

## АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.3.043.2:639.371.2

В.М. Воропаев, В.Н. Валова, Д.Ю. Амвросов, Е.И. Рачек

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВ  
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ  
И ГИБРИДНЫХ ФОРМ ОСЕТРОВЫХ РЫБ  
В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА**

В Дальневосточном регионе наиболее крупным осетровым хозяйством является Лучегорская НИРС ФГУП “ТИНРО-центр”, расположенная на водоеме-охладителе Приморской ГРЭС. До конца 1990-х гг. обеспечение хозяйства осетровыми кормами производилось из западных областей России. С введением в действие комбикормового участка ФГУП “ТИНРО-центр” для подращивания осетровых рыб стали использовать комбикорма собственного производства. В период исследований были испытаны более 20 вариантов известных и модифицированных рецептов с использованием местного сырья. Из них отобраны два рецепта стартового и продукционного комбикормов, наиболее пригодных для разводимых нами осетров. В ходе исследований выявлена соответствующая потребностям рыб пропорция заменимых и незаменимых аминокислот, которую необходимо соблюдать при изготовлении кормов. Подтверждена необходимость добавочного введения в корма с лечебной и профилактической целями витаминов С и Е. Испытания отходов переработки гидробионтов показали возможность их эффективного использования в кормах. В настоящее время основными направлениями в разработке осетровых кормов являются: получение и применение гидролизатов; использование отходов переработки гидробионтов; создание новых рецептов на основе нахождения оптимальных пропорций протеин/жир и других компонентов; определение концентрации витаминов в новых условиях; создание специальных кормов для производителей (обогащение витаминами С и Е); разработка комплекса показателей для раннего выявления алиментарных заболеваний.

**Voropaev V.M., Valova V.N., Amvrosov D.Yu., Rachek E.I.** Testing of fodders for rearing of different species and hybrids of sturgeons in conditions of warm-water fish-rearing station // *Izv. TINRO.* — 2007. — Vol. 149. — P. 366–378.

Luchegorsk Research Fish-Rearing Station based at water cooler of Primorskaya electric power plant is the largest sturgeon farm in the Far East of Russia. Up to the late 1990s, the fodders for sturgeon were delivered from western regions of Russia. Recently, when the fodder production has started in Vladivostok, the new fodders of local made are used for sturgeons rearing and need to be tested. More than 20 brands of fodder produced from local raw materials following to traditional recipes or modified ones were tested. Two of them — one of start fodder and one of production fodder — were selected as the most suitable for reared sturgeons. An optimal for sturgeons ratio of essential and nonessential amino acids was determined. Necessity of additional introduction of vitamins C and E in fodder was confirmed to prevent disease and for cure. Some waste products of raw materials processing could be used for fodders production. Prospective directions of the sturgeons fodders elaboration are: i) hydrolyzates production and use; ii) application of raw materials processing wastes; iii) inven-

tion of new recipes on the base of optimal ratio of protein, fat and other components; iv) regulation of vitamins concentration; v) creation of special fodders for producers (enriched with vitamins C and E); vi) elaboration of indices for early revealing of alimentary diseases.

Успешное выращивание осетровых рыб в большей части зависит от полноценности стартовых и продукционных кормов и рациональных режимов кормления. В структуре стоимости производства рыбы на долю кормов приходится около 50 % общих затрат. Вполне очевидно, что повышение эффективности кормления является основным способом улучшения экономики и продуктивности промышленного осетроводства. Высокая эффективность искусственных кормов может быть гарантирована лишь при соответствии между количеством и качеством комбикорма и физиологическими потребностями рыб в основных структурных компонентах питания. Согласно современной парадигме питания рыб (Уголев, Кузьмина, 1993), кормление рыб искусственными кормами должно обеспечить необходимое соответствие количества, качества и свойств комбикормов с потребностями рыб и потенциальными возможностями их роста. Однако проблема заключается не только в том, как удовлетворить эти потребности количественно, но и в необходимости сделать это наиболее рационально с биологической и экономической точки зрения при минимальных затратах всех питательных веществ и использовании широко доступных комбикормов.

Немаловажным фактором для промышленного осетроводства является и снижение стоимости комбикормов без изменения их качества. Ранее в России эффективность и удешевление комбикормов обеспечивало введение в них легкоусвояемых продуктов микробиального синтеза типа БВК (белково-витаминный комплекс, получаемый из дрожжей, выращенных на *n*-парафинах нефти, остаточных продуктах производства спиртов и других органических соединений). Однако начиная с конца 90-х гг. прошлого столетия биохимическая промышленность России прекратила выпуск традиционных продуктов дрожжевого происхождения, являющихся важным источником протеинов и витаминов в ранее разработанных комбикормах для осетровых рыб. В настоящее время стала актуальной задача создания новых рецептур комбикормов на основе нетрадиционного кормового сырья, позволяющего частично заменять дорогостоящую рыбную муку.

