

УДК 639.311.043.2:371.52.

ТРИТИКАЛЕ — НОВЫЙ КОМПОНЕНТ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ РЫБ

М. ЩЕРБИНА, д-р биол. наук, профессор, **О. БОНДАРЕНКО**, **И. САЛЬКОВА**, **Т. САЗОНОВА**,
Всероссийский НИИ пресноводного рыбного хозяйства
Е. ПОПОВ, ООО «АНП — Скопинская нива»
E-mail: vniprh@mail.ru

Показано сходство и различия между пшеницей и тритикале (гибрид пшеницы с рожью) при испытаниях в виде монодиет и в составе комбикорма для молоди прудового карпа. Охарактеризован их химический состав, переваримость питательных веществ, влияние на метаболизм и рост рыб, на эффективность использования корма. Установлено оптимальное соотношение злаков в комбикорме и влияние на эти процессы сухой экструзии.

Ключевые слова: межродовой гибрид, комбикорм, химический состав, переваримость питательных веществ, обмен веществ, тритикале сорта Немчиновский-56, сухая экструзия.

Similarities and differences between wheat and triticale (hybrid of wheat and rye) have been shown at tested as mono diets and being a part of compound feeds for pond carp fry. Characteristics have been given for compound feeds chemical composition, digestibility of nutrients by fishes, influence on fish metabolism and growth as well as on effectivity of the feed utilization. The optimum ratios of the feed utilization have been determined. The influences of dry extrusion on these processes have been characterized.

Keywords: intergeneric hybrid, compound feed, chemical composition, nutrient digestibility, metabolism, triticale of Nemchinovsky-56 variety, dry extrusion.

Тритикале — первый злак, созданный человеком, объединивший в себе полезные свойства пшеницы и ржи. Благодаря исключительной способности давать высокую продукцию в сложных климатических условиях он быстро распространяется в мире, завоевывая особую популярность в зонах умеренного климата. По химическому составу — это типичный плод злаков, характеризующийся высоким содержанием углеводов и столь же типичным для злаков уровнем белков. Их соотношение меняется в зависимости от района произрастания и занимает, как правило, промежуточное положение между пшеницей и рожью (Измествев и др., 2010). Есть сведения, что тритикале при большом сходстве с пшеницей по содержанию белка более богато лизином, что существенно должно повышать его питательные свойства (Изотова и др., 1990; Горковенко и др., 2010). В то же время унаследованный от ржи ряд антипитательных веществ, таких как ингибиторы трипсина, снижающие переваримость белков, или фенольные соединения типа 5-алкил-резорцинолов создают определенные риски при использовании зерна тритикале в кормлении сельскохозяйственных животных.

Однако активная селекционная работа, в частности, в ГНУ НИИСХ ЦРНЗ «Немчиновка» способствовала созданию сортов с пониженным содержанием антипитательных факторов, что позволяет использовать тритикале в кормлении сельскохозяйственных животных. Примером тому может служить сорт Немчиновский-56 (Пома, Сергеев, 2006, 2008).

Обратить внимание на этот злак нас заставили постоянные поиски доступного и относительно дешевого зернового сырья, пригодного для ввода в корма для прудовых карповых рыб. Однако сведений о питательной ценности зерна тритикале для разновозрастных рыб в доступной нам литературе обнаружить не удалось. Все это явилось причиной организации на примере карпов исследований по оценке биологической и рыбоводной эффективности применения тритикале в кормлении рыб в качестве возможного заменителя пшеницы. Также интерес представляла оценка влияния на питательные свойства тритикале сухой экструзии — нового способа баротермической подготовки зерна к вводу в комбикорма, который, воздействуя на физико-химические свойства обрабатываемого продукта, способен разрушать термолабильные антипитательные факторы.

