

# Интенсивность питания, переваримость и эффективность использования питательных веществ комбикормов различного состава у молоди карпа при введении β-каротина с препаратом «Витатон»

О.А. Бондаренко – Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства», Научно-технический центр «Аквакорм»  
Д-р биол. наук, проф. М.А. Щербина – ФГУП «ВНИИПРХ», vnpiph@mail.ru

Авторами изучено влияние β-каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на интенсивность питания, активность пищеварительной деятельности и эффективность использования веществ и энергии комбикормов на прирост годовиков карпа, выращиваемых в установках с замкнутым водообеспечением.

Выявлена четкая положительная зависимость между присутствием в корме β-каротина и абсолютными значениями отложения питательных веществ корма, в частности белка, в организме рыб.

Авторами признано оптимальным добавление в препарат «Витатон» β-каротина в количестве 30 мг/кг, или 490 мг «Витатона» на 1 кг корма.

Присутствие β-каротина активизировало аппетит рыб и повысило переваримость корма, увеличило коэффициенты конверсии белка, энергии и корма в целом, что способствовало значительному ускорению роста рыб.

**Ключевые слова:** карп, молодь, годовики, интенсивность питания, комбикорм, питательные вещества, белок, β-каротин, прирост массы, установки с замкнутым водообеспечением, переваримость корма, коэффициент конверсии белка.

Препарат «Витатон» – натуральный продукт с высоким уровнем содержания естественного β-каротина (6–8 %). Он представляет собой инактивированную биомассу гриба *Blakeslea Trispora*, полученную по специальной технологии с использованием продуктов переработки кукурузы.

Испытания препарата «Витатон» проводились, в основном, на разновозрастных группах осетровых рыб. Было выявлено положительное действие препарата на рост и затраты комбикормов при выращивании сеголетков бестера, молоди стерляди и ленского осетра, двухлетков русского осетра и белуги [3; 7]. Отмечены устойчивость к неблагоприятным факторам среды и повышенная выживаемость молоди ленского осетра [4].

Имеются сведения о положительном влиянии препарата «Витатон» на обмен веществ у сеголетков русского осетра [5]. Был обнаружен эффект стимуляции формирования половых продуктов у производителей ленского осетра [7]. Имеются сведения, что включение препарата «Витатон» в состав комбикормов по-



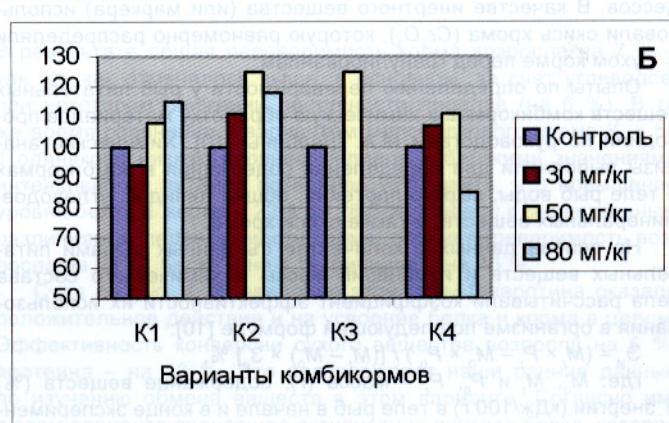
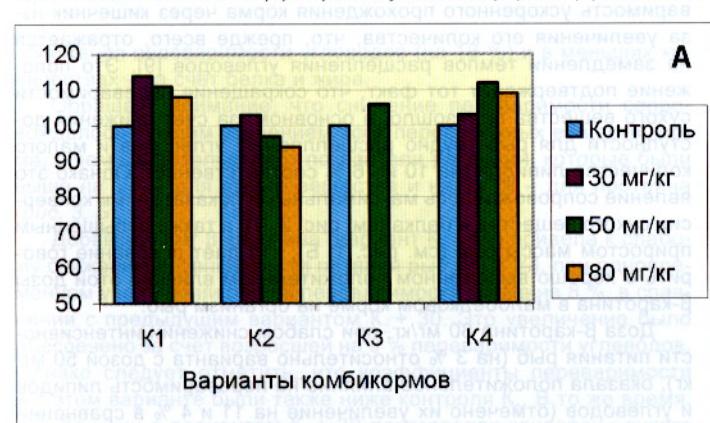
вышает сохранность их липидных компонентов [6]. По другим видам рыб сведения ограничены и касаются, в основном, рыбоводно-биологического эффекта.

Наши предшествующие исследования были посвящены изучению влияния препарата «Витатон» на рыбоводно-биологические показатели и обмен веществ у годовиков карпа в восстановительный период после зимовки [2; 1].

Установлено, что введение препарата в комбикорма с различным уровнем белков и липидов в диапазоне доз β-каротина 30–80 мг/кг в большинстве случаев оказалось ростостимулирующее действие и активизировало обменные процессы. Однако доза 80 мг/кг в составе корма с повышенным содержанием белка и липидов затормозила рост рыб и негативно отразилась на обмене веществ.

