЕИНА В СТАРТОВЫХ КОМБИКОРМАХ.

Анализ общего химического состава продуктов микробиосинтеза показывает, что протеином наиболее богаты дрожжи гаприн (70,2%), а также БВК-гаприн (63,4%) и меприн (65,4%). Новые дрожжевые компоненты - бискорн, белотин и биотрин - близки по этому

показателю к гидролизным дрожжам, они содержат около 40% протеина (табл. 5). Дрожжи паприн лидируют также по содержанию растворимого белка, в том числе и фракции П-2 (табл. 6). Новые продукты микробного синтеза менее богаты растворимым протеином, больше всего его содержит биокорн - 18,3%. В них в большем количестве, чем в традиционных продуктах, содержится БЭВ - свыше 20%. Содержание нуклеиновых кислот во всех микробных продуктах практически на одном уровне - около 6%. Содержание липидов во всех компонентах невелико; нужно отметить, что новые компоненты характеризуются пониженным содержанием жира, особенно белотин (2,6%). Установлено, что новые продукты микробного синтеза отличаются более высоким содержанием линолевой и линоленовой жирных кислот (6-7%) по сравнению с традиционными компонентами (4-5%). Возможно, это связано с тем, что субстратом роста для них служат отходы зерновых или отруби.

Проведенные нами экспериментальные работы показали высокую эффективность БВК-паприна и БВК-эприна при кормлении молоди осетровых рыб. При выращивании молоди белуги на корме с БВК-эприном за 28 суток при среднесуточном приросте 6,75% получена выживаемость 77,3%. На корме с БВК-паприном при выживаемости молоди русского осетра 76,0% отмечен среднесуточный прирост 7,49%. Также хорошие результаты получены при использовании в составе комбикорма ОСТ-5 дрожжей паприн - выживаемость 75,0%, прирост - 8,28% в сутки. Введение гиприна в комбикорм приводит к снижению ростовых показателей - 4-6% суточного прироста массы при выживаемости 60-70%.

При исследовании дрожжей белотин, биотрин и биокорн первоначально в опытах была произведена полная замена БВК-паприна (в составе базового рецепта) на новые микробные компоненты. При испытании этих вариантов лучшие результаты были

Таблица 5

Общий химический состав продуктов микробного синтеза, %

Наименование	Протеин	Жир	БЭВ	Зола	Нуклеиновые кислоты	Влага
Гапсин	70,2±2,6	5,5±0,5	4,9±1,0	5,3±0,6	7,0±0,4	7,1±1,5
Папсин	63,4±2,0	5,2±0,5	6,3±1,5	5,6±0,5	7,5±0,3	7,3±0,5
Эпсин	61,4±2,1	5,3±0,4	13,5±2,1	6,6±0,5	6,8±0,3	6,4±0,5
Гипсин	40,5±1,2	6,1±0,8	31,1±2,3	8,6±1,0	6,5±0,4	7,2±0,9
Мелсин	65,4±2,1	5,8±0,6	8,2±0,9	7,2±1,0	7,1±0,5	6,3±0,5
Биокорн	45,1±2,1	3,6±0,4	23,3±2,1	9,1±0,7	5,1±0,3	6,0±0,4
Белотин	41,0±1,5	2,6±0,3	21,4±3,6	5,8±0,5	4,8±0,4	6,4±0,7
Биотрин	38,4±2,0	4,5±0,5	37,6±3,1	6,7±0,6	6,0±0,4	6,8±0,6

Таблица 6

Состав и содержание белковых соединений  
в кормовых компонентах, %

Компоненты	СА	П-1	П-2	П-3	НМБ	Всего растворимого белка
Эприн	1,8	-	14,6	-	20,1	36,5
БВК-паприн	1,5	2,1	16,0	-	15,4	35,0
Гиприн	1,6	0,1	5,2	-	15,1	22,0
Гаприн	0,5	1,2	17,2	2,3	15,8	37,0
Меприн	2,0	сл.	12,3	1,2	17,7	33,2
Биокорн	сл.	-	10,1	2,2	6,0	18,3
Белотин	-	-	8,6	1,2	6,3	16,2
Биотрин	-	-	5,6	2,6	9,2	17,4
Рыбная мука	1,1	-	5,2	-	9,4	15,7

Примечание:

СА - свободные аминокислоты (М.м. = 120 дальтон);

П-1 - пептиды (М.м. более 200 дальтон);

П-2 - полипептиды (М.м. = 1000-1300 дальтон);

П-3 - полипептиды (М.м. более 1300 дальтон);

НМБ - низкомолекулярный белок (М.м. более 10000 дальтон).