Успех разработки эффективных и экологических кормов зависит от знания пищевых потребностей рыб, которые подвержены влиянию целого ряда факторов и не всегда достаточно точно определены. Известно, что несбалансированность кормов по основным питательным компонентам очень часто является причиной возникновения различного рода алиментарных патологий, в частности липоидной дегенерации печени. Как правило, алиментарные заболевания сопровождаются развитием инфекционных и инвазионных заболеваний, что связано со снижением иммунного статуса рыб. В связи с этим не вызывает сомнения необходимость постоянного контроля физиологического состояния рыб, позволяющего выявлять ранние стадии алиментарных патологий и проводить соответствующие профилактические и лечебные мероприятия.

Целью данной работы является оценка используемых в осетроводстве Дальнего Востока искусственных кормов и влияния на физиологическое состояние рыб введения в корма нетрадиционных компонентов, получаемых при переработке пшеницы и морских беспозвоночных.

Испытания комбикормов проводились в 1999–2004 гг. на Лучегорской научно-исследовательской рыбоводной станции (НИРС) ФГУП “ТИНРО-центр” (бывшее рыбоводное хозяйство ЗАО ЛуТЭК). В ходе исследований оценивались рецептуры кормов, изготовленных на экспериментальной кормоустановке ФГУП “ТИНРО-центр” и используемых при выращивании в садках ремонтно-маточного стада и товарной продукции чистых линий осетров и гибридных форм (табл. 1): РО — русский осетр, БО — байкальский осетр, СО — сибирский осетр, АО —

Таблица 1

Состав опытных кормов, изготовленных и испытанных на Лучегорской НИРС в 1999–2002 гг., %

Table 1

Prescriptions of the experimental fodders, which were made and tested on the Scientific Research fish-rearing station at the Luchegorsk in 1999–2002, %

Компонент	БМ-1	БМ-2	ПБС-4М	ПБС-4	БМ-1М	СТ-07	РК-С	12-80 (3-й вар.)	16-80 (3-й вар.)	16-82 (3-й вар.)	К-3М
Витазар	–	–	–	–	–	–	–	–	9,0	7,0	5,0
Мука: рыбная	39,0	30,0	33,0	33,0	32,0	20,0	35,0	25,0	7,0	6,0	26,5
пшеничная	8,0	10,0	12,0	10,0	8,0	–	4,5	16,5	19,0	34,0	–
крабовая	–	9,0	–	6,0	10,0	10,0	–	6,0	2,5	–	–
рыбкостная	–	6,0	–	–	7,0	–	–	–	–	–	–
кроваяя	10,0	4,5	5,0	5,0	–	15,0	–	–	–	–	–
Дрожжи	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
гидролизные	10,0	8,0	14,0	14,0	10,0	20,0	49,0	31,0	15,0	10,0	13,0
Молоко сухое	5,0	6,0	–	–	5,0	20,0	6,0	–	–	–	–
Премикс	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2,0	2,0	–	0,5	1,0	1,5
Масло	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
(рыбный жир)	9,0	8,0	9,0	8,0	9,0	8,0	1,5	1,5	1,0	–	–
Шрот соевый	17,0	15,0	22,0	19,0	15,5	–	–	18,0	26,0	30,0	40,0
Водоросли	–	2,0	3,5	2,0	2,0	5,0	2,0	2,0	1,0	1,0	–
Отруби	0,5	–	–	1,5	–	–	–	–	17,5	10,5	–
Антиоксидант	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	–	0,02
Соль	–	–	–	–	–	–	–	–	0,5	0,5	14,0
Мел	–	–	–	–	–	–	–	–	1,0	–	–

амурский осетр, Ст — стерлядь, К — калуга. В 2004 г. испытывались комбикорма с кормовыми добавками. Объектом исследования служили трехлетки сложного гибрида (РО х СО) х АО, рассаженные в садки по 500 экз. в каждый. В ходе экспериментальных работ оценивались рыбоводные показатели, химический состав кормов и физиологическое состояние рыб. Наличие заболеваний рыб выявлялось с использованием показателей белой и красной крови и данными визуального анализа внутренних органов. Для гематологического анализа использовались общепринятые методики (Ромейс, 1954; Лилли, 1969; Иванова, 1983). В ходе исследований оценивалось общее количество эритроцитов, лейкоцитов, содержание гемоглобина в периферической крови и СГЭ (содержание гемоглобина в одном эритроците). Весь материал обработан статистически в пакете программ Excel.

## Анализ результатов кормления осетров чистых линий и гибридных форм сухими гранулированными кормами

С введением в действие комбикормового участка ТИПРО-центра для подращивания осетровых рыб стали использовать комбикорма собственного производства, изготовленные по известным рецептурам (около 20 образцов кормов).

В ходе многолетних исследований выявлены лучшие рецептуры стартовых и производственных кормов: КГОП — корм гранулированный осетровый производственный и КГОС — корм гранулированный осетровый стартовый (табл. 2–6). Рыбоводные показатели, полученные в результате проведенных экспериментов кормления разновозрастной молодежи чистых линий и гибридных форм осетровых рыб базовым вариантом комбикорма и модифицированной рецептурой для молодежи бестера БМ-1, БМ-2, практически не отличались друг от друга и были хуже показателей при кормлении КГОП. Использование производственного осетрового корма ПБС-4 при кормлении разновозрастной молодежи осетровых привело к увеличению кормовых затрат в сравнении с упомянутыми выше кормами. В связи с этим в дальнейшем для кормления рыб применялись корма КГОС и КГОП, рецептура и химический состав которых представлены в табл. 2, 3.

