

АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО

УДК 639.371.03: 639.3.043

**ПЕРСПЕКТИВА СОЗДАНИЯ НОВЫХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ  
ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ  
ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА НА ОСЕТРОВЫХ  
РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

© 2006 г. С.В. Пономарев, М.А. Митрофанова

*Астраханский государственный технический университет, Астрахань 414025*

Поступила в редакцию 25.07.2006 г.

Окончательный вариант получен 11.09.2006 г.

Исследованы биологические свойства каротиноидов и их роль в формировании организма, в том числе и рыб. Показано, что  $\beta$ -каротин это необходимый пигмент в составе кормов, имеющий важное значение как натуральный антиоксидант, участвующий в транспорте веществ через мембраны клеток, который выполняют функции провитамина А. В экспериментальной части приведены нормы ввода промышленного препарата  $\beta$ -каротина – Витатона рыбного в комбикорма для осетровых.

При выращивании молоди осетровых рыб на всех действующих осетровых рыбоводных заводах не решена проблема обеспечения искусственными комбикормами. До настоящего времени производятся закупки за счет бюджетных средств кормов зарубежного производства (Дания, Голландия), которые не соответствуют потребности рыб в питательных веществах. Поэтому задачей настоящего исследования стала разработка отечественных стартового и продукционного комбикормов, обеспеченных всеми незаменимыми питательными компонентами и биологически активными веществами (БАВ), к которым, наряду с витаминами и минеральными веществами, относятся каротиноиды – природные пигменты, содержащиеся в естественной пище рыб.

В пищевой промышленности для окрашивания и витаминизации продуктов используются синтетические препараты  $\beta$ -каротина, а также экстракты натуральных каротинов (Сарафанова, 2003).

Одной из многочисленных биологических функций каротиноидов в организме осетровых рыб является их участие в свободно-радикальном окислении в качестве регулятора, что подтверждено выявленной высокой корреляционной зависимостью статистических показателей белкового и липидного обмена с каротиноидным метаболизмом личинок.

В организме рыб присутствует около 20-ти каротиноидов. Например, у лососевых основными пигментами являются астаксантин, кантоксантин и другие, причем астаксантип является незаменимым. При этом он не может синтезироваться в организме и должен поступать с пищей. Другие пигменты могут синтезироваться из астаксантина и частично один из другого (Абросимов, 1992; Абросимова, 1997).

«Витатон рыбный», в отличие от традиционно применяемых каротиноидов химического происхождения (астаксантин и кантоксантин) натуральный, с высоким уровнем содержания натурального  $\beta$ -каротина. Препарат «Витатон рыбный» представляет собой инактивированную биомассу гриба *Blakeslea trispora*, полученную по специальной технологии с использованием продуктов переработки кукурузы. Витатон, в отличие от других синтетических препаратов  $\beta$ -каротина, не требует для хранения низких температур, а также он более устойчив к свету и избыточной влажности. Витатон также является дополнительным источником витамина Е. Препарат «Витатон рыбный» содержит в своем составе: 90-92% сухого вещества, 25-30% протеина, 55-60% липидов, 8-9% золы, 8%  $\beta$ -каротина.

В состав витатона входят как свободные, так и связанные аминокислоты, входящие в состав белка препарата. Содержание общих липидов в препарате составляет 44,7%. Фракционный состав общих липидов показал наличие 6-ти основных фракций липидов, где преобладают фосфолипиды, диглицериды, триглицериды. Препарат имеет широкий спектр витаминного состава и эссенциальных микроэлементов (Co, Cu, Cr, Fe, I, Mn, Mo, Se, Zn).

Эксперименты по оценке эффективности витатона в составе комбикормов для осетровых рыб проводили в лабораторных условиях аквариального комплекса АГТУ (Астраханского государственного технического университета).

В качестве базовых использовали партии комбикормов ОСТ-6 (стартовый) и ОТ-7 (продукционный).

Согласно схеме опытов, проведенных в лабораторных условиях, витатон вводили в состав стартового и продукционных комбикормов в количестве 200, 400 и 800 мг/кг корма, что эквивалентно дозам  $\beta$ -каротина 16, 32, 64 мг/кг комбикорма. В качестве контроля использовали синтетический каротино-содержащий препарат карофил – пинк.

