

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.371/374

**ВКЛЮЧЕНИЕ В СТАРТОВЫЕ КОРМА ДЛЯ СИГОВЫХ РЫБ  
(COREGONIDAE) БАКТЕРИАЛЬНОЙ БИОМАССЫ  
И БЕЛКОВЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ**

© 2018 г. **И.Н. Остроумова, В.В. Костюничев, А.А. Лютиков, В.А. Богданова,  
А.К. Шумилина, Т.П. Данилова, А.В. Козьмина, Т.А. Филатова**

Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга, Санкт-Петербург, 199053  
E-mail: irinaostroum@yandex.ru

Поступила в редакцию 09.03.2017 г.

В стартовых кормах для сиговых рыб массой 8–9 мг испытали бактериальную биомассу на природном газе, рыбные ферментоллизаты, куриные гидролизаты. Лучшие результаты получены при включении бактериальной биомассы, особенно с добавлением жидких соевых фосфатидов после изготовления корма (корм ББФ-2). Растворимая белковая фракция бактериальной биомассы отличалась большим разнообразием пептидов по молекулярной массе (от мелких до крупных). На корме ББФ-2 конечная масса сига *Coregonus lavaretus* и муксуна *C. muksun* составила соответственно 310 и 389 мг, на корме с рыбным ферментоллизатом № 1 – 224 и 205 мг, в контроле – 187 и 156 мг, на импортном корме – 243 и 282 мг. Добавление фосфатидов в корма личинкам, достигшим массы 100 мг, было неэффективным. Вся молодь имела нормальное физиологическое состояние.

**Ключевые слова:** стартовые корма, личинки сиговых рыб, Coregonidae, бактериальная биомасса, рыбные ферментоллизаты, куриные гидролизаты, пептиды, свободные аминокислоты, импортные корма, рост личинок, физиологическое состояние.

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность выращивания качественного посадочного материала рыб для воспроизводства и аквакультуры зависит от полноценности кормления. Наиболее уязвимым моментом в раннем онтогенезе рыб является этап перехода к внешнему питанию. Если в природе высокая смертность на этой стадии часто связана с дефицитом необходимой пищи, то в условиях индустриального рыбоводства — с несоответствием состава стартовых кормов особым требованиям личинок. Создание полноценных стартовых кормов до сего времени является ключевой проблемой в мировой аквакультуре, особенно для рыб с мелкой икрой, личинки которых начинают питаться при незаконченном развитии пищеварительной системы.

Еще в 1950-е гг. профессор Ленинградского госуниверситета Гербильский (1954), изучая гистологические срезы молоди осетровых, заметил, что у личинок, которым давали в качестве первого корма ооциты яичников уклейки, пищеварительный тракт длительное время был забит непереваarenными клетками. Разрушались лишь единичные ооциты. В эпителиальных клетках, выстилающих стенки не сформированного еще полностью пищеварительного тракта, обнаруживались остатки желтка ооцитов, находящиеся на разных стадиях деструкции. Автор пришел к заключению, что в этот период у ранней молоди еще отсутствует полостное переваривание и сохраняется филогенетически древний путь пищеварения — внутриклеточный, поэтому они предъявляют особые требования к начальной пище, на что, по

мнению автора, необходимо обратить самое пристальное внимание при разработке биотехники всех разводимых рыб.

Позднее к такому же выводу пришли исследователи, изучавшие гистологию пищеварительного тракта у приступивших к питанию личинок разных видов морских и пресноводных рыб и наблюдавшие в энтероцитах стенки кишечника разного рода включения — везикулы, вакуоли, мелкие частицы (Govoni et al., 1986; Kjørsvik et al., 1991). Отмечалось также высокое содержание пептидаз в цитозоле клеток (Sahu, Zambonino, 2001), что свидетельствовало об активных внутриклеточных пищеварительных процессах. Количество различных включений и ферментов в энтероцитах по мере роста молоди с развитием мембранного и полостного пищеварения резко снижалось.

В чем заключаются эти особые требования личинок рыб, стало выясняться при изучении биохимического состава их естественной пищи. Исследование структуры водорастворимого белка мелкого зоопланктона с помощью метода гель-фильтрационной хроматографии показало, что более половины его состоит (в отличие от белка взрослых рыб и других позвоночных животных) из легко усвояемых низкомолекулярных соединений — пептидов и свободных аминокислот (Остроумова, Ильина, 1981; Кузьмина и др., 1990; Пономарев, 1995; Латреш, 1998; Carvalho et al., 2003). Было установлено сходство аминокислотного состава растворимого и нерастворимого белка естественной пищи личинок рыб на примере коловраток, что свидетельствовало об аминокислотной полноценности растворимого диспергированного белка (Srivastava et al., 2006). В отличие от этого состав свободных аминокислот мелкого зоопланктона разнообразен. Помимо белковых аминокислот, находящихся в свободном состоянии, обнаружилось преобладание небелковой аминокислоты — таурина (Щербина, 2001) — у коловраток, у молоди и взрослых форм Cladocera: 6–10 % сухого вещества.

Вместе с тем в основных белковых компонентах рыбных кормов — рыбной, а

также мясной и мясокостной муке, которые состоят преимущественно из мышечных тканей крупных организмов, — практически нет мелких пептидов и свободных аминокислот или они находятся в минимальных количествах. Но такие соединения присутствуют в белковых продуктах микробиосинтеза, представляющих собой сухую биомассу из мельчайших быстро растущих организмов (дрожжи, бактерии). Количество пептидов и их разнообразие повышаются при ферментации этой биомассы. Бактерии и дрожжи близки по составу к естественной пище личинок рыб. Они также характеризуются высоким содержанием белка, пептидов, свободных аминокислот, нуклеиновых кислот разных размеров. ГосНИОРХ имеет большой опыт работы с подобными продуктами (Белковые продукты ..., 1991). В свое время использование разработанных во ВНИИСинтезбелок паприна (углеводородные дрожжей на *n*-парафинах нефти), гаприна (бактериальная биомасса на природном газе) и их ферментализатов в составе начальных кормов для молоди рыб позволило создать принципиально новые стартовые корма: для личинок карпа — эквизо (Остроумова и др., 1979, 1988) и для сиговых рыб — ЛС-81 и МС-84 (Князева, 1986), которые длительное время выпускались комбикормовыми заводами и успешно применялись в тепловодном и холодноводном рыбоводстве.

Эти же и другие продукты микробиосинтеза — эприн, меприн — стали использоваться и в составе других стартовых кормов для разных видов рыб: карповых, сиговых, осетровых (Канидьев и др., 1983; Гамыгин и др., 1989; Пономарев, 1995; Абросимова, 1997; Латреш, 1998; Пономарев, Пономарева, 2003). К сожалению, производство высокобелковых продуктов микробиосинтеза в 1990-х гг. прекратилось, несмотря на высокую их оценку представителями науки и практики животноводства, птицеводства, звероводства, рыбоводства, которые рассматривали их в качестве важнейших эффективных заменителей дефицитной рыбной муки (Белковые продук-

ты ..., 1989). С исчезновением ключевых компонентов перестали выпускаться и содержащие их рыбные корма, в том числе и стартовые.

В последние годы неоднократно предпринимались попытки возродить производство гаприна в России, но все они заканчивались, не дойдя до реального получения продукта. Это удалось недавно сотрудникам ООО «ГИПРОБИОСИНТЕЗ», которые освоили изготовление опытных партий бактериальной биомассы на природном газе. Образец из такой партии был передан в ГосНИОРХ для испытаний. В ближайшее время намечен запуск опытно-промышленной установки для изготовления продукта с дальнейшим выходом на более высокие мощности.