Таблица 2  
Состав гранулированных производственного (КГОП)  
и стартового (КГОС) комбикормов для осетровых рыб, %  
Table 2  
Prescription start (КГОС) and production (КГОП)  
granulation fodders for sturgeon, %

Ингредиент	КГОП	КГОС
Рыбная мука	25,0	42,0
Мука крабовая	6,0	–
Мука пшеничная	16,5	–
Дрожжи кормовые	30,0	20,0
Шрот (жмых) соевый	16,0	10,0
Молоко сухое о/ж		20,0
Водорослевая мука	2,0	2,0
Премикс ПО	2,0	2,0
Рыбный жир	1,5	4,0
Растительное масло	1,0	–
Антиоксидант	0,05	0,05

Таблица 3  
Химический состав опытных кормов, %

Table 3  
Chemical composition of experimental fodders, %

Корм	Протеин	Жир	Вода	Клетчатка	Кислотное число жира, мг КОН
КГОС	47,62	8,15	8,14	1,3	21,3
РК-С	49,10	6,00	7,90	0,9	16,9
КГОП	42,00	10,20	9,90	2,3	19,1

Степень соответствия корма КГОП потребностям отдельных видов осетров представлена в рядах предпочтения, составленных нами на основе полученных результатов за прошедшие годы.

*Ряды предпочтения чистых линий осетров  
и гибридных форм корма КГОП*

Сеголетки: БО > калуга > Ст х АО > Ст > СО > СО х АО

Двухлетки: БО > Ст х АО > калуга > АО > СО > СО х АО > Ст

Трехлетки: СО х АО > БО > Ст х АО > СО > калуга > Ст  
 Здесь БО — байкальский осетр; АО — амурский осетр; СО — сибирский осетр; Ст — стерлядь.

Таблица 4  
 Динамика изменения кормовых затрат у сеголеток разных видов по годам, кг/кг

Table 4

The dynamics changes of fodder expenditures by fingerling kind species on years, kg/kg

Вид	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Среднее
Калуга	–	1,89	–	1,97	–	–	1,83
Стерлядь	2,0	3,92	–	–	2,33	–	2,78
Сибирский осетр	–	–	3,25	–	–	–	3,25
СО х АО	–	–	3,64	–	–	–	3,64
Байкальский осетр	–	–	–	1,59	–	–	1,59
Ст х АО	–	–	–	2,44	–	–	2,44
Амурский осетр	–	–	–	–	2,29	2,71	2,50
Гибридные формы	–	–	–	–	2,65	3,34	3,00

Таблица 5  
 Кормовые затраты по видам и возрастам за период 1997–2003 гг., кг/кг

Table 5

Fodder expenditures by species and ages within period 1997–2003, kg/kg

Возраст	БО	Калуга	Ст х АО	АО	Ст	СО	СО х АО	Среднее
Сеголетки	1,59	1,83	2,44	2,5	2,75	3,25	3,64	2,57
Двухлетки	2,24	3,06	2,39	4,5	6,58	5,04	5,37	4,15
Трехлетки	2,88	3,70	3,42	–	6,20	3,65	2,41	3,71
Товарные	2,24	2,90	2,75	3,5	5,00	3,96	3,60	3,42
Полный цикл (личинка—товар)	2,24	2,90	2,75	3,5	5,10	3,96	3,80	3,46

Таблица 6  
 Кормовые затраты по возрастам за период 1998–2003 гг., кг/кг

Table 6

Fodder expenditures by ages within period 1998–2003, kg/kg

Объект	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Среднее
Производители	–	4,18	11,60	12,40	10,5	6,86	11,0	9,40
Сеголетки	–	2,00	2,80	3,44	2,0	2,40	3,0	2,62
Двухлетки	–	–	10,50	5,45	3,8	–	–	6,58
Товарная калуга	–	–	4,58	–	–	2,35	–	3,46
Все стадо	6,02	2,83	5,31	4,73	–	–	–	4,71

Согласно полученным результатам, наиболее привлекательным корм КГОП оказался для сеголеток и двухлеток байкальского осетра, а также для трехлеток реципрокного гибрида СО х АО (т.е. при его использовании были получены максимальные приросты массы тела при наименьших затратах комбикормов и минимальных отходах). В связи с тем что при использовании данной рецептуры в качестве производственного корма для дальневосточных осетров и их гибридных форм рыбоводные показатели были значительно ниже, возникла необходимость разработки для них специализированных комбикормов в соответствии с их потребностями и с учетом спектра питания рыб в природных условиях.

В 2004 г. для кормления осетров, как и в предыдущие годы, использовались стартовые и производственные корма, изготовленные на кормоучастке ТИНРО-центра по рецептурам КГОС и КГОП. Динамика затрат корма при выращивании разновозрастной молоди осетровых рыб представлена в табл. 4–7. При сравнении с 2003 г. затраты корма при содержании маточного стада снизилась на 24 %, однако оказались на 22 % выше, чем в 2002 г. Среди товарной рыбы наибольшие затраты

корма отмечались у шестилеток калуги, что было связано с большими плотностями посадки и естественным снижением темпа роста по мере увеличения возраста. У трехлеток стерляди затраты кормов на единицу прироста оказались ниже, чем в предыдущие годы (табл. 7). В значительной мере это было связано с разработкой новых режимов кормления молоди этого вида. В течение многих лет минимальные кормовые затраты на единицу прироста отмечались у трехлеток чистой линии байкальского осетра (2,24–2,88 кг/кг) и гибридной формы СО х АО в сравнении с остальными видами и гибридными формами (см. табл. 5). Эти данные сопоставимы с ранее полученными результатами.

