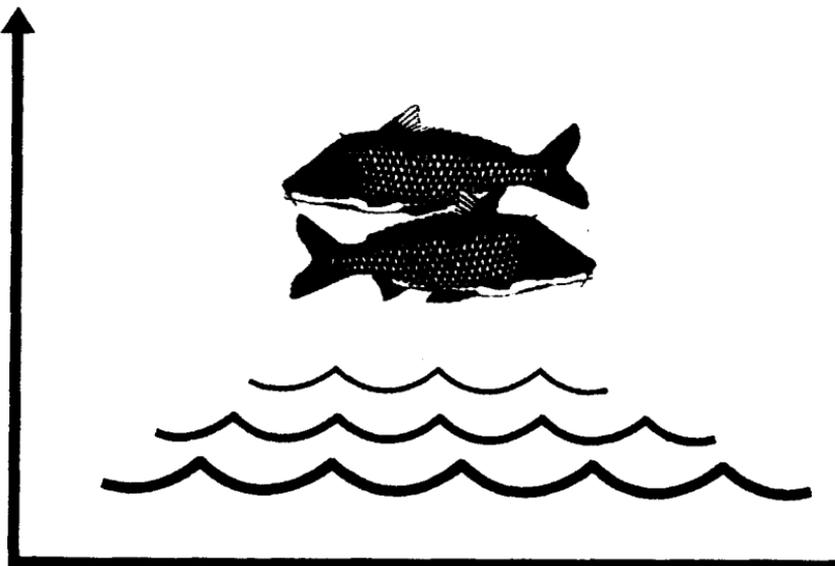


РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
“ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА  
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ”

# ВОПРОСЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА БЕЛАРУСИ



Выпуск 21



Минск  
2005

УДК 639.2/.3(476)(082)  
ББК 47.2(4Бел)  
В 74

**Редакционная коллегия:**

д-р с.-х. наук, директор РУН "Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси"  
*В.В. Кончиц* (отв. редактор)  
канд. биол. наук, зам. директора *В.Г. Костоусов* (зам отв. редактора)  
канд. биол. наук *В.П. Столович* (отв. секретарь)  
д-р биол. наук, профессор *Л.В. Камлюк* (БГУ)  
д-р биол. наук, член-корреспондент НАН Беларуси *А.П. Остапеня* (БГУ)  
д-р ветеринарных наук, профессор  
*А.П. Лысенко* (РНИУП "ИЭМ им. С.Н. Вышелеского")  
д-р с.-х. наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси  
*В.М. Гилушко* (Институт животноводства НАН Беларуси)

**Рецензенты:**

д-р биол. наук *А.П. Остапеня*  
д-р ветеринарных наук *А.П. Лысенко*

В 74 **Вопросы рыбного хозяйства Беларуси:** Сб. науч. тр. Вып. 21 /  
Под общ. ред. В.В. Кончица. – Мн.: Экономпресс, 2005. – 248 с.

В сборнике представлены материалы ихтиологических и рыбохозяйственных исследований в Республике Беларусь. Приведены результаты исследований в области интенсификации прудового рыбоводства, включая селекционно-племенную работу и освоение новых объектов разведения, вопросы формирования качества среды обитания и кормления рыбы. Также освещены вопросы ведения рыбохозяйственной деятельности на естественных водоемах и рационального природопользования.

Издание рассчитано на специалистов рыбного хозяйства, научных сотрудников, преподавателей и студентов учебных заведений биологического и аграрного профиля.

УДК639.2/.3(476)(082)  
ББК47.2(4Бел)

**"BELARUS NATIONAL ACADEMY  
OF SCIENCES FISH INDUSTRY INSTITUTE"  
REPUBLICAN UNITARY ENTERPRISE**

**BELARUS  
FISH INDUSTRY PROBLEMS**

**Collected transactions**

Founded in 1957

**21th issue**

Minsk  
2005

## О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНА В КОРМЛЕНИИ КАРПА

*В.Н. Столович, А.В. Астренков*

РУП "Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси"

**Реферат.** В статье дан анализ литературных данных и результатов собственных исследований по повышению эффективности использования зерна при кормлении карпа путем производства малокомпонентных комбикормов.

