

На правах рукописи

Вильф

Саенко Елена Михайловна

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПТИМИЗАЦИИ БЕЛКОВОГО ПИТАНИЯ
МОЛОДИ ОСЕТРА ПРИ ИСКУССТВЕННОМ КОРМЛЕНИИ**

06.02.05. - Физиология, биохимия и биотехнология
сельскохозяйственных животных

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Ростов-на-Дону, 1998

Работа выполнена в лаборатории интенсивных биотехнологий
Азовского НИИ рыбного хозяйства

Научный руководитель - доктор биологических наук,
старший научный сотрудник Абросимова Н. А.

Официальные оппоненты: доктор биологических наук,
профессор Проскураков М. Т.

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник Бондаренко Л. Г.

Ведущее предприятие - Астраханский Государственный Технический
Университет

Защита состоится "19" июня на заседании диссертационно-
го совета К 120.23.08. Кубанского государственного аграрного универ-
ситета 10 часов в ком. 115 (зоофак).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета по
адресу: 350044, Краснодар, ул. Калинина, 13

Автореферат разослан "19" июня 1998 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
к. с. /х. н. , доцент

Баюров Л. И.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Современная хозяйственная деятельность оказывает существенное негативное влияние на экосистему водоемов, вследствие чего отмечается снижение их продуктивности и уменьшение численности гидробионтов, в т.ч. рыб (Воловик и др., 1995). В этой связи все большее значение приобретает воспроизводство рыбных запасов и товарное рыбоводство, дальнейшее развитие которых в последние 10-летия характеризуется переходом от экстенсивных к интенсивным методам выращивания с использованием искусственных кормов. Однако интенсификация рыбоводства, как животноводства и птицеводства, не возможна без решения обеспечения животных физиологически адекватными и полноценными комбикормами. При этом особое место отводится белковому питанию.

Известно, что рыбы, по сравнению с сельскохозяйственными животными, для нормального роста и развития нуждаются в более высоком уровне протеина и жира, обладают более низкой способностью использовать углеводы и почти не могут усваивать клетчатку, что обусловлено как средой обитания, так и физиологией их питания (Щербина, 1973; Сорвачев, 1982; Остроумова, 1983). В равной мере это относится и к молоди осетровых рыб. Следовательно, при интенсификации культивирования рыб разработка и использование высокоэффективных кормов с физиологически адекватным протеином становится одним из важнейших условий их успешного выращивания.

Для большинства культивируемых рыб установлена потребность в протеине и незаменимых аминокислотах, жире и отдельных жирных кислотах, углеводах и минеральных веществах, на основании чего разработаны стартовые и продукционные комбикорма, а также различные витаминные и минеральные премиксы (Halver, 1972; Щербина, 1979; Ketola, 1982; Cowey, Luquet, 1983; Бурлаченко, 1991; Канидьеv, 1984; Сергеева, 1989; Гамыгин, 1996). В отношении осетровых рыб определены потребность в протеине, жире, разработаны стартовые и продукционные комбикорма, липидная и каротиноидная добавки (Шевченко, Ноякшева, 1981; Абросимова и др., 1984; Бондаренко, 1985; Абросимова и др., 1989, 1990, 1992). Для оптимизации искусственной пищи были начаты исследования по изучению потребности ранней молоди осетровых в незаменимых аминокислотах, предложена формула корма, в которой отражены структура протеина, жира, углеводов (Саенко, 1992, 1994; Saenko, 1993; Абросимова, Саенко, 1996; Абросимова, 1997).

Несмотря на значительный объем проведенных исследований все еще не ясно, в какой мере протеин искусственных кормов может компенсировать потребность как личинок, так и мальков осетра в белковых веществах и, особенно, в аминокислотах в зависимости от структуры и дисперсности протеина искусственной пищи. Такие исследования актуальны как с биологической, так и экономической позиций. Это обусловлено тем, что по мере роста и развития, а также формирования органов пищеварительного тракта, когда полостное пищеварение преобладает над мембранным, мальки рыб в сравнении с личинками в меньшей степени должны нуждаться в низкомолекулярных пептидах, основными источниками которых являются дорогостоящие гидро-, ферменто- и аутолизаты. Кроме того, согласно А. М. Уголева (1987) неадекватность протеина физиологическим особенностям организма, в т. ч. возрастным, не создает соответствующей нагрузки на различные системы организма, что может привести к замедленному развитию и некоторым патологиям.

Цель и задачи исследований. Целью нашей работы явилась оптимизация белкового питания личинок и мальков русского осетра за счет использования новых нетрадиционных источников кормового белка в стартовых комбикормах.

Для достижения этой цели необходимо было решить ряд конкретных задач:

- уточнить потребность в незаменимых аминокислотах личинок и мальков осетра;
- изучить фракционный состав белковых веществ традиционного для рыбных комбикормов сырья, а также новых перспективных источников протеина;
- определить распределение аминокислот в растворимых и нерастворимых белковых веществах кормовых ингредиентов;
- определить оптимальный для разновозрастной молодежи осетра фракционный состав кормового белка в комбикормах на основании оценки их физиологической питательности.

Научная новизна. Впервые на основании аминокислотного состава белков икры и тела молодежи рассчитана потребность молодежи осетра в незаменимых аминокислотах. Установлено, что при различии в абсолютном количестве незаменимых аминокислот икры и тела их баланс (относительно лизина) достаточно идентичен. Определена структура протеина, в т. ч. распределение аминокислот между растворимой и нерастворимой фракциями кормового белка. Впервые показано, что баланс аминокислот растворимом и нерастворимом белках сохраняется, что позволяет при составлении диет использовать аминокислотный

состав тотального белка. Определено, что при содержании в кормах компонентов рыбного происхождения в количестве не менее 40% корма имеют необходимый набор и соотношение аминокислот для личинок и мальков. При этом наибольшее значение на рост разновозрастной молоди осетра, физиологическую питательность искусственной пищи и ее продукционные свойства имеют уровень растворимости протеина и содержание в ней поли- и олигопептидов. Впервые выявлены различия физиологической адекватности кормового белка для личинок и мальков осетра.

Практическая значимость. Установлено, что для разновозрастной молоди осетра требования к структуре пищевого белка различны. Доказано, что для личинок уровень растворимых белков должен составлять 33-37%, при содержании в них полипептидов 41-43% и олигопептидов 14%, для мальков, - 22-25, 36-38 и 8,5-10,3% соответственно. Для оптимизации белкового питания молоди осетра предложено использование в качестве эффективных кормовых компонентов Су-беркон (концентрат рыбного бульона), соевый белковый концентрат, гидролизат соевого шрота с высоким содержанием растворимых белковых веществ, в т.ч. полипептидов. Определено, что при содержании в комбикормах компонентов рыбного происхождения в количестве 40-48% уровень и баланс незаменимых аминокислот практически соответствует потребности в них личинок и мальков осетра. Предложены рецептуры стартовых комбикормов со структурой белка адекватной разновозрастной молоди осетра.

