

АКВАКУЛЬТУРА И ВОСПРОИЗВОДСТВО

Эффективность применения некоторых БАВ в составе продукционных кормов для осетровых рыб

DOI

Доктор биологических наук **С.В. Пономарев** – профессор кафедры «Аквакультура и рыболовство», заведующий научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры» Астраханского государственного технического университета; главный научный сотрудник центра «Аквакультуры» Московского государственного университета технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ); кандидат сельскохозяйственных наук **Ю.В. Федоровых** – доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство»; Кандидат биологических наук **А.Б. Ахмеджанова** – ведущий инженер научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; Кандидат сельскохозяйственных наук **О.А. Левина** – доцент кафедры «Аквакультура и рыболовство» – Астраханский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «АГТУ»); Доктор биологических наук, профессор **А.Л. Никифоров-Никишин** – декан факультета «Биотехнологии и рыбного хозяйства»; **В.А. Климов** – старший преподаватель кафедры «Экологии и природопользования» – Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)

@ aliyaakhmed14@gmail.com

THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF SOME BAS IN THE COMPOSITION OF PRODUCTION FEEDS FOR STURGEON FISH

Doctor of Biological Sciences **S.V. Ponomarev** – Professor of the Department of "Aquaculture and Fisheries", Head of the Research Laboratory "Sturgeon Breeding and Promising Aquaculture Facilities" of Astrakhan State Technical University; Chief Researcher at "Aquaculture" Center of the Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU); Candidate of Agricultural Sciences **Yu.V. Fedorovykh** – Associate Professor of the Department of "Aquaculture and Fisheries"; Candidate of Biological Sciences **A.B. Akhmedzhanova** – Leading Engineer of the Scientific Research Laboratory "Sturgeon breeding and promising aquaculture facilities"; Candidate of Agricultural Sciences **O.A. Levina** – Associate Professor of the Department of Aquaculture and Fisheries – Astrakhan State Technical University (FGBOU VO "AGTU"); Doctor of Biological Sciences, Professor **A.L. Nikiforov-Nikishin** – Dean of the Faculty of "Biotechnology and Fisheries"; **V.A. Klimov** – Senior Lecturer of the Department of Ecology and Nature Management – Moscow State University of Technology and Management named after K.G. Razumovsky (PKU)

Bioflavonoids, also known as flavonoids, are substances with low molecular weight that are found in vascular plants. They are found in all parts of plants, but especially in photosynthetic cells and have a wide spectrum of action as antioxidants, enzymatic inhibitors, precursors of toxic substances, protection against ultraviolet radiation, and also participate in energy conversion. The article discusses the experience of using a new generation antioxidant – dihydroquercetin and an immunostimulator – arabinogalactan in feeding sturgeon fish. The objects of research in the work were: two-year-olds of Russian sturgeon, as well as dihydroquercetin, arabinogalactan and feed formulations for sturgeon fish species. In the process of work, the formulation of a full-fledged compound feed for sturgeon fish species was adjusted using the bioflavonoid dihydroquercin, an arabinogalactant immunostimulator, and the productive effect of feed on fish was evaluated according to fish-biological and physiological indicators. The obtained results complement the existing ideas about the fields of application of antioxidants, and also prove the prospects of using herbal remedies as antioxidant feed additives. The results obtained in the course of research can serve as a basis for improving technologies for the production of compound feeds when growing fish on an intensive basis.

Ключевые слова:

дигидрокверцетин, арабиногалактан, антиоксидант, иммуностимулятор, осетровые, аквакультура, кормление, прирост

Keywords:

dihydroquercetin, arabinogalactan, antioxidant, immunostimulator, sturgeon, aquaculture, feeding, growth

ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что важным критерием выбора кормовой добавки является безопасность в экологическом отношении, интерес представляют природные биоантиокислители флавоноидной природы, в частности, дигидрокверцетин, выделяемый из древесины лиственницы. Биофлавоноиды – вещества с низкой молекулярной массой, которые обнаруживаются в сосудистых растениях. Они встречаются во всех частях растений, но особенно в фотосинтезирующих клетках, и обладают широким спектром действия, как антиоксиданты, ферментативные ингибиторы, прекурсоры токсических веществ, защита против ультрафиолетового излучения, а также участвуют в преобразовании энергии [1].