При комбинированном (бассейново-садковом) выращивании сеголеток чистых линий и гибридных форм затраты корма у молоди в бассейнах были значительно ниже, чем при подращивании в садках. Наименьшие затраты корма при выращивании в бассейнах отмечались у сеголеток гибридных форм АО х Ст и СО х АО, наибольшие затраты — у одновозрастной молоди чистой линии амурского осетра (2,53 кг/кг), сибирского осетра (1,93 кг/кг) и гибрида Ст х АО (1,93 кг/кг). При подращивании молоди в садках самые высокие затраты отмечались у амурского осетра, гибридов СО х АО, СТ х АО и сибирского осетра (см. табл. 4). В то же время затраты корма у всех сеголеток в отдельные периоды подращивания были значительно ниже (табл. 4).

Увеличение кормовых затрат по некоторым чистым линиям и гибридным формам осетров обусловлено, скорее всего, слишком большими плотностями посадки рыбы. Это касается в основном калуги и гибридной формы (РО х СО) х АО, ихтиомасса которых в садках с крупными экземплярами превышала 100 кг/м<sup>2</sup>. Помимо этого, в период максимального роста рыб в корма была введена рыбная мука с меньшим содержанием протеина в сравнении с предыдущими годами и взамен отдельных компонентов корма, в частности соевого шрота и дрожжей.

Кроме того, необходимо отметить, что при сравнении кормовых затрат в рассматриваемый период нами не учитывалось влияние в разные годы таких факторов, как различия в составе кормов, температурные и гидрохимические условия, плотность посадки, получение молоди от впервые созревших самок с некачественной икрой и повторно нерестящихся. Все эти особенности будут предметом дальнейшего анализа полученных результатов.

### **Использование кормовых добавок из отходов переработки беспозвоночных и витазара в качестве заменителей рыбной муки**

Полученные в ходе многолетних исследований данные еще раз подтвердили, что при разработке искусственных кормов весьма важно учитывать, что их физиологическая полноценность и эффективность (особенно стартовых комбикормов) определяется доступностью протеина для переваривания собственными ферментами рыб. Следовательно, основой разработки осетровых кормов должна являться сбалансированность общего состава питательных веществ (фракционного состава белка, липидов, незаменимых жирных кислот, доступных для усвоения углеводов) с учетом такового в естественной пище (Абросимова, 1969; Ильина, Турецкий, 1990; Пономарев, 1997). Необходимо отметить, что сухие компоненты животного происхождения, входящие в состав комбикормов, могут иметь иную структуру питательных веществ, чем естественные кормовые организмы, что может повлиять на степень усвоения белка и жира. Согласно литературным данным (Пономарев, 1996; Судакова, 1997; и др.), естественная пища осетровых рыб (живые кормовые организмы) содержит протеин с относительно низкой молекулярной массой (М.м), что дает возможность ранней молоди, потребляющей зоопланктон, эффективно усваивать белок. Это обуславливает быстрый рост и формирование пищеварительного тракта рыб. В частности, при изучении кормовой базы и питания русского осетра было обнаружено, что во

Таблица 7

Количество корма и его затраты на прирост различных групп осетровых по годам

Table 7

The fodder quantity and their expenditure on the growth kind groups of the sturgeon's fish by years

Вид и гибридная форма осетровых рыб	1999		2000		2001		2002		2003		2004	
	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг	Кол-во корма, кг	Затраты корма, кг/кг
Ремонтно-магачное стадо	11990	11,60	5109	12,4	7671,0	10,50	6412	6,86	12077	11,0	8209	8,36
Сеголетки калуги	1263	1,69	-	-	129,2	1,97	-	-	-	-	-	-
Двухлетки калуги	-	-	7346	3,06	-	-	-	-	-	-	-	-
Трехлетки калуги	-	-	-	-	29171,0	3,71	-	-	-	-	-	-
Товарная калуга (3+...5+)	20826	4,58	-	-	-	-	32487	2,35	9885	2,30	6233	5,70
Сеголетки стерляди	5820	3,92	-	-	-	-	375	2,33	-	-	-	-
Двухлетки стерляди	4513	10,50	3549	5,45	-	-	-	-	1140	3,80	-	-
Трехлетки стерляди	-	-	2121	5,6	7445,0	6,81	-	-	-	-	945	4,50
Товарная стерлядь (3+...4+)	-	-	-	-	2049,0	6,93	4126	4,27	614	3,70	-	-
Сеголетки сибирского осетра	-	-	2070	3,25	-	-	-	-	-	-	800	2,88
Двухлетки сибирского осетра	-	-	-	-	5633,0	5,04	-	-	-	-	-	-
Трехлетки сибирского осетра	-	-	-	-	-	-	3052	3,65	-	-	-	-
Сеголетки гибрида СО х АО	-	-	324	3,64	-	-	-	-	-	-	780	2,64
Двухлетки гибрида СО х АО	-	-	-	-	1303,0	5,37	-	-	-	-	9405	2,60
Трехлетки гибрида СО х АО	-	-	-	-	-	-	988	2,41	-	-	-	-
Четырехлетки гибрида СО х АО	-	-	-	-	-	-	-	-	1328	3,03	-	-
Сеголетки гибрида Ст х АО	-	-	-	-	97,0	2,44	-	-	-	-	1345	3,30
Двухлетки гибрида Ст х АО	-	-	-	-	-	-	650	2,39	-	-	-	-
Трехлетки гибрида Ст х АО	-	-	-	-	-	-	-	-	1386	3,42	-	-
Сеголетки амурского осетра	-	-	-	-	-	-	226	2,29	4719	2,71	244	3,55
Двухлетки амурского осетра	-	-	-	-	-	-	-	-	614	4,50	16037	3,00
Сеголетки гибридных форм	-	-	-	-	-	-	6157	2,65	3134	3,34	2135	2,45
Двухлетки гибридных форм	-	-	-	-	-	-	-	-	23473	2,93	255	5,30
Трехлетки гибридных форм	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39942	3,34
Итого	44412	5,31	20519	4,73	53498,3	4,66	54473	2,74	58370	3,31	86330	3,96