Апробация работы. Основные материалы диссертации представлены и обсуждены на межлабораторных коллоквиумах и Ученом Совете АзНИИРХ, Областной научно-практической конференции молодых ученых "Механизмы интеграции биологических систем. Проблема адаптации" (Ростов н/Д, 1988), 6-й Ростовской областной научно-практической школы-семинара "Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды" (Ростов н/Д, 1990), первой международной конференции "Биологические ресурсы Каспийского моря" (Астрахань, 1992), Международном симпозиуме по осетровым (Москва, 1993), международной конференции "Пресноводная аквакультура в условиях антропогенного пресса" (Киев, 1994), Международном симпозиуме "Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре" (Адлер, 1996), Первом Конгрессе ихтиологов России (Астрахань, 1997). Производственные испытания стартовых комбикормов с различным уровнем растворимых белков, поли- и олигопептидов проведены на рыбоводных заводах Ростовской области.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ, защищено 2 авторских свидетельства, 2 рационализаторских предложения.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 120 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методики, результатов опытов и их обсуждения, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Текст иллюстрирован 25 таблицами и 4 рисунками. Список литературы включает 292 работы, в т. ч. 93 на иностранном языке.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе дан анализ белкового питания некоторых животных, в т. ч. рыб. Рассмотрены потребность различных видов рыб в белке и незаменимых аминокислотах, питательная ценность кормового сырья, методы оценки качества протеина и влияние аминокислотных препаратов на физиологическую питательность кормового белка в составе комбикормов. Рассмотрены пути оптимизации белкового питания в раннем постэмбриогенезе.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа, производственные испытания комбикормов и статистическая обработка материала выполнены в период с 1988 по 1996 г. г. в лаборатории интенсивных биотехнологий и бассейновом цехе Рогожкинского рыбоводного завода Ростовской области. Объектом исследований служили неоплодотворенная икра, эмбрионы на выклеве, предличинки при переходе на активное питание, личинки и мальки русского осетра. Инкубирование икры проводили в аппаратах "Осетр". Опытное выращивание и кормление личинок и мальков проводили в пластиковых проточных бассейнах ИЦА-2 с круговым током воды в 2-кратной повторности. Технология содержания во всех вариантах была идентичной и в соответствии с инструкцией (Абросимова и др., 1989). Условия водной среды на всех этапах были близки к оптимальным.

Для разработки комбикормов с различным содержанием растворимых белков, поли- и олигопептидов изучены структурные особенности протеина 10 видов кормового сырья животного и растительного происхождения и микробиального синтеза, широко используемых при производстве стартовых комбикормов, в т. ч. нетрадиционные высокобелковые компоненты как Суберкон, гидролизат соевого шрота (ГСШ) и

белковый соевый концентрат (ВСК). С учетом фракционного состава протеина этих компонентов было составлено 6 рецептур. При оценке эффективности опытных диет приняты методы М. А. Щербини (1983). Определяли скорость роста, выживаемость, упитанность, затраты кормов, эффективность использования протеина (ЭИП) и энергии (ЭИЭ) на рост рыб.

Содержание основных групп органических и минеральных веществ определяли по М. А. Щербине (1983), гликогена антроновым методом (Лиманский и др., 1984), энергии - расчетным путем с использованием энергетических эквивалентов. Аминокислотный анализ проводили на обезжиренных образцах после кислотного гидролиза 6N HCl в течение 24 часов при температуре 105 град. С, на жидкостном анализаторе "Hitachi-835" по прописи фирмы, разделение растворимых белковых веществ по молекулярно-весовым параметрам проводили методом гель-фильтрации (Северин, Соловьева, 1989; Дабре, 1989) на колонках размером 1,5 x 50 см и объемом 96 куб. см с использованием Сефадекса G-50. При характеристике дисперсности белковых веществ использовали классификацию Х-Д. Якубке, Х. Ешкайт (1985): высокомолекулярные белки - белковые вещества с массой более 10 тыс. дальтон (Да), полипептиды и олигопептиды - белковые вещества с массой 1,5 тыс. - 10 тыс. Да, и менее 1,5 тыс. Да соответственно.

Для определения потребности в незаменимых аминокислотах молоди осетра использовали расчетный метод, основанный на аминокислотных компонентах икры и тела рыб (Кремер, 1965; Ketola, 1982). Расчет скоров (степень соответствия соотношения аминокислот кормов их соотношению в "идеальном белке") в компонентах и комбикормах проводили с учетом аминокислотного состава общего и водорастворимого белка компонентов и экспериментальных комбикормов.

За период работы изучен химический состав, в т.ч. уровень растворимости и дисперсности белков, а также содержание аминокислот в тотальном и водорастворимом белке 10 ингредиентов комбикормов, в т.ч. 3 нетрадиционных. Испытано 6 вариантов кормов, отличающихся уровнем растворимых белков и фракционным соотношением высокомолекулярных белков, поли- и олигопептидов. В рыбоводно-биологических анализах использовано около 2000 икринок, предличинок, личинок и мальков рыб. Проведено 850 биохимических определений, в т.ч. 70 аминокислотных, 110 растворимости и фракционного состава белков. Статистическую обработку результатов проводили по общепринятым методикам (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Физиологическая потребность ранней молоди осетра
незаменимых аминокислотах**

С целью уточнения потребности в аминокислотах и их оптимальном соотношении для разновозрастной молоди был изучен состав и соотношение (% к лизину) аминокислот в икре, предличинке, личинке, мальках осетра и комплексе живых кормов, а также утилизация их в процессе развития зародыша и предличинки.

В процессе эмбрионального периода развития осетра расход питательных веществ организма составил 25-38% ($P < 0,001$) у предличинок к завершению эндогенного питания по сравнению с икрой и - в 2-5 раз ($P < 0,001$). В наибольшей степени в период развития эмбриона и предличинок утилизируются белки. При постоянстве качественного аминокислотного состава белков отмечается снижение количественного уровня практически всех аминокислот. Уровень незаменимых аминокислот снижается с 52% в икре до 38% у личинки при переходе на активное питание. При этом доля кислых аминокислот повышалась более чем в 2 раза относительно основных, за счет чего аминокислотный спектр приобретал более выраженный кислотный характер (рис. 1).

