

УДК 639.371.03:639.3.043

М. А. Митрофанова, Ю. В. Сергеева, Ю. В. Федоровых, А. В. Сергеев

Астраханский государственный технический университет

**ПРИМЕНЕНИЕ
РАЗЛИЧНЫХ КАРОТИНОИДНЫХ ПРЕПАРАТОВ В КОМБИКОРМАХ
ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА
ДЛЯ РЕМОНТНО-МАТОЧНОГО СТАДА ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

Одним из основных элементов биотехники искусственного воспроизводства осетровых рыб в настоящее время является формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад (РМС). Процесс формирования РМС из молоди заводского происхождения тесно связан с технологией выращивания рыб на основе применения искусственных комбикормов.

Отбор в РМС осетровых рыб осуществляется в возрасте сеголетка, когда пищеварительная система полностью сформировалась. Современные искусственные комбикорма обеспечивают высокий пластический рост рыб, однако их состав отличается от состава естественной пищи рыб, и в первую очередь по наличию или отсутствию биологически активных веществ (БАВ), которые регулируют в организме многие метаболические процессы. Недостаток БАВ в кормах в условиях высокоинтенсивной аквакультуры (повышенная плотность посадки и технологические нагрузки) снижает резистентность рыб к неблагоприятным факторам внешней среды [1], что в дальнейшем при выращивании РМС может сказаться на качестве производителей и их потомства.

В настоящее время промышленностью выпускается ряд каротиноидных препаратов, в том числе и экстракт натуральных каротинов, содержащих в своем составе наряду с β -каротином α - и γ -каротины [2]. В связи с этим были проведены эксперименты по оценке эффективности использования различных каротиноидных препаратов в составе комбикормов при выращивании ремонтной группы осетровых рыб.

Среди 600 известных видов каротиноидов одним из наиболее распространенных и изученных является β -каротин. В кормах для лососевых рыб широко применяется кантаксантин (дикетопроизводный β -каротин – 4,4'-дикето- β -каротин) и его синтетический аналог Карофил Ред, астаксантин (дигидропроизводный β -каротин – 3,3'-дигидрокси-4,4'-дикето- β -каротин) и его синтетический аналог Карофил Пинк. β -каротин только в настоящее время появился на отечественном рынке кормового сырья в виде новых продуктов с высокой концентрацией (8 % и выше) – это β -каротин рыбный и β -carotene synthetic. В кормах для сельскохозяйственных животных также применяют новый, весьма перспективный каротиноидный натуральный препарат Cl natural yellow 26, который, как природный комплекс, содержит α - и β -каротин (соответственно 85 % β -каротин, 15 % α -каротин и 0,1 % γ -каротин).

Препарат β -каротин рыбный (далее – БКР) кроме β -каротина содержит также и комплекс аминокислот, ненасыщенных жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, а также белки. Он является и дополнительным источником витамина Е. Представляет собой кристаллический порошок оранжево-красного с ярким блеском цвета.

Карофил Ред представляет собой сухой, стабилизированный антиоксидантами порошок, в котором пигмент тонко распределен на желатиновой основе, что защищает каротиноиды от окисления и обеспечивает длительный срок хранения. В 1 кг препарата содержится 100 г синтетического кантаксантина, т. е. чистый пигмент составляет 10,0 % массы продукта [3].

β -Каротин synthetic (далее – БКР-синтетик) синтезируется из углеводородов меньшей молекулярной массы, т. е. микробиологическим путем из водорослей *Dunaliella salina*, *bardawil* и *kona*. Концентрация β -каротина составляет около 85 %. Представляет собой кристаллы или кристаллический порошок от красного до коричнево-красного цвета.

Препарат CI natural yellow 26 (далее Комплекс КР) представляет собой смесь натуральных каротиноидов, которую получают экстракцией разрешенными для этих целей растворителями (ацетон, метилэтилкетон, дихлорметан, диоксид углерода, метанол, этанол, пропан-2-ол, гексан) из различных видов съедобных растений, прежде всего моркови, или растительных масел. Наряду с красящими пигментами экстракты могут содержать встречающиеся в природе масла, жиры и воски. Экстракты натуральных каротиноидов (CI natural yellow 26) содержатся в моркови, пальмовом масле, зеленых наземных растениях и водорослях в качестве веществ, сопутствующих хлорофиллу. Раствор в органических красителях имеет цвет от оранжевого до желтого [2].