Объектом исследований послужило зерно тритикале сорта Немчиновский-56, которое было выращено в ООО «АНП — Скопинская нива». Особенностью этого сорта по сравнению с другими, в частности с популярным сортом Гермес, является пониженное на 30% (до 398 мг/кг) содержание алкилрезорцинолов и на 60% (до 80 мг/кг) ингибиторов трипсина (Пома, Сергеев, 2006; Фицев и др., 2007). Экструдирование части тритикале сухим методом осуществлялось в ООО «Три-Экстра». Комбикорма, содержавшие в своем составе зерно тритикале и пшеницы, приготавливались способом влажного прессования в лабораторных условиях.

Эксперименты с рыбами выполнялись в аквариальной установке с рециркуляционным водоснабжением при регулируемых температурном и кислородном режимах. Молодь карпа после вылова из прудов и адаптации к условиям содержания получала индивидуальные метки и распределялась по аквариумам для выращивания.

Питательные свойства тритикале и возможность использования этого зерна в кормлении рыб определялись при сравнительных испытаниях в виде монодиеты и в составе комбикорма. Основой для разработки рецептуры с новым зерновым компонентом послужили накопленные в предшествующих исследованиях знания о потребностях молоди карпа в основных питательных веществах, а также результаты оценки питательности и специфических свойств отдельных компонентов комбикормов для рыб (Щербина, 1973; Щербина, Гамыгин, 2006).

Схема проведения опытов предусматривала следующие варианты. *Первый вариант* (контрольный): полнорационный комбикорм для молоди карпа рецепта ВБС-РЖ с содержанием 40% пшеницы. *Во втором и третьем вариантах* в составе этого комбикорма вся пшеница (40%) была заменена нативным и экструдированным зерном тритикале, *в четвертом и пятом вариантах* только 20% пшеницы заменены им. *Шестой вариант* (контроль) представлял собой монодиету из нативного зерна пшеницы. *Седьмой и восьмой* — монодиеты из зерна тритикале нативного и экструдированного.

В состав всех комбикормов, кроме пшеницы и тритикале, которые составляли в сумме 40%, в постоянных соотношениях входили следующие компоненты: рыбная мука и соевый шрот — по 9%, подсолнечный шрот — 20,5, витаминизированный продукт из хлопьев зародышей пшеницы — 15, подсолнечное масло — 3, рыбий жир — 1, монокальций-фосфат — 1, поливитаминный премикс ПК-П, содержащий набор из 13 водо- и жирорастворимых витаминов, — 1,5%, а также дополнительно 1% окиси хрома сверх 100%. Последняя вводилась в качестве инертного вещества с целью определения переваримости кормов у рыб.

Считаем необходимым сказать несколько слов об избранной нами методике проведения экспериментов с включением опытов с монодиетами испытуемого зерна. Естественно, что зерно пшеницы и тритикале в силу низкого содержания белка и его неполноценного аминокислотного состава не может быть единственным кормовым средством в питании молоди плотоядных карповых рыб. В то же время его испытание в монодиете позволяет выявлять те специфические свойства, которые слабо заметны в составе комбикормов, даже в присутствии этих видов зерна в столь значительных количествах, как избранные нами 40 и 20%.

Эксперименты по оценке рыбопродуктивно-биологической эффективности тритикале и исследуемых кормов, а также сбор материалов для определения переваримости кормов рыбами состояли из двух периодов: предварительного (14 суток), назначение которого — адаптация рыб к усло-

виям экспериментов и приучение их к потреблению комбикорма, и основного (38 суток).

Характеристика питания и рост рыб

В адаптационный период всех рыб кормили одинаковым комбикормом, далее в течение трех последовательных периодов — 9; 15 и 14 суток — они были переведены на экспериментальные корма.