все сезоны в его питании преобладают моллюски: наиболее часто отмечались мидия, церастодерма и списула. Основную долю по массе составляла мидия — более 62 %.

Значительный интерес в этом отношении может представлять использование в качестве компонентов кормов продуктов переработки морских гидробионтов, являющихся естественными кормами для рыб, особенно ракообразных, моллюсков, иглокожих и водорослей. Поскольку в различные периоды года в пищевых целях используется только 10–50 % этого сырья, а остальное выбрасывается или в лучшем случае идет на изготовление жира, применение таких отходов позволит снизить цену комбикормов, а также повысить жизнестойкость и темп роста рыб. В 2004 г. нами были изготовлены кормовые добавки из отходов переработки гребешка, кальмара и мидийных обрастаний морских плантаций. На опытном кормоучастке ТИПРО-центра были изготовлены осетровые корма с данными добавками и испытаны на трехлетках сложного гибрида (РО x СО) x АО. Химический и минеральный состав кормодобавок и комбикормов, изготовленных с их включением, представлен в табл. 8–10.

Химический состав кормов с добавками, %

Таблица 8

Table 8

The chemical composition fodders with additions, %

Наименование корма с добавкой	Вода	Жир	Белок	Перекисное число жира	Кислотное число жира
КГОП + кальмар	10,20	3,71	39,97	0,063	37,63
КГОП + гребешок	10,16	3,63	36,95	0,169	42,50
КГОП + витазар 10 %	10,15	4,13	39,98	0,052	31,18
КГОП + мидия	9,80	3,06	39,22	0,068	40,08
КГОП + витазар 20 %	10,30	3,32	38,16	0,188	50,42
КГОП контроль	9,20	4,14	43,78	0,059	31,33

Минеральный состав кормов с добавками для осетров, мкг/г

Таблица 9

Table 9

The mineral composition fodders with additional for sturgeon, mkg/g

Вид корма	Cu	Zn	Cd	Fe	Mn	Ni	Mg	Pb	Ars	Hg
КГОП + кальмар	5,45	20,43	0,085	20,43	45,64	0,680	1702,99	–	–	–
КГОП + гребешок	6,76	57,51	0,670	0,07	50,70	–	1759,13	–	–	–
КГОП + витазар 10 %	11,17	65,20	0,930	29,80	81,96	0,745	2049,18	–	–	–
КГОП + мидия	12,97	56,74	1,134	29,13	45,39	0,640	1880,60	–	–	–
КГОП + витазар 20 %	6,67	78,43	0,166	60,08	75,10	–	1835,70	–	–	–
КГОП контроль	7,65	70,10	0,790	70,15	38,26	–	1594,30	–	–	–

Химический состав кормовых добавок, %

Таблица 10

Table 10

The chemical composition of fodder additions, %

Добавка	Вода	Белок	Жир	Ca	P	Зола
Кальмар	83,5	79,6	26,8	0,26	0,93	11,0
Мидия	60,5	14,8	11,1	27,90	–	76,7

Согласно полученным данным, в вариантах кормов, применявшихся в опытах, где начальная масса молоди при посадке составляла более 1000 г, добавки гребешка увеличивали коэффициент массонакопления в течение эксперимента



на 18,4 %, кальмара — на 7,8 % по сравнению с контролем и снижали затраты корма на 0,3–0,6 кг/кг прироста (см. табл. 7, 11). У осетров с начальной массой менее 800 г был отмечен более интенсивный рост в контроле, где по коэффициенту массонакопления он был выше, чем в вариантах с начальной массой тела рыб более 1000 г, на 37,0 %. Это связано с меньшей исходной общей массой в садках с мелкой рыбой (на 40 %) и соответственно более низкой плотностью посадки, что создало оптимальные условия для развития и позволило рыбам в полной мере реализовать потенциал роста. На этом фоне влияние кормовых добавок оказалось не столь эффективным, как в вариантах с крупной рыбой.

