

УДК 639.371/.374

Ключевые слова: речной окунь, рыбная мука, гаприн, личинки насекомых, гематологические показатели, кровь рыб
 Key words: river perch, fish powder, gaprin, insect larvae, hematological parameters, fish blood

Нгуен Т.Х.В., Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Дорджиев Б.У.

РАЗРАБОТКА ПОЛНОЦЕННОГО КОМБИКОРМА ДЛЯ РЕЧНОГО ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS L.*), ВЫРАЩИВАЕМОГО В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ELABORATION OF HIGH QUALITY FORMULATED FEED FOR THE RIVER PERCH (*PERCA FLUVIATILIS L.*) IN ARTIFICIAL CONDITIONS

ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»
 Адрес: 414000, Россия, г. Астрахань, Татищева ул., д. 16
Astrakhan State Technical University,
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
Address: 414000, Russia, Astrakhan, Tatisheva st., 16

Нгуен Тхи Хонг Ван, аспирантка каф. аквакультуры и рыболовства.
 E-mail: Hongvannguyen@mail.ru. Тел. +7 961 799-47-32
Nguyen Thi Hong Van, Post-Graduate Student of the Aquaculture and Fishery Dept.
E-mail: Hongvannguyen@mail.ru. Tel. +7 961 799-47-32

Пonomарев Сергей Владимирович, д. б. н., профессор, зав. кафедрой аквакультуры и рыболовства
Ponomarev Sergey V., Doctor of Biological Sciences, Head of the Aquaculture and Fishery Department
 Федоровых Юлия Викторовна, к. с-х. н., доцент каф. аквакультуры и рыболовства
Fedorovyh Yulia V., PhD of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Aquaculture and Fishery Dept.
 Дорджиев Борис Улюмджиевич, магистр каф. аквакультуры и рыболовства
Dordzhiyev Boris U., Master of the Aquaculture and Fishery Dept.

Аннотация. В данной работе были рассмотрены несколько вариантов рецептур комбикормов для одного из перспективных объектов аквакультуры России – речного окуня (*Perca fluviatilis*). В рецептуре комбикормов с целью замены такого традиционного кормового сырья, как рыбная мука, использовали другие источники протеина, такие как гаприн – продукт деятельности метанооксилирующих бактерий, личинки насекомых, фарш из малоценной рыбы. Для оценки их применения был проведен анализ биометрических, гематологических показателей исследуемых рыб, показателей роста. Наиболее быстрый темп роста (на 0,14 г/сут. выше второго лучшего варианта), больший коэффициент упитанности (1,87 ед.), а также довольно высокие концентрации гемоглобина (59,46±2,08 г/л), общего белка (35,97±1,17 г/л) и холестерина (4,14±0,15 ммоль/л, в пределах нормы) обеспечивают вариант кормления с гаприном. Результаты микроскопического изучения мазков крови свидетельствовали о нормальном состоянии гемопоэза у исследуемых рыб. Результаты исследования могут применяться при разработке комбикормов как для речного окуня, так и для окуневых видов в целом, а также имеют большое значение для составления морфологической картины крови окуня, которая до настоящего момента является малоизученной.

Summary. In this work several variants of compound feed formulations for one of Russia aquaculture perspective objects – river perch (*Perca fluviatilis*) were considered. Others protein source were used, such as gaprin – a product of activity of methanol-oxidizing bacteria, insect larvae, minced meat from low-value fish in compound feeds' formula for change such traditional feed raw materials as fish powder. Studied fish' biometric, hematological, growth parameters' analysis was carried out to assess their application. The fastest growth rate (0,14 g/day higher than the second best option), a higher coefficient of fatness (1,87 units), as well as fairly high hemoglobin concentrations (59,46±2,08 g/l), total protein (35,97±1.17 g/l) and cholesterol (4,14±0,15 mmol/l, within the norm) provides a feeding option with gaprin. Blood smears microscopic examination results showed a normal hematopoiesis in the studied fish. The results of the study can be applied for animal feed development, as for river perch bass and perch species as whole, and are great importance for perch blood morphological picture's forming because of poorly studying.

Введение

Речной окунь занимает важное место в рыбоводстве многих стран мира, таких как Чехия, Болгария, Польша, Ирландия, Италия, Австралия, страны Европейского союза и другие [8]. В России речной окунь

является перспективным объектом рыборазведения, имеющим высокую экономическую ценность как на зарубежном, так и на отечественном рынке.

