

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КАРПА КОМПОНЕНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ КАРОТИНОИДЫ

*Л. В. Рукшан, Ж. В. Кошак, Д. В. Долгая*

Изучены традиционные и нетрадиционные компоненты комбикормов для карпа. Определено содержание каротиноидов в них. Разработаны рецепты и выработаны комбикорма, в состав которых входили компоненты, содержащие наибольшее количество каротиноидов. Проведено кормление товарного карпа комбикормами, в состав которых входили кормовые добавки-красители «Эко Золотой» и «Кантаксантин». Проведен анализ мышц карпа. Определены оптимальные дозировки добавок «Эко Золотой и «Кантаксантин» в комбикорма и время кормления карпа.

### **Введение**

Развитие рыбной отрасли Республики Беларусь зависит не только от биологических особенностей рыбы, но и от качественных и биологически полноценных комбикормов. В товарном рыбоводстве их значение определяется не только физиологической потребностью рыб, но и получением высоких кулинарных свойств продукта, в особенности цвета и вкуса мяса рыбы. Основным объектом прудового рыбоводства республики является карп, обладающий хорошим темпом роста. В настоящее время разработаны и широко используются гранулированные комбикорма для карпа, которые сбалансированы по основным элементам питания и отличаются достаточно высокой физиологической эффективностью. Вместе с тем, основываясь на компонентах, не свойственных рыбам в естественных водоемах, состав комбикормов существенно отличается от естественной пищи карпа. Это вызывает определенные проблемы, среди которых наиболее актуальной является повышение биологической полноценности рационов его питания.

Большое значение в физиологии карпа имеют каротиноиды. Физиологический эффект каротиноидов для тканей тела рыб состоит в том, что они действуют как антиоксиданты. Рыбы не могут синтезировать каротиноиды, поэтому необходимо получать их с комбикормом. Введение каротиноидных пигментов в комбикорма для рыб должно улучшить физиологическое состояние рыб, жизнеспособность икры, придать тканям тела рыб красивую яркую окраску и улучшить качество мяса [1–3].

В настоящее время наиболее доступными для использования в аквакультуре являются такие импортные кормовые препараты микробиологического, растительного каротина, как «Астаксантин» («Эко Золотой» – натуральная кормовая добавка-краситель) и «Кантаксантин» (синтетическая кормовая добавка-краситель) [4, 5]. Однако в литературе отсутствуют данные по использованию кормовых добавок и комбикормов с каротиноидными пигментами для кормления карпа. Кроме того, неизвестно реальное содержание каротиноидов в компонентах комбикормов для карпа, так как по стандартам их определение не предусматривается. Исследования в этом направлении являются актуальными. Поэтому целью работы являлось изучение кормовых компонентов, содержащих каротиноиды, и определение их оптимальных дозировок в комбикорм для карпа.

### **Результаты исследований и их обсуждение**

Объектами исследования являлись традиционные (пшеница, ячмень, тритикале, горох, мука и отруби пшеничные, подсолнечный и соевый шроты, рыбная и мясокостная мука), нетрадиционные (овес, люпин, фасоль, рапсовый и тыквенный жмыхи, кормовые добавки-красители – натуральная «Эко Золотой» и синтетическая «Кантаксантин») компоненты ком-

бикормов, комбикорма, товарный карп.

Изготовление комбикорма и кормление карпа проводились в лабораторных условиях РУП «Институт рыбного хозяйства».

Химические свойства компонентов и комбикормов определяли в соответствии с требованиями стандартов. Так, массовые доли сырой клетчатки определяли по ГОСТ 13496.2; сырого жира – по ГОСТ 13496.15; сырого протеина – по ГОСТ 13496.4. Содержание каротиноидов в компонентах комбикормов, комбикормах и в мышцах карпа определяли по ГОСТ Р 54058-2010.

На первом этапе исследований определено количество каротиноидов в исследуемых традиционных и нетрадиционных компонентах комбикормов для карпа. Отмечено, что все изучаемые компоненты комбикормов содержали каротиноиды. Однако их количество в основном зависело от происхождения компонентов. На рисунке 1 представлено содержание каротиноидов в таких компонентах растительного происхождения, как зерновые и бобовые культуры.