Целью настоящей работы явилось изучение влияния β-каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на интенсивность питания, активность пищеварительной деятельности и эффективность использования веществ и энергии комбикормов на прирост годовиков карпа.

Рис. 1. Влияние испытуемых доз β-каротина (30; 50 и 80 мг/кг), вводимых в комбикорма различного состава с препаратом «Витатон», на интенсивность питания (А) и среднесуточный прирост (Б) годовиков карпа, % к контролю



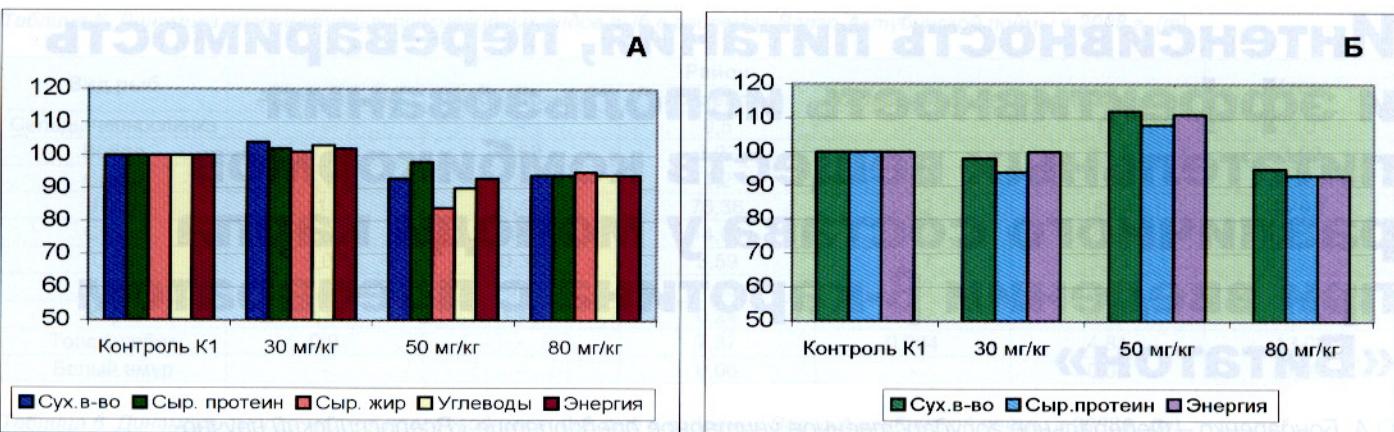


Рис. 2. Влияние β-каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на переваримость (А) и эффективность использования питательных веществ и энергии (Б) малобелкового комбикорма молодью карпа, % к контролю

### Методика

Опыты проводили в аквариальных условиях в установках с замкнутым водообеспечением. Объектом исследований служили годовики карпа массой 16–20 г. После двухнедельной акклиматации рыб к условиям содержания основной период экспериментов, в течение которого рыб кормили испытуемыми комбикормами, составил 30 сут. (температура 26° С). Комбикорма имели одинаковый набор компонентов и различались их соотношением, а также уровнем белка и липидов: малобелковый корм K<sub>1</sub> (22,8 % сырого протеина; 2,4 % липидов); корм K<sub>2</sub> – корм K<sub>1</sub>, обогащенный жирами; корм K<sub>3</sub> с повышенным содержанием белка (28,5 % сырого протеина; 2,4 % липидов); корм K<sub>4</sub> – корм K<sub>3</sub>, обогащенный жирами. Препарат «Витатон» вводили в количестве 0,49; 0,82 и 1,31 г на 1 кг корма, что соответствовало дозам β-каротина 30; 50 и 80 мг/кг. Контролем служили варианты без «Витатона».

Интенсивность питания оценивали по показателю среднесуточного рациона рыб ( $R_c$ ), который определяли согласно «Методическим указаниям по оценке эффективности применения комбикормов в прудовых хозяйствах на основе определения суточных рационов рыб» [11]:

$$R_c = [\text{Корм съеденный} / ((\Sigma M_0 + \Sigma M_t) \times (t/2))] \times 100, \% \text{ средней массы рыб/сут.}$$

где: Корм съеденный – общее количество комбикорма, внесенное в аквариумы, за вычетом его влажности и размываемости, а также несъеденных остатков;

$$\Sigma M_0, \Sigma M_t – общая масса рыб в начале и в конце опыта, г;$$

$$t – период экспериментов, сут.$$

Определение переваримости питательных веществ кормов у рыб проводили методом инертных веществ и рассчитывали по формуле:

$$K_p = 100 - (\Pi_{\text{э}}/\Pi_{\text{к}}) \times (I_{\text{к}}/I_{\text{э}}) \times 100 \%,$$

где:  $K_p$  – коэффициент «видимой» переваримости корма или отдельных питательных веществ, % съеденного;

$\Pi_{\text{э}}, \Pi_{\text{к}} – содержание питательного вещества в корме и экскрементах (в %); I_{\text{к}}, I_{\text{э}} – содержание инертного вещества в корме и экскрементах (в %).$

Коэффициенты переваримости показывают, какая часть корма или питательных веществ, входящих в его состав, остается в организме рыб после осуществления пищеварительных процессов. В качестве инертного вещества (или маркера) использовали окись хрома ( $Cr_2O_3$ ), которую равномерно распределяли в сухом корме перед гранулированием.