В искусственных условиях данный объект показывает высокий темп роста, хорошо

потребляет корма. Однако на данный момент практически отсутствуют специализированные корма для данного вида, в индустриальной аквакультуре его подкармливают кормами, разработанными для окунеобразных рыб, а конкретно для тилапии. Несмотря на близость двух видов, их потребность в питательных веществах достаточно отличается друг от друга. По этой причине корма, разработанные для тилапии, с одной стороны, удовлетворяют пищевые потребности окуня, не вызывая у рыб ухудшение здоровья, однако, с другой стороны, задерживают рост выращиваемых рыб, что непосредственно влияет на сроки выхода продукции. Более того, для дальнейшего развития аквакультуры необходим поиск альтернативных рыбной муке источников протеина. В данной работе в рецептуре рыбная мука была заменена на: гаприн – продукт метаноксиляющих бактерий (вариант I), личинки насекомых (вариант II), фарш из малоценной рыбы (вариант III), а корм по рецепту с рыбной мукой был контрольным вариантом для сравнения (вариант IV).

Целью данной работы явилась разработка полноценного комбикорма для речного окуня, выращиваемого в искусственных условиях.

Материалы и методы

Экспериментальная работа была проведена на базе инновационного центра «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» АГТУ с октября по ноябрь 2017-го года. Для этого особи речного окуня в возрасте двух лет содержали в четырех аквариумах аквакомплекса. Кормление осуществляли 3 раза в день кормами разных рецептов. Про-

должительность эксперимента составила 30 суток. Гидрохимический режим в аквариумах поддерживали на оптимальном уровне для данного объекта [7]. В конце эксперимента для оценки и сравнения эффективности кормления определяли биометрические, гематологические показатели у исследуемых рыб, рассчитывали упитанность по Фульто-ну, среднесуточный прирост рыб [6]. Кровь для анализа была взята из хвостовой вены прижизненным способом. Анализ СОЭ, содержания общего белка в сыворотке крови, гематокрита проводили по общепринятым методикам. Мазки крови приготовили по методике, рекомендуемой Н.Т. Ивановой (1983), просушивали и окрашивали азу-эозином по Романовскому-Гимза [1, 4]. Окрашенные мазки (70 мазков) изучали под микроскопами Olimpus VX40, Микромед-2 с применением иммерсии, при увеличении 100×16. Эритрограммы подсчитаны на 1000 эритроцитов; лейкограммы подсчитаны на 200 лейкоцитов. При дифференцировке форменных элементов применяли классификацию клеток крови Н.Т. Ивановой (1983). Морфоизмененные эритроциты были изучены с использованием атласа нормальных и патологических клеток крови рыб Л.Д. Житеневой с соавт. (1989) [2]. Полученные данные обработали статистическим методом.

Результаты исследования

Корма, изготовленные в лабораторных условиях, были приготовлены по рецептам, представленным в таблице 1.

В конце эксперимента наиболее высокое значение массы тела было зарегистрирова-

Таблица 1

Качественный состав комбикорма для речного окуня

Состав	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4
Гаприн	*	0	0	0
Личинки насекомых	0	*	0	0
Фарш из малоценной рыбы	0	0	*	0
Рыбная мука	0	0	0	*
Овсяные отруби	*	*	*	*
Пшеничная мука	*	*	*	*
Премикс	*	*	*	*

Примечание. «*» – присутствие компонента в корме.

Таблица 2

Биометрические и гематологические показатели экспериментальных рыб

Показатель	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4
Начальная масса, г	78,33± 5,78	77,35±1,69	76,67±4,18	75,60±3,23
Конечная масса, г	92,67±2,40	89,50±0,41	95,33±5,71	85,70±3,52
Среднесуточный прирост, г/сут.	0,48	0,41	0,62	0,34
Начальная длина (L), см	18,57±0,54	18,75±0,37	18,33±0,60	18,51±0,42
Начальная длина (l), см	16,13±0,37	16,24±0,29	16,01±0,37	16,29±0,31
Упитанность	1,86	1,81	1,87	1,75
Конечная длина (L), см	18,87±0,55	19,01±0,50	18,57±0,58	18,55±0,43
Конечная длина (l), см	16,27±0,45	16,45±0,29	16,12±0,40	16,31±0,40
Упитанность	2,16	2,02	2,27	1,97
Гемоглобин, г/л	37,84±1,71	39,73±3,14	59,46±2,08	51,89±2,02
Общий белок в сыворотке, г/л	40,30±1,24	35,43±1,67	35,97±1,17	36,16±1,86
Холестерин, ммоль/л	5,16±0,01	2,59±0,20	4,14±0,15	5,13±0,07
СОЭ, мм/час	3,13±0,27	3,25±0,13	3,02±0,21	3,87±0,14
Количество эритроцитов в крови, млн/л	219,25±22,14	215,57±33,42	340,01±12,28	155,58±31,52
Среднее содержание гемоглобина в эритроците, пг	17,28±0,89	18,48±1,62	17,49±0,12	33,4±3,57