Ввод в контрольный комбикорм 40% нативного зерна тритикале в качестве адекватной замены пшеницы вызвал снижение активности питания рыб на 5%, скорости их роста на 12% и увеличение кормовых коэффициентов на 7%. В то же время наличие в корме 40% экструдированного зерна тритикале вместо пшеницы, вызвав уменьшение потребления корма по сравнению с контролем на 5%, привело к снижению скорости роста рыб уже на 18% и к возрастанию кормовых коэффициентов на 15%. При этом кормление карпов комбикормом с экструдированным тритикале по сравнению с нативным снизило среднесуточный прирост рыб еще на 6% при столь же пониженном потреблении корма; кормовые коэффициенты при этом увеличились на 8%, а по сравнению с контролем — на 15%.

Уменьшение в контрольном комбикорме зерна тритикале до 20% при его комбинации с адекватным количеством пшеницы в меньшей мере повлияло на среднесуточное потребление корма — на 3% и скорость роста — на 0,5%, а кормовой коэффициент понизился всего на 2%. Близкий, но все же худший эффект дал ввод в комбикорм 20% экструдированного зерна тритикале. По сравнению с контролем он выразился в снижении активности питания рыб и замедлении скорости их роста на 8% при тех же кормовых коэффициентах, что и в контроле — 1,97 кг на 1 кг прироста.

Сравнение аналогичных показателей в вариантах с монодиетами из зерна также свидетельствует в пользу пшеницы, особенно в сравнении с экструдированным тритикале. В последнем случае среднесуточный рацион снизился на 21%, скорость роста — на 30%, затраты на единицу продукции — на 12%.

Химический состав и переваримость кормов сеголетками карпа

Для выяснения причин различий в росте рыб и эффективности использования ими кормов был определен химический состав кормов и переваримость рыбами его питательных веществ (табл. 1).

По содержанию основных питательных веществ зерно тритикале, как в нативной, так и в экструдированной форме, несколько отличалось от зерна пшеницы. Оно имело более низкий уровень сырого протеина (на 8%), близкий уровень жира и содержало незначительно больше минеральных веществ. Эти изменения наиболее выраженными были после экструзии тритикале. Потенциальная энергия в обоих случаях была сходной. Углеводистая же часть тритикале оказалась более доступной для рыб, чем пшеницы (соот-

Таблица 1. Химический состав экспериментальных комбикормов (% а.с.в.) и переваримость* (в таблице под чертой) основных питательных веществ у карпа (% от принятых с кормом)

Вариант кормления рыб	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сумма углеводов	Минеральные вещества	Энергия, кДж/100 г
<i>Первый:</i> комбикорм ВБС-РЖ (контрольный; 40% пшеницы)	<u>100</u> 56,0	<u>28,9</u> 81,5	<u>8,6</u> 93,6	<u>57,1</u> 51,7	<u>5,5</u> 20,7**	<u>487</u> 68,3
<i>Второй:</i> комбикорм с заменой 40% пшеницы на нативное зерно тритикале	<u>100</u> 55,4	<u>28,1</u> 79,0	<u>8,4</u> 92,4	<u>57,5</u> 58,1	<u>6,0</u> 57,8**	<u>478</u> 67,7
<i>Третий:</i> комбикорм с заменой 40% пшеницы на экструдированное зерно тритикале	<u>100</u> 54,6	<u>27,9</u> 75,5	<u>8,3</u> 92,3	<u>57,7</u> 58,2	<u>6,1</u> 80,4**	<u>477</u> 67,3
<i>Четвертый:</i> комбикорм с заменой 20% пшеницы на нативное зерно тритикале	<u>100</u> 58,1	<u>28,7</u> 79,2	<u>8,5</u> 92,2	<u>57,1</u> 58,6	<u>5,7</u> 45,8**	<u>481</u> 68,2
<i>Пятый:</i> комбикорм с заменой 20% пшеницы на экструдированное зерно тритикале	<u>100</u> 55,9	<u>28,4</u> 76,9	<u>8,3</u> 94,4	<u>57,5</u> 58,4	<u>5,8</u> 51,0**	<u>482</u> 66,7
<i>Шестой:</i> пшеница, нативное зерно, гранулы, монодиета (контрольный)	<u>100</u> 69,0	<u>14,4</u> 74,0	<u>2,0</u> 79,9	<u>81,2</u> 76,2	<u>2,4</u> 122**	<u>440</u> 75,8
<i>Седьмой:</i> тритикале, нативное зерно, гранулы, монодиета	<u>100</u> 62,9	<u>13,3</u> 68,5	<u>1,9</u> 69,3	<u>82,1</u> 78,3	<u>2,7</u> 90,3**	<u>437</u> 68,1
<i>Восьмой:</i> тритикале, экструдированное зерно, гранулы, монодиета	<u>100</u> 60,0	<u>13,0</u> 62,8	<u>1,5</u> 58,9	<u>82,4</u> 78,8	<u>2,8</u> 97,0**	<u>434</u> 68,9