Опыты по определению переваримости у рыб питательных веществ комбикормов и химическую обработку материалов проводили по руководствам М.А. Щербины [10]. Химические анализы выполняли для определения содержания в комбикормах и теле рыб воды, сырого протеина, общих липидов, углеводов, минеральных веществ, а также окиси хрома.

На основе данных о количестве съеденных рыбами питательных веществ и изменений массы и химического состава тела рассчитывали коэффициент эффективности их использования в организме по следующей формуле [10]:

$$\mathcal{E}_i = (M_i \times P_i - M_0 \times P_0) / [(M_i - M_0) \times 3_{\text{н}}] \%,$$

где:  $M_0, M_i$  и  $P_0, P_i$  – масса (г), содержание веществ (%) и энергии (кДж/100 г) в теле рыб в начале и в конце эксперимен-

тов;  $3_{\text{н}}$  – затраты съеденного корма или отдельных питательных веществ, а также энергии на единицу прироста массы рыб, г, кДж.

Коэффициенты эффективности использования (синонимы – коэффициенты конверсии, трансформации или ретенции) являются отношением количества питательных веществ, отложенных в организме, к их количеству, потребленному с кормом. В определенной степени они служат мерилом питательности корма и его способности удовлетворять потребности рыб.

### Результаты

#### Испытание препарата «Витатон» в составе малобелкового комбикорма (K<sub>1</sub>)

Малобелковый комбикорм K<sub>1</sub> характеризовался наличием в своем составе 22,8 % сырого протеина; 2,4 % общих липидов; 69,8 % углеводов; 5,0 % зольных элементов и 1,86 МДж/100 г энергии.

Препарат «Витатон» испытывали в виде добавок к комбикорму в количестве 0,49; 0,82 и 1,31 г на 1 кг корма, что соответствовало дозам β-каротина 30; 50 и 80 мг.

Согласно рис. 1, А, введение в комбикорм β-каротина в испытанных дозах привело к активизации питания рыб практически во всех вариантах комбикормов, по отношению к соответствующему контролю.

Добавка в комбикорм 30 мг/кг β-каротина оказала наиболее выраженное стимулирующее влияние на аппетит рыб (14 % по отношению к контролю K<sub>1</sub>), что сопровождалось слабым (до 4 %) повышением переваримости корма (рис. 2, А). При этом коэффициенты эффективности использования его питательных веществ, особенно белка, оказались несколько ниже, чем в контроле (рис. 2, Б). Эти данные свидетельствуют о худшем усвоении переваренных веществ и логично согласуются с опубликованными нами ранее сведениями о нарушениях метаболизма рыб, а также с угнетением их роста (см. рис. 1, Б) [2; 1].

При введении в комбикорм 50 мг/кг β-каротина, вызвавшего повышение активности питания рыб на 11 % и рост рыб на 8 % (см. рис. 1, А, Б), общая переваримость комбикорма несколько снизилась (на 7 %) [см. рис. 2, А]. По всей вероятности, это связано с известным фактом отрицательного влияния на переваримость ускоренного прохождения корма через кишечник из-за увеличения его количества, что, прежде всего, отражается на замедлении темпов расщепления углеводов [9]. Это положение подтверждает тот факт, что сокращение переваримости сухого вещества произошло, в основном, за счет снижения доступности для рыб трудно расщепляемых углеводов и малого количества липидов (на 10 и 16 % соответственно). Однако это явление сопровождалось максимальными показателями конверсии сухого вещества и белка (см. рис. 2, Б), а также повышенным приростом массы рыб (см. рис. 1, Б), что дает основание говорить о хорошо выраженным положительном влиянии этой дозы β-каротина в малобелковом корме на организм рыб.

Доза β-каротина 80 мг/кг, при слабом снижении интенсивности питания рыб (на 3 % относительно варианта с дозой 50 мг/кг), оказала положительное влияние на переваримость липидов и углеводов (отмечено их увеличение на 11 и 4 % в сравнении

с вариантом  $K_1 + 50$ ). В то же время показатель общей переваримости остался, практически, на уровне варианта  $K_1 + 50$ . При этом была обнаружена наименьшая эффективность использования в организме рыб белка и энергии. Исследования, проведенные нами ранее, показали, что в теле рыб из этого варианта прирост массы обеспечивался, в основном, накоплением воды, которое превышало аналогичный процесс в варианте контроля  $K_1$ , на 40 %, а в варианте  $K_1 + 50$  – на 22 % [8].