**Ключевые слова:** карп, зерно, комбикорм, экспандирование, рыбопродуктивность.

**Abstract.** The literary data analysis and own investigations on rising the grain productivity in feeding carp by low component number mixed fodders production results are presented in the article.

**Key words:** carp, grain, mixed fodder, expanding, fish productivity.

**Введение.** Основным объектом рыбоводства в республике является карп, при выращивании которого используются гранулированные комбикорма с содержанием протеина не менее 23%. Затраты на корма составляют более 50% в структуре себестоимости товарной рыбы. Высокие цены на комбикорм и отсутствие у хозяйств свободных оборотных средств на их приобретение вынуждает использовать на корм цельное зерно пшеницы, ячменя. Зерновая группа (злаки) в концентрированных кормах составляет более 60%, поэтому повышение усвояемости зерна является весьма актуальной проблемой.

**Материалы и методика исследований.** Материалом исследований были малокомпонентные комбикорма для двухлеток карпа. При отработке рецептуры кормов проводился зоотехнический анализ продукта по стандартным методикам: сырой протеин – по ГОСТ 13496.4-93 п. 2; сырой жир – по ГОСТ 13496.15-97; сырую клетчатку – по ГОСТ 13496.2-91; кальций – по ГОСТ 26570-95 п. 2.1; фосфор – по ГОСТ 26657-97 п. 2.2.

Испытания кормов проводили при четырехкратной повторности в СПУ "Изобелино".

**Результаты исследований.** В силу своей физиологии карп лучше всего усваивает пищу животного происхождения. Он не имеет желудка, пищеварение у него происходит в слабощелочной среде (рН 8–8,4) и основным пищеварительным ферментом является трипсин. Кишечник у карпа короткий по сравнению с другими карповыми рыбами, но длиннее чем у хищных. Так, отношение длины кишечника к длине тела у него составляет 2–3:1, у нестрого толстолобика 4–6:1, у белого амура – 3–5:1, у белого толстолобика – 5–9:1, в то время как у хищных рыб – 0,7–1,5:1 [1]. Это свидетельствует о том, что карповые рыбы в разной степени все приспособлены к переварива-

нию углеводистой пищи в отличие от хищных. Однако это вовсе не означает, что карп может эффективно использовать цельное зерно. Основным питательным компонентом зерна является крахмал, содержание которого 47–69%. Однако только 20–25% его усваивается. Белка в зерне немного – 11–13%, жира совсем мало – чуть больше 2%. Поэтому наиболее важным источником энергии являются углеводы. Помимо упомянутого крахмала, а также гликогена в группу углеводов входят некрахмалистые полисахариды (НПС), такие, как целлюлоза, гемицеллюлоза, пектины, которые остаются в нативном состоянии после прохождения через желудочно-кишечный тракт, т. е. не используются организмом. Причиной их плохой переваримости является то, что карп не производит ферментов, необходимых для расщепления НПС. Из-за плохой усвояемости обычно ограничивают содержание НПС в рационе карпа, так как они могут отрицательно влиять на его рост. Помимо прямого действия высокое их содержание отрицательно влияет на усвояемость жиров и белков. Большинство НПС представляет собой углеводы клеточной оболочки, в ячмене –  $\beta$ -глюканы (в целлюлозе), в пшенице, ржи и тритикале – арабиноксиланы (в пентозанах).

Содержание НПС в различных злаках непостоянно. В зависимости от сорта, метода культивации и длительности хранения содержание  $\beta$ -глюкана и пентозана существенно варьирует между различными партиями ячменя, пшеницы и других культур. Содержание НПС в зерне нового урожая значительно выше, чем в зерне после хранения. Колебания в их содержании весьма значительны, тем не менее по их содержанию можно судить о количественном вводе в рецепт того или иного вида зерна. По данным фирмы “Интервет” (табл. 1), больше всего  $\beta$ -глюканов содержится в зерне, причем шелушение никак не влияет на их содержание. Пентозанов больше всего в отрубях, а также в зерне ржи. Помимо указанных культур большое содержание НПС в соевом шроте.