но у рыб в третьем варианте (кормление с фаршем из малоценной рыбы, 95,33±5,71 г), на втором месте – первый вариант, корм с гапгрином (92,67±2,40 г), затем – второй вариант – личинки насекомых (89,50±0,41) и рыбная мука (85,70±3,52). Такая же динамика прослеживалась и по показателю среднесуточного прироста. Контрольный вариант (IV-й) уступал другим по росту и массе выращиваемых рыб. Однако эти различия в массе, абсолютной длине и длине до конца чешуйного покрова были недостоверны ($p > 0,05$). Рассчитывая различия упитанности между началом и концом эксперимента, наибольшее увеличение коэффициентов упитанности за 30 дней выращивания было отмечено у рыб III-го варианта (0,40), а наименьшее – у рыб II-го варианта (0,21). У рыб I-го и IV-го вариантов данное число было 0,30 и 0,22 соответственно.

Гематологические показатели у всех исследуемых рыб соответствовали физиологическим нормам здорового организма [5]. Наиболее высокая концентрация гемоглобина была у рыб III-го варианта (59,46±2,08 г/л), а наиболее низкая была у I-го варианта (37,84±1,71 г/л). Однако достоверных различий по данному по-

казателю между I-м и II-м вариантами ($p > 0,05$) отмечено не было.

По содержанию общего белка в сыворотке крови наблюдалась другая картина: наиболее высокий показатель общего белка была отмечен у I-го варианта (40,30±1,24 г/л), различия достоверные при $p < 0,05$ против II-го (35,43±1,67 г/л) и III-го (35,97±1,17 г/л) вариантов, при сравнении с IV-м вариантом (36,16±1,86 г/л) различия были недостоверны. Между II, III, IV-м вариантами достоверные различия не были установлены ($p > 0,05$).

Холестерин – жизненно необходимый компонент, он обеспечивает сбалансированность биохимических процессов в организме. Повышение или снижение данного показателя за пределами норм говорит о том, что организм испытывал недостаток в питательных элементах или был подвержен стрессу, болезням. В данном исследовании наиболее высокие концентрации были отмечены у рыб I-го и IV-го вариантов (5,16±0,01 ммоль/л и 5,13±0,07 ммоль/л соответственно, различия недостоверны между собой). Наиболее низкая концентрация холестерина зарегистрирована у рыб II-го варианта (2,59±0,20, различия достоверны при $p < 0,01$ против остальных вариантов). Третий вари-

ант занимает третье место по холестерину и составлял $(4,14 \pm 0,15)$ ммоль/л. Содержание углеводов в рецептуре I-го и IV-го вариантов было приблизительно одинаково высоким, что подтверждает полученные данные по холестерину. У II-го варианта, где была самая низкая концентрация холестерина, соответственно наименьшее содержание углеводов в рецептуре.

Результаты микроскопического изучения мазков крови свидетельствуют о нормальном состоянии гемопоэза у исследуемых рыб (табл. 3) Общие доли бластных клеток эритроцитарного ряда у всех вариантов варьировали от 5,09 % (у рыб IV-го варианта) до 8,65 % (у рыб III-го варианта). Незрелые формы эритроцитов составили, главным образом, оксифильные

нормобласты и небольшое количество эритробластов.