Свое антиоксидантное действие флавоноиды также проявляют через сберегающий эффект других антиоксидантов, могут оказывать влияние на пищеварительный тракт, защищая молекулы во время пищеварения от окислительного повреждения и защищая кишечный эпителий [2].

Известно, что дигидрокверцетин обладает капилляропротекторными, лимфокинетическими и другими свойствами, однако имеет низкую растворимость в воде (около 1 г/л), что, вероятно, ограничивает его фармакологическую активность [3]. В опытах использовался и арабиногалактан – это полисахарид, входящий в состав камедей покрытосеменных и некоторых голосеменных растений. Арабиногалактаны являются иммуномодуляторами. Установлено, что это увеличивает почти в 2 раза эффективность образования макрофагов, по сравнению с эхинацеей, стимулирует иммуногенез; обеспечивает укрепление иммунной системы у рыб при приеме.

Цель работы – испытание эффективности в составе продукционных комбикормов для осетровых рыб биофлавоноида дигидрокверцетина и арабиногалактанта, как источников антиоксидантов, иммуностимуляторов и пребиотиков.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эксперименты выполняли на базе Инновационного центра «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры» ФГБОУ ВО «АГТУ». Объектами исследований послужили двухгодовики русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt).

Для содержания рыб использовали квадратные стеклопластиковые бассейны с закругленными углами размером 1×1 м и глубиной 0,8 м, с постоянной проточностью и аэрацией. Использовали дополнительный нагрев воды с помощью терморегуляторов. Таким образом, температура

Биофлавоноиды, также известные как флавоноиды – вещества с низкой молекулярной массой, которые обнаруживаются в сосудистых растениях. Они встречаются во всех частях растений, но особенно в фотосинтезирующих клетках, и обладают широким спектром действия, как антиоксиданты, ферментативные ингибиторы, прекурсоры токсических веществ, защита против ультрафиолетового излучения, а также участвуют в преобразовании энергии. В статье рассматривается опыт применения антиоксиданта нового поколения – дигидрокверцетина и иммуностимулятора – арабиногалактана в кормлении осетровых рыб. Объектами исследования в работе послужили: двухгодовики русского осетра, а также дигидрокверцетин, арабиногалактан и рецептуры кормов для осетровых видов рыб. В процессе работы скорректирована рецептура полнорационного комбикорма для осетровых видов рыб с применением биофлавоноида дигидрокверцетина, иммуностимулятора арабиногалактанта, оценено продуктивное действие кормов на рыбу по рыбоводно-биологическим и физиологическим показателям. Полученные результаты дополняют существующие представления об областях применения антиоксидантов, а также доказывают перспективность применения средств растительного происхождения в качестве антиоксидантных кормовых добавок. Результаты, полученные в ходе исследований, могут служить основой для совершенствования технологий производства комбикормов при выращивании рыб на интенсивной основе.

в бассейнах с русским осетром поддерживалась на уровне 22-24°C. Содержание растворенного кислорода в воде ежедневно определяли с помощью термооксиметра – за время эксперимента падений кислорода ниже 6 мг/л не зарегистрировано.

Основным рационом для опытных рыб служили комбикорма фирмы «CoppensSupreme-15» (Нидерланды), средне-энергетичный продукционный комбикорм с содержанием белка – 46%, жира – 15%, клетчатки – 1,9%, общей энергии – 21,1 МДж/кг. При этом применяли рекомендации по кормлению для оптимального роста – 1,12% от биомассы в день [4].