Следует отметить, что в Европе уже давно заинтересовались бактериальной биомассой на природном газе. В 1980-е гг. вслед за появлением в нашей стране этого продукта в Норвегии был построен завод по производству гаприна. А недавно заработали небольшие предприятия по выпуску бактериальной биомассы на природном газе в Великобритании и Дании, планируется построить мощный завод в США (Ефимова, 2016). Одним из приоритетных направлений считается использование бактериальной биомассы в кормлении рыб в качестве заменителя рыбной муки.

В составе стартовых кормов неоднократно испытывались и содержащие расщепленный белок гидролизаты различных белковых компонентов, чаще всего ферментоллизаты рыбной муки, рыбного фарша, крилевой муки, мидий, гидролизаты казеина и др. Несмотря на положительные результаты, промышленного применения они не получили. Отсутствие стартовых кормов вынуждает вновь обращаться к подобного рода компонентам. В статье излагаются результаты включения в состав стартовых кормов новой бактериальной биомассы на природном газе производства ГИПРОБИОСИНТЕЗ, рыбных ферментоллизатов АтлантНИРО, куриных гидролизатов ООО «Симбио».

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Опыты с личинками сиговых проводили на базе рыбхоза ООО «Форват» (Ленинградская обл.). Здесь на озере Суходольское, которое входит в Вуоксинскую озерно-речную систему, в садках на искусственных кормах содержатся ремонтно-маточные стада сиговых рыб разных видов, сформированные по технологии ГосНИОРХ (Костюничев, 2011). Благодаря этому можно исследовать молодь сиговых с разным типом питания и особенностями развития. В 2016 г. испытание указанных компонентов проводили на личинках балтийского сига *Coregonus lavaretus* и муксуна *C. muksun* в круглых пластиковых экспериментальных бассейнах емкостью 40 л с круговым током воды. Полная смена воды происходила три раза за 1 ч. Личинки были рассажены до начала внешнего питания в 18 бассейнах по 600 экз. В 9 бассейнах — сига и в 9 — муксун. Опыты проходили в течение 42 сут., с 5 мая по 16 июня, при температуре воды в среднем 13,3°C с постепенным ее повышением с 8 до 14–16°C.

Кроме того, в статье приводятся результаты экспериментов 2015 г. по испытанию куриных гидролизатов в составе кормов для личинок пеляди *C. peled* и нельмы *Stenodus leucichthys nelma* не с первых дней питания. До проведения опытов личинок в производстве кормили науплиями артемии и кормом Biomar Larviva wean-ex («Biomar Group», Дания). К началу экспериментов желточный мешок у пеляди (возраст 12 сут.) еще присутствовал, у нельмы (возраст 17 сут.) полностью резорбирован. Размер бассейнов составлял 1,0×1,0 м, уровень воды — 35 см. Посадка личинок нельмы — 10 тыс. экз., пеляди — 20 тыс. экз. на бассейн. Опыты в 2015 г. продолжались 29 сут., с 22 мая по 20 июня, при средней температуре воды 13,1°C (нарастание от 10 до 15°C).

Уход за личинками сиговых рыб и их кормление во всех опытах осуществляли по рекомендациям ГосНИОРХ (Сборник ..., 2012). Кормили рыб в светлое время суток с 8 утра до 10–11 ч вечера, один раз в час. Раз

в неделю проводили контрольные обловы и взвешивания рыбы. В конце каждого опыта облавливали и взвешивали всю рыбу и собирали материал для дальнейшей обработки.

При сборе необходимых компонентов для изготовления кормов проводили проверку качества их липидов. В случае если показатели окисленности и гидролиза липидов существенно превышали допустимые значения (Картавцева и др., 1987), проводили повторный поиск для замены недоброкачественных ингредиентов. Корма изготавливали методом экструзии на двушнековом экструдере.

Содержание жира в теле рыб и в кормах устанавливали по Фолчу. Подробно методы определения физиологических показателей, в том числе морфологии красной и белой крови на мазках, изложены в нашей предыдущей статье (Остроумова и др., 2016). В качестве предварительных норм физиологических показателей ранней молодежи сеговых использовали опыт, имеющийся в ГосНИОРХе, в том числе описанный ранее (Князева и др., 2007).

Молекулярно-массовое распределение пептидов и аминокислот в компонентах выполнено в ООО «Малое инновационное предприятие. Аналитика, материалы, технология» (МИП-АМТ) по заказу ГосНИОРХ с помощью метода гель-хроматографии на колонке Sephadex G25.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### Контрольный и экспериментальные корма

В качестве контроля использовали корм, близкий по составу корму КСМ-4, на котором ранее были получены лучшие результаты при кормлении молодежи пеляди и нельмы (Остроумова и др., 2016). В состав контрольного корма входили рыбная и мясная мука, сухой белок яйца, пшеничная мука, рыбий жир, сухие соевые фосфатиды (торговое название «Лецитин»), витаминный премикс, физиологически активные добавки. Расчетный состав питательных веществ контрольного корма приведен в табл. 1.

**Таблица 1.** Состав контрольного корма

Вещество	Состав, %
Белок	54,70
Жир	10,70
БЭВ*	13,40
Клетчатка	0,90
Зола	8,60
Лизин	4,03
Метионин	1,61
Метионин + цистин	2,53
Аргинин	3,08
Кальций	3,27
Фосфор	2,09

**Примечание.** \*Безазотистые экстрактивные вещества (углеводы).

Экспериментальные корма отличались тем, что одинаковую (кроме ГК-2 и ГК-3) часть рыбной муки контрольного корма заменяли испытуемыми компонентами (табл. 2). В корм ББФ-2 уже после его изготовления добавляли жидкие соевые фосфатиды.

Результаты анализа распределения по молекулярной массе (м. м.) пептидов и свободных аминокислот водорастворимой белковой фракции испытуемых компонентов представлены в табл. 3. Данные анализа пептидов в курином гидролизате премиум 150 в 2015 г. были получены от фирмы ООО «Симбио» вместе с образцом продукта (табл. 4).

Во всех исследованных ингредиентах табл. 3 и 4 присутствовали имеющиеся в составе мелкого зоопланктона низкомолекулярные соединения белковой природы — пептиды (м. м. от 3000—2500 до 250 Да) и свободные аминокислоты (<150 Да). По содержанию крупных пептидов с м. м. >2500—3000 Да изученные компоненты имели большие различия (от 0,9 до 18,7%). В эту группу могли входить и пептиды с м. м. 6000—10000 Да и выше, которые относят уже к белкам.

Качество липидов изготовленных кормов соответствовало требованиям (табл. 5).