Эффективность использования различных каротиноидных препаратов в составе продукционного комбикорма ОТ-7 определяли при выращивании ремонтных групп русского осетра и стерляди.

В базовую рецептуру комбикорма вводили различные каротинсодержащие препараты: Карофил Ред (препарат синтетического кантаксантина) в количестве эквивалентном 25 мг кантаксантина, БКР (препарат натурального β -каротина рыбного), БКР-синтетик (препарат β -каротин synthetic) и Комплекс КР (препарат CI natural yellow 26, экстракт натуральных каротиноидов) в количестве эквивалентном 32 мг β -каротина на 1 кг комбикорма.

В производственных условиях молодь осетровых рыб выращивали в пластиковых бассейнах с постоянным водообменом. Технологические нормы кормления и содержания (плотность посадки) устанавливали эмпирически, набирая и анализируя материал с определением наиболее выгодной средней нормы в соответствии с показателями гидрохимического режима и температуры воды [4, 5].

Контроль за темпом роста рыб осуществляли один раз в 10 суток. Взвешивание и измерение рыб проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина [6]. Среднесуточную скорость роста сеголеток вычисляли по формуле сложных процентов [7]. Анализ химического состава икры и тела рыб выполняли общепринятыми методами: содержание влаги – вы-

сушиванием; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета; содержание белка – по Кьельдалю с использованием реактива Несслера; золы – сжиганием в муфельной печи при температуре 500 °С [8].

При исследовании крови выращенной рыбы, для определения показателей гематокрита, использовали гематокритную центрифугу МГ6-08, содержание гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, количество эритроцитов – в камере Горяева [9].

Содержание каротиноидных пигментов, а также витамина А в печени и мышцах выращенных рыб определяли колориметрическим методом на КФК-3 [10, 11].

Опыты проводили в двухкратной повторности, данные подвергали статистической обработке по Г. Ф. Лакину [12] с применением персонального компьютера.

Результаты выращивания русского осетра средней массой 7,2 г на комбикорме ОТ-7 с добавлением различных каротиноидных препаратов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рыбоводно-биологические показатели выращивания русского осетра на комбикорме с различными каротиноидными препаратами

Показатель	Вариант опыта				Контроль
	БКР-синтетик	Карофил Ред	БКР	Комплекс КР	
Масса начальная, г	7,5 ± 0,01*	7,4 ± 0,06*	8,7 ± 0,03***	8,1 ± 0,04***	6,8 ± 0,04
Масса конечная, г	32,8 ± 0,12*	31,6 ± 0,13*	38,7 ± 0,15**	40,6 ± 0,15***	25,7 ± 0,09
Абсолютный прирост, г	25,3	24,2	30,0	32,5	18,8
% к контролю	134,6	128,7	159,6	172,9	100
Среднесуточная скорость роста, %	5,06	4,98	5,06	5,40	4,5
% к контролю	112,4	110,7	112,4	120,0	100
Кормовые затраты, ед.	1,6	1,4	1,2	1,1	1,7
Выживаемость, %	96	98	98	98	97
Период экспериментов, сут	30	30	30	30	30
Каротиноиды, мг/100 г сырой ткани	1,3	1,2	1,3	1,5	0,9

Примечание. Показатели достоверно отличаются от контроля при: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Следует отметить, что вся молодежь экспериментальной группы отличалась от контрольной группы лучшими рыбоводными показателями. Однако наиболее эффективным препаратом является Комплекс КР. В этом варианте была отмечена наиболее высокая среднесуточная скорость роста (5,4 %) при низких кормовых затратах (1,1). Вероятно, это связано с тем, что в составе данного препарата содержится комплекс каротинов (α -, β - и γ -).

При отсутствии в корме каротиноидных препаратов отмечали снижение уровня выживаемости и темпа роста при некотором увеличении кормовых затрат.