Резюмируя результаты этой серии экспериментов, можно сказать, что испытанные дозы  $\beta$ -каротина в составе малобелкового корма не оказали однозначного влияния на переваримость его питательных веществ и эффективность их использования в организме рыб. Повышение переваримости отдельных питательных веществ в одних случаях сопровождалось снижением их ретенции в организме рыб (вариант с дозой 30 мг), в других – наоборот. В варианте с дозой  $\beta$ -каротина 80 мг/кг снижение переваримости наблюдалось одновременно с ухудшением ретенции и усилением темпа роста рыб за счет очень резкого увеличения количества воды в приросте. Только в варианте с дозой  $\beta$ -каротина 50 мг/кг отмечено одновременное улучшение переваримости, повышение ретенции сухого вещества, протеина и энергии наряду с умеренным повышением интенсивности питания и скорости роста рыб, что дает основание признать эту дозу оптимальной для комбикорма с 23 % сырого протеина и 2 % липидов.

#### Испытания препарата «Витатон» в составе малобелкового комбикорма, обогащенного жирами ( $K_2$ )

Введение в комбикорм  $K_1$  жировой добавки привело к изменению в корме  $K_2$  соотношения питательных веществ. Количество общих липидов возросло до 8,3%; содержание сырого протеина снизилось до 21,5 %. Доля углеводов составила 64,3%; минеральных веществ – 5,9%; энергии – 1,97 МДж/100 г.

Эффект дозы  $\beta$ -каротина 30 мг/кг в корме  $K_2$  выразился в небольшом повышении интенсивности потребления корма рыбами (на 3 % относительно контроля  $K_2$ , см. рис. 1, А), что сопровождалось снижением коэффициента переваримости сухого вещества на 16 % (рис. 3, А). Оно произошло, в основном, за счет

вещества корма (см. рис. 3, Б) в варианте  $K_2 + 50$  организм карпа в несколько большей степени усваивал протеин (различия составили 9 %). По сравнению с контролем  $K_2$  в этом варианте результирующая действия трех факторов: интенсивности питания, переваримости питательных веществ и их конверсии – дала максимальный положительный эффект. Он выразился в наивысших значениях ретенции в организме рыб сухого вещества и белка, максимальном приросте, однако сопровождавшимся значительным накоплением в организме воды, как это следует из нашей публикации [8].

При дозе  $\beta$ -каротина 80 мг/кг корма отмечено наибольшее, относительно контроля  $K_2$ , снижение аппетита у рыб (см. рис. 1, А). Однако уменьшение количества потребляемого корма сопровождалось повышением переваримости белка и углеводов по сравнению с двумя предыдущими вариантами и высокими значениями коэффициентов конверсии (см. рис. 3, Б). В то же время проведенные ранее исследования показали, что в этом случае на фоне торможения роста рыб (среднесуточный прирост – 18 % против 25 % в варианте  $K_2 + 50$ ) наблюдались неблагоприятные изменения в обмене веществ: накопление белка снизилось на 6 %, липидов – на 12, углеводов – на 7 % [2; 1].

Таким образом, в составе малобелкового комбикорма, обогащенного липидами, наиболее эффективной оказалась доза  $\beta$ -каротина 50 мг/кг. При снижении интенсивности потребления корма и его переваримости эта доза одновременно способствовала лучшему усвоению переваренной части корма, что привело к более быстрому росту рыб.

#### Испытания препарата «Витатон» в составе комбикорма с повышенным содержанием белка ( $K_3$ )

Повышение уровня белка в комбикорме с 22,8 до 28,5 % было достигнуто за счет увеличения доли белковых компонентов. Содержание общих липидов осталось на уровне корма  $K_1$  и составило 2,4 %. Количество углеводов было в пределах 63,8 %; зольных элементов – 5,3%; энергии – 1,90 МДж/100 г.

Добавка «Витатона» в этот комбикорм в дозе  $\beta$ -каротина 50 мг/кг несколько стимулировала аппетит рыб (см. рис. 1, А) и активизировала работу пищеварительной системы (рис. 4, А).