**Таблица 2.** Компоненты, испытываемые в составе экспериментальных кормов

Экспериментальный корм						
ББ-1	ББФ-2	ФР-1	ФР-2	ГК-1	ГК-2	ГК-3
Компонент						
Бактериальная биомасса	Бактериальная биомасса + фосфатиды	Ферментоллизат рыбный № 1	Ферментоллизат рыбный № 2	Гидролизат куриный премиум 150, разные дозы		

**Таблица 3.** Состав пептидов и свободных аминокислот испытываемых компонентов, % от суммы

Образец	Молекулярная масса, Да					
	>2500	1500–2500	1000–1500	500–1000	150–500	<150
Бактериальная биомасса	4,8	8,8	6,8	18,5	29,4	31,5
Рыбный ферментоллизат № 1	18,7	15,9	15,8	21,1	21,2	7,4
Рыбный ферментоллизат № 2	1,4	7,2	12,2	28,9	36,7	13,7
Куриный гидролизат премиум 150 (2016 г.)	0,9	7,7	13,0	19,3	35,7	23,3

**Таблица 4.** Состав пептидов и свободных аминокислот куриного гидролизата премиум 150, 2015 г., % от суммы

Молекулярная масса, Да					
>3000	2000–3000	1000–2000	500–1000	250–500	0–250
18,0	9,5	27,6	26,0	8,1	10,7

**Таблица 5.** Показатели качества липидов экспериментальных кормов

Корм	Гидроперекиси, %J <sub>2</sub>	Пероксиды, %J <sub>2</sub>	Кислотное число, мг КОН/г
ББ-1	0,21	0,39	29,64
ФР-1	0,08	0,34	42,05
ФР-2	0,09	0,24	30,57
ГК-1	0,14	0,27	42,68
ГК-2	0,15	0,29	24,61
ГК-3	0,08	0,17	22,95
Контроль	0,16	0,19	19,15
Предельно допустимое содержание в кормах для лососевых*	0,20	0,60	50,00

**Примечание.** \*По данным: Картавцева и др., 1987.

Опыты с испытанием всех новых ингредиентов проходили одновременно. Для лучшего восприятия материала результаты излагаются отдельно по каждому изучаемому компоненту за исключением последнего раздела, где сравнивается эффективность всех экспериментальных кормов с импортными фирмы «Биомаг» (Дания).

**Бактериальная биомасса на природном газе**

Бактериальная биомасса, полученная от ГИПРОБИОСИНТЕЗ, по представленным результатам биохимического анализа содержала высокое количество белка (сырой протеин — 75,5%, белок по Барнштейну — 63,7%) с полноценным набором аминокислот (табл. 6).

Анализ растворимого белка бактериальной биомассы показал, что в нем содержатся различные пептиды с м. м. от 300 до 2500 Да и выше (табл. 3) и много свободных аминокислот (м. м. <150 Да).

Испытывали два варианта кормов с бактериальной биомассой — ББ-1 и ББФ-2, к последнему после изготовления ввели путем обволакивания 2% жидких соевых фосфатидов.

С первых дней питания личинки сиговых рыб (и сиги, и муксун), получавшие корма с бактериальной биомассой, росли значительно быстрее, чем рыба на контрольном рационе.

Наибольшим темпом роста отличалась молодь, потреблявшая корм рецепта ББФ-2, особенно молодь муксуна. Ее конечная масса в 2,5 раза превышала массу рыб из контрольного варианта (табл. 7). Масса личинок сигов была выше контрольных на 66%. Оба варианта корма обеспечивали более высокую среднесуточную скорость роста и выживаемость по сравнению с контрольным кормом. Выход молоди в опыте — 64—84%, в контроле — 51—57%. Более интенсивный рост рыб на кормах с бактериальной биомассой по сравнению с контрольным наблюдался практически в течение всего периода выращивания (рис. 1).

В связи с возможным разрушением фосфатидов в процессе экструдирования

кормов был проведен дополнительный опыт уже без бактериальной биомассы на личинках муксуна массой 100 и 400 мг. К изготовленному корму, в состав которого из липидов входил только рыбий жир, добавляли 2 и 4% жидких соевых фосфатидов. Личинок от 100 мг выращивали в течение 37 сут. с 19 июня по 26 июля при температуре в среднем 18,3°С (15,1—20,5°С).

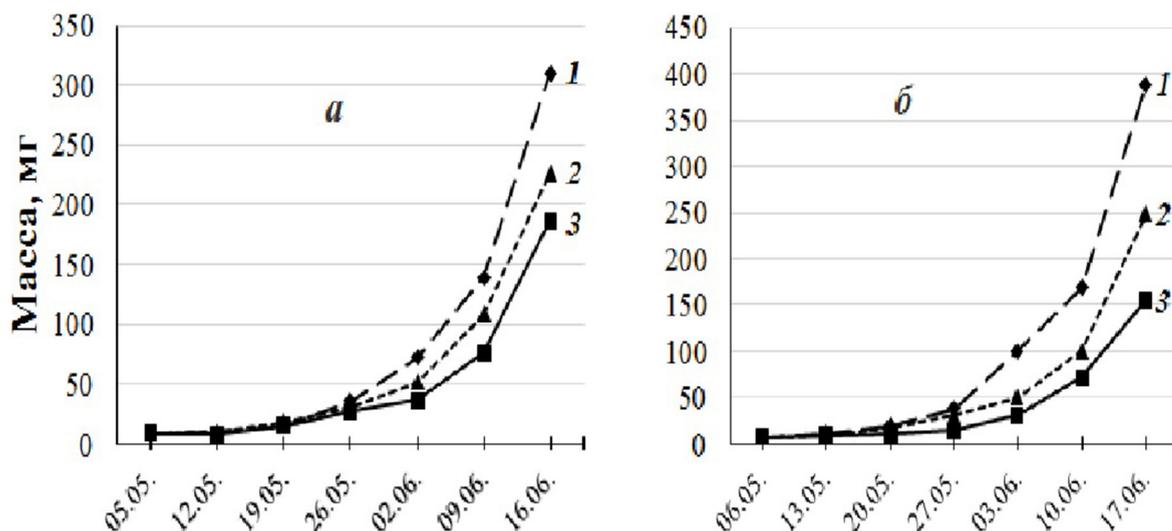
Эффект оказался незначительным. В варианте с добавлением 4% фосфатидов молодь опережала контрольную по росту лишь на 7% (табл. 8). Сходные результаты были получены и в опыте с молодь от 400 мг. Следовательно, дополнение фосфатидов к кормам молоди, достигшей 100 и 400 мг, оказалось, в отличие от первых дней питания, малоэффективным.

**Таблица 6.** Содержание аминокислот в бактериальной биомассе

Аминокислота	Содержание, %
Незаменимая	
Лизин	4,08±0,61
Аргинин	4,62±0,69
Фенилаланин	3,13±0,47
Метионин	1,96±0,29
Триптофан	1,65±0,25
Гистидин	1,52±0,23
Валин	3,84±0,58
Изолейцин	3,18±0,48
Лейцин	5,43±0,81
Треонин	3,08±0,50
Заменимая	
Аспарагиновая	5,85±0,88
Серин	2,46±0,37
Глютаминовая	7,49±1,12
Глицин	3,60±0,54
Аланин	4,99±0,75
Треонин	3,08±0,50
Тирозин	2,49±0,37
Пролин	2,78±0,42

**Таблица 7.** Результаты выращивания личинок сиговых рыб на кормах с бактериальной биомассой на природном газе

Корм	Масса личинок			Суточный прирост	Выход
	мг	мг	% к контролю		
	05.05.	16.06.		%	
Сиг					
ББ-1	8,95	226±11,5	121	7,7	71
ББФ-2		310±20,2	166	8,4	74
Контроль		187±17,4	100	7,2	51
Муксун					
ББ-1	7,80	249±14,2	159	8,2	84
ББФ-2		389±25,2	249	9,3	64
Контроль		156±14,4	100	7,1	57

**Рис. 1.** Рост личинок сига (а) и муксуна (б) на кормах с бактериальной биомассой: 1 – ББФ-2 с бактериальной биомассой + фосфатиды, 2 – ББ-1 с бактериальной биомассой, 3 – контрольный.**Таблица 8.** Влияние добавления соевых фосфатидов к кормам на рост молоди муксуна с начальной массой 100 мг

Особенности корма	Конечная масса молоди		Суточный прирост	Выход
	г	% к контролю		
Рыбий жир и сухие фосфатиды	1,85	97	7,9	75
Рыбий жир (контроль)	1,91	100	8,0	69
Контроль + добавление 2% жидких фосфатидов	1,89	99	7,9	78
Контроль + добавление 4% жидких фосфатидов	2,04	107	8,2	73

Таким образом, в результате проведенных исследований была установлена перспективность использования бактериальной биомассы на природном газе в стартовых кормах сиговых рыб в течение первых недель выращивания. Эффективность стартового корма существенно повышалась при добавлении соевых фосфатидов после экструзии.