Исследование проводили на трех экспериментальных группах. Первая группа (контроль) получала продукционный корм, сбалансированный по всем элементам питания, согласно физиологическим потребностям. Вторая группа (вариант

Таблица 1. Схема проведения экспериментов / **Table 1.** Scheme of experiments

Группы	Характеристика кормления	Количество, экз.
1.	Полнорационный комбикорм (контроль корм «CoppensSupreme-15»)	22
2.	Полнорационный комбикорм с дигидрокверцетином (50 мг на 1 кг корма «CoppensSupreme-15») (вариант 1)	22
3.	Полнорационный комбикорм с добавлением (дигидрокверцетин 25 мг и арабиногалактан 50 мг на 1 кг корма «CoppensSupreme-15») (вариант 2)	22

Таблица 2. Гидрохимические показатели в условиях эксперимента / **Table 2.** Hydrochemical parameters under experimental conditions

Показатель	Норма	ПК	ПК 50	ПК 25/50
Водородный показатель (рН), ед.	6-8	7,28±0,08	7,62±0,14*	7,52±0,17
Аммонийный азот, мг/л	2-4	0,87±0,12	0,94±0,21	0,84±0,14
Нитриты (NO ₂) мг/л	до 0,1-0,2	0,063±0,03	0,059±0,07	0,047±0,04
Нитраты (NO ₃) мг/л	до 60	24,71±1,54	27,64±1,37	25,71±1,47
Фосфаты мг/л	0,2-0,5	0,114±0,15	0,128±0,16	0,117±0,12

Примечание: * p≤0,01

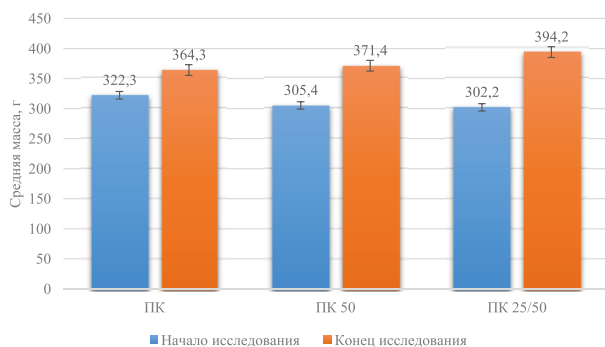


Рисунок 1. Изменение массы русского осетра при обогащении рациона БАВ

Figure 1. Change in the mass of Russian sturgeon when enriching the BAS diet

1) получала рацион 1-й группы с добавлением антиоксиданта дигидрохверцетина в количестве 50 мг/кг. Третья группа (вариант 2) получала рацион 2-й группы с добавлением антиоксиданта дигидрохверцетин (25 мг/кг) в сочетании с иммуностимулятором арабиногалактан (50 мг/кг) (табл. 1). Опытные корма изготавливали в лабораторных условиях с использованием кормовых компонентов отечественного производства методом влажного прессования. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыб и температуры воды, в соответствии с общепринятой технологией выращивания [5].

На протяжении всего периода исследования проводили постоянный контроль гидрохимических условий с помощью экспресс-методов фирмы Tetra (табл. 2).

В целом данные гидрохимические показатели удовлетворяют нормам, установленным для рыбодомных хозяйств.

Состояние и развитие рыб определяли по комплексу показателей, анализируя скорость увеличения размеров тела и наращивания мышечной массы. Взвешивание и измерение рыб проводили согласно разработанным рекомендациям [6].

Среднесуточную скорость роста вычисляли по формуле сложных процентов [7], согласно уравнению 1:

$$A = [(M_k / M_o)^{1/t} - 1] \times 100 (\%), \quad (1)$$

где A – среднесуточная скорость роста, %; M_k и M_o – масса рыбы в конце и в начале опыта; t – продолжительность опыта, сут.

Оценку абсолютного прироста проводили согласно формуле 2:

$$P_{аб} = M_k - M_o, \quad (2)$$

где M_k – конечная масса молоди, г; M_o – начальная масса молоди, г.

Коэффициент массонакопления определяли по формуле 3 [8]:

$$K_M = ((M_k^{1/3} - M_o^{1/3}) \times 3) / t, \quad (3)$$

где K_M – коэффициент массонакопления, ед.; M_k и M_o – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут.

Среднесуточный прирост определяли по формуле 4:

$$P = (M_k - M_o) / t, \quad (4)$$

где P – среднесуточный прирост, г; M_k и M_o – конечная и начальная масса рыбы, г; t – период выращивания, сут.