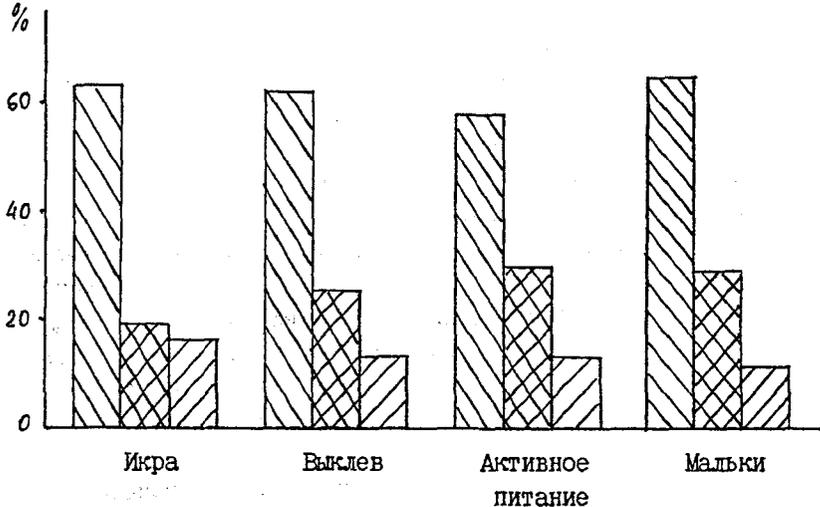


Рис. 1. Содержания нейтральных, кислых и основных аминокислот в белках икры, предличинки личинок и мальков осетра.
▨ - нейтральные; ▩ - кислые; ▤ - основные.

Наибольшее сходство кислотно-основного баланса аминокислот отмечалось у предличинки при переходе на активное питание и мальков осетра.

При зародышевом развитии утилизация аминокислот на 79% проходила за счет незаменимых. Из них в наибольшей степени - около 56% - расходовались лейцин, аргинин и изолейцин. Из заменимых аминокислот в большей степени утилизировались аланин, доля которого в расходе заменимых аминокислот составляла 72%, и минимально - не более 1 и 3% - гистидин и глутаминовая кислота соответственно. Для фенилаланина, тирозина и глицина отмечалось некоторое накопление - на 0,6, 7,5 и 28% соответственно. При развитии предличинки в период эндогенного питания расход аминокислот желточного мешка происходил более экономно. В наибольшей степени утилизировался лизин и фенилаланин (43% от утилизированных незаменимых аминокислот), пролин и тирозин (61% от утилизированных заменимых аминокислот). Расход метионина, аргинина и гистидина не превышал 8% суммы утилизированных незаменимых аминокислот, а глутаминовой кислоты - 8% суммы заменимых. Высокий уровень трат аминокислот, особенно незаменимых, обусловлен, вероятно, не только включением их в пластический обмен, но и участием в энергетическом обмене в условиях эндогенного питания.

Наибольшее сходство в соотношении аминокислот было между белками икры и тела мальков осетра. Достаточно большие отличия выявлены для фенилаланина и гистидина, уровни которых в белках тела мальков осетра более чем в 1,5 раза выше и метионина - в 1,4 раза ниже по сравнению с икрой. Баланс незаменимых аминокислот в живом корме достаточно близок к соотношению их у осетра, хотя по отношению к лизину в естественных кормах уровень метионина ниже в 5-6, а гистидина выше в 1,5-3 раза по сравнению с белками икры и мальков. Это свидетельствует об определенном аминокислотном балансе в белках как организма осетра в процессе развития, так и их пищевыми объектами.

Известно, что оптимальным по протеину является его содержание в комбикормах не менее 410-420 г переваримого протеина на 1 кг корма, что соответствует уровню 48-53% валового протеина в комбикормах (Абросимова, 1997).

Потребность в незаменимых аминокислотах, рассчитанная по составу белков тела мальков (табл. 1) ниже по сравнению с рассчитанными

Таблица 1

Потребность молодежи осетра в незаменимых аминокислотах

Аминокислоты	% сухого вещества корма		%, к лизину	
	1	2	1	2
Лейцин	4,6...5,1	3,2...3,6	112...113	133
Изолейцин	3,4...3,7	1,8...2,0	82...83	75...74
Валин	3,1...3,5	2,0...2,2	71	83...81
Фенилаланин	2,5...2,8	2,5...2,8	58...60	104...104
Треонин	2,8...3,1	1,7...1,9	68...69	71...70
Лизин	4,0...4,4	2,4...2,7	100	100
Метионин	1,0...1,1	0,5	24	19-21
Аргинин	3,0...3,3	2,0...2,3	80	83...85
Гистидин	0,6...0,7	0,7	13...15	26-29

Примечание: 1 - потребность рассчитанная по аминокислотному составу белков икры; 2 - потребность рассчитанная по аминокислотному составу белков мальков.

ми величинами на основе аминокислотного состава белков икры в лейцине - на 29,4-30,4%, изолейцине - на 46-47,1%, валине - на 35,5-37,1% треонине - на 38,7-39,3%, лизине - на 38,6-40%, метионине - на 50-54,6% и аргинине на 30,3-33,3%. Исключение составили фенилаланин и гистидин. Несмотря на отмеченные количественные различия баланса незаменимых аминокислот (по отношению к лизину) потребность в незаменимых аминокислотах, рассчитанная по аминокислотным программам икры и тела осетра, близка.

Соотношение незаменимых аминокислот белков икры и тела мальков осетра достаточно идентично с их соотношением в белках естественных кормовых организмов, что свидетельствует об определенном сходстве аминокислотного баланса в организме осетра и естественной пище.

Физиологическая адекватность протеина основных компонентов комбикормов для ранней молодежи осетра

Для оценки физиологической адекватности протеина кормов были исследованы растворимость белков, их фракционный и аминокислотный

состав, а также распределение аминокислот между растворимой и нерастворимой белковой фракциями.

Наибольшая растворимость белков характерна для Суберкона, кровяной муки и сухого обрат - 94-98%, а из растительного сырья - гидролизата соевого шрота - 55% (табл. 2).

Таблица 2

Содержание растворимых белков основных компонентов искусственных кормов и их фракционный состав, г/кг

Компоненты	Сырой протеин	Перева- римый протеин	Растворимые белковые вещества			
			Сумма	Белки	Поли- пептиды	Олиго- пептиды
		/*				
Суберкон	620	601	594	37	385	146
Рыбная мука	676	588	102	50	43	9
Кровяная мука	827	595	814	779	33	-
Сухой обрат	348	271	328	203	111	12
Белковый соевый концентрат	647	589	136	29	69	34
Соевый шрот	407	362	11	2	5	4
Гидролизат соевого шрота	433	407	237	16		209
Подсолнечный шрот	399	355	38	4	18	12
Верносмесь	138	135	21	8	9	4
Эприн	564	525	82	28	40	13

Примечание: * - по данным Н. А. Абросимовой (Абросимова, 1997)

Наименьшая растворимость отмечена для белков соевого шрота - около 3%. Рыбная мука, эприн, подсолнечный шрот и верносмесь имеют достаточно близкую в процентном соотношении растворимую фракцию белков - 10-15%. Эти данные позволяют с достаточной достоверностью утверждать, что растворимость белков кормов определяется не только особенностью белков исходного сырья, но и технологией его производства (рис. 2).