Анализ фракционного состава липидов кормов показал, что сухие соевые фосфатиды, входящие в состав согласно рецептуре, сохраняются после экструдирования, но, видимо, при воздействии высокой температуры, давления, влаги доступность их для ранней молоди снижается. В литературе есть сообщение о том, что гидролитические процессы в фосфолипидах ведут к изменению жирных кислот, что ухудшает качество продукта (Кочеткова и др., 1987 — цит. по: Щербина и др., 1996). Экструзия подсолнечных шротов, жиры которых богаты фосфолипидами с высоконепредельными жирными кислотами типа омега 6 (35% в составе жира), разрушает линолевую кислоту и снижает переваримость шротов у рыб (Щербина, Гамыгин, 2006). Очевидно, утратой доступности для личинок фосфолипидов в процессе экструзии можно объяснить рыбоводный эффект от введения фосфолипидов в стартовые корма после их изготовления.

### **Рыбные ферментоллизаты**

Сырьем для изготовления ферментоллизатов № 1 и 2 АтлантНИРО послужила мороженая балтийская килька, выловленная в конце января 2016 г. Ферментоллизаты готовили в начале апреля при одинаковом технологическом режиме, они отличались только разной продолжительностью ферментирования. Ферментоллизат № 2 получен при удвоенной продолжительности обработки ферментами. По содержанию протеина, жира, золы и соотношению аминокислот ферментоллизаты удовлетворяли потребностям рыб.

При анализе фракционного состава пептидов было установлено, что

ферментоллизат № 2 содержал почти в два раза больше свободных аминокислот (м.м. <150 Да) и во много раз (в 13) меньше более крупных пептидов с м. м. >2500 Да (табл. 3).

При проведении экспериментов лучшие результаты по рыбоводно-биологическим показателям получены на корме ФР-1 с включением ферментоллизата № 1. На этом корме конечная масса как личинок сига, так и муксуна была на 20–30% выше массы контрольной рыбы (табл. 9). Молодь, получавшая этот корм, отличалась более высокими суточными приростами и лучшей выживаемостью. Повышенный темп роста личинок сига и муксуна на этом корме наблюдался в течение всего опыта (рис. 2).

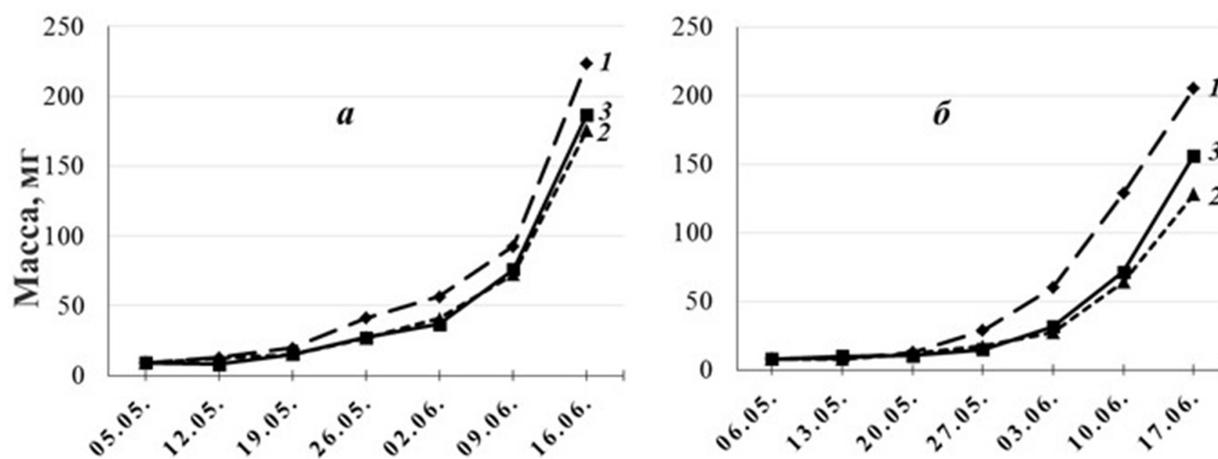
Включение ферментоллизата № 2 в состав рецепта (корм ФР-2) не повысило его питательной ценности по сравнению с контрольным кормом. Все показатели были либо близки, либо даже ниже, чем у контрольных рыб (табл. 9, рис. 2), что связано с большей продолжительностью обработки ферментами белковых соединений в ферментоллизате № 2.

Дефицит более крупных пептидов особенно проявился на заключительной стадии опыта, когда личинкам потребовались структуры белковой природы больших размеров. Молодь, получавшая контрольный корм, оказалась к этому моменту в лучшем положении (хорошо видно на муксуне) и обогнала по темпу роста личинок, получавших корм с ФР-2 (рис. 2).

Таким образом, в результате проведенных испытаний установлено, что из двух рыбных ферментоллизатов АтлантНИРО перспективным оказался ферментоллизат № 1, полученный при менее продолжительном гидролизе и содержащий достаточное количество как мелких, так и более крупных пептидов, необходимых личинкам соответственно на начальных стадиях развития и в ходе дальнейшего роста и формирования пищеварительной системы.

**Таблица 9.** Выращивание личинок сиговых рыб на кормах с рыбными ферментами

Корм	Масса личинок			Суточный прирост	Выход
	мг	мг	% к контролю		
	05.06.	16.06.			
Сиг					
ФР-1	8,95	224±14,3	120	7,7	68
ФР-2		176±9,2	94	7,1	57
Контроль		187±17,4	100	7,2	51
Муксун					
ФР-1	23,40	205±11,8	131	7,8	65
ФР-2		128±6,2	82	6,7	62
Контроль		156±14,4	100	7,1	57

**Рис. 2.** Рост личинок сига (а) и муксуна (б) на кормах с рыбными ферментами: 1 – ФР-1 с ферментом № 1, 2 – ФР-2 с ферментом № 2, 3 – контрольный.