Таблица 1  
Содержание НПС в зерновых, г/кг сухого вещества, фирма “Интервет”

Компоненты (культура)	Сырая клетчатка	$\beta$ -глюканы	Пентозаны	Общие НПС	Р общий	Р фитин
Пшеница	20–34	2–15	55–95	75–106	3,8	2,3–2
Рожь	22–32	5–30	75–91	107–128	3,9	2,5
Тритикале	30	2–20	54–69	74–103	4,5	–
Ячмень	42–93	15–107	57–70	135–172	4	2,2–2
Овес	80–123	30–66	55–69	120–296	3,9	2,1
Кукуруза	19–30	1–2	40–43	55–117	3,1	2,1
Пшеничные отруби	106–136	–	150–250	220–337	12	7,2–9
Соевый шрот	34–99	–	30–45	180–227	7,4	4,4
Рапсовый шрот	109–159	–	–	187	1,4	6,8–8,0
Горох	56–72	–	–	156	4,8	1,9–2,0
Овес шелушенный		30–66				

Из данных таблицы также следует, что большая часть фосфора представлена фитином (фитатами), который плохо расщепляется в пищева-

рительном тракте моногастрических животных (птиц, свиней), не говоря уже о рыбе.

При составлении рационов можно пользоваться и усредненными данными по содержанию НПС (табл. 2) [2].

Таблица 2

**Содержание арабиноксиланов и β-глюканов  
в зерне злаковых культур (г/кг сухого вещества)**

Вид зерна	Арабиноксиланы	β-глюканы
Ячмень	73	49
Рожь	87	24
Овес	85	43
Пшеница	76	10
Отруби пшеничные	238	21

Однако следует иметь в виду, что часть некрахмалистых углеводов растворима в воде и это определяет их усвояемость.

По данным бельгийской фирмы "Кемин" (табл. 3) больше всего нерастворимых арабиноксиланов в зерне тритикале и меньше всего в пшенице.

Таблица 3

**Содержание некрахмалистых углеводов в некоторых зерновых  
(г/100 г) (фирма "Кемин"), Бельгия**

Вид зерна	Растворимость	Арабиноксиланы	β-глюканы	Целлюлоза
Пшеница	растворимые	1,8	0,4	2,0
	нерастворимые	0,3	0,4	
Ячмень	растворимые	0,8	3,6	3,9
	нерастворимые	7,1	0,7	
Рожь	растворимые	3,4	0,9	1,5
	нерастворимые	5,5	1,1	
Тритикале	растворимые	1,3	0,2	2,5
	нерастворимые	9,5	1,5	
Кукуруза	растворимые	0,1	—	2,0
	нерастворимые	5,1	—	

В зерне ячменя много нерастворимых арабиноксиланов, но большая часть β-глюканов растворима в воде. Исходя из этого та же фирма "Кемин" определила переваримость НПС теплокровными животными (табл. 4).

Результаты проведенных фирмой исследований показывают, что усвояемость НПС ячменя, подсолнечного шрота и пшеницы примерно на одном уровне, а рапсового шрота, рисовых отрубей и соевого шрота мизерна. Для карпа, с его коротким кишечником и отсутствием желудка, эти показатели наверняка будут еще хуже.

β-Глюканы и пентозаны снижают эффективность переваривания питательных веществ и их всасывания в кишечнике несколькими путями: являясь составляющими клеточных стенок, они задерживают легко перевариваемые питательные вещества внутри клеток, делая затруднитель-

ным их контакт с собственными пищеварительными ферментами ("эффект клетки"). Образова такую клетку, НПС существенно ограничивают в ряде случаев, в зависимости от сорта злаков, выделение обменной энергии. Это отражается в явно выраженной отрицательной корреляции между содержанием НПС и величиной обменной энергии в злаках.