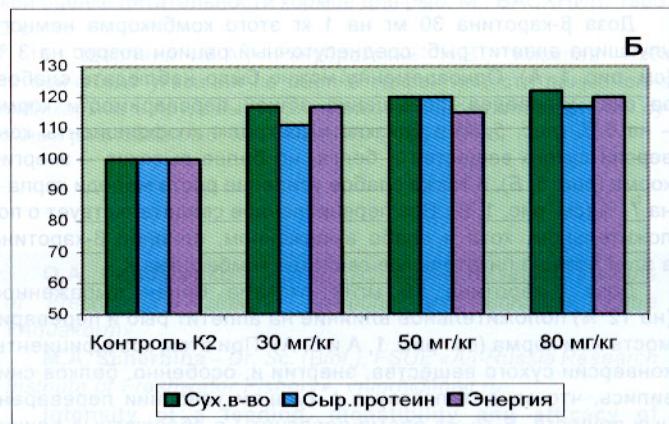
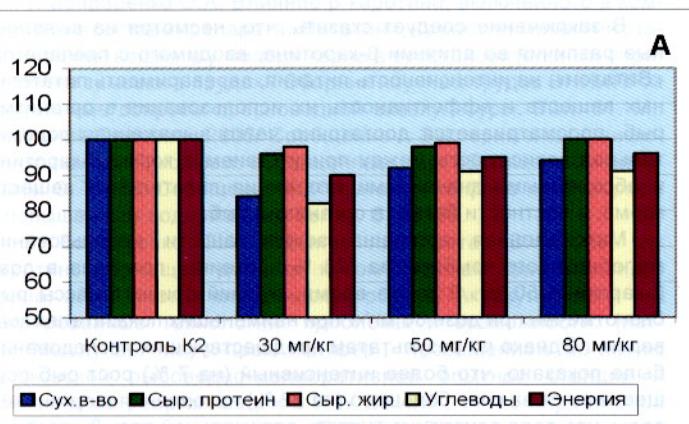


Рис. 3. Влияние  $\beta$ -каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на переваримость (А) и эффективность использования питательных веществ и энергии (Б) малобелкового комбикорма, обогащенного липидами, у молоди карпа, % к контролю

понижения переваримости углеводов (на 18 %) и в меньших количествах – за счет белка и жира.

Обращает внимание, что снижение переваримости сопровождалось лучшим усвоением всех переваренных веществ корма, о чем свидетельствуют показатели ретенции, которые были выше на 17 % для сухого вещества и на 11 % – для протеина (рис. 3, Б).

Добавка 50 мг  $\beta$ -каротина (вариант  $K_2 + 50$ ) привела к слабому снижению интенсивности питания рыб (на 6 %), при одновременном увеличении общей переваримости корма на 8 %, в сравнении с предыдущим вариантом  $K_2 + 30$ . Это увеличение было обеспечено за счет возросшей на 9 % переваримости углеводов. Однако следует отметить, что коэффициенты переваримости и в этом варианте были также ниже контроля  $K_2$ . В то же время, при близких с вариантом  $K_2 + 30$  показателях конверсии сухого

в результате общая переваримость корма возросла на 7 % – так же, как отмечалось выше, в основном, за счет углеводов, при некотором снижении доступности липидов (на 6 %). В то же время сравнение с вариантом малобелкового корма  $K_1 + 50$  с одинаково низким уровнем липидов и близкими значениями интенсивности питания позволило установить, что повышение уровня белка в корме с 22,8 до 28,5 % привело к существенным различиям в переваримости корма: общая переваримость возросла на 21 %, белка – на 4 %, липидов – на 15 %.

Судя по рис. 4, Б, введение этой дозы  $\beta$ -каротина оказалось положительное действие и на усвоение белка и корма в целом. Эффективность конверсии сухого вещества возросла на 6 %, протеина – на 13 %. Это подтверждает наши ранние данные по изучению обмена веществ в этом варианте. Согласно им, в этом варианте произошла активизация синтеза белка, которая

привела к большему на 25 %, чем в контрольном варианте К<sub>3</sub>, его накоплению в организме и ускорению роста (среднесуточный прирост массы рыб возрос на 25 %). Следовательно, имеется основание говорить, что влияние β-каротина в дозе 50 мг/кг корма на интенсивность питания, переваримость и конверсию корма у годовиков карпа дает положительный эффект и в случае повышения уровня белка в корме с 23 до 29 %.

**Испытания препарата «Витатон» в составе комбикорма с повышенным содержанием белка, обогащенного жирами ( $K_4$ )**

Введение в комбикорм  $K_3$  жировой добавки, так же, как и в варианте с малобелковым кормом, привело к изменению соотношения питательных веществ. Количество липидов в корме  $K_4$  возросло до 8,4 %; содержание сырого протеина снизилось до 26,5 %. Доля углеводов составила 59,8 %; минеральных веществ – 5,3 %; энергия – 2,02 МДж/100 г.