Отмечена и специфичность действия добавок. Например, наиболее интенсивно действие добавки мидии проявлялось в период низких температур воды, а добавка гребешка увеличивала темп роста рыб при более высоких температурах. Наименьшие затраты корма на единицу прироста в сравнении с контролем отмечались в вариантах кормов с добавками гребешка и кальмара. Согласно полученным результатам, введение в корм биологически активных добавок не оказало сколько-нибудь значительного влияния на физиологическое состояние молоди, кроме увеличения темпа прироста массы в варианте с добавкой из отходов гребешка. Однако в этом варианте корма отмечался максимальный отход молоди.

При гематологическом анализе у гибридов осетров (РО x СО) x АО во всех вариантах кормов выявлены патоморфологические изменения клеток красной крови, свидетельствовавшие о развитии алиментарной патологии (анизоцитоз, пойкилоцитоз, гипохромазия и олигохромазия). При достаточно высокой концентрации гемоглобина в крови и большом числе эритроцитов отмечался низкий уровень СГЭ во всех вариантах. По уровню СГЭ и отходам можно сказать, что физиологический статус молоди в варианте корма с добавкой отходов кальмара выше, чем в остальных вариантах кормов.

Увеличение общего количества эритроцитов при снижении СГЭ в крови свидетельствует об ухудшении физиологического состояния рыб при высоких температурах воды в летний период, а также о наличии алиментарных патологий. Одним из признаков наличия алиментарных болезней служит появление кровоизлияний на плавниках и поверхности тела. При вскрытии рыб визуально отмечались признаки липоидной дегенерации печени, максимально выраженные в контроле, минимально в варианте с добавлением биодобавки из гребешка и мидии. Изучение гистоструктуры показало развитие липоидной дегенерации печени средней тяжести (рис. 1) в вариантах с добавками, характеризующейся наличием пустот на месте экстрагированного жира, занимающих от 30 до 50 % поверхности гепатоцитов и тяжелой степени (рис. 2) в контрольном варианте, где пустоты занимали 60–75 % поверхности клеток печеночной паренхимы. Ядра поврежденных клеток смещены к мембране, чаще всего пикнотические. Для таких степеней тяжести липоидной дегенерации печени характерно отсутствие митотически делящихся клеток. Цитоплазма клеток зернистая, заполнена глыбками и каплями липидов (см. рис. 1, 2).

Оптимальные условия водной среды создают предпосылки для реализации потенциальной возможности роста, а основным фактором роста у рыб является питание. Приспособляемость рыб к питанию определенными кормами непостоянна и меняется по мере их роста, изменения строения ротовой полости и пищеварительной системы. Смена кормовых объектов в онтогенезе позволяет виду в целом осваивать различные корма, при этом у большинства рыб по мере их перехода с одной стадии развития на другую наблюдается расширение спектра питания — увеличение компонентов пищи. Поэтому в промышленном рыбоводстве большое внимание уделяется составу пищи, поскольку рост рыб определяется количеством потребленной пищи и эффективностью ее конвертирования в прирост, а от интенсивности приростов рыбы зависит эффективность рыбоводного процесса.

Известно, что для нормального роста и развития рыбам необходимо определенное количество и соотношение питательных веществ: протеина (с набором незаменимых аминокислот), липидов, углеводов, минеральных компонентов, витаминов, ферментов и других биологически активных веществ. Потребность в них меняется в зависимости от возраста, размера, гидрологических и термических условий, что необходимо учитывать при разработке рецептуры кормов. Весьма важно при этом учитывать, что их полноценность и эффективность (особенно стартовых комбикормов) определяется доступностью протеина для переваривания собственными ферментами рыб (Абросимова, 1969; Ильина, Турецкий, 1990). За истекший период нами были испытаны более 20 вариантов известных рецептур с использованием местного сырья. Полученные в ходе исследований результаты позволили отобрать два рецепта (стартовый и производственный) комбикормов, состав которых более-менее удовлетворяет потребности разводимых нами чистых линий и гибридных форм осетров по основным питательным компонентам. В то же время оказалось, что разработанные в ТИНРО-центре корма (КГОС и КГОП) более полно соответствуют потребностям разновозра-

Таблица 11

Рыбоводные и физиологические показатели трехлеток сложного гибрида (РО x СО) x АО при выращивании в садках на сухих гранулированных кормах с добавками (134 сут)

Table 11

Piscicultural and physiological indexes three-years fish compound hybrid (RS x SS) x AS by rearing into cage on granulation fodder with additions (134 days)

Показатель	КГОП		КГОП + кормовые добавки, 5 %/кг корма		Витазар
	Контроль, масса > 1000 г	Отходы гребешка	Отходы кальмара	Контроль, масса < 800 г	
Плотность посадки, экз.	500	500	500	500	500
Начало эксперимента	1126,7	1116,5	1000,5	738,0	750,0
Конец эксперимента	1814,7	1982,5	1758,6	1472,5	1445,0
Абсолютный прирост	687,9	866,0	758,1	734,5	735,0
Коэффициент массонакопления	0,038	0,045	0,041	0,052	0,051
Заграты корма, кг/кг	4,17	3,6	3,9	2,98	2,96
Отход, %	1,0	1,0	2,8	—	1,6
<i>Гематологические показатели (по выборке 100 экз.)</i>					
Эритроциты, млн/мкл	1,79	1,72	1,64	—	1,69
Лейкоциты, тыс./мкл	43,5	43,17	45,11	—	43,75
Гемоглобин, г/%	8,33	8,45	8,42	—	8,38
СГЭ, пг	46,59	49,13	51,14	—	49,70