Таблица 4

**Содержание и переваримость некрахмалистых углеводов (%)**  
(фирма "Кемин")

Вид зерна	Содержание НПС	Переваримость
Ячмень	15	14
Отруби рисовые	25	3
Соевый шрот (50% сырого протеина)	20	0
Пшеница	10	12
Подсолнечный шрот	28	17
Рапсовый шрот	19	3

Благодаря своей высокой способности к поглощению воды и разбуханию, НПС способствуют образованию гелей в пищеварительном тракте. Это приводит к увеличению вязкости содержимого кишечника. Более высокая вязкость означает более медленное прохождение пищи в пищеварительном тракте и уменьшение эффективного количества потребляемой пищи. Другими словами, поступление питательных веществ тормозится. Более того, малая скорость прохождения пищи делает ее более доступной для патогенных микроорганизмов. Большая вязкость снижает эффективность эндогенных пищеварительных ферментов, ограничивая доступ к молекулам субстрата. А если говорить про рожь, то содержащиеся в ней алкилрезорцины к тому же еще инактивируют трипсин – основной пищеварительный фермент карпа.

Говоря об антипитательных элементах растительного сырья, следует вспомнить еще об уреазе, которой больше всего содержится во ржи и бобовых культурах.

Учеными и практиками разработано ряд способов борьбы со всеми этими антипитательными элементами. Условно их можно разбить на 3 группы:

- термическая обработка;
- плющение с консервацией;
- ввод экзогенных ферментов.

Понятие термическая обработка зерна включает поджаривание, пропаривание, взрыв в пневмотрубе (вструдирование), микронизацию, экструзию и экспандирование. Наибольшее практическое значение в данное время имеют экструдирование и экспандирование. Экструдеры имеются на Бобруйском и Заднепровском комбикормовых заводах. На последнем имеется также установка, разработанная и запущенная в производство совместно с Институтом тепло- и массообмена НАН Беларуси по вструдированию зерна. Экспандеры имеются на Лидском, Жабинковском и Барановичском заводах. На Бельничском заводе имеется установка по микронизации зерна, которая заключается в обработке зерна инфракрасными лучами. Последние,

Проникая в зерно, вызывают интенсивную их вибрацию [3]. При этом возникает трение, сопровождаемое выделением внутреннего тепла. Гигроскопическая влага испаряется, вследствие чего резко повышается давление. В результате зерно набухает, вспучивается, становится мягким, раскрывается. При микропизации зерна происходит значительное (до 98%) расщепление крахмала до моно- и дисахаров, на 3–5% увеличивается количество щелочерастворимых белков, что способствует их лучшей переваримости.

При экструдировании зерно доводят до влажности 12–16%, измельчают и подают в экструдер, где под действием высокого давления и трения зерновая масса разогревается до температуры 120–150°C. Затем в результате быстрого перемещения ее из зоны высокого давления в зону атмосферного происходит так называемый взрыв, в результате чего гомотенная масса вспучивается и образует продукт микропористой природы. При этом количество крахмала уменьшается на 12%, декстринов увеличивается более чем в 5 раз, а сахаров возрастает на 14% [4]. Было показано, что вследствие разрыва клеточных стенок и, в частности, жировых оболочек, а также деструкции и разрыва молекулярных цепей крахмала повышается переваримость углеводов и корма в целом. Кроме того, за этот счет происходит увеличение объема кормовых частиц, снижается удельный вес и корма могут приобретать плавучесть. Под воздействием высокой температуры и давления белки корма денатурируются и переваримость их повышается. Одновременно происходит стерилизация и обеззараживание кормов (бактерии и грибы полностью уничтожаются, а активность их токсинов снижается).

Во то же время известны данные об отрицательном воздействии экструзии на растворимость белка и доступность аминокислот в зависимости от термической и барической экспозиции. В результате образуются резистентные к действию протеаз связи аминокислот с другими веществами. Кроме того, гидробаротермическая обработка может оказывать неблагоприятное действие на доступность ряда минеральных элементов, как содержащихся в корме, так и привносимых с премиксами. По данным М.А. Щербины [4], сразу после экструзии разрушается 90% аскорбиновой кислоты и около 10% ее полифосфатов, 11–16% витамина Е, 5–10% защищенной формы витамина А, более 10% витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>. Аналогичные данные приводит фирма BASF, а также указывает на то, что витамин К в виде МСВ разрушается на 80%, а В<sub>12</sub> – на 20–65%. Причем наибольшие потери последнего происходят на самой высокой температурной ступени.