В качестве объектов использовали личинок и молодь русского осетра (в лабораторных условиях), а также двухгодовиков белуги (в производственных условиях). Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыб и температуры воды, согласно общепринятой технологии выращивания (Пономарев и др., 2002).

Выращивание личинок и молоди русского осетра проводили в аквариумах емкостью 400 л. Плотность посадки определяли в зависимости от массы тела и температуры воды. Температура воды при проведении экспериментов составляла 19,5-21,5 °С, содержание кислорода – 7,8-8,2 мг/л, pH – 7,3-7,5.

Анализ химического состава тела исследуемой рыбы выполняли общепринятыми методами: содержание влаги – высушиванием; жира –

экстракционным методом в аппарате Сокслета; содержание белка – по Кьельдалю; золы – сжиганием в муфельной печи при температуре 500 °С (Щербина, 1983).

При исследовании крови выращенной рыбы, для определения показателей гематокрита использовали гематокритную центрифугу МГ6-02, содержание гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, количество эритроцитов – в камере Горяева (Лиманский и др., 1984).

Контроль за темпом роста рыбы осуществляли один раз за 10 суток. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина (1966). Среднесуточную скорость роста личинок рассчитывали по Г.Г. Винбергу (1956). Среднесуточную скорость роста сеголетков и трехлетков вычисляли по формуле сложных процентов (Castell, Tiewes, 1979). Коэффициент упитанности рыб – по Фультону (Правдин, 1966).

На основании данных об изменении средней массы и химического состава тела рыб рассчитывали абсолютные величины накопления питательных веществ в теле рыб (Щербина, 1983).

Опыты проводили в двух кратной повторности, данные подвергали статистической обработке по Г.Ф. Лакину (1990) с применением персонального компьютера.

В аквариальном комплексе были проведены эксперименты с использованием в составе стартового комбикорма ОСТ-6 витатона в количестве 200, 400, 800 мг/кг. Анализ полученных результатов за 30 суток выращивания личинок русского осетра показал преимущество варианта с введением в состав комбикорма ОСТ-6 400 мг витатона на 1 кг корма (табл. 1). В этом варианте отмечен высокий среднесуточный прирост – 6,2%, при выживаемости 75%. Однако, при добавлении в корм 800 мг/кг витатона также были отмечены высокие показатели роста рыб.

**Таблица 1.** Рыбоводно-биологические показатели выращивания личинок русского осетра на стартовом комбикорме ОСТ-6 с разными каротиноидами.

**Table 1.** Fish culture and biological characteristics of cultivation of the Russian sturgeon larva on starting mixed feed OST-6 with different carotinoids.

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Масса начальная, г	0,06	0,06	0,06	0,06
Масса конечная, г	0,856±0,05*	1,678±0,046*	1,358±0,062*	0,483±0,054
Абсолютный прирост, г	0,796	1,618	1,298	0,423
Среднесуточный прирост, %	5,8	6,2	6,1	5,2
Выживаемость, %	73	75	75	70
Кормовые затраты, ед.	1,3	1,0	1,1	1,4
Продолжительность опытов, сут.	30	30	30	30

**Примечание:** \* - показатели достоверно отличаются от контроля при P<0.05.

**Note:** \* - characteristics has authentically differ from the control at P<0.05.

Для более полной оценки эффективности использования витатона при выращивании личинок русского осетра оценивали химический состав тела выращенных рыб (табл. 2).

**Таблица 2.** Химический состав тела молоди русского осетра, %.

**Table 2.** Chemical compound of a body of the Russian sturgeon fry (young fishes), %.

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Влага	86,8	89,0	88,7	86,5
Абсолютно сухое вещество				
Протеин	70,1	69,2	69,4	68,2
Жир	11,0	11,7	11,8	11,3
БЭВ	5,3	5,7	5,7	5,4
Зола	13,6	13,4	13,1	15,1

Анализируя данные общего химического состава тела выращенной молоди, отмечено, что увеличение количества витатона в составе стартового комбикорма приводит к повышению уровня липидов в анализируемых образцах. Наиболее высокое накопление протеина и жира в теле молоди русского осетра наблюдали при содержании в комбикорме 400 мг/кг витатона. Количество протеина в пробах тела рыб вариантов 2 и 3 (400 и 800 мг/кг витатона) отличаются от контроля (с карофил-пинком) в среднем на 2%.