получены при содержании в корме 22% биокорна - среднесуточный прирост русского осетра - 7,54% ( в контроле - 7,49%). Самые низкие результаты получены при выращивании личинок осетра на корме, содержащем белотин. Обращает на себя внимание высокий процент гибели личинок - почти половина всего количества участвующих в опыте в обеих повторностях рыб.

Эксперименты по уточнению нормы ввода биокорна в состав стартового комбикорма показали, что повышение его содержания до

44% не приводит к улучшению показателей роста и выживаемости рыб. Снижение количества дрожжей в стартовом корме (менее 22%) обедняет его растворимыми фракциями протеина. По рыбоводно-биологическим показателям следует считать наиболее эффективной норму введения - 22%.

При проведении производственных испытаний стартового комбикорма ОСТ-5 с новыми продуктами микробного синтеза лучшие результаты также получены в варианте с биокормом (табл. 7).

Таблица 7

Результаты выращивания молоди бестера на стартовом комбикорме ОСТ-5 с новыми продуктами микробисинтеза (Икрянинский осетровый завод)

Показатели	ОСТ-5 (белотин)	ОСТ-5 (биотин)	ОСТ-5 (биокорм)
Начальная масса тела, мг	62,3	62,3	62,3
Конечная масса тела, мг	510,0	562,0	590,0
Среднесуточный прирост, %	7,45	7,62	7,70
Выживаемость, %	51,7	59,0	64,0
Кормовые затраты, ед.	7,9	5,7	3,3
Период выращивания, сут.	21	21	21

#### ГЛАВА 6. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МОЛОДИ, ВЫРАЩЕННОЙ НА КОМБИКОРМЕ ОСТ-5 С ДОБАВЛЕНИЕМ ПРОДУКТОВ МИКРОБИСИНТЕЗА.

При оценке эффективности всех дрожжевых компонентов не отмечено алиментарных патологий, а развитие личинок соответствовало описанному в соответствующей литературе стадиям и этапам (Детлаф, Гинзбург, 1954; Богданова, 1967; Вернидуб и др., 1971). Данные общего химического состава тела молоди осетровых при производственных испытаниях новых компонентов имели близкие значения и находились в пределах физиологической нормы.

Показатели крови молоди белуги и русского осетра на комбикорме с БВК-паприном несколько лучше, чем на корме с биокорном (рис. 2).

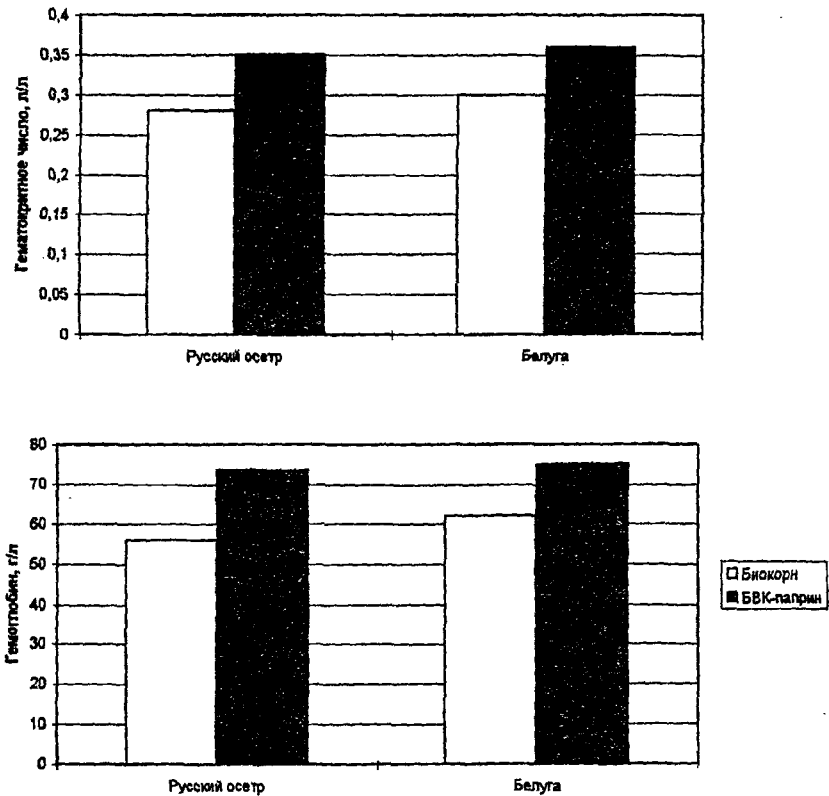


Рис. 2. Показатели крови молоди осетровых массой 10 г на различных вариантах комбикорма ОСТ-5.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При разработке рецептов стартовых комбикормов необходимо учитывать особенности формирования пищеварительной и ферментной систем в раннем онтогенезе. Исходя из функциональных возможностей пищеварительной системы, к моменту начала активного питания личинки осетровых способны переваривать и усваивать