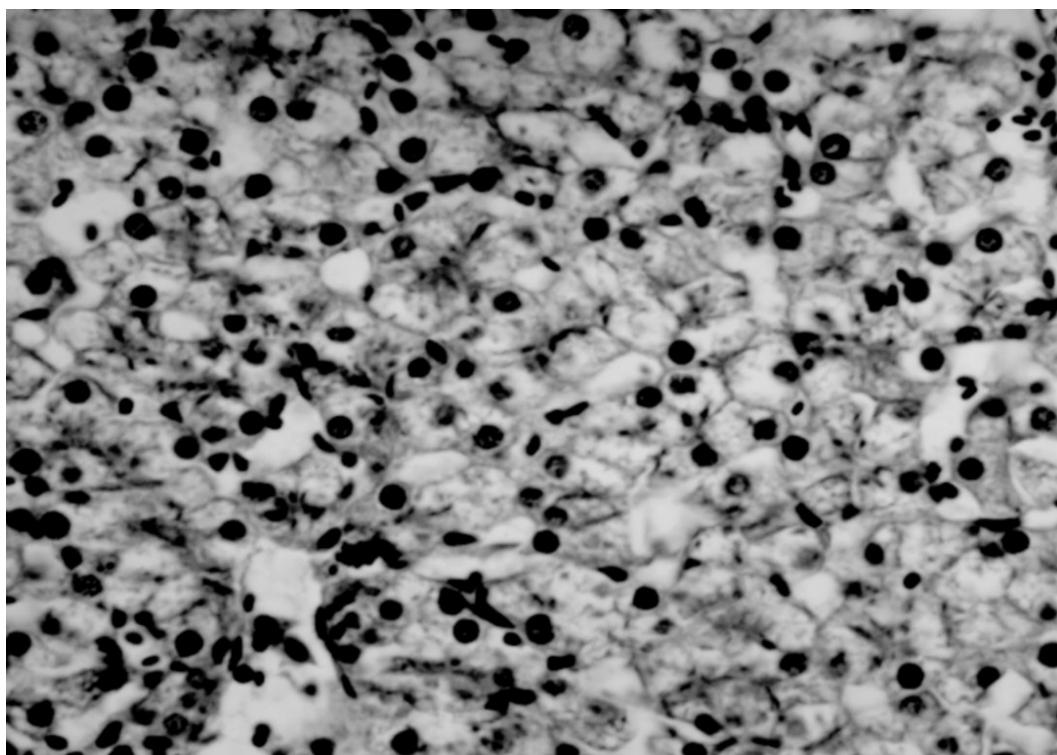


Рис. 1. Липоидная дегенерация печени средней степени тяжести  
Fig. 1. The liver lipoid degeneration middle gravity