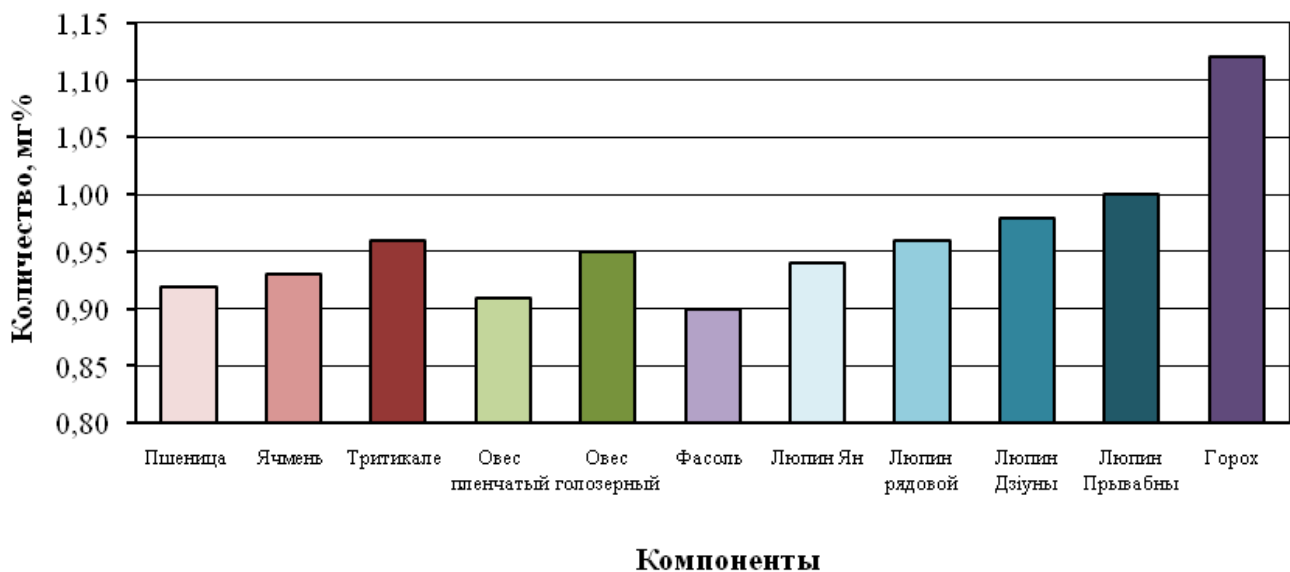


Рисунок 1 – Количество каротиноидов в семенах зерновых и бобовых культурах

Из рисунка 1 видно, что содержание каротиноидов в исследуемых культурах находится в небольших количествах. Среди зерновых культур тритикале (0,96 мг%) содержит в себе больше каротиноидов по сравнению с пшеницей и ячменем. Видно также различие по содержанию каротиноидов между плечатым (0,91 мг%) и голозерным овсом (0,95 мг%).

Наибольшее содержание каротиноидов наблюдается в составе такой бобовой культуры, как люпин. При этом прослеживается сортовое влияние на содержание каротиноидов в семенах люпина (0,94–1,00 мг%). Наименьшее количество каротиноидов содержится в семенах фасоли (0,90 мг%). Явным лидером среди зерновых и бобовых культур в данном случае является горох, который содержит 1,12 мг% каротиноидов.

На рисунке 2 представлено содержания каротиноидов в мучнистом сырье (мука, отруби), жмыхах и шротах, муке животного происхождения и кормовых добавках-красителях. Видно, что среди жмыхов и шротов явным лидером по содержанию каротиноидов является жмых тыквенный (1,31 мг%). Разница в содержании каротиноидов в жмыхе рапсовом и шроте соевом практически незначительная (соответственно 0,91 и 0,89 мг%).