Коэффициент упитанности по Фультону определяли по формуле:

$$F = (M \times 100) / L^3, \quad (5)$$

где M – масса рыбы, г; L – длина рыбы, см
Фармакологическое действие препаратов и физиологическое состояние исследуемой молоди оценивали по биохимическим показателям белкового, липидного и углеводного обменов, согласно разработанным методикам.

Кровь отбирали прижизненно из хвостовой вены в пробирки Эппендорфа. Для гематологического анализа (концентрация гемоглобина, скорость оседания эритроцитов, лейкоцитарная формула) в качестве антикоагулянта использовали гепарин.

Концентрацию гемоглобина в крови определяли фотометрически с помощью набора реактивов фирмы Агат-Мед [9], СОЭ определяли по методу Панченкова. Мазки крови готовили с применением фиксатора-красителя по Май-Грюнвальду фирмы «Ольвекс-Диагностикум» [10].

Содержание сывороточного белка определяли с помощью наборов реагентов фирмы «Агат-мед» [11], уровень холестерина в крови определяли энзиматическим методом [12; 13]. Концентрацию глюкозы в сыворотке крови определяли энзиматическим колориметрическим методом без депротеинизации (реакция Триндера). Для измерения оптической плотности полученных проб использовали спектрофотометр Unico 2100.

Результаты экспериментов анализировали методами биологической статистики с помощью компьютерных программ [14; 15]. Уровень различий оценивали с помощью критерия достоверности Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Оценка эффективности применения дигидрокверцетина и арабиногалактана в продукционных комбикормах показал, что наилучшие показатели роста были характерны для группы рыб, потреблявшей корма с добавлением двух компонентов дигидрокверцетина (25 мг) и арабиногалактана (50 мг) (табл. 3).

В данной группе (ПК 25/50) наблюдался самый высокий абсолютный прирост, среднесуточный прирост, среднесуточная скорость роста и коэффициент массонакопления. Среднесуточная скорость роста в данном варианте составила 0,78%, что достоверно выше контрольной группы на 0,42% ($p < 0,05$). Полученные данные свидетельствуют, в соответствии с рисунками 1 и 2, что наилучшие показатели роста были характерны для группы рыб, потреблявшей корма с добавлением двух компонентов – дигидрокверцетина и арабиногалактана.

В варианте ПК 50, рыбы потреблявшие корма с добавлением БАВ (дигидрокверцетина 50 мг/кг), среднесуточная скорость роста оказалась выше контрольной на 0,21%. При добавлении биологически активных веществ прирост живой массы у рыб первой группы составил 66,0 г против 92,0 г во второй группе, что на 36,4% и 54,3% выше, чем у рыб контрольной группы. Коэффициент массонакопления у рыб в первом варианте составил 0,044 ед. и во втором – 0,061 ед., что на 0,02 и 0,03 ед., соответственно, выше контрольной. Среднесуточный прирост в вариантах ПК 50 и ПК 25/50 составил: 2,2 г и 3,1 г, что 1,6 и 2,2 раза, соответственно, выше контрольной группы. Выживаемость в опытных вариантах и контроле была 100%.

Установлено, что наилучшие показатели роста были характерны для варианта ПК 25/50. Это рыбы, потреблявшие корма с добавлением двух компонентов биофлавоноида дигидрокверцетина (25 мг) + иммуностимулятора арабиногалактана (50 мг), что вполне объяснимо, по литературным данным, антиоксидант нового поколения – дигидрокверцетин разрушает радикалы перекисных соединений жиров кормов и увеличивает эффективность использования рациона. Корма для рыб отличаются высоким содержанием жиров в их составе. Включение дополнительно в состав кормов

иммуностимулятора арабиногалактана способствует резкому повышению продуктивности на 20% и высокой выживаемости рыб, по сравнению с зарубежными кормами на 15,9%, рыбы отличаются лучшим коэффициентом упитанности [16]. Проведенные исследования показали эффективность совместного применения дигидрокверцетина и арабиногалактана в комбикормах для рыб, способствующее увеличению прироста массы рыбы. Таким образом, включение в комбикорма антиоксиданта нового поколения дигидрокверцетина и иммуностимулятора арабиногалактана способствовало достоверному разрушению перекисных соединений жиров и более эффективному использованию питательных веществ рациона.

