

*Ю. Н. Грозеску, М. А. Митрофанова*

Кафедра аквакультуры и водных биоресурсов

## **НОВЫЙ КАРОТИНОСОДЕРЖАЩИЙ ПРЕПАРАТ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ**

Характерной особенностью индустриального рыбоводства является выращивание рыб в контролируемых условиях с использованием сухих гранулированных комбикормов при недостатке или полном отсутствии в питании живых кормовых организмов. Вместе с тем актуальной задачей индустриального рыбоводства является улучшение состава комбикормов и технологии кормления, особенно на ранних этапах развития рыб. При разработке состава рецептов комбинированных кормов, помимо их сбалансированности по основным питательным веществам, необходимо также уделять внимание наличию в них различных биологически активных веществ (БАВ). К их числу, 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 (Абросимов, 1992; Абросимова, 1997).

В организме рыб присутствует около 20-ти каротиноидов. Например, у лососевых основными пигментами являются астаксантин, катоксантин и др., причем астаксантин 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.

В связи с этим целью настоящей работы являлась оценка эффективности использования в стартовых и продукционных комбикормах для осетровых рыб нового источника  $\beta$ -каротина – витатона.

Поставленная цель определила следующие задачи:

- определить эффективную норму ввода витатона в состав рецептов стартового и продукционного комбикормов для осетровых рыб;
- оценить физиологическое состояние личинок и молоди, выращенной на комбикормах с добавлением витатона.

Препарат «Витатон рыбный», в отличие от традиционно применяемых каротиноидов химического происхождения (астаксантина и кантоксантина), натуральный, с высоким уровнем содержания натурального  $\beta$ -каротина.

Он 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, кроме того, он более устойчив к свету и избыточной влажности. Витатон также является дополнительным источником витамина Е.

Препарат «Витатон рыбный» содержит 90–92 % сухого вещества, 25–30 % протеина, 55–60 % липидов, 8–9 % золы, 8 %  $\beta$ -каротина.

В состав белка препарата входят как свободные, так и связанные аминокислоты. Содержание общих липидов в препарате составляет 44,7 %. Фракционный состав общих липидов показал наличие 6-ти основных фракций липидов с преобладанием фосфолипидов, диглицеридов, триглицеридов.

Препарат, по информации производителя, 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 Астраханского государственного технического университета и на Бертюльском ОРЗ.

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

Согласно схеме опытов, проведенных в лабораторных условиях, витатон вводили в состав стартового и производственных 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 каротиносодержащий препарат карофил-пинк. В производственных условиях на Бертюльском ОРЗ проводили эксперименты по следующей схеме: в производственный комбикорм ОТ-7 добавляли 625, 1 250 и 400 мг/кг сухого витатона и 625, 1 250, 400 жидкого. Контролем служил производственный комбикорм ОТ-7 с добавлением 625 мг/кг карофил-пинка.

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 (Технология выращивания ..., 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, рН – 7,3–7,5.

В условиях Бертюльского ОРЗ выращивание годовиков белуги проводили в пластиковых прямооточных бассейнах.

Анализ химического состава тела исследуемой рыбы выполняли общепринятыми методами: содержание влаги – высушиванием; жира – экстракционным методом в аппарате Сокслета; содержание белка – по Къельдалю; золы – сжиганием в муфельной печи при температуре 500 °С (Щербина, 1983).

При исследовании крови выращенной рыбы для определения показателей гематокрита использовали гематокритную центрифугу МГ 6–02, содержание гемоглобина определяли с помощью гемометра Сали, количество эритроцитов – в камере Горяева (Инструкция ..., 1983).

Контроль за темпом роста рыбы осуществляли один раз за 10 суток. Взвешивание и измерение рыбы проводили согласно рекомендациям И. Ф. Правдина (Правдин, 1966). Среднесуточную скорость роста личинок рассчитывали по Г. Г. Винбергу (Винберг, 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 двукратной повторности, данные подвергали статистической обработке по Г. Ф. Лакину (Лакин, 1990) с использованием 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**

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

\* Показатели достоверно отличаются от контроля при  $p < 0,05$ .