Растворимые животные белки в основном представлены белками с М. М. более 10 тыс. Да, а затем полипептидами с М. М. 1,5-10 тыс. Да, суммарная доля которых составляет более 71% с преобладанием высо-

комолекулярных белковых веществ. Исключение составляет Суберкон, в котором растворимые белки на 65 и 25% представлены полипептидами и олигопептидами соответственно. Чрезвычайно велико (до 96%) количество белков с М.М. более 10 тыс. Да в кровяной муке, что, вероятно, является одним из факторов более низкой по сравнению с

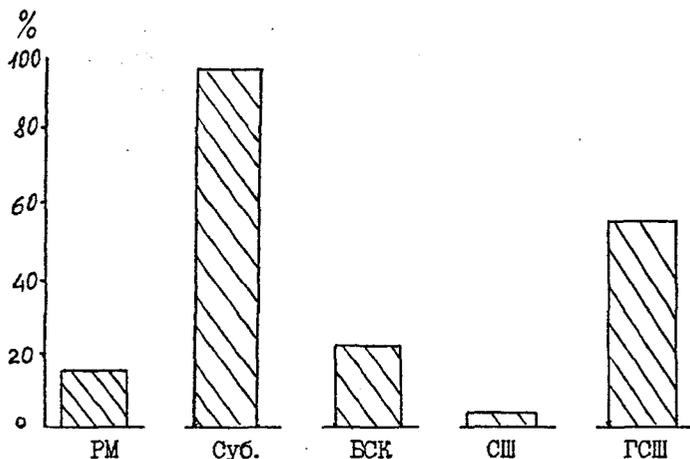


Рис.2. Содержание растворимых белков кормов в зависимости от исходного сырья и технологии производства, % сырого протеина. РМ - рыбная мука; Суб. - сухой концентрат рыбного бульона; БСК - белковый соевый концентрат; СШ - соевый шрот, ГСШ - гидролизат соевого шрота.

другими кормами переваримостью сырого протеина и доступностью аминокислот для личинок и мальков рыб (Шербина и др., 1985; Абросимова, 1997).

Несмотря на невысокую растворимость белковых веществ растительного происхождения (не более 4% тотального белка), они в основном представлены поли- и олигопептидами, на долю которых приходится более 60%. Гидролиз соевого шрота способствует не только увеличению растворимости белковых веществ, но и повышению количества поли- и олигопептидов до 88%, что обуславливает повышение питательности белков сои для ранней молоди рыб. По сравнению с другими традиционными растительными компонентами наибольшей растворимостью белков (2-4 раза) и содержанием поли- и олигопептидов (более чем в 4 раза) характеризовался подсолнечный шрот.

Важное значение в стартовых комбикормах для рыб, в т.ч.

осетровых, сохраняется за продуктами микробиального синтеза, характеризующимися высокими продуктивными свойствами близкими к кормовому сырью животного происхождения (Абросимова и др., 1984; Остроумова, 1991; Абросимова, 1997). Особый интерес представляет эприн ввиду отсутствия в нем остаточных углеводов и низкого содержания нуклеиновых кислот (Аеев и др., 1987; Петрухин, 1989). Растворимость белков эприна около 15% как и в рыбной муке. Однако по сравнению с ней доля поли- и олигопептидов в растворимых белках эприна больше на 17 и 80% соответственно. В этой связи частичная замена эприном рыбной муки способствует повышению уровня пептидов в комбикормах.

В результате анализа аминокислотного состава установлено, что абсолютное содержание аминокислот в той или иной фракции белков находится в прямой зависимости от уровня растворимости белковых веществ. Сравнительный анализ баланса незаменимых аминокислот (% к лизину) в нерастворимой и водорастворимой фракциях белков кормового сырья выявил их значительное сходство за исключением зерносмеси и подсолнечного шрота. Из особенностей в распределении незаменимых аминокислот в животных белках является меньшее на 25% относительное к лизину содержание метионина в водорастворимой фракции в Суберконе, отсутствие метионина в водорастворимых белках рыбной муки, лизина и метионина в нерастворимых белках сухого обрата. В связи с этим вызывает сомнение целесообразность увеличения в комбикормах доли рыбной муки при их производстве на комбикормовых заводах с целью компенсации недостатка метионина. В водорастворимых белках эприна также отсутствует метионин. Вероятно, с этим связана необходимость в дополнительном обогащении метионином комбикормов при использовании в них продуктов микробиального синтеза (Петрухин, 1989). В отличие от достаточно идентичного баланса незаменимых аминокислот в водорастворимых и нерастворимых белках соевого шрота, белкового соевого концентрата и гидролизата соевого шрота баланс аминокислот в различных фракциях белка зерносмеси и подсолнечного шрота отличаются. Это, в первую очередь, объясняется большим различием относительного содержания лизина в водорастворимых и нерастворимых белках этих кормов. Так, содержание лизина в водорастворимых белках зерносмеси выше в 1,3 раза, что определяет в них более благоприятный баланс аминокислот. К тому же практически весь метионин сконцентрирован в водорастворимой фракции. В подсолнечном шроте наоборот. Доля лизина в

водорастворимых белках меньше почти на 50%, что обуславливает значительные отличия в нем баланса аминокислот. Однако количество метионина по отношению к лизину более чем в 2,5 раза выше, чем в нерастворимых белковых веществах.

Для оценки возможности удовлетворения потребности в незаменимых аминокислотах рассчитаны скоры аминокислот в тотальном белке и его водорастворимой фракции. Из 9 определенных незаменимых аминокислот согласно скорам, когда за идеальный белок принимали аминокислотный состав икры, являются дефицитными в животных белках от 5 до 7, в растительных - от 6 до 7, а в эприне - от 4 до 5 незаменимых аминокислот. При этом сравнительный анализ скоров незаменимых аминокислот в белках комбикормов показал, что в белках животного, растительного происхождения и микробиального синтеза порядок распределения лимитирующих аминокислот в тотальном и водорастворимом белке достаточно идентичен. 1-ой лимитирующей аминокислотой всех видов кормового сырья является метионин. Исключения составляют из животных белков кровяная мука, тотальный белок рыбной муки и водорастворимый белок сухого обрат, в которых 1-ой лимитирующей аминокислотой являются соответственно изолейцин и аргинин, а метионин - 2-ой. Из растительных компонентов отличаются гидролизат соевого шрота и водорастворимый белок подсолнечного шрота, в которых 1-ая лимитирующая аминокислота - валин и лизин, 2-ая - изолейцин и метионин, а 3-я - треонин и изолейцин соответственно. В белках Суберкона и водорастворимом белке рыбной муки 2-ой лимитирующей аминокислотой является изолейцин, 3-й - фенилаланин и треонин. В белках эприна 2-я и 3-я лимитирующие аминокислоты - изолейцин и аргинин. В растительных белках 2-я -, в основном, либо лизин, либо изолейцин, а 3-я - изолейцин, лизин или треонин.