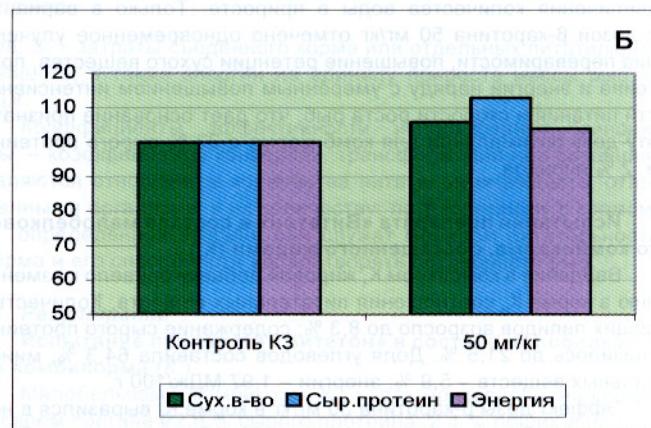
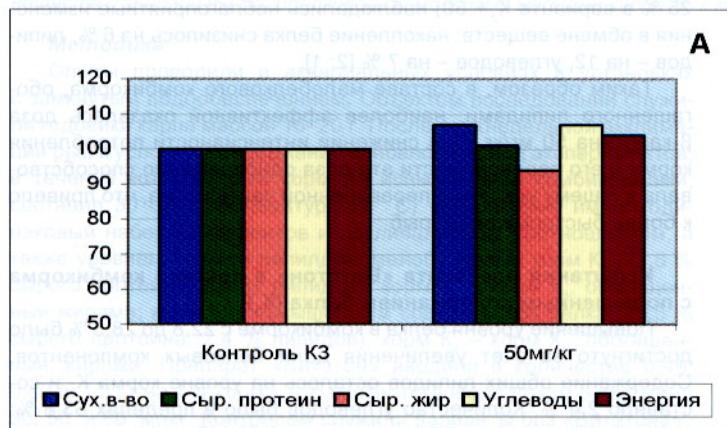


Рис. 4. Влияние β-каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на переваримость (A) и эффективность использования питательных веществ и энергии (Б) комбикорма с повышенным содержанием белка у молоди карпа, % к контролю

Доза  $\beta$ -каротина 30 мг на 1 кг этого комбикорма немного улучшила аппетит рыб: среднесуточный рацион возрос на 3 % (см. рис. 1, А). Одновременно можно было наблюдать слабое, за счет углеводов, повышение общей переваримости корма – на 6 % (рис. 5, А) и близкие к контролю коэффициенты конверсии сухого вещества и белка, но более высокие – энергии корма (рис. 5, Б), а также слабое усиление роста молоди карпа – на 7 % (см. рис. 1, Б). Все перечисленное свидетельствует о положительном, хотя и слабо выраженном, влиянии  $\beta$ -каротина в этой дозе на питательные свойства комбикорма К.

Доза  $\beta$ -каротина 50 мг/кг оказала более выраженное (на 12 %) положительное влияние на аппетит рыб и переваримость ими корма (см. рис. 1, А и 5, А). При этом коэффициенты конверсии сухого вещества, энергии и, особенно, белков снизились, что свидетельствует о худшем усвоении переваренных веществ. В то же время пересчеты в абсолютных единицах суммарного количества веществ, съеденных и переваренных рыбами и отложенных в организме, оказались близкими к предыдущему варианту с дозой  $\beta$ -каротина 30 мг/кг, но при более активном (на 11 %) росте по сравнению с вариантом К<sub>4</sub>. Предшествующие физиолого-биохимические исследования [2; 1] показали, что более активный прирост массы рыб в этом варианте осуществлялся в большей степени (на 10 %) за счет накопления в организме воды, чем в варианте с дозой 30 мг  $\beta$ -каротина, при близких величинах накопления белков и энергии.

Все изложенное дает основание считать, что дозы  $\beta$ -каротина 30 и 50 мг/кг на фоне комбикорма К<sub>4</sub> (28,5 % сырого протеина и 8,4 % липидов) имеют близкую эффективность. При этом доза 50 мг/кг обеспечивает более быстрый рост, но «разжиженный» прирост массы. Доза 30 мг/кг дает возможность при меньших затратах на препарат получать несколько меньшую продукцию, но более высокого качества.

Введение в комбикорм 80 мг/кг  $\beta$ -каротина оказалось угнетающим действием на аппетит рыб, что привело к некоторому сокращению их суточного рациона и негативно отразилось на

переваримости питательных веществ корма. Коэффициент переваримости сухого вещества сократился на 8 %, как за счет снижения доступности белка (на 4 %), так и – в большей степени – за счет углеводов (на 8 %); переваримость липидов осталась на уровне, слабо превышающем контроль (см. рис. 5, А). Одновременно резко снизились показатели эффективности использования питательных веществ корма на прирост рыб (см. рис. 5, Б), что свидетельствует о существенных изменениях в обмене веществ. Ретенция белка корма, по сравнению с контролем  $K_4$ , уменьшилась на 20 %; сухого вещества – на 10 %; энергии – на 9 %. Эти явления сопровождались замедлением роста рыб на 15 % и, как показали ранее выполненные исследования, нарушениями в соотношении синтеза белка и липидов. Все перечисленное позволяет охарактеризовать влияние  $\beta$ -каротина в испытуемом комбикорме в дозе 80 мг/кг как негативно действующее на его питательные свойства.

В заключение следует сказать, что, несмотря на выявленные различия во влиянии  $\beta$ -каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на интенсивность питания, переваримость питательных веществ и эффективность их использования в организме рыб, просматривается достаточно четко выраженная положительная зависимость между присутствием в корме  $\beta$ -каротина и абсолютными значениями отложения питательных веществ корма, в частности белка, в организме рыб.