* $K_n = 100 - P_3 / P_k \cdot I_k / I_3 \cdot 100$, где K_n — коэффициент видимой переваримости питательных веществ, % от съеденного вещества; P_k и P_3 — процент питательного вещества в корме и экскрементах; I_k и I_3 — процент инертного вещества в корме и экскрементах.

**Выделение из кишечника с экскрементами минеральных веществ эндогенного происхождения, а также поступивших в организм рыб осмотическим путем, свидетельствующее о дисбалансе минерального состава корма.

ответственно нативной и экструдированной) — на 3 и 3,4%.

Результаты испытаний обоих видов зерна в виде монодиеты дали основание полагать, что карпы белковую и липидную части тритикале переваривают немного хуже, чем пшеницы. Если принять вариант с зерном пшеницы за 100%, то различия с ней по этим показателям для нативного тритикале составят соответственно менее 8 и 13%. Для экструдированного тритикале различия больше в 2 раза — 15 и 26%. В силу этого общая переваримость нативного тритикале ниже, чем пшеницы, на 9%, экструдированного — на 13%.

Для нативного зерна это обстоятельство, по-видимому, связано с влиянием наследственных особенностей ржи. Ее белки, по нашим данным (Трофимова, Щербина, 1982), перевариваются карпами значительно хуже, чем белки пшеницы (на 19%). С явлением столь резкого снижения (на 13%) переваримости белка при экструзии зерна мы встретились впервые, хотя много работали в этом направлении (Щербина, Гамыгин, 2006).

Отмеченные особенности в той же системе связей, но выраженные с меньшей интенсивностью проявились в экспериментальных комбикормах при замене части пшеницы на тритикале. В варианте с полным исключением пшеницы (40%) и вводом тритикале переваримость сырого протеина снизилась только на 3%, а при вводе экструдированного тритикале — на 7%.

При уменьшении дозы тритикале в 2 раза и сочетании с 20% пшеницы тенденция изменений оказалась аналогичной

(3 и 6%). Переваримость сырого жира, содержащегося в комбикорме, во всех случаях была практически одинаковой. Положительно замена пшеницы сказалась на углеводах, доступность которых по отношению к контролю при вводе в смесь тритикале, как в нативной, так и в экструдированной форме, возросла на 12–13%. Потенциальная энергия переваренных веществ существенных различий не имела.

Таким образом, наличие в составе комбикорма зерна тритикале в меньшей степени снижает переваримость у рыб сырого протеина и в большей степени повышает переваримость углеводов.

Минеральная часть всех испытанных кормов не только плохо доступна для рыб, но и, одновременно маскируясь выделением через кишечник минеральных веществ эндогенного происхождения, свидетельствует об общей дисбалансированности солевого состава корма.

Влияние питательных свойств тритикале на обмен веществ у рыб

Для решения этого вопроса были определены масса и химический состав тканей и органов рыб в начале и конце экспериментов, рассчитаны показатели накопления веществ и энергии в их организме за период 38-суточного кормления.