Весьма важными показателями, характеризующими физиологическое состояние рыб, следует считать гематологические показатели. Так, молодь русского осетра, выращенная на опытных кормах с добавлением различных каротиноидных препаратов, характеризовалась следующими показателями (табл. 2).

Таблица 2

**Гематологические показатели молоди русского осетра,
выращенной на комбикорме с различными каротиноидными препаратами**

Вариант опыта	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, млн/мм ³	Гематокритное число, л/л
БКР-синтетик	66,2 ± 2,7	0,753 ± 0,43	30,0 ± 0,1 ^{***}
Карофил Ред	64,4 ± 3,1	0,746 ± 0,40	35,0 ± 0,3*
БКР	64,3 ± 4,4	0,749 ± 0,48	37,0 ± 0,1
Комплекс КР	68,2 ± 4,9 ^{***}	0,762 ± 0,56 ^{***}	38,0 ± 0,3
Контроль	62,1 ± 2,9	0,743 ± 0,51	38,0 ± 0,4

Примечание. Показатели достоверно отличаются от контроля при: * $p \leq 0,05$; *** $p < 0,001$ – высшая степень достоверности различий.

Наибольшая концентрация гемоглобина установлена в варианте с использованием Комплекса КР, наименьшая – в контроле. Однако все значения соответствовали удовлетворительному физиологическому состоянию рыб.

Для дополнительной оценки состояния выращенных рыб был проведен биохимический анализ состава их тела (табл. 3). Содержание протеина в теле молоди русского осетра находилось примерно на одном уровне: от 71,4 до 74,6 %. Количество жира было незначительно выше в теле рыб, получавших комбикорм с БКР.

Таблица 3

**Общий химический состав тела молоди осетра,
выращенной на комбикорме с разными каротиноидными препаратами, %**

Вариант опыта	Влага	Сухое вещество	Протеин	Жир	Зола
БКР-синтетик	83,1 ± 1,8	16,9 ± 0,9	73,9 ± 2,9	18,3 ± 1,8	7,5 ± 0,1 ^{**}
Карофил Ред	83,0 ± 2,5	17,0 ± 1,1	74,2 ± 4,2*	17,9 ± 1,3*	7,4 ± 0,9
БКР	82,5 ± 2,4	17,5 ± 1,2	74,0 ± 3,4	18,6 ± 0,9	6,2 ± 0,1
Комплекс КР	82,8 ± 2,7	17,2 ± 1,3	74,6 ± 3,2	18,5 ± 1,4	6,4 ± 0,9
Контроль	82,0 ± 2,0	18,0 ± 1,1	71,4 ± 5,0	18,2 ± 1,2	8,3 ± 0,1

Примечание. Показатели достоверно отличаются от контроля при: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

Аналогичные результаты были получены при выращивании молоди стерляди для дальнейшего формирования ремонтной группы (рис. 1).

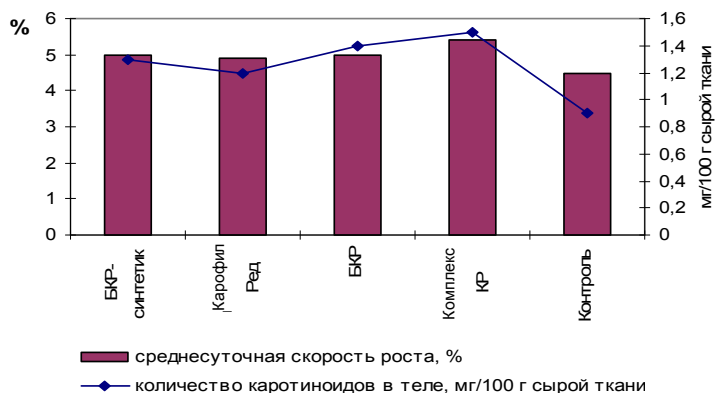


Рис. 1. Зависимость среднесуточной скорости роста от содержания каротиноидов в теле стерляди начальной средней массой 4,5 г

Отмечено, что скорость роста у рыб и уровень каротиноидов в теле при потреблении комбикорма с Комплексом КР были выше, чем при использовании других каротиноидных препаратов. Стимуляция роста колебалась в среднем в пределах 5–10 %.