Эксперименты с пшеницей, ячменем, кукурузой, пшеничными отрубями и горохом, проведенные российскими учеными [4], позволили установить, что наиболее существенные изменения происходят с углеводистой частью, в частности с лигноцеллюлозным комплексом. Образовавшиеся декстрины переходят в группу хорошо переваримых легкогидролизуемых углеводов, одновременно улучшалась переваримость как оставшегося комплекса сырой клетчатки (на 5–11%), так и лигниноподобных веществ (на 45–70%). Переваримость их возросла с 13 до 43%, а в опытах с горохом – в 1,6 раза.

Эффект, полученный на рыбах, оказался менее значимым, чем на теплокровных животных, что обусловлено либо различиями в экструзии,

либо особенностями функционирования пищеварительной системы карпов. В то же время подтверждено, что экструзия вызывает деструкцию целлюлозо-лигнинного комплекса, причиной которой является нарушение клеточной архитектуры, разрыв клеточных стенок, разложение и гидролиз содержащихся в них веществ.

Влияние экструзии на липидную часть сырья выразилось в снижении уровня общих липидов; их разрушение наблюдалось во всех вариантах, кроме пшеницы, и сопровождалось небольшим снижением переваримости.

Экструзия оказывала заметное положительное влияние на доступность для рыб зольных элементов и фосфора пшеничных отрубей и отрицательную — для зольных элементов ячменя и фосфора гороха.

Наибольший рыбоводный эффект был получен при кормлении карпов экструдированной кукурузой (ускорение роста на 36% при снижении затрат корма на 29%), далее по убывающей: ячменя — на 14%, гороха — на 11, пшеницы и ее отрубей — на 10 и 6% при близких затратах корма.

В опытах с соевым, подсолнечным, рапсовым и горчичным жмыхами и шротами благотворное влияние экструзии отмечено во всех случаях. Однако степень этого влияния была различной, что обусловлено особенностями их химического состава, наличием различных ядов и антипитательных факторов, а также особенностями деструкции и модификации питательных веществ после экструзии.

После экструзии обнаружены изменения в химическом составе (снижении уровня белка и повышении лигниноподобных веществ). Однако наиболее существенно влияние экструзии проявилось на уровне пищеварительных процессов. О денатурации белков и разрушении ингибиторов протеаз свидетельствует резкое повышение переваримости сырого протеина соевого (на 10%) и рапсового (на 7%) шротов. В то же время слабое повышение (на 3–4%) усвояемости протеина подсолнечника и горчицы дает основание говорить только о последствиях денатурации белков.

Результатом модификации лигниноцеллюлозного комплекса и деструкции легкогидролизуемых углеводов явилось повышение переваримости всего комплекса углеводов горчичного жмыха на 18% и соевого шрота — на 54%. Отмечено благоприятное воздействие экструзии на доступность минеральных веществ.

В результате общее количество питательных веществ, извлекаемое рыбой из жмыхов и шротов, возросло на 10–13% у горчичного и подсолнечного и на 30–39% у соевого и рапсового.

Экструзия рыбной муки дала отрицательный эффект, который выразился в конечном итоге в снижении темпа роста рыб на 19% при увеличении затрат корма на 38%.

Напротив, мясокостная мука после гидротермической обработки стала более удобопереваримой для рыб. Общая переваримость возросла на 26%, что произошло в основном за счет резкого увеличения переваримости сырого протеина (на 24%), углеводовистых веществ (на 31%) и перехода значительной части минеральных соединений в доступную форму. В результате после экструзии мясокостная мука, как компонент корма, стала для рыб более привлекательной и ее продукционный эффект резко возрос.

На питательную ценность эприна экструзия не оказала четко выраженного действия, его можно считать нейтральным.