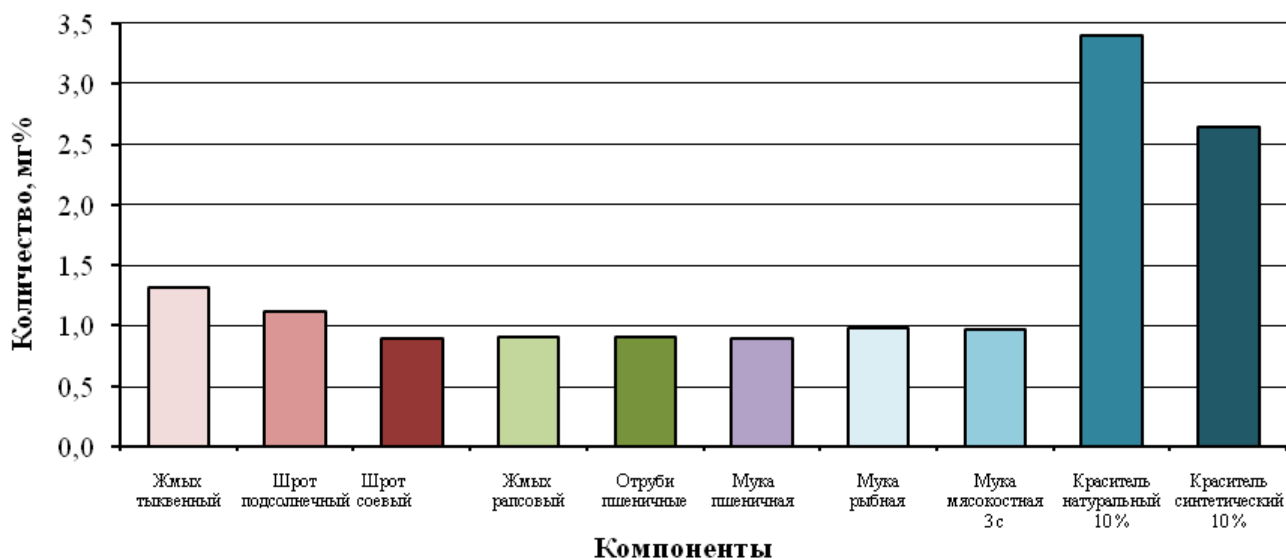


Рисунок 2 – Количество каротиноидов в исследуемых компонентах

Продукты переработки зерна пшеницы (мука пшеничная 1-го сорта и отруби пшеничные) содержат практически одинаковое количество каротиноидов (0,89–0,90 мг%). Мука животного происхождения (мука рыбная и мясокостная) в своем составе также содержит практически одинаковое количество каротиноидов (0,97–0,98 мг%).

Явными лидерами по содержанию каротиноидов являлись кормовые добавки-красители «Эко Золотой» (3,39 мг%) и «Кантаксантин» (2,64 мг%).

Пределы вариации содержания каротиноидов в исследуемых компонентах комбикормов представлены в таблице 1, где также видно, что различия по содержанию каротиноидов в компонентах, имеющих одинаковое происхождение, небольшие. Большой шаг варьирования наблюдается только для группы таких компонентов, как кормовые добавки-красители.

Таблица 1 – Пределы вариации содержания каротиноидов в исследуемых компонентах

Наименование компонента	Предел вариации, мг%
Зерновые культуры (пшеница, ячмень, тритикале, овес)	0,94±0,02
Бобовые культуры (люпин, горох, фасоль)	0,99±0,07
Мука животного происхождения	0,98±0,01
Мучнистое сырье (мука, отруби)	0,89±0,01
Жмыхи и шроты	1,16±0,07
Кормовые добавки-красители	3,02±0,37

На последующем этапе на основании проведенных исследований составлены рецепты для товарного карпа и сеголеток карпа с применением овса пленчатого и голозерного, гороха, люпина и добавок-красителей. Выработаны гранулированные комбикорма с соблюдением необходимой для этого технологии и определено в них содержание каротиноидов.

На рисунке 3 представлено содержания каротиноидов в исследуемых комбикормах.