Опыты с использованием каротиноидных препаратов при кормлении сеголетков стерляди также подтвердили преимущество Комплекса КР. Кормовые затраты в этом варианте по сравнению с контролем ниже на 8 %, абсолютный прирост – в 2,3 раза (рис. 2).



Рис. 2. Основные результаты выращивания сеголетков стерляди:
 1 – БКР-синтетик; 2 – Карофил Ред; 3 – БКР;
 4 – Комплекс КР; 5 – контроль без каротиноидов

При введении в состав комбикорма ОТ-7 БКР все основные показатели эффективности выращивания рыб (темп роста, затраты корма, выживаемость) оказались равными наблюдаемым в варианте 2 (комбикорм + Карофил Ред). При использовании в диете синтетического препарата БКР-синтетик продукционные качества рациона в сравнении с контролем заметно улучшились.

Выводы

В ходе исследований установлено, что использование препарата Комплекс КР в продукционном комбикорме ОТ-7 при выращивании сеголеток ремонтной группы русского осетра и стерляди приводит к улучшению всех рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей. В этом варианте была отмечена наиболее высокая среднесуточная скорость роста при низких кормовых затратах. Содержание протеина в теле молоди русского осетра находилось примерно на одном уровне – от 71,4 до 74,6 %. Наибольшая концентрация гемоглобина установлена в варианте с использованием Комплекса КР. Исследования показали: отсутствие каротиноидных препаратов в комбикормах для молоди тормозит рост и снижает жизнестойкость, что приводит к повышению затрат комбикорма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Головин П. П., Корабельникова О. В. Сравнительная оценка применения некоторых биологически активных препаратов при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baeri* Brandt) // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань, 2004. – С. 243–244.
2. Сарафанова Л. А. Пищевые добавки: Энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2003. – 688 с.
3. Остроумова И. Н. Биологические основы кормления рыб. – СПб.: ГосНИОРХ, 2001. – 372 с.
4. Канидьева А. Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1984. – 215 с.
5. Технология выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России / С. В. Пономарев, Е. А. Гамыгин, С. И. Никоноров и др. – Астрахань: Нова плюс, 2002. – 264 с.
6. Правдин П. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 250 с.
7. Castell J. D., Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standartization of the methodology in fish nutrition research. Hamburg (Federal Republic of Germany), March 21–23, 1979 // EIFAC Tech. Pap. – 1979. – 36. – P. 1–24.
8. Щербина М. А. Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб. – М.: ВНИИПРХ, 1983. – 83 с.
9. Инструкция по физиолого-биохимическим аномалиям у рыб / В. В. Лиманский, А. А. Яржомбек, Е. Н. Бекина, С. Б. Андронников. – М., 1984. – 60 с.
10. Карнаухова В. Н., Федоров Г. Г. Методы определения содержания каротиноидов и витамина А в тканях животных. – Пущино, 1982. – 28 с.
11. Карнаухова В. Н. Биологические функции каротиноидов. – М.: Наука, 1988. – 240 с.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 293 с.

Статья поступила в редакцию 24.03.06,
в окончательном варианте – 13.04.06

**THE UTILIZATION OF DIFFERENT CAROTINOID PREPARATION
IN COMB FOOD IN GROWING OF THE PLANTING MATERIAL
FOR RECOVER BROOD STOCK OF THE STURGEONS**

*M. A. Mitrofanova, Yu. V. Sergeeva,
Yu. V. Fedorovykh, A. V. Sergeev*

The utilization of the preparation Complex KR (preparation CI natural yellow 26), an extract of natural carotinoids linproductive comb food OT-7 in the amount of 32 mg of β -carotine for 1 kg of the comb food in the process of planting. The highest speed of growing was noticed with a low food expeneteuin repairing group of the sturgeons leads to improvement of all fish-planting – biological and physiological-biochemical indexes. The maintance of proteine in the body of Russian sturgeon youth was approximately 71,4–74,6 %. The most comentration of hemoglobine was set in the variant, when Comlex KR was used. Held experience shoed that absence of carotinoid preparations in comb food of sturgeon fish youth the growth and lows the life hampers. Possibility, which leads to increase of expenditure of the comb food.