только небольшие, не имеющие плотных оболочек организмы, каковыми являются мелкие планктонные формы. Анализ химического состава естественной пищи ранней молоди осетровых показал, что в мелком пресноводном зоопланктоне наиболее высокий удельный вес занимает фракция полипептидов с низкой М.м. (1000-1300 дальтон), что указывает на наличие простых белковых структур. Продукты микробного синтеза имеют высокое содержание растворимого протеина (20-40%), а также низкомолекулярных белковых фракций, что обосновывает целесообразность их включения в состав стартовых комбикормов для осетровых рыб. Кроме того, нуклеиновые кислоты, содержащиеся в дрожжах, выполняют белоксберегающую функцию в питании личинок рыб, поскольку целенаправленно расходуются на процессы клеточного синтеза. Среди исследованных нами новых компонентов микробного синтеза в составе стартового комбикорма наиболее эффективны дрожжи биокорн. Применение белотина и биотрина не приводит к повышению эффективности комбикорма.

## ВЫВОДЫ

1. На основе изучения развития пищеварительной системы осетровых рыб в раннем онтогенезе выявлены ее некоторые морфологические и функциональные особенности, указывающие на способность личинок утилизировать только простые белковые вещества, что следует учитывать при разработке стартовых комбикормов.

2. Исследование особенностей питания ранней молоди осетровых в естественных водоемах и оценка состава питательных веществ живых кормовых организмов позволяет установить преобладание в них простых белковых структур. Так, в мелком зоопланктоне доминирует фракция полипептидов с молекулярной



массой 1000-1300 дальтон. В составе липидов планктона отмечен высокий уровень жирных кислот линоленового и линолевого рядов при преобладании кислот С-18 и С-20.

3. С учетом изучения состава естественной пищи молоди осетровых и морфо-функциональных особенностей их пищеварительной системы выявлена необходимость балансирования стартовых комбикормов по белкам определенной молекулярной массы. По результатам собственных исследований с привлечением литературных данных уточнены потребности молоди осетровых в структурных элементах питания и на их основе разработана базовая рецептура комбикорма ОСТ-5, сбалансированная по составу низкомолекулярных белковых соединений и содержащая свыше 6% полипептидов с М.м. 1000-1300 дальтон.

4. Биохимический анализ изученных видов кормового сырья микробиологического происхождения позволил выявить следующее:

4.1. Максимальное количество растворимого белка и низкомолекулярных полипептидов содержат гапрын, папрын и эпрын.

4.2. Новые продукты микробсинтеза - биокорн, белотин и биотрин по уровню общего протеина и его водорастворимой фракции близки к гидролизным дрожжам (гиприну).

4.3. Из новых видов дрожжей наиболее высокое содержание водорастворимого белка (18,3%) и полипептидов с М.м. 1000-1300 дальтон (10,1%) отмечено в биокорне.

4.4. В составе липидов биокорна, белотина и биотрина находятся весьма ценные полиненасыщенные жирные кислоты, в том числе 20:5ω 3 (6,5-14,0%).

4.5. Высокое содержание низкомолекулярных фракций белка в продуктах микробного синтеза является обоснованием необходимости их использования в стартовых кормах для осетровых рыб.

5. При изучении рыбоводно-биологической эффективности испытанных кормовых компонентов микробиосинтеза установлено:

5.1. Наилучшие результаты по темпу роста, выживаемости молоди осетровых рыб и использованию ими питательных веществ кормов дает применение в составе стартового комбикорма гаприна, эприна и паприна, что коррелирует с характеристикой их белковой части.

5.2. Среди нетрадиционных видов дрожжей максимальной питательной ценностью обладает биокорн. При замене им паприна и эприна в составе стартового комбикорма ОСТ-5 получены результаты, близкие к контролю - выживаемость молоди русского осетра и бестера равна 75-90%, среднесуточный прирост массы тела - 5,2-7,7%, кормовые затраты - 2,1-2,5 ед.