Максимальная величина эффективности использования малобелкового комбикорма (23 % протеина) получена в дозе  $\beta$ -каротина 50 мг. В то же время, лучший прирост массы рыб был отмечен при дозе 80 мг/кг при наименьших показателях конверсии. Однако по результатам предшествующих исследований было показано, что более интенсивный (на 7 %) рост рыб осуществлялся за счет большего (на 22 %) накопления в организме воды, что дало основание считать оптимальной дозу  $\beta$ -каротина 50 мг/кг, или 490 мг «Витатона» на 1 кг корма.

При обогащении малобелкового корма жирами (до 8,4 %) и «Витатоном» отмечено снижение интенсивности питания рыб за счет большей калорийности комбикормов. В вариантах с 30 и 80 мг  $\beta$ -каротина снижение показателей переваримости сопровождалось увеличением эффективности использования переваренных веществ в обменных процессах и более активным ростом рыб, чем в вариантах с тем же малобелковым кормом, но с низким содержанием жиров. Максимальный рост и высокий уровень отложения в организме сухого вещества и протеина и энергии корма достигнут в вариантах с 50 и 80 мг/кг  $\beta$ -каротина. Однако при дозе 80 мг  $\beta$ -каротина отмечено торможение биосинтетических процессов, что дает основание считать наиболее эффективной дозу  $\beta$ -каротина 50 мг/кг (820 мг «Витатона» на 1 кг корма).

Введение в комбикорм с повышенным уровнем белка (29 %) и низким содержанием жира (2,4 %)  $\beta$ -каротина в дозе 50 мг/ кг активизировало аппетит рыб и повысило переваримость корма, в основном, за счет белков и углеводов, а также увеличило коэффициенты конверсии белка, энергии

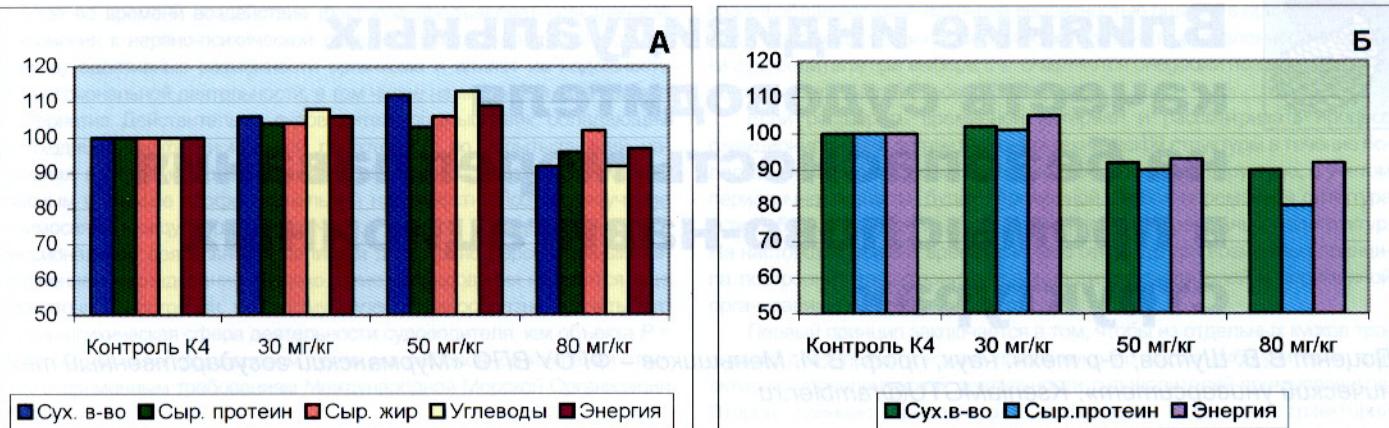


Рис. 5. Влияние  $\beta$ -каротина, вводимого с препаратом «Витатон», на переваримость (А) и эффективность использования питательных веществ и энергии (Б) комбикорма с повышенным содержанием белка, обогащенного липидами, у молоди карпа, % к контролю

и корма в целом, что способствовало значительному ускорению роста рыб. Обнаруженный недостаток – повышенное (на 40 % относительно базового корма) накопление в организме рыб воды.

Обогащение корма с повышенным содержанием белка жирами (до 8,4 %) и введение в его состав  $\beta$ -каротина оказалось высокоэффективным в дозах как 30, так и 50 мг/кг корма. При умеренно выраженным усилении активности питания отмечено повышение переваримости питательных веществ и – при дозе 30 мг – эффективности их использования в приросте рыб. В варианте с дозой 50 мг/кг незначительно больший прирост массы рыб (на 4 %) сопровождался большим (на 10 %) накоплением воды. Доза 80 мг/кг привела к отрицательному эффекту. Изложенное дает основание признать оптимальным количество  $\beta$ -каротина, вводимого с препаратом «Витатон», – 30 мг/кг (490 мг «Витатона» на 1 кг корма).