При расчете скоров незаменимых аминокислот, когда за идеальный белок принимали аминокислотный состав тела мальков количество дефицитных аминокислот в различных белках снизилось до 1-3, за исключением Суберкона и зерносмеси, - соответственно 6 и 4-5 лимитирующих аминокислот. В этом случае порядок лимитирующих аминокислотах в животных белках несколько отличался от рассчитанных относительно икры. Метионин является 1-ой лимитирующей аминокислотой в белках Суберкона и водорастворимых белках рыбной муки. 2-ой лимитирующей аминокислотой в Суберконе, рыбной муке и сухом обрате стал фенилаланин, а 3-й в Суберконе - изолейцин. В эприне

1-ой и единственной лимитирующей аминокислотой остался метионин. В растительных белках порядок лимитирующих незаменимых аминокислот для зерносмеси, соевого шрота и белкового соевого концентрата не изменился. Исключение составили гидролизат соевого шрота и тотальный белок подсолнечного шрота, у которых 2-ой лимитирующей аминокислотой стал изолейцин и лизин соответственно.

Таким образом, абсолютное количество незаменимых аминокислот в водорастворимом и нерастворимом белках различных компонентов определяется уровнем растворимости белков, который определяется как особенностями самого сырья, так и технологией производства. Как правило, баланс аминокислот, особенно незаменимых, в водорастворимых- и нерастворимых белках достаточно близок.

Рецептура и биохимический состав опытных комбикормов

Анализ комплекса живых кормов, отобранный в личиночный и мальковый периоды осетра, соответственно весенняя и летняя пища, показал высокое содержание в кормовых организмах водорастворимых белков и низкомолекулярных пептидов.

Согласно нашим данным белки весеннего и летнего комплекса живых кормов значительно отличаются. Содержание растворимых белков в весеннем комплексе кормов составляет 75%, а летнем - 42% от общего числа белков. Растворимые белки весеннего комплекса представлены, в основном, низкомолекулярными пептидами (М.М. менее 10 тыс. Да), на 2 трети состоящими из олигопептидов (М.М. <1,5 тыс. Да). В растворимых белках летнего комплекса более половины растворимых белков приходится на долю высокомолекулярных (М.М. более 10 тыс. Да), а низкомолекулярные до 92% представлены полипептидами (М.М. 1,5-10 тыс. Да).

С учетом особенности состава протеина кормового сырья животного и растительного происхождения, а также микробиального синтеза было составлено 6 рецептур с различным содержанием растворимых белков, поли- и олигопептидов. Для обеспечения в комбикормах различного количества растворимых белков, в т. ч. пептидов, использовали в соответствующем соотношении такие высокобелковые компоненты как Суберкон, белковый соевый концентрат (БСК) и гидролизат соевого шрота (ГСШ) (табл. 3).

Таблица 3

Состав и питательность комбикормов для личинок и мальков
русского осетра, %

Компоненты	Комбикорма					
	1	2	3	4	5	6
Животного происхождения	57	56	56	59	51	52
в т. ч. Суберкон	20	20	10	10	5	3
Растительного происхождения	31	28	20	24	30	29
в т. ч. ВСК	18	9	10	8	10	6
ГСШ	5	-	-	6	-	-
БВК (эприн)	5	9	17	10	12	12
Жир	6	6	6	6	6	6
Премикс ПФ-1М	1	1	1	1	1	1
Вода	9,0	10,3	9,5	9,8	9,8	9,8
Сырой протеин	54,1	55,0	53,3	53,7	54,7	53,0
Сырой жир	8,5	8,3	8,0	8,5	8,3	8,6
Зола	10,3	10,7	11,6	10,6	11,1	11,0
БЭВ	27,1	26,0	27,1	27,2	25,9	27,4
Валовая энергия, МДж/кг	19,0	18,6	18,5	18,7	18,7	18,6

В качестве источника жира использовали рыбий жир (4%) и специализированную липидную добавку (2%), разработанную нами (Абросимова, Саенко, и др., 1990).

При практически равных уровнях сырого протеина, незаменимых аминокислот, соответствующих физиологической потребности ранней молоди осетра, а также жира, БЭВ и минеральных веществ опытные рационы отличались содержанием растворимых белков и пептидов (табл. 4).

Наибольшее содержание растворимых белков - 40% было в комбикормах 1 и 2. На 27-32% они представлены высокомолекулярными белками (М.М. более 10 тыс. Да). Низкомолекулярные белки (менее 10 тыс. Да) составили 64-70%, в т.ч. олигопептиды (М.М. 1,5 тыс. Да) - 14-19%, полипептиды (М.М. 1,5-10 тыс. Да) - 50%. Уровень свободных аминокислот в данных диетах был максимальный - 3,2-3,3%.

В комбикормах 3 и 4 растворимый белок составил 33-37%, который на 41-43% был представлен высокомолекулярными и на 55-59%

Таблица 4

Содержание растворимого белка (% протеина) и его фракционный состав (% растворимого белка) в опытных комбикормах

Показатели	Комбикорма					
	1	2	3	4	5	6
Растворимый белок	39,6	40,0	32,9	37,0	21,6	25,2
Высокомолекулярный белок (ВБ)	26,5	32,3	41,4	43,0	51,9	52,5
Низкомолекулярный белок (НБ), в том числе	70,3	64,4	58,6	54,6	46,2	47,5
полипептиды (ПП)	50,9	50,2	42,8	40,8	37,7	35,8
олигопептиды (ОП)	19,4	14,2	13,7	13,8	8,5	10,3
Свободные аминокислоты	3,2	3,3	2,1	2,4	1,2	1,4

низкомолекулярными белками. Уровень полипептидов составил 41-43%, олигопептидов - около 14%, свободных аминокислот - 2,1-2,4%.

Наименьший уровень растворимых белков был в кормосмесях 5 и 6 - 22-25%, почти на половину - 52% представленный высокомолекулярными белками. Доля низкомолекулярных белковых веществ составила 46-47%, полипептидов - 36-38%, олигопептидов - 8-10%, свободных аминокислот 1,2-1,4%.

Влияние уровня растворимости и дисперсности белков искусственных кормов на рост и развитие молоди осетра

Результаты выращивания молоди осетра рассмотрены в 2 этапа: первые 15 суток от начала экзогенного питания и последующие 15 суток. Ограничение 1-го этапа 15-ю сутками обусловлено не только завершением критических периодов в развитии молоди осетровых (Трифорова, 1963; Владимиров, 1985), но существенным повышением активности пищеварительных ферментов по сравнению с начальным этапом активного питания в результате активного морфогенеза желудка, поджелудочной железы и пилорических придатков - главных поставщиков протеолитических ферментов (Бондаренко, 1985; Абросимова, 1997), что предусматривает изменение интенсивности пищеварения и соответственно, белкового обмена.

Рыбоводно-биологические показатели

Кормление осетра начали в возрасте 15 дней при переходе на активное питание и средней массе 36-38 мг (табл. 5).