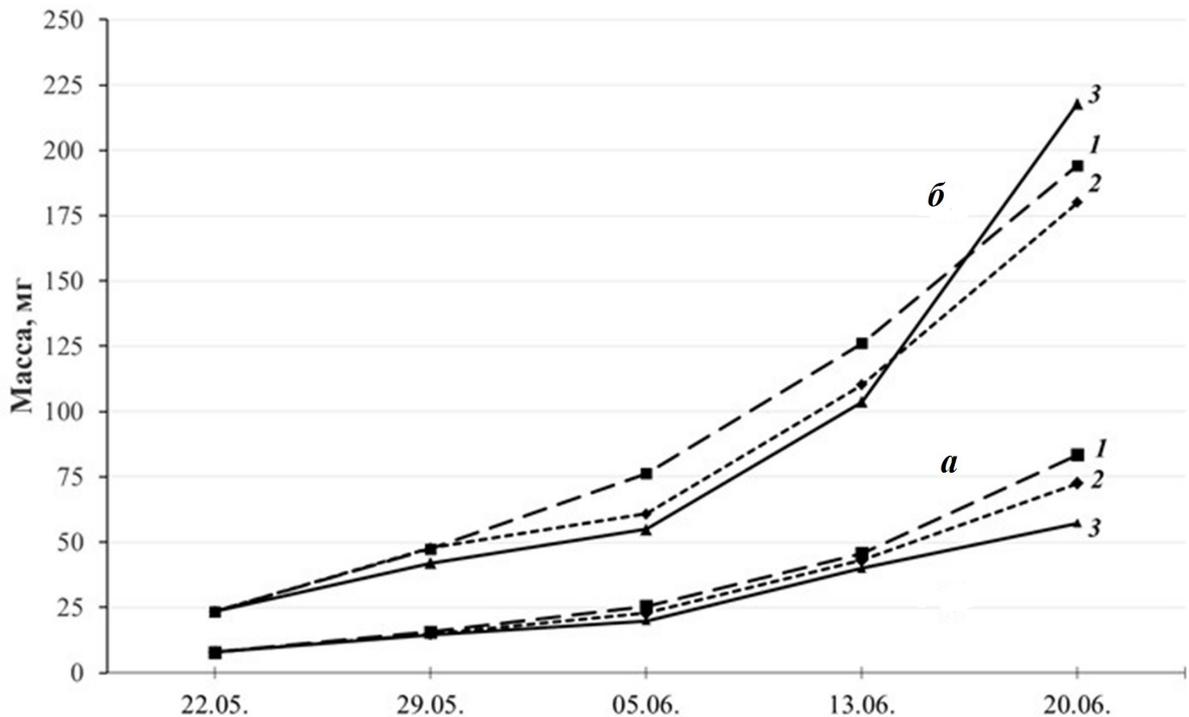
### Куриные гидролизаты

В 2015 г. проводили опыты со стандартными куриными гидролизатами, полученными от ООО «Симбио»: В4 и премиум 150. При этом учитывали возможность

**Таблица 10.** Содержание пептидов разной молекулярной массы в куриных гидролизатах, %

Молекулярная масса пептида, Да	Гидролизат	
	В4	премиум 150
>10 000	7–2	3,0–4,3
3000–10 000	44–54	11,0–13,7
<3000	39–45	81,9–86,0

дальнейшего использования их в рыбном хозяйстве в промышленных масштабах. Гидролизаты имеют Свидетельства о государственной регистрации и экспертное заключение НИИ Института питания РАМН; применяются в пищевой промышленности, что должно гарантировать их качество и стабильность состава. По представленным ООО «Симбио» результатам анализов уровень растворимого белка гидролизатов составлял 85–86%, жира – 1–2%, золы – 6%. Готовились они со средней степенью гидролиза, но обладали пептидами разных размеров. Согласно рекламе (табл. 10), в гидролизате премиум 150 более 80% пептидов имели м. м. <3000 Да.



**Рис. 3.** Рост личинок пеляди (а) и нельмы (б) в 2015 г. на кормах с куриными гидролизатами: 1 – премиум 150, 2 – В4, 3 – контроль.

На более крупные пептиды и белки приходилось 14–18%. Подробно фракционный состав пептидов <3000 Да в этом гидролизате представлен в табл. 4. Для гидролизата В4 таких сведений нет. Из рекламы (табл. 10) следует, что в его составе преобладали крупные пептиды.

Личинки пеляди и нельмы, получавшие куриные гидролизаты, в первые недели опережали по темпу роста контрольных. Более высоким темпом роста отличалась молодь на корме с гидролизатом премиум 150. К концу опыта конечная масса пеляди на этом корме составляла 83 мг и была выше массы контрольной молоди на 46%.

У нельмы в первые три недели выращивания наблюдалась схожая тенденция (рис. 3). На кормах с гидролизатами, особенно с премиум 150, рыба росла быстрее, чем на контрольном, но на завершающем этапе опыта (13–20 июня) контрольная молодь стала обгонять по массе рыб, получавших гидролизаты (рис. 3).

Различия в конечных результатах по скорости роста у рыб, с нашей точки зрения,

обусловлены особенностями роста и развития, в том числе становления пищеварительной системы у пеляди и нельмы. Пелядь начинает потреблять пищу при массе 3,5–4,0 мг, и ей для развития желудочно-кишечного тракта требуется более длительный период, чем нельме (начало питания при 12–13 мг). Поэтому у пеляди наблюдается более продолжительный эффект от гидролизатов. Именно на этих кормах выращенная молодь пеляди характеризовалась наибольшими показателями массы к концу четырехнедельного опыта. У нельмы период эффективного применения гидролизатов закончился уже к концу третьей недели опыта. К этому времени она уже обладала способностью усваивать более крупные белковые структуры и скорость ее роста на контрольном корме без гидролизатов стала опережать рост молоди, получавшей экспериментальные корма (рис. 3).

Результаты работы показали необходимость дифференцированного подхода к стартовому кормлению личинок сиговых разных видов в зависимости от особенностей

и сроков их роста, развития, формирования пищеварительной функции.

В связи с полученными данными опыты с гидролизатом премиум 150 в следующем, 2016 г., были продолжены. При этом было разработано три варианта экспериментальных кормов с разными дозами. К сожалению, в 2016 г. рост молоди сиговых (балтийского сига и муксуна), получавших эти корма, практически не отличался от контрольного варианта.

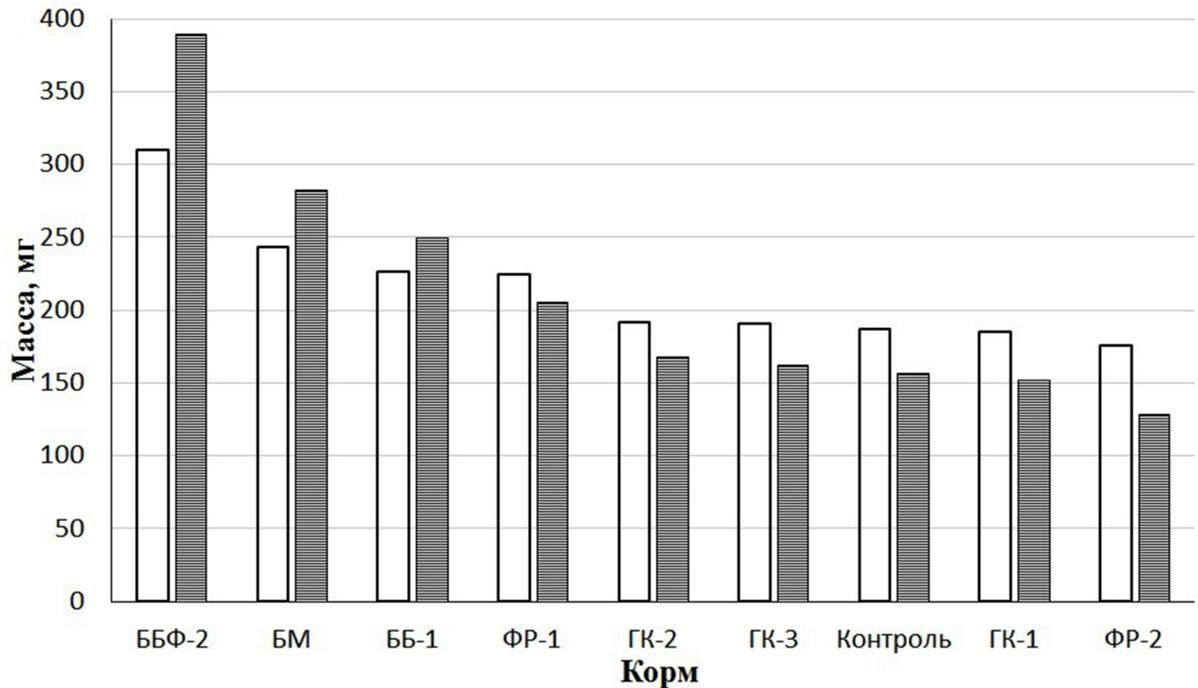
Изучение молекулярно-массовой характеристики гидролизата показало, что в образце 2016 г. содержалось значительно больше мелких структур пептидов и свободных аминокислот, чем в образце 2015 г. (табл. 3, 4). Около 60% растворимого белка состояло из пептидов с м. м. <500 Да, и, что, видимо, не менее важно, было очень мало (0,9%) более крупных пептидов (м. м. >2500–3000 Да), т.е. переходных структур с м. м. от 3000 Да до пептидов, относящихся уже к белкам с м. м. 6000–10000 Да и выше. Очевидно, в 2016 г. биомасса компонента подверглась более глубокому гидролизу.