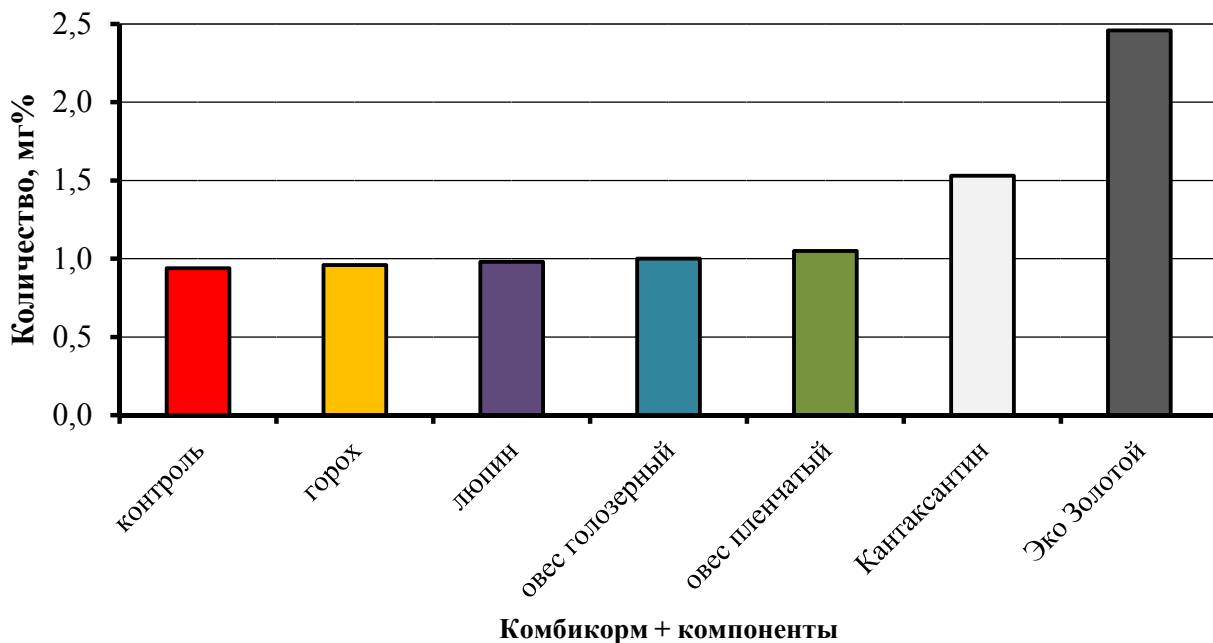


Рисунок 3 – Количество каротиноидов в исследуемых комбикормах

Из диаграммы видно, что в комбикормах с добавлением бобовых культур, овса и кормовых добавок содержание каротиноидов незначительно (0,02–0,11 мг%) превышает их содержание в контрольном комбикорме.

В то же время при вводе в комбикорм кормовых добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» наблюдается значительное увеличение содержания каротиноидов в комбикорме (соответственно 1,53 и 2,46 мг%). Видно, что натуральная добавка-краситель дает наилучшие результаты в этом плане.

Анализ полученных экспериментальных данных свидетельствует о том, что основными источниками каротиноидов являются добавки-красители.

На последующем этапе исследований выявляли оптимальные дозировки добавок-красителей в комбикорм для товарного карпа. За основу была взята рецептура комбикорма, дающая качественные показатели, соответствующие ТУ РБ 100035327.018-2015. Были изготовлены экспериментальные комбикорма с дозировками каждой из добавок-красителей «Эко Золотой» (10 %-ный) и «Кантаксантин» (10 %-ный) в количестве 100 мг/кг, 200 и 500 мг/кг.

В качестве примера в таблице 2 приведены основные показатели качества комбикорма с дозировкой кормовых добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» в количестве 100 мг/кг.

Таблица 2 – Показатели качества комбикорма

Наименование продукта	Массовая доля, %			
	влага	сырой жир	сырой протеин	сырая клетчатка
Комбикорм К-110 + «Эко Золотой»	10,1±0,02	3,74±0,05	26,07±0,05	5,87±0,03
Комбикорм К-110 + «Кантаксантин»	10,1±0,02	3,74±0,05	26,07±0,05	5,87±0,03
Комбикорм К-110 (контроль)	7,2±0,02	3,65±0,05	29,97±0,05	7,88±0,03

Как видно из результатов таблицы 2, ввод добавок-красителей независимо от их происхождения несколько уменьшил массовые доли сырого протеина и клетчатки и увеличил массовые доли влаги и жира. Во всех случаях показатели качества комбикормов соответствовали требованиям ТУ РБ 100035327.018-2015.

Для кормления выбран товарный карп, имеющий среднюю массу 800 г. Карп содержался в двух бассейнах в лабораторных условиях РУП «Институт рыбного хозяйства». Температура воды в бассейнах в среднем была равна 18 °С.

Кормление товарного карпа комбикормами с дозировкой в комбикорм добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» в количестве 100 и 200 мг/кг осуществлялось в течение 30 суток.

Кормление товарного карпа комбикормами с дозировкой в комбикорм добавки-красителя «Кантаксантин» в количестве 100 мг/кг значительных результатов по окрашиванию мяса рыбы не выявило. Для получения должного эффекта при кормлении товарного карпа с дозировкой в комбикорм добавки-красителя «Эко Золотой» необходимо было увеличивать время почти в три раза.

Замечено, что через 6 суток кормления наблюдается покраснение плавников карпа, поедавших корм с дозировками 200 мг/кг как натуральной, так и синтетической добавки-красителя в комбикорма. Для оценки наличия окрашивания при кормлении комбикормом с дозировкой 200 мг/кг «Эко Золотого» и «Кантаксантина» вскрытие рыбы произвели через 24 суток кормления. Отмечено, что появилась розовая окраска мышц при кормлении комбикормом с добавлением добавки-красителя «Эко Золотого», а при добавлении добавки-красителя «Кантаксантин» мясо карпа практически не окрасилось.