На мазках крови были отмечены некоторые морфологические отклонения от нормальных эритроцитов: пойкилоцитоз, шизоцитоз, смещение ядра к периферии клетки и деформация ядра клетки. Среди перечисленных видов изменений чаще всего встречался пойкилоцитоз, при котором изменяется форма цитоплазмы эритроцита, но сохраняются правильные характеристики ядра клетки. В данном исследовании были отмечены заостренные, грушевидные и многогранные эритроциты. Изменение формы эритроцитов проявляется вследствие того, что клетка теряет эластичность из-за воздействия неблагоприятных факторов на кроветворные органы или на

Таблица 3

Качественный состав комбикорма для речного окуня

Показатели	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4
Эритробласты	$0,81 \pm 0,27$	$0,45 \pm 0,33$	$1,78 \pm 0,26$	$0,21 \pm 0,18$
Оксифильные нормобласты	$5,13 \pm 1,32$	$4,73 \pm 1,01$	$5,67 \pm 2,05$	$3,87 \pm 0,97$
Полихроматофильные нормобласты	$1,22 \pm 0,71$	$1,18 \pm 0,54$	$1,20 \pm 0,12$	$1,01 \pm 0,31$
Патологически измененные формы эритроцитов				
Пойкилоцитоз	$2,0 \pm 0,06$	$5,98 \pm 0,14$	$4,03 \pm 0,09$	$2,49 \pm 0,04$
Заостренные	$0,79 \pm 0,11$	$0,59 \pm 0,02$	$1,81 \pm 0,05$	$1,15 \pm 0,08$
Грушевидные	$0,11 \pm 0,03$	$0,28 \pm 0,04$	$0,12 \pm 0,03$	$0,13 \pm 0,02$
Многогранные	$1,11 \pm 0,09$	$5,11 \pm 0,78$	$2,10 \pm 0,12$	$1,21 \pm 0,10$
Смещение ядра к периферии	$0,18 \pm 0,02$	$0,70 \pm 0,13$	$0,34 \pm 0,06$	$0,41 \pm 0,07$
Шизоцитоз	$0,32 \pm 0,07$	$0,19 \pm 0,06$	$0,17 \pm 0,01$	$0,11 \pm 0,02$
Деформация ядра	–	–	–	$1,05 \pm 0,03$
Общая доля патологических клеток	$2,7 \pm 0,07$	$6,87 \pm 0,11$	$4,54 \pm 0,07$	$4,06 \pm 0,06$
Лейкоцитарная формула				
Лимфоциты	89,8	90,2	47,95	85,92
Нейтрофилы	0,57	0,79	0,68	1,41
Моноциты	4,55	1,57	2,05	8,45
Лимфобласты	2,27	5,91	47,26	1,41
Миелоциты	2,27	0,79	0,68	1,41
Промиелоциты	0,57	0,79	1,37	1,41
Кол-во лейкоцитов на 1000 эритроцитов	17,5	25,4	14,6	7,2
Кол-во тромбоцитов на 1000 эритроцитов	1,3	1,1	0,7	0,8

Встречаемость рыб с измененным строением кровяных клеток, %

Виды изменения	Вариант № 1	Вариант № 2	Вариант № 3	Вариант № 4
Пойкилоцитоз	56,67	63,33	50,00	53,33
Смещение ядра к периферии	36,67	43,33	40,00	40
Щизоцитоз	23,33	16,67	23,33	16,67
Деформация ядра	–	–	–	6,67

сами клетки. Однако пойкилоцитоз также рассматривается как компенсаторное явление для увеличения площади эритроцита, участвующего в процессе обмена веществ. В данном случае наиболее высокий процент пойкилоцитов был зарегистрирован у рыб II-го варианта ($5,98 \pm 0,14$ %). Наименьший процент пойкилоцитоза был у рыб I-го варианта ($2,0 \pm 0,06$ %).

Кроме пойкилоцитоза на мазке крови рыб было отмечено небольшое количество эритроцитов со смещенным ядром к периферии клетки. Их доля больше всего приходилась на рыб II-го варианта. Для шизоцитоза характерно появление на мазке «оборванных» клеток (шизоцитов). Деформация ядра эритроцита отмечалась у рыб IV-го варианта в небольшом проценте ($1,05 \pm 0,03$ %). Для данного вида нарушения эритроцитов характерна неправильность формы ядра клетки при сохранении правильных его размеров. Размеры самой клетки также соответствуют норме. Массовая деформация ядра эритроцита обычно проявляется при загрязнении водной среды и под влиянием радиоактивных факторов, что приводит к дистрофии клетки [2]. Однако, в данном случае, нарушения ядра клеток были зарегистрированы в малом количестве, при незначительной встречаемости у исследуемых рыб (6,67 %), поэтому их можно считать индивидуальным адаптационным механизмом рыб (табл. 4).