Как видно из данных таблицы 2, химический состав рыб, питавшихся комбикормами, был очень близким. Исключение составил пониженный уровень жиров: в контрольном варианте — 6,6% против 7,5–7,8% в опытных группах.

В наибольшей степени сходство проявилось в содержании протеина (13,1–12,7%). В теле рыб, питавшихся одним зерном тритикале, установлено более высокое содержание влаги и меньшее, особенно в случае экструдирования, — сырого протеина и энергии. Изменения в организме рыб с большей наглядностью демонстрируют данные таблицы 3. В ней приведены показатели «накопление веществ» и «энергия», которые являются интегральным отражением изменений двух процессов, происходящих в организме одновременно, — роста и обмена веществ.

В сравнении с пшеницей питание рыб нативным зерном тритикале при близком приросте массы и большем (на 16%) накоплении в ней воды, минеральных веществ (на 67%) и жира (на 4%) приводит к меньшему (на 25%) накоплению сырого протеина и углеводов (на 19%). Наряду с торможением роста это свидетельствует о неблагоприятных изменениях в обмене веществ.

Экструдированное тритикале усилило свое отрицательное действие на организм рыб: прирост массы при одновременном большем на 37% накоплении воды снизился на 30%, жира — на 21%, протеина — на 54%.

В случае полной замены в комбикорме 40% пшеницы нативным зерном тритикале в организме рыб отмечено сокращение по отношению к контролю прироста массы (на 18%) как за счет обезвоживания (на 26%), так и меньшего накопления белка (на 15%) и минеральных веществ (на 24%). При вводе в корм 40% экструдированного зерна прирост массы сократился на 25%, накопление сырого протеина — на 21%, минеральных веществ — на 51%, воды — на 31%.

Снижение ввода нативного тритикале в комбикорм до 20%, при наличии того же количества пшеницы, дало эффект, слабо отличающийся от контроля по накоплению организмом массы, воды и протеина, но при существенно большем накоплении жира (на 19%) и углеводов (на 18%). Последнее следует признать положительным эффектом, особенно принимая во внимание обстоятельство, что молоди карпа предстоит длительное осенне-зимне-весеннее голодание в зимовальных прудах. При использовании в комбикорме 20% экструдированного тритикале его от-

рицательное действие также выразилось слабее, чем при 40%-ном вводе. Одновременно с этим отмечены меньшие обезвоживание и сокращение отложения белка при небольшом снижении синтеза углеводов.

Таким образом, описанные изменения свидетельствуют о неблагоприятном по сравнению с пшеницей влиянии тритикале на пищеварительные и обменные процессы в организме рыб. Отрицательное воздействие проявляется значительно сильнее в случае испытания экструдированного зерна. Однако результаты дают основание полагать, что отрицательные эффекты замены пшеницы зерном тритикале по всем позициям в основном нивелируются или становятся менее выраженными при использовании этого зерна в составе комбикорма совместно с пшеницей в количестве не более 20% и в соотношении с пшеницей 1:1. Вероятно, при замене в комбикорме пшеницы зерном тритикале в указанном соотношении смеси компонентов с тритикале начинают проявлять синергическую демергентность. Это означает, что они приобретают иные свойства, чем можно было бы ожидать при простом суммировании индивидуальных свойств, и в данном случае положительные эффекты начинают преобладать над отрицательными.

Следует обратить особое внимание на отрицательную реакцию рыб на тритикале после сухой экструзии. Эта реакция явилась для нас полной неожиданностью, так как полученные результаты противоречат обширной сельскохозяйственной литературе. Однако в настоящей работе убедительно показано, что в зерне тритикале после экструзии произошло разрушение его липидов и в несколько меньшем объеме — белков, обнаружено резкое ухудшение доступности одних и других для рыб. Отрицательное влияние экструдированного зерна прослежено также на аппетите рыб и общем количестве поедаемого корма, его переваримости, обмене веществ и накоплении массы, а также на продуктивном действии комбикорма.