#### **Сравнение результатов выращивания личинок сиговых рыб на экспериментальных и импортных кормах**

Все описанные опыты 2016 г. проводили одновременно в одинаковых условиях. В этих же условиях выращивали для сравнения и личинок сиговых на кормах Biomag. На рис. 4 представлена конечная масса личинок, выращенных на разных кормах. Лучшие результаты получены на рационах с бактериальной биомассой. Молодь, питавшаяся этими кормами, была по росту либо близка к личинкам, кормившимся импортным кормом, либо опережала их, как в случае с кормом ББФ-2. На корме с ферментализатом № 1 личинки росли быстрее, чем в контроле, и приближались по росту к молоди, получавшей импортный корм. В других вариантах опыта темп роста личинок практически не отличался от такового у контрольной молоди и был существенно ниже, чем у рыб на импортном рационе.

Для выяснения роли белков (м. м. 6000–10000 Да и выше) в стартовом кормлении молоди был проведен дополнительный анализ растворимых белков испытуемых компонентов. Он показал, что во всех компонентах преобладали низкомолекулярные соединения с м. м. <9000 Да, составляя 88–98% от суммы растворимого белкового материала (табл. 11), но существенная разница наблюдалась в содержании крупных структур. Наибольшее количество истинных белков с м. м. от 9 до 500 кДа и выше обнаружено в бактериальной биомассе — как в сумме (12,2%), так и в отдельных диапазонах (группы пептидов с разной м. м. — 2,3, 3,7, 1,8, 4,4%). Наименьшим их количеством отличались ферментализат № 2 и куриный гидролизат образца 2016 г. — в сумме 2,1 и 1,9%, в диапазонах — почти во всех меньше 1%. Это и могло быть причиной низкого темпа роста молоди, получавшей корма с этими компонентами, так как потребности рыб в более крупных структурах с возрастом и повышением массы тела не были обеспечены.

Для оценки физиологического состояния личинок, выращиваемых на экспериментальных кормах с нестандартными компонентами, были проведены физиолого-биохимические исследования молоди сига и муксуна. В табл. 12 представлены результаты исследования муксуна, близкие показатели получены и для личинок сига. Определение содержания жира по Фолчу и витамина С в теле личинок, количества незрелых эритроцитов и лейкоцитов крови, а также лейкоцитарной формулы не выявили у рыб каких-либо отклонений в зависимости от получаемых кормов, включая контрольный и импортный, что свидетельствует о нормальном физиологическом статусе всей выращенной молоди. Не отмечено негативного влияния кормов и на гистофизиологию печени личинок. Все показатели были сходны с полученными ранее для других видов сиговых — личинок пеляди и нельмы (Остроумова и др., 2016).



**Рис. 4.** Конечная масса личинок сига (□) и муксуна (▨), выращенных на стартовых экспериментальных и импортных кормах; мг; обозначения кормов см. в табл. 2, БМ – импортный корм фирмы «Биомаг».

**Таблица 11.** Результаты исследований фракционного состава растворимого белка в компонентах, % от суммы

Образец	Молекулярная масса белка, кДа				
	>500	250–500	45– 50	9–45	<9
Бактериальная биомасса	2,3	3,7	1,8	4,4	87,8
Ферментоллизат № 1	1,0	2,2	2,0	1,2	93,5
Ферментоллизат № 2	0,6	1,2	0,2	0,1	97,9
Гидролизат премиум 150, 2015 г.	–	–	–	4,3	95,6
Гидролизат премиум 150, 2016 г.	0,4	0,7	0,1	0,7	98,1

### ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные исследования показали перспективность включения в состав стартовых кормов для сиговых рыб бактериальной биомассы на природном газе. Рыбоводно-биологические результаты в этих вариантах опыта, полученные на молоди балтийского сига и муксуна, были сопоставимы с таковыми на импортных кормах, а при введении жидких соевых фосфатидов

после изготовления кормов (после экструзии) опережали их.

Положительный эффект от добавления фосфатидов к готовым кормам зависел от возраста и массы личинок. Молодь, получавшая этот корм с первых дней питания, обладала высокой скоростью роста и хорошей выживаемостью вплоть до набора массы в 300–400 мг (окончание опыта). Если же корм начинали давать личинкам муксуна,

достигшим массы 100 и 400 мг (возраст 44 и 60 сут.), то добавление фосфатидов практически не имело эффекта. Это согласуется с представлением о том, что фосфатиды являются незаменимым фактором питания только на ранних стадиях постэмбриогенеза, что показано на разных видах морских и пресноводных рыб (Kanazawa, 1993; Lu et al., 2008).

Известно, что естественная пища личинок богата фосфолипидами, в то время как в сухих кормах они обычно в дефиците. Основным источником липидов в составе рыбных кормов служит рыбий жир. Он изготавливается из сырья, богатого фосфолипидами (жиры печени тресковых рыб, жиры тканей других водных организмов), но в ходе его изготовления и очистки фосфолипиды разрушаются практически полностью (Tocher et al., 2008). И при анализе используемого нами рыбьего жира выяснилось, что он на 96,6% состоял из резервных нейтральных жиров — триацилглицеринов.

Недостаток фосфолипидов сдерживает рост молоди, что объясняют по-разному. Одной из многочисленных функций этих замечательных соединений является транспортная. Входя в состав липопротеинов крови, способствуя переводу липидов в водорастворимую форму, фосфолипиды активно участвуют в переносе полученных с пищей липидов из печени по органам и тканям личинок. Именно ослабление этой функции считают в последнее время наиболее вероятной причиной негативного влияния на личинок дефицита фосфолипидов в стартовых кормах (Tocher et al., 2008).