На 1-м этапе наибольшим темпом роста характеризовалась молодь 3 и 4 вариантов - 21,3 и 20,5 мг в сутки. Наиболее высокая скорость роста этих рыб обусловила и наибольшую среднюю массу - 344-356 мг, при достоверных отличиях ($P < 0,05$) рыб 3-го варианта от 1-го и 2-го. Достаточно высоким был темп роста у осетров 5 и 6 вариантов - соответственно 17,3 и 16,5 мг, различия от рыб 3-го и 4-го вариантов - в пределах 15,6-22,5%. Наименьший среднесуточный прирост отмечен у рыб 1-го и 2-го вариантов - соответственно 12,1 и 17,7 мг. Различия в темпе роста у этих рыб от молоди 3-го и 4-го вариантов составили - 49,6-76%, а 5-го и 6-го - 20,4-43%. Выживаемость молоди на опытных диетах была достаточно близкой - 65,8-67%. По величине среднесуточного прироста и средней массе на 1 этапе кормления молодь осетра можно подразделить на 3 группы: А, включающая рыб 1 и 2 вариантов, В - 3 и 4 вариантов и С - 5 и 6 вариантов.

В зависимости от растворимости белков и соотношения поли- и олигопептидов в рационе личинок осетра выявлена аналогичная направленность эффективности использования опытных диет. Минимальными (1,2 ед.) были затраты корма на единицу прироста у рыб 3 и 4 варианта, затем (1,4 ед.) у рыб 5-го и 6-го вариантов. Наиболее высоки кормовые затраты у молоди 1-го и 2-го вариантов, соответственно 2 и 1,7 ед. Наибольшая эффективность использования протеина и энергии корма - свыше 12% - отмечена у молоди 3-го и 4-го вариантов. У рыб 5-го и 6-го вариантов данные показатели были ниже более чем в 1,3 раза, а 1-го и 2-го - более чем в 1,5 раза по сравнению с осетрами 3-го и 4-го вариантов. При этом следует отметить, что различия в эффективности использования протеина и энергии корма на рост рыб между 5-м и 6-м вариантами не превышали 2%, а между 1-м и 2-м составили 14,3 и 18% соответственно.

На 2-м этапе кормления наиболее высокий темп роста - 162-170,7 мг/сут - отмечен у молоди 3-6 вариантов, т.е. групп В и С (табл. 5).

За 15 суток кормления молодь 3-6 вариантов достигла массы 2,73-2,92 г при незначительных - не более 7% - отличиях между ними. Средняя масса молоди 1-го и 2-го вариантов (группа А) за аналогичный период кормления составила 1,83-1,92 г и в среднем в 1,5

Таблица 5

Результаты выращивания молоди осетра

Показатели	Варианты диет					
	1	2	3	4	5	6
1 этап						
Масса						
начальная, мг	36±0,6	38±0,7	38±0,8	36±0,7	38±0,9	38±0,8
конечная, мг	217±35*	244±26*	356±56*	344±53*	297±20	286±39
Темп роста, мг/сут	12,1	13,7	21,3	20,5	17,3	16,5
Выживаемость, %	66,5	67,0	66,1	65,9	66,3	65,8
Затраты корма на						
единицу прироста, г/г	2,0	1,7	1,2	1,2	1,4	1,4
ЭИП, %	7,48	8,55	12,92	13,06	9,91	10,13
ЭИЭ, %	6,47	7,67	11,65	11,68	8,78	8,83
2 этап						
Масса конечная, г	1,83±0,23*	1,92±0,18*	2,92±0,38*	2,81±0,43*	2,73±0,32*	2,81±0,27*
Темп роста, мг/сут	107,5	111,7	170,7	164,5	162,2	168,3
Выживаемость, %	97,2	96,9	96,2	96,8	97,0	97,4
Упитанность	0,73±0,02	0,78±0,02	0,93±0,02	0,89±0,02	0,91±0,02	0,93±0,02
Затраты корма на						
единицу прироста, г/г	1,0	0,9	0,6	0,6	0,6	0,6
ЭИП, %	18,51	20,27	33,46	33,92	33,26	33,73
ЭИЭ, %	16,09	17,91	27,97	28,76	28,66	28,15

Примечание: * - P<0,05

раз достоверно ($P < 0,05$) была меньше по сравнению с рыбами других групп. Вне зависимости от качественного состава протеина выживаемость у молоди достаточно высока - 96,2-97,4% при различиях между вариантами не более 1%. Упитанность рыб на всех вариантах была сравнительно высокой - более 0,7, но молодь 3-6 вариантов по данному показателю превышала осетров 1 и 2 вариантов в среднем на 20%.

Кормовые затраты на 2-м этапе выращивания молоди осетра на всех вариантах диет снизились почти вдвое при наименьших величинах затрат на диетах 3-6. Эффективность использования протеина и энергии корма на рост молоди 5-го и 6-го вариантов практически стала равной аналогичным показателям для осетров 3-го и 4-го вариантов, а для рыб 1-го и 2-го вариантов, как и на 1-м этапе выращивания, оставалась наименьшей - более чем в 1,5 раза по сравнению с другими группами рыб. Различия величины ретенции протеина и энергии корма в ткани молоди 1-го и 2-го вариантов уменьшились на 39 и 34% соответственно.

Биохимический состав и накопление питательных веществ в теле молоди осетра

Через 15 суток кормления (1 этап) существенных изменений биохимического состава тела молоди осетра в зависимости от качества протеина не выявлено (табл. 6).

Таблица 6

Биохимический состав молоди осетра на рационах с различным фракционным составом протеина (1 этап)

Варианты опыта	Вода, %	Абсолютно сухое вещество, %				Энергия, МДж/г
		Протеин	Жир	Зола	Углеводы	
1	88,9	62,8	10,6	12,9	13,7	2,38
2	89,0	62,1	10,9	12,7	14,3	2,36
3	88,5	62,7	11,5	11,0	14,8	2,52
4	88,2	62,0	10,7	11,2	16,1	2,56
5	89,5	62,9	9,8	11,5	15,8	2,26
6	89,5	62,3	10,3	11,5	15,9	2,26

При близком уровне воды и протеина наибольшее содержание жира в теле отмечено у молоди 3-го варианта, что на 6-17% выше по сравнению с рыбами других вариантов. В теле рыб 1-го и 2-го вари-

антов сумма минеральных веществ на 4-17% превышала аналогичный показатель у рыб 4-6-го вариантов. Содержание углеводов и энергии у молоди 4-го варианта было наибольшим - 16,1% и 2,56 МДж/г. Различия по уровню отдельных групп органических и минеральных веществ в теле молоди осетра различных вариантов достигали 18 и 13% соответственно.

По завершению 2-го этапа кормления содержание воды, протеина, жира и золы в теле осетров во всех вариантах было достаточно близким и различия не превышали 2, 4, 11 и 5% соответственно (табл. 7).