#### Литература

1. Бондаренко О.А. Влияние  $\beta$ -каротина, включенного в комбикорма в составе препарата «Витатон», на рост, химический статус и обмен веществ у молоди карпа в восстановительный период после зимовки в прудах// Сборник научных трудов ВНИИПРХ. Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Вып. 81. М.: Компания Спутник+, 2006/ Сообщение I. Эксперименты с низкобелковым комбикормом, обогащенным и не обогащенным липидами. С. 78–88. Сообщение II. Испытания на фоне комбикормов с повышенным содержанием белка. С. 88–98.

2. Бондаренко О.А. Влияние препарата «Витатон», как каротинсодержащей добавки к комбикормам для годовиков карпа, на их рост и пластический обмен// Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Мат-лы Междунар. науч.-прак. конфер., посвященной 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию ее реорганизации в ГНУ ВНИИР. 11–13 апреля 2005 г. Сборник научных докладов. Т. 2/ ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М., 2005. С. 254–262.

3. Гамыгин Е.А., Тюренков В.А. и др. Новый источник природного каротина в комбикормах для рыб// III Междунар. науч.-прак. конфер. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». 22–25 марта 2004 г., Астрахань. С. 241–243.

4. Головин П.П., Корабельникова О.В. Сравнительная оценка применения некоторых биологически-активных препаратов при выращивании молоди ленского осетра (*Acipenser baerii* Brandt)// III Междунар. науч.-прак. конфер. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». 22–25 марта 2004 г., Астрахань. С. 243–244.

5. Денисенко О.С. Влияние введения  $\beta$ -каротина в комбикорма на повышение эффективности заводского воспроизводства осетровых рыб// Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. Мат-лы Междунар. науч.-прак. конфер. 11–13 апреля 2005 г./ ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства. М., 2005. С. 262–268.

6. Денисенко О.С. Эффективность использования  $\beta$ -каротина в составе комбикормов осетровых рыб: Автореферат кандидатской диссертации. 2005. 25 с.

7. Киселев А.Ю., Тюренков В.А., Тюренков А.А. Эффективность применения  $\beta$ -каротина в кормлении осетровых рыб// III Междунар. науч.-прак. конфер. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». 22–25 марта 2004 г., Астрахань. С. 246–251.

8. Лопарева О.А., Щербина М.А., Першина И.Ф., Салькова И.А. Пластический обмен и рост годовиков карпа, истощенных зимовкой, в зависимости от доз  $\beta$ -каротина, вводимого в комбикорма с препаратом «Витатон»// Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов: Мат-лы Междунар. конфер. 6–9 сентября 2004 г., Петрозаводск (Республика Карелия). Петрозаводск, 2004. С. 84–85.

9. Трямкина С.П., Щербина М.А. Переваримость питательных веществ двухлетками радужной форели в зависимости от времени нахождения корма в пищеварительном тракте и частоты кормления// «Известия ГосНИОРХ»: Вопросы форелеводства». 1974. Т. 79. С. 55–61.

10. Щербина М.А. Методические указания по физиологической оценке питательности кормов для рыб. М.: ВАСХНИЛ, 1983. 83 с.

11. Щербина М.А., Рекубратский Н.В., Киселев А.Ю. Методические указания по оценке эффективности применения комбикормов в прудовых хозяйствах на основе определения суточных рационов рыб. М.: ВНИИПРХ, 1987. 40 с.

**O.A. Bondarenko – FSUE «All-Russia Research Institute of Freshwater Fishery», Scientific and technical centre «Aquakorm»**

**M.A. Scherbina – Dr. Sc. (Biol.), FSUE «All-Russia Research Institute of Freshwater Fishery», vnpiph@mail.ru**

**Intensity of a feeding, digestibility and efficacy of nutrients in mixed fodders of various compositions at juvenile carp after  $\beta$ -carotene injection of «Vitaton» preparation**

Authors studied the effect of  $\beta$ -carotene injection of «Vitaton» preparation on the intensity of a feeding, peptic activity and the efficacy of materials and energy for mixed fodders on the growth of carp yearlings in the self-contained water installations.

Accurate positive correlation between  $\beta$ -carotene percentage and the absolute values of deposit of nutrients, in particular protein, in fishes' organism is determined. Authors found the optimum percentage  $\beta$ -carotene in «Vitaton» preparation – 30 mg/kg, or 490 mg of «Vitaton» per 1 kg of feedstuff.  $\beta$ -carotene activated fish appetite and increased digestibility of feedstuff, as well as conversion factors of protein, energy and feedstuff as a whole, that speed-up the growth of fishes.

**Key words:** carp, juvenile, yearlings, intensity of feeding, mixed fodder, nutrients, protein,  $\beta$ -carotene, gain of mass, self-contained water installation, digestibility of feedstuff, protein conversion factor.