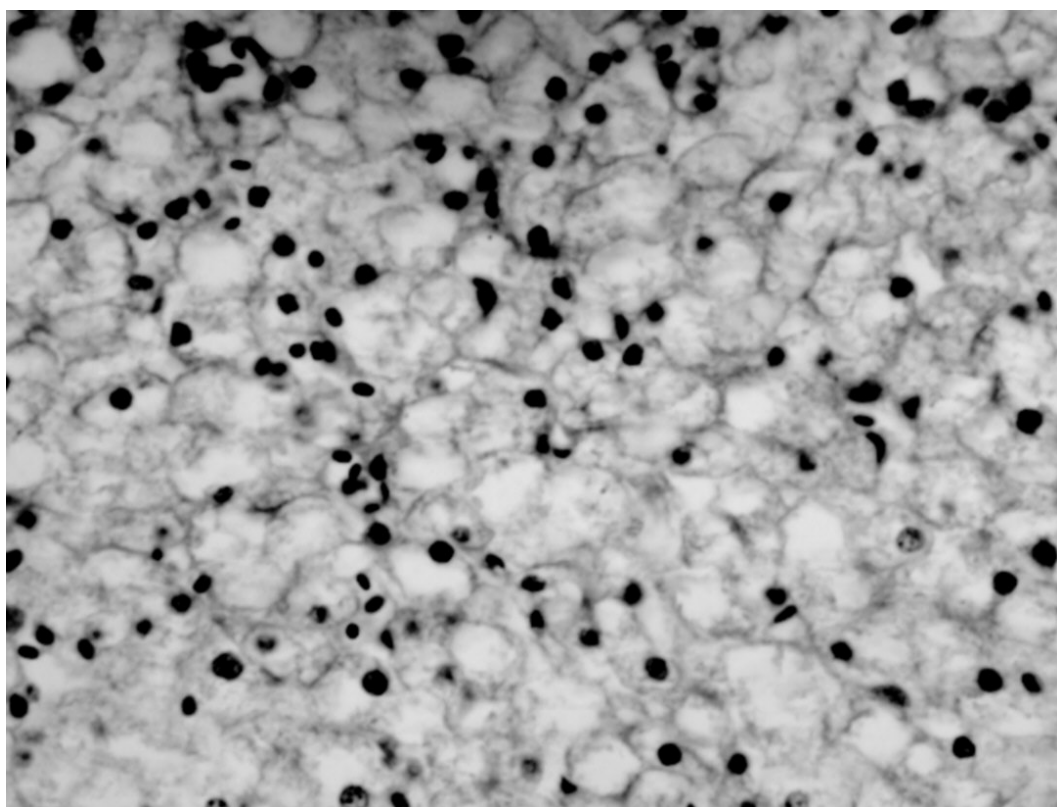


Рис. 2. Липоидная дегенерация печени тяжелой степени тяжести  
Fig. 2. The liver lipoid degeneration heavy degree gravity

стной молоди чистой линии байкальского осетра и гибридной формы СО х АО (ряды предпочтения), на втором месте стоят сеголетки калуги и двухлетки амурского осетра. Согласно полученным нами результатам, для сеголеток чистых линий АО, Ст, СО необходимо создание стартовых комбикормов, более соответствующих потребностям рыб в структурных компонентах пищи с учетом их спектра питания в естественных условиях. То же самое касается и производственных кормов. В процессе испытаний комбикормов было выявлено соотношение заменимых и незаменимых аминокислот, соответствующее потребностям рыб, которое необходимо соблюдать при изготовлении кормов. Однако сухие ингредиенты животного происхождения, входящие в состав комбикормов, могут иметь иную структуру питательных компонентов, чем естественные кормовые организмы, что влияет на степень усвоения белка и липидов. Естественная пища молоди осетровых рыб — живые кормовые организмы — содержит протеин с относительно низкой молекулярной массой (Пономарев, 1996; Судакова, 1997), который позволяет ранней молоди, потребляющей зоопланктон, эффективно усваивать белок естественной пищи и обуславливает более быстрый рост рыб и формирование их пищеварительной системы. При недостаточном содержании такого протеина в кормах, как правило, развиваются различного рода алиментарные патологии, в частности липоидная дегенерация печени хронической формы, степень тяжести которой зависит от балансировки корма и длительности скормливания рыбам несбалансированных по основным питательным компонентам кормов. Для максимального приближения состава корма КГОП к естественной пище в его состав были введены кормовые добавки, изготовленные из отходов переработки гребешка, кальмаров и мидийных обрастаний морских плантаций, содержащие протеины с относительно низкой молекулярной массой. В результате исследований оказалось, что введение добавок в корма снижает степень тяжести алиментарных патологий, увеличивает темп роста (особенно добавка гребешка) и снижает отходы. Необходимо отметить специфичность действия добавок в зависимости от температуры воды: наиболее интенсивно действие добавки мидии проявлялось в период низкой температуры воды, а добавка гребешка увеличивала темп роста рыб в период высокой температуры.

Результаты нашей работы позволяют сделать следующие выводы.

Для увеличения эффективности выращивания осетровых рыб на тепловодном хозяйстве ФГУП «ТИНРО-центр» Лучегорской НИРС необходима разработка стартовых и производственных кормов для дальневосточных осетров с учетом их спектра питания на разных этапах онтогенеза в естественных условиях.

Использование нетрадиционного сырья (отходы при производстве продукции из кальмаров и гребешка, мидийные обрастания) позволяет помимо удешевления стоимости кормов повысить жизнестойкость выращиваемой молоди чистых линий и гибридных форм осетровых рыб при выращивании в условиях тепловодных хозяйств за счет компенсации недостатков сухих ингредиентов корма.

Необходим контроль физиологического состояния рыб для выявления ранних стадий алиментарных заболеваний.

## Литература

**Абросимова Н.А.** Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М.: НИИПРХ, 1969. — 79 с.

**Иванова Н.Т.** Атлас клеток крови рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1983. — 184 с.

**Ильина И.Д., Турецкий В.И.** Физиолого-биохимическое обоснование норм ввода продуктов микробiosинтеза в комбикормах для карпа // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. — 1990. — № 59. — С. 164–175.

**Лилли Р.** Патогистологическая техника и практическая гистохимия. — М.: Мир, 1969. — 624 с.

**Пономарев С.В.** Биологические основы кормления лососевых рыб в раннем пост-эмбриогенезе: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М.: ВНИИПРХ, 1996. — 373 с.

**Пономарев С.В.** Временная инструкция по кормлению бестера комбинированными кормами. — Астрахань: Астаквакорма, 1997. — 27 с.

**Ромейс Б.** Микроскопическая техника. — М.: Иностран. лит., 1954. — 712 с.

**Судакова Н.В.** Новые отечественные продукты микробного синтеза в составе гранулированного корма ОСТЬ-4 для ранней молоди осетровых рыб // Тез. докл. Первого конгр. ихтиологов России. — М.: ВНИРО, 1997. — С. 338–339.

**Уголев А.М., Кузьмина В.В.** Пищеварительные процессы и адаптации у рыб. — СПб.: Гидрометиздат, 1993. — 238 с.

*Поступила в редакцию 16.01.07 г.*