Детальное выяснение условий экструзии позволило установить, что она проводилась при температуре 160°C с целью достижения возможно большего разрушения антипитательных веществ. Действительно, эффект их разрушения был достигнут. По сведениям А.И. Фицева с сотрудниками

Таблица 2. Химический состав тела сеголетков карпа в зависимости от варианта кормления, % натуральной массы

Вариант кормления рыб	Вода	Сухое вещество	Органические вещества			Минеральные вещества	Энергия, кДж/100 г
			сырой протеин	сырой жир	углеводы		
<i>Первый</i>	74,2	25,8	13,0	6,6	3,0	3,2	149,4
<i>Второй</i>	72,9	27,1	13,1	7,5	3,4	3,1	160,2
<i>Третий</i>	73,4	26,6	13,1	7,6	3,1	2,8	160,2
<i>Четвертый</i>	73,0	27,0	12,8	7,8	3,5	2,9	161,8
<i>Пятый</i>	73,7	26,3	12,7	7,8	2,7	3,1	157,6
<i>Шестой</i>	72,3	27,7	13,6	8,0	3,0	3,1	165,7
<i>Седьмой</i>	73,4	26,6	12,3	8,2	2,6	3,5	159,1
<i>Восьмой</i>	74,4	25,6	11,8	7,1	3,2	3,5	147,7

Таблица 3. Накопление массы веществ (г) и энергии в теле сеголетков карпа, питавшихся в течение 38 суток нативным и экструдированным зерном тритикале и комбикормами, содержащими тритикале (в расчете на 100 г массы рыб до опыта, % к контрольным вариантам)

Вариант кормления рыб	Масса	Вода	Сухое вещество	Сырой протеин	Сырой жир	Сумма углеводов	Минеральные вещества	Энергия, кДж
<i>Первый</i>	<u>117</u>	<u>78,5</u>	<u>38,5</u>	<u>16,6</u>	<u>12,9</u>	<u>5,7</u>	<u>3,3</u>	<u>241</u>
	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Второй</i>	<u>94,2</u>	<u>58,3</u>	<u>35,9</u>	<u>14,1</u>	<u>13,4</u>	<u>5,9</u>	<u>2,5</u>	<u>231</u>
	82	74	93	85	104	104	76	96
<i>Третий</i>	<u>86,7</u>	<u>53,9</u>	<u>32,8</u>	<u>13,1</u>	<u>13,0</u>	<u>5,1</u>	<u>1,6</u>	<u>220</u>
	75	69	85	79	101	90	49	91
<i>Четвертый</i>	<u>113,6</u>	<u>72,8</u>	<u>40,8</u>	<u>16,1</u>	<u>15,4</u>	<u>6,7</u>	<u>2,6</u>	<u>267</u>
	99	93	106	97	119	118	79	111
<i>Пятый</i>	<u>102,9</u>	<u>66,5</u>	<u>36,4</u>	<u>14,5</u>	<u>14,5</u>	<u>4,8</u>	<u>2,6</u>	<u>240</u>
	90	85	95	87	112	84	79	100
<i>Шестой</i>	<u>30,9</u>	<u>11,5</u>	<u>19,4</u>	<u>6,5</u>	<u>9,2</u>	<u>3,2</u>	<u>0,6</u>	<u>137</u>
	100	100	100	100	100	100	100	100
<i>Седьмой</i>	<u>31,4</u>	<u>13,3</u>	<u>18,1</u>	<u>4,9</u>	<u>9,6</u>	<u>2,6</u>	<u>1,0</u>	<u>130</u>
	102	116	93	75	104	81	167	94
<i>Восьмой</i>	<u>21,4</u>	<u>7,2</u>	<u>14,2</u>	<u>3,0</u>	<u>7,3</u>	<u>3,1</u>	<u>0,7</u>	<u>100</u>
	69	63	73	46	79	97	117	73

Примечание. $N = (M_1 P_1 - M_0 P_0) / M_0$, где N — накопление веществ и энергии в организме рыб за опытный период; $M_0 M_1$ и $P_0 P_1$ — масса (г, %) вещества или энергии (кДж) в теле рыб в начале и конце опыта.