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, %

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

\* БЭВ – безазотные экстрактивные вещества

Накопление белка в теле молоди осетра в определенной степени зависело от количества витатона в составе комбикормов (рис. 1).

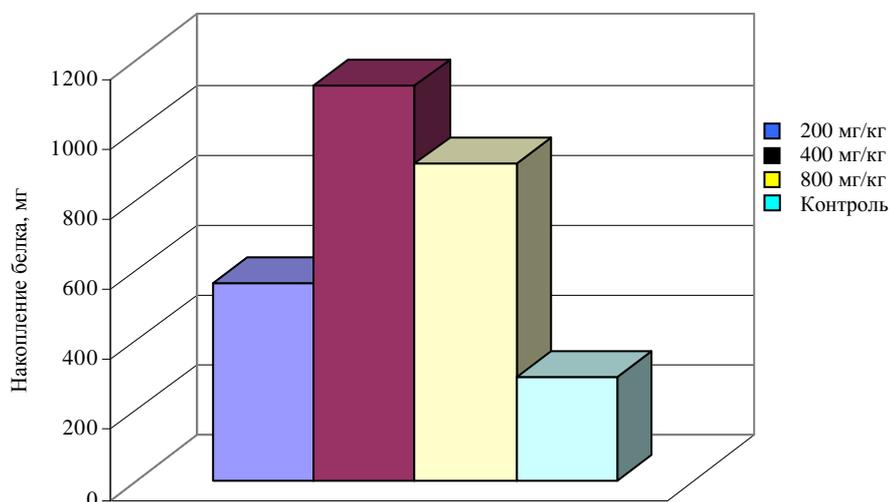


Рис. 1. Накопление белка в теле молоди осетра, выращенной на комбикорме ОСТ-6 с добавлением различного количества витатона

При анализе данных 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) отличается от контроля (с карофил-пинком) в среднем на 2 %.

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

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

*Таблица 3*

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

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>уп</sub> * начальный	0,5	0,4	0,4	0,5
K <sub>уп</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

\* K<sub>уп</sub> – коэффициент упитанности.

По результатам выращивания установлено, что наиболее эффективной нормой введения витатона в состав комбикорма ОТ-7 при выращивании молоди осетровых рыб являются 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, %**

Показатели	Количество витатона, мг/кг корма			
	200	400	800	Контроль
Влага	85,6	86,2	88,1	87,3
Абсолютно сухое вещество:				
Протеин	68,2	66,5	64,2	66,7
Жир	12,0	12,3	12,3	12,1
Зола	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; при норме ввода 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.

Таблица 5

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

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

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 говорят о некачественном питании. Обычно значение гепатосоматического индекса свыше 3 % свидетельствует о кормлении недоброкачественным кормом.

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

Основные результаты выращивания двухгодовиков белуги в производственных условиях (Бертюльский ОРЗ) на опытных комбикормах представлены на рис. 2.

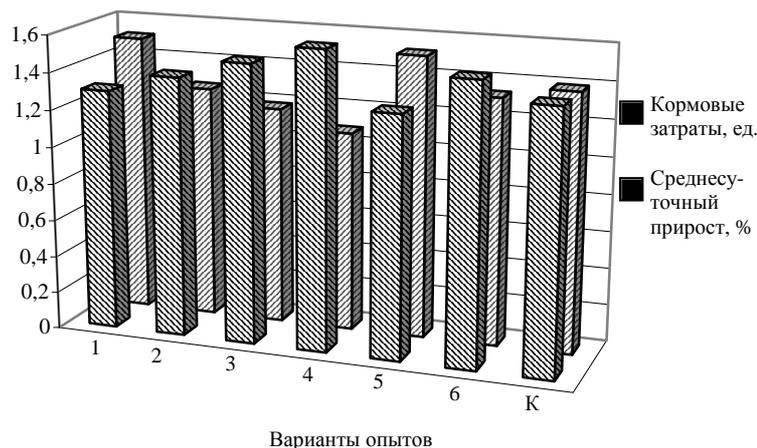


Рис. 2. Основные результаты выращивания двухгодовиков белуги:

1, 2, 3 – варианты, содержащие 625, 1 250 и 400 мг/кг сухого витатона;  
4, 5, 6 – варианты, содержащие такое же количество жидкого препарата; К – контроль

Лучшие показатели роста были получены в варианте на комбикорме, содержащем 625 и 400 мг/кг сухого витатона. Однако при введении в состав продукционного комбикорма ОТ-7 400 мг/кг сухого витатона прирост массы тела рыб был несколько выше. В вариантах, где в составе корма использовали 1 250 мг/кг сухого витатона, среднесуточный темп роста рыб был значительно ниже. Следует отметить, что использование сухого препарата витатона по сравнению с жидким более эффективно.

Анализ рыбоводных показателей выращивания двухгодовиков белуги показал преимущество вариантов комбикорма рецепта ОТ-7 с введением в его состав 400 и 625 мг/кг сухого препарата витатона.

### Выводы

1. Наиболее эффективной нормой ввода сухого витатона в состав стартового комбикорма для личинок и молоди осетровых рыб являются 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.

6. При выращивании годовиков белуги лучшие показатели роста отмечали в варианте с содержанием 400 мг/кг сухого витатона. Жидкий препарат обладает более низкой эффективностью по сравнению с сухим.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абросимов С. С.* Рост и развитие молоди русского осетра в связи с обеспеченностью стартового корма каротиноидами: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ВНИИПРХ, 1992. – 24 с.
2. *Абросимова Н. А.* Корма и кормление молоди осетровых рыб в индустриальной аквакультуре: Дис. ... д-ра биол. наук в виде науч. докл. – М.: ВНИИПРХ, 1997. – 76 с.
3. *Винберг Г. Г.* Интенсивность обмена веществ и пищевые потребности рыб. – Минск, 1956. – С. 188–194.
4. *Инструкция по физиолого-биохимическим аномалиям у рыбы* / В. В. Лиманский, А. А. Яржомбек, Е. Н. Бекина, С. Б. Андронников. – М., 1984. – 60 с.
5. *Лакин Г. Ф.* Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 293 с.
6. *Правдин П. Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 250 с.
7. *Сарафанова Л. А.* Пищевые добавки: Энциклопедия. – СПб: ГИОРД, 2003. – 688 с.
8. *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.
9. *Щербина М. А.* Методические указания по физиологической оценке питательной ценности кормов для рыб. – М.: ВНИИПРХ, 1983. – 83 с.
10. *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.

Получено 28.01.04

#### NEW CAROTENE CONTENT PREPARATION IN THE COMPOSITION OF FORMULA FEEDS FOR STURGEON

*U. N. Grozesku, M. A. Mitrofanova*

Estimation of effectiveness of use of a new source B-carotene – vitaton in formula feed for sturgeons is represented. Formula feed OST-6 and OT-7 with introduction of vitaton into their composition in the quantity of 200, 400 and 800 mg/kg of feed were used as the base. Experiments were carried out according to the following scheme: 625; 1,250 and 400 mg/kg of dry vitaton were added to the formula feed and the same quantity of liquid preparation. Larvae and fry of Russian sturgeon as well as 2-year great sturgeon were used as the objects of experiments. The more effective norm of dry vitaton introduction of OST-6 is 400 mg/kg of feed into formula feed. The introduction of 400 mg/kg of dry vitaton into the composition of formula feed is more effective for large fry. The best indicators were registered for blood. The best indicators of growth for fingerlings were registered with the use of 400 mg/kg of dry vitaton. Liquid preparation is not so effective.