Недостаточное поступление в клетки энергетических веществ тормозит развитие и рост молоди. С возрастом и увеличением массы снижается интенсивность роста рыб и повышается способность обеспечивать потребность в фосфолипидах за счет собственного синтеза. Этим объясняется низкая эффективность добавления фосфатидов в корма для молоди, достигшей массы 100 и 400 мг. Одним из важных направлений исследований в физиологии стартового питания является определение этапа, возраста, массы молоди

**Таблица 12.** Физиологические показатели показателя личинок муксуна, получавших корма разного состава (масса личинок 150—400 мг)

Показатель	Корм							Предварительная норма
	ББ-1	ББФ-2	ФР-1	ФР-2	ГК-1	Контроль	Биомаг	
Содержание жира в теле*, %	2,32	3,45	2,26	2,24	2,58	2,52	3,32	2,0—4,0
Содержание витамина С в теле, мкг/г	76,1	75,7	84,5	72,3	65,8	70,9	118,2	40—100
Незрелые эритроциты крови, %	12,2 ± 1,5	13,5 ± 1,5	9,2 ± 0,7	7,6 ± 0,9	12,2 ± 1,7	10,7 ± 1,2	10,6 ± 0,8	5—20
Количество лейкоцитов на 500 эритроцитов, шт. (абсолютно)	20,5 ± 9,9	13,0 ± 1,9	18,5 ± 2,4	17,5 ± 2,2	12,7 ± 0,6	12,0 ± 1,5	10,0 ± 0,4	10—25
Лимфоциты**, %	89,6 ± 5,3 74—98	93,8 ± 1,6 88—97	85,9 ± 1,8 81—89	92,1 ± 1,7 87—95	90,0 ± 2,2 87—96	82,0 ± 6,2 72—93	90,0 ± 2,1 86—95	70—95
Полиморфоядерные лейкоциты, %	4,9 ± 3,1	2,4 ± 1,2	5,7 ± 0,7	3,9 ± 0,5	5,4 ± 1,4	10,7 ± 4,9	6,1 ± 1,3	—
Моноциты, %	5,5 ± 1,4	3,8 ± 0,6	8,4 ± 1,3	4 ± 1,6	4,6 ± 1,1	7,3 ± 2,0	3,9 ± 1,0	—

**Примечание.** \* При определении жира по Фолчу; \*\* над чертой — средние значения, под чертой — предел колебания.

рыб разных видов, при которых фосфолипиды образуются в достаточном количестве, как это происходит в норме у взрослых рыб.

При использовании рыбных ферментоллизатов АтлантНИРО и куриных гидролизатов ООО «Симбио» в составе стартовых кормов преимущество было на стороне образцов, полученных при менее глубоком гидролизе и имевших пептиды разных размеров, включая мелкие и крупные. Разнообразием молекулярной массы белкового материала характеризовалась и бактериальная биомасса.

В наших опытах не подтвердилось существующее мнение о неблагоприятном влиянии на личинок большого количества свободных аминокислот в рационе. Лучшие результаты были получены на кормах с включением бактериальной биомассы, содержащей в растворимой белковой фракции высокий уровень свободных аминокислот. Это согласуется с результатами Щербина (2001), которая обнаружила присутствие значительных количеств свободных аминокислот в мелком зоопланктоне — инфузориях, коловратках, науплиусах копепод, артемии — и высказала сомнение по поводу отрицательного влияния большого количества свободных аминокислот в составе стартовых кормов рыб. Возможно, эти разногласия связаны с видовыми различиями (стадия развития, размеры) начинающих питаться личинок.

В испытываемых нами компонентах присутствовали пептиды разных размеров (табл. 3) с более или менее равномерным распределением по диапазонам. Не наблюдалось преобладания пептидов с м. м. 1000—1300 Да, преимущество которых отмечено в кормах для личинок осетровых и некоторых других видов рыб (Латреш, 1998; Пономарев, Пономарева, 2003).

Ранняя молодь рыб обладает высокой скоростью роста. Например, личинки карпа при температуре 28—30°C могут увеличить свою массу в 50 раз за 7—10 сут.: с 2 до 100 мг. По мере изменения размеров молоди резко и многократно меняется спектр их

питания. Так, личинки плотвы массой 1,2 мг питаются микроводорослями и коловратками (Суслопарова, 1987), а при массе 3,3 мг уже переходят на кладоцер и мелких хирономид. С увеличением размера кормовых организмов меняется их биохимический состав: крупный зоопланктон содержит меньше свободных аминокислот (Щербина, 2001) и больше средних пептидов, чем мелкий (Кузьмина и др., 1990; Пономарев, 1995; Кузьмина, Гельман, 1998; Латреш, 1998). Бентосные формы отличаются от зоопланктона повышенным содержанием более крупных пептидов. Для усвоения этих структур требуется перестройка ферментативной системы личинок. Отсутствие более крупных структур в пище сдерживает развитие пищеварительной функции молоди.

В практике рыбоводства невозможно для разных видов рыб с разным темпом роста при разной температуре слишком часто менять состав кормов. Поэтому приходится идти по пути предоставления в одном и том же корме разнообразных по размерам структур, удовлетворяющих не только потребности личинок первых суток питания, но и последующих этапов развития, по крайней мере, до достижения массы 50—100 мг, а возможно, и выше. При указанной массе у личинок многих видов рыб с разной биологией и экологией начинает функционировать полостное переваривание, свойственное взрослым рыбам. С этого периода у них появляется способность к усвоению высокобелкового корма. У личинок карпа на этапе Е (масса 50—70 мг) активизируется работа поджелудочной железы, в пищеварительную полость выделяются щелочные протеолитические ферменты, повышается способность усваивать крупномолекулярную белковую пищу (Остроумова, Ильина, 1981), поэтому с массы 60 мг рекомендуется переводить карпа на корм с меньшим содержанием ферментолизата паприна. Личинки судака длиной 15—20 мм (т.е. примерно массой 50—90 мг) переходят с мелкого зоопланктона на питание донными организмами — личинками и куколками

хириноид (Полтавчук, 1965). У нельмы массой 75 мг формируется изгиб желудка (Лютиков, 2016), что сопровождается повышением эффективности усвоения искусственной пищи. Исключение живой артемии из рациона в этот период уже не снижает скорости роста рыб, питавшихся сухими кормами. В наших опытах у нельмы и муксуна при массе 70–100 мг увеличилась способность усваивать контрольный рацион без гидролизатов, что отразилось на их росте (рис. 2, 3).

Очевидно, что присутствие в пище личинок разнообразного легкоусвояемого белкового материала со свободными аминокислотами, пептидами и белками разных размеров со всеми переходными формами дает возможность своевременно ассимилировать структуры, соответствующие состоянию пищеварительной функции, и обеспечивать дальнейшее развитие ферментативной системы.

Корм ББФ-2 с бактериальной биомассой больше, чем другие экспериментальные корма, соответствовал этим требованиям и показал хорошие результаты с первых суток питания личинок до массы 300–400 мг. Его можно принять за основу в качестве стартового корма для сиговых рыб с переходом по мере роста и развития на корм КСМ-4, эффективность применения которого для молоди массой 400–700 мг установлена в экспериментах и подтверждена производственными испытаниями.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

*Абросимова Н.А.* Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Дис. ... докт. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1997. 76 с.

Белковые продукты микробиологического синтеза: анализ качества, медико-биологическая оценка и эффективность применения в сельском хозяйстве (Тез. докл. Всесоюз. симпоз. с междунар. участием). М.: ПИК НПО «Медбиоэкономика», 1989. 132 с

Белковые продукты микробиосинтеза в кормлении рыб и другие вопросы интенсивного рыбоводства // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1991. Вып. 306. 163 с.