(2007, 2008), работавших с той же партией тритикале на цыплятах-бройлерах, количество 5-алкил-резорцинола снизилось с 460 до 173 мг в 1 кг зерна, а ингибиторов трипсина — со 104 до 95 мг, но биологическое действие оказалось нежелательным. Это свидетельствует о необходимости проведения дальнейших работ по оптимизации технологического режима сухой экструзии тритикале с последующей рыбоводно-физиологической оценкой ее воздействия на организм рыб либо отказаться от этого способа обработки зерна Немчиновский-56.

Выявленная оптимальная доза использования нативного тритикале сорта Немчиновский-56 в составе ростового комбикорма ВБС-РЖ составляет 20% при сочетании с пшеницей в соотношении 1:1. Целесообразность такого ограничения подтверждена результатами выращивания молоди карпа в прудах, где помимо применения нового комбикорма с тритикале проводились мероприятия по стимуляции развития естественной кормовой базы по методу З.И. Шмаковой (Шмакова и др., 2014). В итоге была достигнута рыбопродуктивность 29 ц/га (против 20–23 ц/га в контроле на стандартном комбикорме К-110) при высокой выживаемости личинок (60%), средней массе сеголетков 60 г (норматив 25 г), затратах корма 1,3 кг на 1 кг прироста массы рыб (Щербина и др., 2014).

Литература

1. Горковенко Л. Тритикале в комбикормах для свиней / Л. Горковенко, А. Чиков, И. Тлецерук, А. Сахарова-Фетисова // Комбикорма. — 2010. — №8. — С. 77–78.
2. Пома Н.Г. Селекция озимого тритикале в центре нечерноземной зоны / Н.Г. Пома, А.В. Сергеев // Сборник трудов НИИ ЦХЦРМЗ. — 2006. — С. 83–92.
3. Трофимова Л.Н. Характеристика питательной ценности ржи и ржаных отрубей для двухлетков карпа / Л.Н. Трофимова, М.А. Щербина // Сборник научных трудов ВНИИПРХ. — 1982. — Вып. 36. — С. 134–137.
4. Фицев А.И. Антипитательные вещества зернобобовых, зерновых, масличных, капустных культур и методы их определения / А.И. Фицев, Л.М. Коровина, Т.М. Леонидова, Т.С. Бражникова — М., 2007. — 62 с.
5. Фицев А.И. Определить эффективность использования тритикале при выращивании цыплят-бройлеров / А.И. Фицев, Л.М. Коровина, Т.М. Леонидова, Т.С. Бражникова // Отчет по договору с ООО «АНП — Скопинская нива». — ГНУ ВНИИК, Луговая, 2008. — 14 с.
6. Шмакова З.И. Кормовая база выростных прудов и их продуктивность при комплексном воздействии на экосистему / З.И. Шмакова, И.А. Кузьмин, И.Ю. Бадаева // Сб. науч. тр. «Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры». — М.: НИИПРХ, 2014. — Вып. 87. — С. 38–43.
7. Щербина М.А. Методические указания по физиологической оценке питательности кормов для рыб / М.А. Щербина — М.: ВАСХНИЛ, 1983. — 83 с.
8. Щербина М.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М.А. Щербина, Е.А. Гамыгин — М.: ВНИРО, 2006. — 360 с.
9. Щербина М.А. О возможности использования зерна нового вида злаков — тритикале — в аквакультуре / М.А. Щербина, Е.Н. Попов, Н.Г. Пома, И.А. Салькова, З.И. Шмакова, И.Ю. Бадаева // Вестник рыбохозяйственной науки. — ФГУП Госрыбцентр, 2014. — Т. 1. — №1. — С. 80–89. ■