Видоизмененны эритроциты наиболее часто встречались у рыб II-го варианта ($6,87 \pm 0,11$ %), наиболее редко у рыб I-го варианта ($2,7 \pm 0,07$ %). Процент видоизмененных эритроцитов во II-м варианте увеличился за счет большого количества пойкилоцитов, процент клеток по остальным видам

отклонений не превысил показатели других вариантов.

Лейкоцитарную формулу исследованных рыб представляли лимфоциты, моноциты, нейтрофилы, а также клетки-предшественники, такие как лимфобласты, миелоциты, промиелоциты. Большинство лейкоцитов представлено лимфоцитами, что свидетельствует о высокой степени развития клеточного иммунитета [3].

Заключение

На основе рассматриваемых показателей видно, что наиболее быстрый темп роста, большой коэффициент упитанности, а также довольно высокие концентрации гемоглобина, общего белка и холестерина обеспечивает III-й вариант кормления. Следует отметить, что результаты исследования говорят о хорошем физиологическом состоянии особей и в других вариантах, однако, по сравнению с II-м и IV-м вариантами, I-й вариант демонстрировал лучшее развитие рыб, учитывая такие показатели, как прирост, физиологическое состояние рыб. Таким образом, проведенные исследования показывают возможность замены дефицитного традиционного кормового компонента, рыбной муки, на аналог – гаприн.

Список литературы

1. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. 2-е изд. М.: Медицина, 1982. 304 с.
2. Житенева Л.Д., Полтавцева Т.Г., Рудницкая О.А. Атлас нормальных и патологически измененных клеток крови рыб. Ростов-на-Дону, 1989. 111 с.
3. Житенева Л.Д., Макаров Э.В., Рудницкая О.А. Эволюция крови. Ростов-на-Дону, 2001. 112 с.
4. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. 184 с.

5. Нгуен Т.Х.В., Дорджиев Б.В. Сезонные динамики гематологических показателей речного окуня (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), выращиваемого в искусственных условиях // XI-я ежегодн. науч. конф. студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН: тезисы докладов. Ростов-на-Дону, 15-23 апреля 2015. Изд-во ЮНЦ РАН, 2015. С. 36–38.

6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. Москва: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.

7. Федоровых Ю.В. Технология выращивания крупной формы евроазиатского окуня в промышленных условиях : автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.с.х.н. Краснодар, 2012. 24 с.

8. Źarski D. Controlled Reproduction of Wild Eurasian Perch : A hatchery manual / D. Źarski, A. Horváth, G. Bernáth [et al.] // Springer International Publishing, 2017. 102 p.

ПРЕДСТАВЛЯЕМ КНИГУ:

«Ультразвуковое и рентгенологическое исследование брюшной полости мелких домашних животных»

Издательство: ЧОУДПО «Институт Ветеринарной Биологии», Санкт-Петербург, 2016

Тираж: 500 экз.

Формат: 210 x 297 мм, твёрдый переплет, 760 с. с илл.

Данная монография обобщает многолетний опыт работы сотрудников Института Ветеринарной Биологии в области УЗИ и рентгенодиагностики, а также многолетний опыт проведения курсов повышения квалификации для ветеринарных специалистов по УЗИ и рентгенологии.

Кроме текстовой информации, изложенной в доступной форме, книга содержит большое количество иллюстрационного материала: оригинальные схемы, облегчающие понимание сложных процессов, сканы ультразвуковых исследований, рентгеновские снимки, фотографии макро- и гистопрепаратов.

Одной из отличительных особенностей данного издания является то, что материал, представленный в книге, дан в сравнительном аспекте. Органы и системы, норма и патология описаны с точки зрения УЗИ, рентгеновского исследования и показаны в виде макропрепаратов.

Книга рассчитана на ветеринарных специалистов, работающих в области ультразвуковой и рентгенологической диагностики, на врачей общей практики, а также студентов, планирующих специализацию в области УЗИ и рентгенодиагностики.

Стоимость:

Розничная цена 1 экз. – 9600 руб.

Для оптовых покупателей – система скидок.

Где купить в Санкт-Петербурге:

Институт Ветеринарной Биологии по адресу: ул. Ораниенбаумская, д. 3-Б (ст. м. "Чкаловская")
Т. 812 232-55-92 invetbio@mail.ru.