*Гамыгин Е.А., Лысенко В.Я., Скляров В.Я., Турецкий В.И.* Комбикорма для рыб. Производство и методы кормления. М.: Агропромиздат, 1989. 168 с.

*Гербильский Н.Л.* Биологические основы и методика заготовки посадочного материала для акклиматизации рыб // Тр. совещания по проблеме акклиматизации рыб и кормовых беспозвоночных. М.: Изд-во АН СССР, 1954. С. 33–39.

*Ефимова Е.* Продуктами, изготовленными из природного газа, вскоре будут кормить животных // Вести. ru. 14.11. 2016. (<http://www.vesti.ru/doc.html?id=2821483>)

*Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А., Боева Т.М., Милославова Е.А.* Стартовые корма для личинок карпа // Рыбн. хоз-во. 1983. № 2. С. 38–39.

*Картавцева Н.Е., Абрамова Ж.И., Остроумова И.Н., Шабалина А.А.* Временная инструкция по определению степени окисления липидов в кормах и оценке влияния качества кормов на рыб. Л.: ГосНИОРХ, 1987. 28 с.

*Князева Л.М.* Рост и физиологические показатели молоди пеляди при массовом выращивании в бассейнах на искусственных кормах // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1986. Вып. 246. С. 63–67.

*Князева Л.М., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Остроумова И.Н.* Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания // Науч. тетради ГосНИОРХ. 2007. Вып. 10. 56 с.

*Костюничев В.В.* Индустриальные технологии в холодноводной аквакультуре России // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. «Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества». Тюмень: Госрыбцентр, 2011. С. 90–93.

*Кузьмина В.В., Гельман А.Г.* Особенности становления пищеварительной

- функции рыб // Вопр. ихтиологии. 1998. Т. 38. № 1. С. 115–122.
- Кузьмина В.В., Латов В.К., Посконова Е.А. Молекулярно-массовые характеристики белковых компонентов некоторых кормовых объектов рыб // Биология внутр. вод. 1990. Информ. бюл. № 88. С. 73–77.
- Латреш Х. Физиологические аспекты белкового питания осетровых рыб в раннем постэмбриогенезе: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Астрахань: АГТУ, 1998. 26 с.
- Лютиков А.А. К методике использования живых кормов при выращивании личинок нельмы *Stenodus leucichthys nelma* (Salmoniformes: Coregonidae) // Вопр. рыболовства. 2016. Т. 17. №3. С. 324–334.
- Остроумова И.Н., Аршавский Д.С., Ермакова С.В. и др. Стартовый корм для карпа: А.с. №1575333. Приоритет 19.12.1988. Зарегистрировано 01.03.1990.
- Остроумова И.Н., Ильина И.Д. Физиологические основы разработки стартовых кормов типа «Эквизо» для рыб // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1981. Вып. 175. С. 66–92.
- Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А. и др. Разработка физиологически полноценных кормов для молоди сиговых рыб (Coregonidae) и сравнительная оценка их с импортными кормами // Вопр. рыболовства. 2016. Т. 17. №3. С. 335–350.
- Остроумова И.Н., Турецкий В.И., Иванов Д.И. и др. Корм для молоди рыб: А.с. № 961176. Приоритет 19.11.1979. Зарегистрировано 21.05.1982.
- Полтавчук М.А. Биология и разведение днепропетровского судака в замкнутых водоемах. Киев: Наук. думка, 1965. 259 с.
- Пономарев С.В. Биологические основы кормления лососевых рыб в раннем постэмбриогенезе: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1995. 43 с.
- Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях. Астрахань: АГТУ, 2003. 186 с.
- Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры / Под ред. А.К. Шумиловой. СПб.: ГосНИОРХ, 2012. 289 с.
- Суслопарова О.Н. Питание личинок и мальков плотвы в зоне зарослей макрофитов в южной части Ладожского озера // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1987. Вып. 266. С. 29–34.
- Щербина М.А. Об аминокислотном составе некоторых видов естественной пищи молоди рыб // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. 2001. Вып. 77. С. 45–64.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. 360 с.
- Щербина М.А., Гамыгин Е.А., Салькова И.А. Влияние экструзии на питательную ценность кормового сырья для рыб // Рыб. хоз-во. Сер. Аквакультура. Корма и кормление рыб. 1996. Вып. 2. С. 1–11.
- Sahu S., Zambonino I. J. Substitution of live food by formulated diets in marine fish larvae // Aquaculture. 2001. V. 200. P. 161–180.
- Carvalho A.P., Oliva-Teles A., Bergot P. A preliminary study on the molecular weight profile of soluble protein nitrogen in live food organisms for fish larvae // Ibid. 2003. V. 225. P. 445–449.
- Govoni J.J., Bochiert G.W., Watanabe Y. The physiology of digestion in fish larvae // Environ. Biol. Fishes. 1986. V. 16. № 1–3. P. 59–77.
- Kanazawa A. Essential phospholipids of fish and crustaceans // IV Internat. Symp. Fish Nutrition and Feeding «Fish Nutrition in Practice». Paris: INRA, 1993. P. 519–530.
- Kjørsvik E., Meeren T., Kryvi H. et al. Early development of the digestive tract of cod larvae *Gadus morhua* L. during start feeding and starvation // J. Fish. Biol. 1991. V. 38. № 1. P. 1–15.
- Lu S., Zhao N., Zhao A., He R. Effect of soybean phospholipid supplementation in formulated microdiets and live food on foregut

and liver histological changes of *Pelteobagrus fulvidraco* larvae // *Aquaculture*. 2008. V. 2006. V. 254. P. 534–543.  
 278. P. 119–127. Tocher D.R., Bendiksen E.A.,  
 Srivastava A., Hamre K., Stoss J. et al. Campbell E.A., Bell J.G. The role of  
 Protein content and amino acid composition of phospholipids in nutrition and metabolism of  
 the live feed rotifer (*Brachionus plicatilis*): With teleost fish // *Ibid.* 2008. V. 280. P. 21–34.

**INCLUSION OF BACTERIAL BIOMASS AND PROTEIN  
 HYDROLYSATS INTO A COMPOSITION OF STARTING FEEDS  
 FOR WHITEFISH (COREGONIDAE)**

© 2018 y. I.N. Ostroumova, V.V. Kostyunichev, A.A. Lyutikov, V.A. Bogdanova,  
 A.K. Shumilina, T. P. Danilova, A.V. Koz'mina, T.A. Filatova

*L.S. Berg State Research Institute for Lake and River Fisheries, Saint Petersburg, 199053*

Bacterial biomass on natural gas, fish enzymolysates, chicken hydrolysates have been tested in starting feeds for whitefish with a mass of 8–9 mg. Best results have been obtained with inclusion of bacterial biomass, especially with the addition of liquid soy-bean phosphatides after making a feed (BBF-2). The soluble protein fraction of bacterial biomass has distinguished by large variety of peptides by molecular mass (from small to large ones). Final mass of whitefish and muksun has been respectively 310 and 389 mg on BBF-2 feed, 224 and 205 mg on feed with fish enzymolysate №1, 187 and 156 mg in the control, 243 and 282 mg on imported feed. The addition of phosphatides is ineffective in larva reached a mass of 100 mg. All the fry had a normal physiological state.

**Keywords:** starting feeds, larvae of whitefish (Coregonidae), bacterial biomass, fish enzymolysates, chicken hydrolysates, peptides, free amino acids, imported feeds, growth of larva, physiological state.