Таким образом, изучение изменений питательных свойств 13 основных видов кормового сырья для рыб позволило установить, что положительный эффект достигается при экструзии кукурузы, ячменя, гороха, пшеничных отрубей, рапсового, соевого, горчичного жмыхов и шротов, а также мясокостной муки. Нейтральный или близкий к нему эффект получен для подсолнечного шрота, пшеницы и эприна. Экструзия рыбной муки дает отрицательный результат. Торможение роста рыб вызывает потребление экструдированного ростостимулирующего препарата липрина.

Экспандирование сходно с экструзией, но гидротермическая обработка продукта под давлением проводится при влажности до 26%, что позволяет вводить жидкие компоненты, а температуру можно регулировать. Эффект примерно тот же, что и при экструдировании.

В последние годы с целью повышения усвояемости зерна разработана и начала внедряться технология плющения зерна с одновременным консервированием. Для этих целей используется зерно в стадии восковой спелости при влажности 35–40% [5]. Это очень удобно для работников села, поскольку уборку урожая можно вести при любой погоде на 10–15 дней раньше обычного, отпадают затраты на чистку и сушку зерна.

Химическое консервирование в комбинации с плющением обеспечивает угнетение деятельности микрофлоры, частичную декстринизацию крахмала, "растворение" протеиновых оболочек крахмальных зерен, что способствует повышению питательной ценности углеводного и протеинового комплексов, снижению содержания антипитательных веществ.

Для консервирования плющеного зерна используются консерванты АIV-3 и АIV-2000 производства Финляндии и Промир производства Швеции. Первый из них изготовлен на основе муравьиной кислоты, второй – на основе пропионовой. Помимо органических кислот при консервировании зерна могут быть использованы углеводные добавки, способствующие развитию полезной микрофлоры (меласса, молочная сыворотка). При использовании консервантов потери питательных веществ можно свести до минимума: кормовых единиц – до 5%, переваримого протеина – до 4–5%. Включение консервированного зерна ячменя в рацион телят (20% от общей массы задаваемого корма) обеспечивало по сравнению с ячменной мукой увеличение среднештучных приростов на 11% при одновременном снижении затрат кормов на 8% [6].

Консервированным плющенным зерном можно полностью заменить концентратную часть рациона молодняка КРС при введении 20–25% БВМД (белково-витаминно-минеральной добавки), включающей шрот, бобы, витамины и минеральные компоненты [7].

Возможность использования консервированного зерна на корм карпу весьма сомнительна. Согласно разработанной технологии консервация продолжается от 1 до 12 месяцев, но на практике – до 6 месяцев и использование его проходит в холодное время года. Плюсовые температуры и доступ воздуха вызывают очень быстрое развитие грибов и порчу про-

дукта. В этом смысле использовать его летом, когда карп кормится, весьма проблематично. Кроме того, такое зерно имеет кислую среду (рН 4-5) и пока неизвестно, будет ли карп брать его вообще и как оно станет перевариваться в щелочной среде пищеварительной системы карпа.

Наиболее перспективным в рыбоводстве, по нашему мнению, является способ разрушения антипитательных соединений растительного сырья с помощью экзогенных ферментов или сочетанием термообработки и ферментов.

Из имеющихся на белорусском рынке наиболее подходящими для зерновых являются мультиэнзимные комплексы Кемзайм В, Хостазим С, Хостазим Х, Ронозим WX и Роксазим G2.

Кемзайм В (Бельгия) содержит ксиланазу, целлюлазный комплекс,  $\beta$ -глюканазу, бамилазу, липазу, протеазу. Он расщепляет некрахмалистые полисахариды корма: пентозаны,  $\beta$ -глюканы, клетчатку, а также протеин, крахмал и липиды. Рекомендуются для кормов, содержащих до 65% ячменя или овса. Норма ввода – 0,5-1кг на тонну корма.

Хостазим С (Германия) расщепляет в основном пентозаны, а также целлюлозу, гемипеллюлозу, крахмал и протеины. Его применение снижает вязкость содержимого кишечника и ускоряет прохождение корма по пищеварительному тракту. Рекомендуются для кормов на основе ячменя. Дозировка 0,5 кг на тонну корма.