Для получения наиболее яркого окрашивания мяса карпа была увеличена дозировка добавок-красителей до 500 мг/кг. Карп с дозировкой в комбикорм добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» в количестве 500 мг/кг кормился в течение 60 суток. Через 2 месяца кормления наблюдалось ярко выраженное покраснение плавников карпа, поедавших комбикорм с дозировкой 500 мг/кг как с натуральной, так и синтетической добавкой.

При кормлении карпа в течение 2-х месяцев комбикормом с дозировкой кормовой добавки «Эко Золотой» 500 мг/кг наблюдается изменение окраски мышц карпа в бордовый цвет. В то же время при кормлении карпа комбикормом с добавкой-красителем «Кантаксантин» при той же дозировке мышцы карпа приобрели слегка розоватый оттенок. За 90 суток кормления кормовая добавка-краситель «Эко Золотой» достаточно интенсивно окрасила мышцы товарного карпа и придала мясу красный оттенок.

На последующем этапе исследований определено накопление каротиноидов в мышцах товарного карпа. Содержание каротиноидов в мышцах товарного карпа при кормлении его комбикормами с разными добавками-красителями и разной их дозировкой представлено в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание каротиноидов в мышцах товарного карпа

Период, сутки	Количество каротиноидов при дозировке красителей, мг/кг					
	Эко Золотой			Кантаксантин		
	100	200	500	100	200	500
0	1,05	1,05	1,05	1,05	1,74	1,98
30	1,85	1,97	2,20	1,05	1,81	2,22
90	2,75	3,50	4,80	1,05	1,89	3,15

Как видно из результатов таблицы 3, скорость накопления каротиноидов в теле карпа зависит от количества добавок-красителей. Наилучший результат окрашивания мышц карпа достигается при использовании натуральной добавки-красителя «Эко Золотой» в комбикорме в количестве 500 мг/кг.

Внешний вид мышц карпа при кормлении комбикормом с дозировкой добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» по 500 мг/кг в течение 2-х месяцев представлен на рисунке 4.



**Рисунок 4 – Внешний вид мышц карпа при кормлении комбикормом с дозировкой добавок-красителей «Эко Золотой» (а) и «Кантаксантин» (б) по 500мг/кг**

Замечено, что при кормлении комбикормом с добавлением натуральной добавки-красителя «Эко Золотой» с наибольшей ее дозировкой мышцы карпа окрашиваются значительно быстрее по сравнению с добавлением синтетической добавки. Для увеличения содержания каротиноидов в мышцах карпа при использовании синтетической кормовой добавки-красителя «Кантаксантин» необходимо кроме ее дозировки увеличить время кормления рыбы.

### **Заключение**

Представлены результаты исследований по использованию традиционных и нетрадиционных кормовых компонентов и добавок-красителей «Эко Золотой» и «Кантаксантин» в составе комбикормов для карпа, показывающие хорошую способность товарного карпа аккумулировать каротиноиды. Выявлено, что хорошие показатели эффективности, стабильности и более равномерную пигментацию мяса рыбы обеспечила натуральная добавка-краситель «Эко Золотой» в количестве 500 мг/кг. Несмотря на увеличение затрат при производстве комбикорма в 1,2 раза, применение кормовой добавки «Эко Золотой» позволит обеспечить хорошие весоростовые показатели карпа и повысить потребительскую ценность мяса.

### **Литература**

- 1 Остроумова, И.Н. Биологические основы кормления рыб // ГосНИОРХ . – Санкт-Петербург, 2001. – 372 с.
- 2 Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева // Колос, М., 2006. – 318 с.
- 3 Агеец, В.Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В.Ю. Агеец, Ж.В. Кошак, А.Э. Кошак // Вести Национальной Академии наук Беларуси. Серия Аграрных наук. – 2017. – № 2. – С. 53–57.
- 4 Эко Золотой. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tandem-industry.ru/catalog/id=1338>. – Дата доступа: 27.11.2017.
- 5 Кантаксантин [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://spb.agroserver.ru/korma-dlya-ryb/astaksantin-3-780126.htm>. – Дата доступа: 22.11.2017.

*Поступила в редакцию 25.05.2018*