Таким образом, по совокупности всех проанализированных рыбоводно-биологических и биохимических показателей, было отмечено, что оптимальной нормой ввода в состав стартового комбикорма для личинок осетровых рыб является 400 мг витатона. Этот препарат, в сравнении с карофил-пинком более эффективен и может быть использован как биологическая кормовая добавка.

Результаты выращивания молоди русского осетра средней массы 7,2 г в аквариальном комплексе приведены в таблице 3.

**Таблица 3.** Рыбоводно-биологические показатели выращивания молоди русского осетра на продукционном комбикорме ОТ-7 с добавлением различного количества витатона.

**Table 3.** Fish culture and biological characteristics of cultivation of the Russian sturgeon fry (young fishes) on productional mixed feed OT-7 with addition of various quantity of Vitaton.

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Масса начальная, г	7,3	7,7	7,0	6,7
Масса конечная, г	31,9	37,7	31,0	25,5
Абсолютный прирост, мг	24,6	30,0	24,0	18,8
K <sub>н</sub> начальный	0,5	0,4	0,4	0,5
K <sub>к</sub> конечный	0,7	0,9	0,8	0,7
Среднесуточный прирост, %	6,61	7,04	6,56	6,04
Выживаемость, %	96	98	98	97
Кормовые затраты, ед.	1,6	1,2	1,4	1,7



По результатам выращивания установлено, что наиболее эффективной нормой введения витатона в состав комбикорма ОТ-7 при выращивании молоди осетровых рыб является также 400 мг/кг корма. В этом варианте была отмечена наиболее высокая среднесуточная скорость роста при низких кормовых затратах, в контроле результаты выращивания были наиболее низкими.

По данным биохимического состава тела молоди русского осетра было установлено, что при увеличении нормы ввода витатона в состав комбикорма отмечается увеличение уровня жира и незначительное снижение количества протеина (табл. 4).

**Таблица 4.** Химический состав тела русского осетра, %.

**Table 4.** Chemical compound of a body of the Russian sturgeon, %.

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Влага	85,6	86,2	88,1	87,3
Абсолютное сухое вещество				
Протеин	68,2	66,5	64,2	66,7
Жир	12,0	12,3	12,3	12,1
Зода	5,1	5,0	5,3	5,2
БЭВ	14,7	16,2	18,2	16,0

На накопление протеина и жира в теле молоди русского осетра существенное влияние оказывало количество витатона в составе комбикорма. Наиболее высокое накопление протеина и жира происходило при норме ввода витатона 400 мг/кг корма. При других нормах ввода и в контроле этот процесс происходил более медленно. При норме ввода витатона 200 мг/кг комбикорма содержание протеина было на уровне 14,5 г, а жира – 2,7 г; 800 мг/кг – 12 г и 2,1 г протеина и жира соответственно.

При интенсивном выращивании рыб качество корма является основным лимитирующим биотическим фактором и зачастую определяет физиологическое состояние рыбы. Наиболее чувствительной к изменениям состояния организма тканью является кровь. Поэтому физиологическое состояние молоди осетровых рыб, выращенных на комбикормах с добавлением новых компонентов, оценивали также и по основным показателям состава крови (табл. 5). Лучшие показатели крови были отмечены у русского осетра, потреблявшего корм ОТ-7 с содержанием витатона 400 мг/кг. Уровень гемоглобина в этом варианте был на 5% выше по сравнению с контролем.

Таким образом, включение в состав комбикорма ОТ-7 витатона в количестве 200, 400, 800 мг/кг корма не оказывает негативного воздействия на состав крови выращенной молоди.

Печень рыб является основным органом в регулировании поступающих питательных веществ и поэтому очень чувствительна к качеству комбикорма.

Увеличение размера печени относительно массы тела, изменение ее структуры говорит о некачественном питании. Обычно увеличение гепатосоматического индекса свыше 3% свидетельствует о кормлении недоброкачественным кормом.