Таблица 7

Биохимический состав молоди осетра на рационах с различным фракционным составом протеина (2 этап)

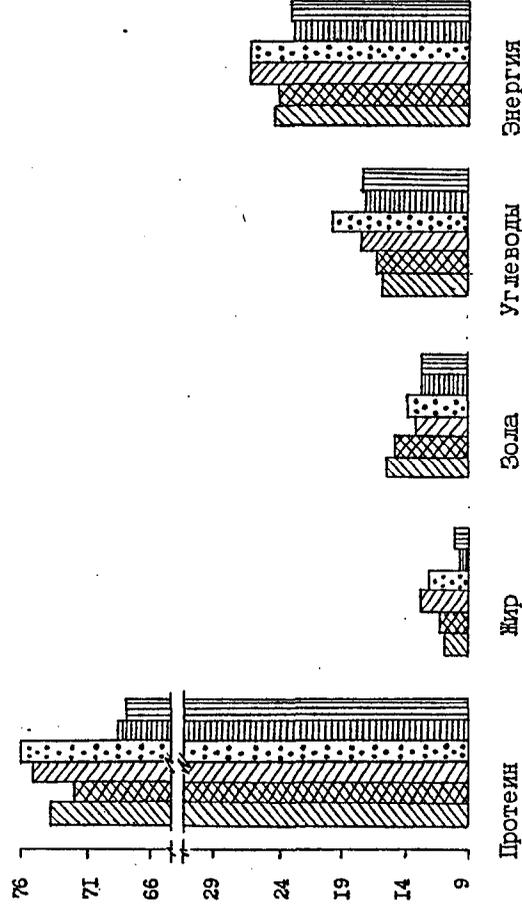
Варианты опыта	Вода, %	Абсолютно сухое вещество, %				Энергия, МДж/г
		Протеин	Жир	Зола	Углеводы	
1	86,8	67,1	13,9	12,5	6,5	2,97
2	87,0	67,1	14,0	12,8	6,1	2,92
3	86,5	69,5	13,5	13,1	3,9	3,03
4	86,0	68,2	13,8	12,9	5,1	3,15
5	86,1	68,3	12,8	12,5	6,4	3,11
6	86,2	67,8	12,6	13,1	6,5	3,06

Количество углеводов соответствовало физиологической норме - не более 6,5% абсолютно сухого вещества при наименьшем (3,9%) у рыб 3-го варианта. Энергия тела молоди осетра была близкой и различия по данному показателю не превышали 8%. Однако отмечена тенденция к повышению количества энергии у осетров 3-6-го вариантов.

Накопление питательных веществ в теле личинок и мальков осетра в определенной степени зависило от физиологической адекватности кормового белка опытных рационов (рис. 3).

На 1-м этапе наибольшее накопление протеина и жира (74,78, 75,9 мг и 12,32, 12,99 мг в 100 г прироста) отмечено у рыб 3-го и 4-го вариантов, а наименьшее (67,82, 68,44 мг и 9,57, 10,14 мг) у молоди 6-го и 5-го вариантов, что на 5-11% было ниже по сравнению с другими рыбами. Наибольшее накопление золы отмечено у рыб 1-го и 2-го вариантов - 15,67 и 15,16 мг. Накопление золы у рыб 5-го и 6-го вариантов составило 12,74 и 12,77 мг в 100 г прироста и было наименьшим. Данная величина у молоди 4-го и 3-го вариантов -

-20-
1 этап



2 этап

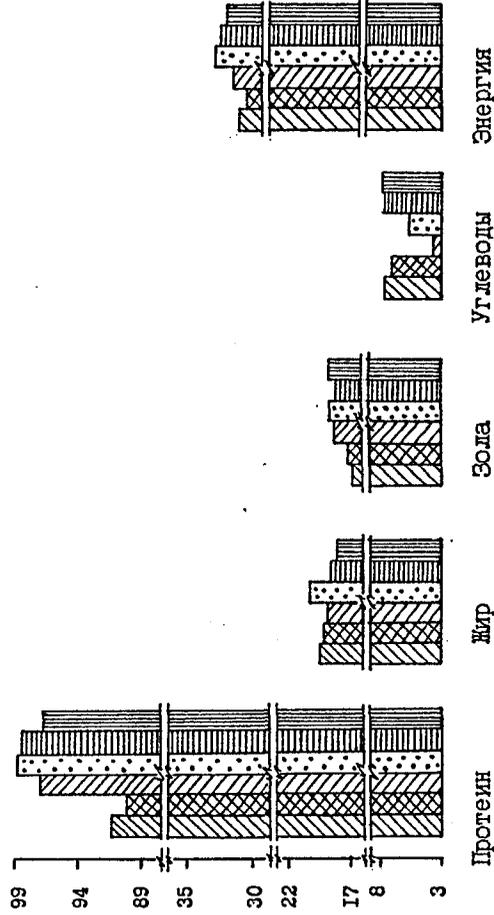


Рис. 3. Накопление органических и минеральных веществ и энергии в теле молоди осетра на рационах с различным фракционным составом протеина, мг (МДж) на 100 г прироста

▨ - 1; ▧ - 2; ▩ - 3; ▪ - 4; ▫ - 5; ▬ - 6

13,3 и 13,9 мг/100 г прироста - отличалась от предыдущей группы на 4-9%. Наибольшая концентрация углеводов отмечена у молоди 4-го варианта - 19,8 мг/100 г прироста, а наименьшая - 15,7 мг - у рыб 1-го варианта. Концентрация углеводов у рыб 3,5 и 6 вариантов была достаточно близка - 17,2-17,6 мг/100 мг прироста. Наибольшее накопление энергии в 100 г прироста отмечено у молоди осетра 4-го, а затем 3-го варианта - 26,2 и 25,9 МДж/100 г. Минимально оно у рыб 5-го и 6-го вариантов - 22,9 и 23,1 МДж/100 г.

На 2-м этапе наибольшая величина концентрации протеина была у молоди 3-6-го вариантов - 96,8-98,6 мг -, золь - 18,0-18,7 мг - и энергии - 31,0-32,3 МДж в 100 г прироста. У рыб 1-го и 2-го вариантов эти же показатели были в пределах 90-92 мг, 16,8-17,0 мг и 30,0-30,5 МДж в 100 г прироста. Наименьшее накопление жира - 18,7 и 18,1 мг соответственно - осталось у молоди 5-го и 6-го вариантов, что, вероятно, обусловлено повышенными энерготратами за счет липидов при повышении скорости роста на 2 этапе.

Таким образом, по совокупности таких показателей, как темп роста, эффективность использования кормов, накопление в приросте основных пластических веществ и энергии, наиболее физиологически адекватной для начального периода кормления (примерно первые 15 суток) является протеин 3-й и 4-й диет. В дальнейшем наиболее продуктивным является протеин 3-6 диет с предпочтением 5-го и 6-го вариантов.

В В О Д Ы

1. В процессе развития икры и предличинок отдельные аминокислоты расходуются с различной скоростью. Из незаменимых аминокислот в наибольшей степени утилизируется метионин, изолейцин, лейцин и аргинин (85-88% от содержания в икре), а из заменимых - пролин, серин и аланин (74-79%). Наиболее экономно среди незаменимых аминокислот расходуются лизин, гистидин и фенилаланин (72-74%), из заменимых - глицин и глутаминовая кислота (59-64%).