5.3. Выращивание молоди белуги на комбикорме ОСТ-5 с введением биокорна практически одинаково эффективно, как и на корме с паприном: выживаемость рыб равнялась, соответственно, 77,3 и 78,6%, среднесуточный прирост - 6,75 и 6,8%, кормовые затраты - около 2,5 ед.

5.4. Использование новых микробных продуктов белотина и биотрина в составе стартового комбикорма приводит к резкому увеличению расхода кормов на прирост рыб (до 7,9 и 5,7 ед., соответственно) и ухудшению показателей выращивания. Таким образом, эти виды дрожжей обладают низкой питательной ценностью.

6. На основе выполненных исследований определена норма введения продуктов микробиосинтеза в рацион питания молоди осетровых рыб (22%), с учетом которой разработана и успешно прошла производственную проверку модифицированная рецептура стартового комбикорма ОСТ-5 с биокорном.

7. Анализ физиологического состояния молоди осетровых рыб при питании комбикормами, содержащими компоненты микробного

происхождения по зоотехнической норме, показал отсутствие заболеваний алиментарного характера.

#### ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ

1. Разработанный нами новый стартовый комбикорм ОСТ-5, содержащий 22% продуктов микробиологического происхождения, рекомендуется для выращивания молоди белуги, русского осетра, бестера в условиях осетровых рыбоводных заводов индустриального типа до массы 3 г. Выращивание последующих возрастных групп рыб следует продолжать при использовании производственных комбикормов.

2. Паприн, эприн и гаприн являются наиболее эффективными продуктами микробiosинтеза и рекомендуются для включения в состав стартовых комбикормов для осетровых рыб. Целесообразно возобновить их производство на биохимических заводах России.

3. Из выпускаемых в настоящее время видов дрожжей при изготовлении стартовых осетровых кормов следует использовать биокорн, вырабатываемый АООТ "Волгоградбиосинтез".

4. Дрожжи белотин и биотрин могут быть использованы в составе стартовых комбикормов только при условии дополнительного применения живых кормовых организмов (*Artemia salina*, дафнии и др.).

5. На биохимических заводах возможно улучшить состав и эффективность новых видов дрожжей при условии совершенствования технологии рафинирования конечного продукта и освобождения его от остатков растительного субстрата, содержащего клетчатку.

6. Рекомендуется специализированным заводам рыбных гранкормов (Ростовскому, Белгородскому, Днепропетровскому) ежегодно направлять заказ АООТ "Волгоградбиосинтез" на производство и поставку промышленных партий дрожжей биокорн для изготовления стартовых комбикормов.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Судакова Н.В. Активность ключевых ферментов энергетического обмена у русского осетра *Acipenser guldénstädti Brandt* // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем: Тез. докл. Конф. молодых ученых, Владивосток, ТИПРО-центр, 17-18 мая 1995 г. - Владивосток, 1995. С. 16-17.

2. Судакова Н.В. Показатели эффективности нового стартового комбикорма ОСТ-4 для осетровых рыб // Сб. научн. тр.: Вестник Астраханского государственного технического университета, вып. 2. - Астрахань, 1996. С. 69-71.

3. Пономарев С.В., Казарян А.Т., Латреш Х., Маринова Г.П., Судакова Н.В., Пономарева Е.Н. Новые стартовые комбикорма для молоди осетровых рыб и севанских форелей // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Тез. докл. Междунар. симпозиума, Адлер, 21-24 окт. 1996 г. - Краснодар, 1996. С. 25.

4. Судакова Н.В. Применение новых продуктов микробного синтеза в составе стартовых комбикормов для осетровых рыб // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл., Астрахань, сентябрь 1997 г. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 327-328.

5. Пономарев С.В., Вахарева А.А., Лагуткина Л.Ю., Судакова Н.В. Новый способ создания рецептов стартовых комбикормов для молоди осетровых рыб // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл., Астрахань, сентябрь 1997 г. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 336-337.

6. Судакова Н.В. Новые отечественные продукты микробного синтеза в составе гранулированного комбикорма ОСТ-4 для ранней молоди осетровых рыб // Первый конгресс ихтиологов России: Тез. докл., Астрахань, сентябрь 1997 г. - М.: Изд-во ВНИРО, 1997. С. 338-339.

7. Soudakova N.V., Ponomariov S.V. New types of mixed feed for sturgeons //// 3 International sympos. on sturgeon: Booklet of abstracts, Piacenza, Italy, July 8-11/1997. P. 77-78.