Ронозим WX (Швейцария) действует как на растворимые, так и на нерастворимые ксиланы и арабиноксиланы, гидролизуя их до моно-, ди- и трисахаридов. Рекомендуются для кормов, включающих 20-70% пшеницы, до 20% ячменя и до 25% ржи. Дозировка – 0,15-0,25 кг/т.

Роксазим G2 (Швейцария) – мультиэнзимный препарат, расщепляет некрахмалистые полисахариды, поскольку обладает целлюлазной, глюканазной и ксиланазной активностью. Рекомендуются для кормов, содержащих 20-70% пшеницы, до 50% ячменя, до 20% ржи и овса, до 30% соевого шрота.

При использовании мультиэнзимных композиций наряду с ППС гидролизуются крахмал – основной питательный компонент зерна (табл. 5), клетчатка, белок, жир, что повышает усвояемость корма в целом.

Таблица 5

**Биохимический состав зерна основных злаковых культур  
(% от сухого вещества)**

Наименование показателей	Овес	Ячмень	Рожь	Пшеница	Тритикале
Зола	3	2	2	2	2
Сырой жир	6	3	3	2	2
Сырой протеин	12	11	10	13	12
Сырая клетчатка	30	19	13	11	12
Крахмал	46	62	65	68	67
Целлюлоза	9	5	2	3	3
Лигнин	8	2	1	1	1

В сочетании с экспандированием эффект по повышению усвояемости зерна может быть достигнут еще выше, тем более, что технология позволяет использовать жидкие компоненты. Исходя из вышеизложенной ин-

формации, возникла идея создания малокомпонентных комбикормов для карпа на основе зерна злаков.

Первые наши исследования, которые проводились на Жабинковском комбикормовом заводе, касались отработки режима экспандирования, отработки технологии ввода жира и мелассы. В последующем отработывалась рецептура, с тем чтобы питательная ценность сочеталась с водостойкостью гранул и приемлемой ценой.

Успешно проведены первые испытания малокомпонентных комбикормов в СЧУ "Изюбелино". Исследования по созданию малокомпонентных кормов, которые обеспечат повышение эффективности использования зерна в кормлении карпа, продолжаются.

**Выводы.** Анализ литературных источников показывает, что использование зерна злаков на корм карпу в монодиете не может быть эффективным, поскольку усвояемость его низкая. Причиной тому является особенность строения пищеварительной системы карпа и наличие в зерне антипитательных веществ. Наиболее проблематичным является использование ржи.

Существует ряд способов повышения усвояемости зерна, но для карпа наиболее приемлемым является термическая обработка и ввод экзогенных ферментов. На этом принципе основана технология производства малокомпонентных комбикормов.

Первые испытания таких кормов на двухлетке карпа дали положительные результаты.

### **Литература**

1. Желтов Ю.А. Адаптация функции пищеварительного тракта рыб к животным, микробиологического синтеза и растительным кормам // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Киев, 2000. С. 270.
2. Кириллов М.Н., Крохина В.А. Содержание арабиноксиланов и  $\beta$ -глюканов в зерне злаковых культур // Комбикорма. 2001. № 2. С. 46–47.
3. Шуршунов В.А. [и др.] Комбикорма и кормовые добавки: справочник. Мн.: УИ "Экоперспектива". 2002.
4. Щербина М.А. Экструзия кормов для рыб: преимущества и недостатки / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин, И.А. Салькова // Пресноводная аквакультура в Центральной и Восточной Европе: достижения и перспективы: Матер. междунар. науч.-практ. конф. Киев, 2000. С. 267–270.
5. Заготовка, хранение и использование плющеного зерна повышенной влажности // Белорусское сельское хозяйство. Мн., 2004. № 8. С. 21–24.
6. Козинец А.И. Эффективность использования плющеного зерна, консервированного препаратом Промир, в рационах молодняка крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси. Гродно, 2004. С. 233–237.
7. Рекомендации по рациональному использованию кормов в зимне-стойловый период 2004–2005 гг. // Белорусское сельское хозяйство. Мн., 2004. № 11. С. 10–14.