2. В процессе развития эмбрионов и предличинок спектр аминокислот приобретает более выраженный кислотный характер. При переходе на активное питание кислотно-основной баланс аминокислот личинок стабилизируется и сохраняется в дальнейшем у мальков.

3. Наибольшее сходство в соотношении аминокислот отмечено между белками икры и тела мальков осетра. Достаточно большие отличия выявлены для фенилаланина и гистидина, уровни которых в белках тела мальков осетра более чем в 1,5 раза выше и метионина

- в 1,4 раза ниже по сравнению с икрой.

4. Физиологическая потребность ранней молоди осетра, рассчитанная по икре составляет: лейцин - 4,6-5,1, изолейцин 3,4-3,7, валин - 3,1-3,5, фенилаланин - 2,5-2,8, треонин - 2,8-3,1, лизин - 4-4,4, метионин - 1-1,1, аргинин - 3-3,3, гистидин - 0,6-0,7, а рассчитанная по телу: лейцин - 3,2-3,6, изолейцин - 1,8-2, валин - 2-2,2, фенилаланин 2,5-2,8, треонин 1,7-1,9, лизин -2,4-2,7, метионин 0,5, аргинин - 2-2,3, гистидин - 0,7 в % сухого вещества корма.

5. Баланс незаменимых аминокислот в живом корме достаточно близок к соотношению их в белке икры и тела мальков осетра, хотя по отношению к лизину в естественных кормовых организмах уровень метионина ниже в 5-6, а гистидина выше в 1,5-3 раза.

6. Абсолютное количество незаменимых аминокислот в водорастворимом и нерастворимом белках различных компонентов определяется уровнем растворимости белков, который обусловлен особенностями самого сырья и технологией производства. Так, в Суберконе (концентрированном рыбном бульоне) уровень растворимого белка и полипептидов выше в 6 раз по сравнению с их содержанием в рыбной муке, а в соевом белковом концентрате и гидролизате соевого шрота - в 12-22 раза по сравнению с соевым шротом. Баланс аминокислот в водорастворимой и нерастворимой фракциях белка кормового сырья достаточно идентичен.

7. Использование высокобелковых компонентов искусственных кормов таких как Суберкон, гидролизат соевого шрота, белковый соевый концентрат позволяет регулировать в комбикормах уровень растворимых белков, поли- и олигопептидов.

8. При содержании в комбикормах компонентов рыбного происхождения в количестве не менее 40% они имеют необходимый набор и соотношение аминокислот для личинок и мальков осетра.

9. Темп роста личинок и мальков осетра, кормовые затраты на их выращивание, эффективность использования протеина и энергии в основном определяются содержанием растворимых белков и их дисперсностью.

10. Наиболее физиологически адекватными для личинок осетра являются комбикорма с содержанием растворимых белков 33-37%, поли- и олигопептидов 41-43 и 14% соответственно. Для мальков наиболее продуктивными являются диеты, содержащие 22-25% растворимых белков, 36-38% полипептидов и 8,5-10,3% олигопептидов.

П Р А К Т И Ч Е С К И Е Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

С целью оптимизации белкового питания разновозрастной молодежи осетра при искусственном кормлении рекомендуется следующее:

1. Стартовые комбикорма для осетра должны содержать незаменимые аминокислоты в следующих пределах лейцин - 3,2-5,1, изолейцин 1,8-3,7, валин - 2 -3,5, фенилаланин - 2,5-2,8, треонин - 1,7-3,1, лизин - 2,4-4,4, метионин - 0,5-1,1, аргинин - 2-3,3, гистидин - 0,6-0,7 в % сухого вещества корма.

2. При балансировании аминокислотного состава комбикормов, в т. ч. и водорастворимой фракции протеина, можно ориентироваться на соотношение аминокислот в тотальном белке, с учетом дефицита метионина в водорастворимых белках кормового сырья из рыбопродуктов и микробиального синтеза (рыбная мука, Суберкон, эприн).

3. Для повышения физиологической адекватности белков искусственных кормов для ранней молодежи осетра, особенно личинок, необходимо введение в комбикорма высокобелковых концентратов или ингредиентов с высоким содержанием растворимых белков, олиго- и полипептидов таких как Суберкон, соевый белковый концентрат, гидролизат соевого шрота.

4. Протеин комбикорма для ранней молодежи осетра в начальный период кормления (примерно первые 15 суток от перехода на экзогенное питание) должен содержать 33-37% растворимых белков, представленных на 41-43% полипептидами и на 14% олигопептидами.

5. Протеин комбикормов при дальнейшем выращивании мальков должен содержать 22-25% растворимых белков, состоящих на 36-38% из полипептидов и 8-10% олигопептидов.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Саенко Е. М. К вопросу адаптации молодежи осетровых к искусственным кормам. // Тез. докл. обл. научн. практ. конф. молодых ученых: Механизмы интеграции биологических систем. Проблема адаптации. - Ростов н/Д, 1988. - С.166.

2. Саенко Е. М. Ретенция протеина в теле молодежи осетра в зависимости от белковой фракции пищи // Тез. докл. 6-й Ростовской областной научно-практ. школы-семинара: Механизмы адаптации животных и растений к экстремальным факторам среды. -Ростов-на-Дону: 1990. - С.194-195.

3. Саенко Е. М. Результаты выращивания осетра на искусствен-

ных кормах с разнокачественным протеином // Тез. докл. I междуна-
родн. конфер.: Биологические ресурсы Каспийского моря, сентябрь
1992 г. - Астрахань, 1992. - С. 347-349.

4. Saenko E.M. Effect of dietary protein class composition
on growth and survival of sturgeon fry // International symposium
on sturgeons, Abstract Bulletin, september 6-11, 1993, - Moscow:
VNIRO, 1993. - P. 93.

5. Саенко Е. М. Потребности молоди осетра и севрюги в незаме-
нимых аминокислотах // Тез. докл. междунар. конф. "Пресноводная
аквакультура в условиях антропогенного пресса" - Киев: 1994. -
С. 157-158.

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

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

8. Абросимова Н. А., Бирюкова А. А., Саенко Е. М. Пути удовлет-
ворения потребности осетровых в жирных кислотах и амнокислотах
// "Первый Конгресс икhtiологов России". Тезисы докладов. Астрахань,
сентябрь, 1997. Москва, изд-во ВНИРО. - М.: ВНИРО, 1997. - С. 326.

9. Абросимова Н. А., Дудкин С. И., Саенко Е. М. Устройство для
минерализации образцов кормосмеси и биологических проб - Рациона-
лизаторское предложение N. 122 от 21.08.1986.

10. Саенко Е. М., Севастьянов А. И. Конструкция комбинированно-
го штатива - Рационализаторское предложение N. 170 от 24.01.89

11. 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.

12. Абросимова Н. А., Белов Е. Г., Саенко Е. М., Полтавцева
Т. Г. Липидная добавка для корма осетровых рыб. - А. с. N1585909
/СССР/. - 199. - ДСП - 9 с.