**Таблица 5.** Состав крови молоди русского осетра, выращенной на комбикорме ОТ-7 с добавлением различных каротиноидов.

**Table 5.** Structure of blood of the Russian sturgeon fry (young fishes), cultivated on mixed feed OT-7 with addition several of carotinoids

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Гемоглобин, г/%	6,0±0,01	6,8±0,02	6,7±0,02	6,1±0,01
Гематокритное число, л/л	0,41±0,03	0,46±0,02	0,43±0,02	0,42±0,04
Эритроциты, тыс/мкл	839,1±42,1	858±32,0	852,3±42,1	837±42,2

**Примечание:** \* - показатели достоверно отличаются от контроля при  $P < 0,05$ .

**Note:** \* - characteristics has authentically differ from the control at  $P < 0,05$ .

Так, гепатосоматический индекс молоди русского осетра, получавшего комбикорм ОТ-7 с различным содержанием витатона колебался в пределах 1,96-1,99%. Печень была по цвету и консистенции в норме.

## ВЫВОДЫ

1. Наиболее эффективной нормой ввода сухого витатона в состав стартового комбикорма для личинок и молоди осетровых рыб является количество 400 мг/кг корма сухого препарата. При этом отмечен наибольший среднесуточный прирост (6,2%) и выживаемость (75%).

2. Наиболее высокое накопление протеина и жира в теле молоди русского осетра происходит при содержании в комбикорме 400 мг/кг витатона.

3. Установлено, что введение в состав продукционного комбикорма ОТ-7 400 мг/кг корма сухого витатона является наиболее эффективным для крупной молоди осетровых рыб. В этом варианте отмечали наиболее высокую среднесуточную скорость роста – 7,04%, при низких кормовых затратах – 1,2 ед.

4. Определено, что при увеличении нормы ввода витатона в состав комбикорма до 400 мг/кг отмечается повышение уровня жира и незначительное снижение уровня протеина. Наиболее высокое накопление протеина и жира в теле выращенных рыб при норме ввода витатона – 400 мг/кг.

5. Лучшие показатели крови были отмечены у русского осетра потреблявшего комбикорм ОТ-7 с содержанием 400 мг/кг витатона. Уровень гемоглобина в этом варианте был на 5% выше, чем в контроле.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абросимов С.С. Рост и развитие молоди русского осетра в связи с обеспеченностью стартового корма каротиноидами: автореф. на соиск. уч. ст. канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1992. 24 с.

*Абросимова Н.А.* Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: дисс. в виде науч. докл. на соиск. уч. ст. док. биол. наук. М.: ВНИИПРХ, 1997. 76 с.

*Винберг Г.Г.* Интенсивность обмена веществ и пищевые потребности рыб. Минск: Высшая школа, 1956. С. 188-194.

*Лакин Г.Ф.* Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 293 с.

*Лиманский В.В., Яржомбек А.А., Бекина Е.Н., Андронников С.Б.* Инструкция по физиолого-биохимическим аномалиям у рыбы. М.: ВНИИПРХ, 1984. 60 с.

*Пономарев С.В., Гимязин Е.А., Никоноров С.И. и др.* Технология выращивания и кормления объектов аквакультуры Юга России (справочное учебное пособие). Астрахань: «Нова плюс», 2002. 264 с.

*Правдин П.Ф.* Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность, 1966. 250 с.

*Сарафанова Л.А.* Пищевые добавки: Энциклопедия. СПб.: ГИОРД, 2003. 688 с.

*Щербина М.А.* Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб. М.: ВНИИПРХ, 1983. 83 с.

*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. Pp. 1-24.

## PROSPECT OF CREATION OF NEW MIXED DIETS FOR STURGEON AT THE DECISION OF A PROBLEM OF ARTIFICIAL REPRODUCTION AT STURGEON FISH-BREEDING FACTORIES OF THE ASTRAKHAN AREA

© 2006 y. S.V. Ponomaryov, M.A. Mitrofanova

*Astrakhan State Technical University, Astrakhan*

Biological properties carotinoides's and their role in formation of an organism, including fishes are investigated. It is shown, that  $\beta$ -carotin is a necessary pigment in structure of diets, the role carotinoides's as natural antioxidants, participants of transport of substances through a membrane of the cells which are carrying out functions of provitamin A. In an experimental part norm of input of an industrial preparation  $\beta$ -carotin vitaton fish in forages for sturgeon are established.