Объективно оцениваем состояние организма по физиолого-биохимическим показателям крови, которые выступают в качестве специфических индикаторов физиологических или патологических изменений организма. Кровь, как наиболее лабильная ткань, быстро реагирует на влияние внешней среды и качество потребляемого корма, поэтому исследование показателей крови дает объективные оценки физиологического состояния рыб. Исследование гематологических показателей рыб имеет большое значение для обоснования адаптационных возможностей организма и оценки условий выращивания и корм-

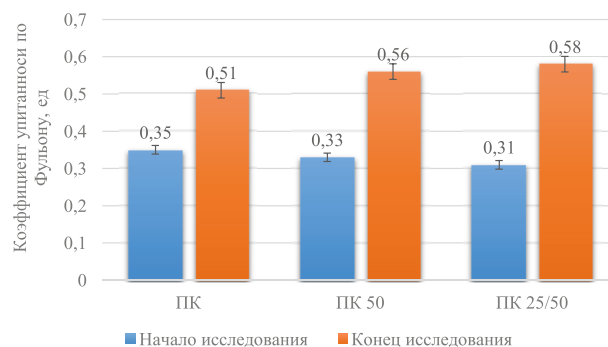


Рисунок 2. Коэффициент упитанности (по Фультону) русского осетра при обогащении рациона БАВ

Figure 2. Fatness coefficient (according to Fulton) of Russian sturgeon when enriching the BAS diet

Таблица 3. Рыбоводно-биологические показатели выращивания двухгодовиков русского осетра на опытных комбикормах / **Table 3.** Fish-breeding and biological indicators of growing two-year-old Russian sturgeon on experimental compound feeds

Показатели	Варианты опыта		
	ПК	ПК 50	ПК 25/50
Абсолютный прирост, г	42,0	66,0	92,0*
Среднесуточный прирост, г	1,4	2,2	3,1*
Среднесуточная скорость роста, %	0,36	0,57	0,78*
Коэффициент массонакопления, ед.	0,028	0,044	0,061*
Выживаемость, %	100	100	100
Продолжительность эксперимента, сут.	30	30	30

Примечание: * различия достоверны при $p < 0,05$

Таблица 4. Физиолого-биохимические показатели крови двухгодовиков русского осетра / **Table 4.** Physiological and biochemical blood parameters of the two-year-old Russian sturgeon

Показатель	ПК	ПК 50	ПК 25/50
	ПК 50	ПК 25/50	7,62±0,14*
Холестерин, ммоль/л	3,13±0,57	3,27±0,35	3,42±0,52
Глюкоза, ммоль/л	4,87±0,18	6,01±0,16	6,21±0,42*
СОЭ, мм/ч	1,83±0,28	1,92±0,33	1,90±0,24

Примечание: * p<0,01

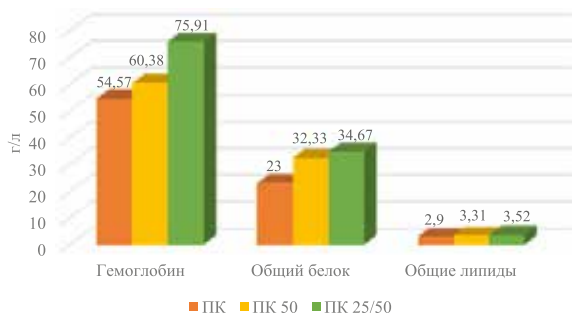


Рисунок 3. Физиолого-биохимические показатели крови двухгодовиков русского осетра

Figure 3. Physiological and biochemical blood parameters of the two-year-old Russian sturgeon

ления. Гематологические показатели объективно отражают физиологическое состояние рыб. Кровь рыб составляет в среднем 4% от массы тела, имеет маслянистую на ощупь консистенцию, ярко красный цвет, специфический запах рыбьего жира, pH 7,2-7,5. Исследования в области кормления рыб показали, что даже кратковременное полноценное кормление обуславливает значительные изменения в показателях крови рыб [10; 17]. Рыбоводные показатели, как правило, коррелируют с физиологическим состоянием рыб, что подтверждается гематологическими показателями (табл. 4).

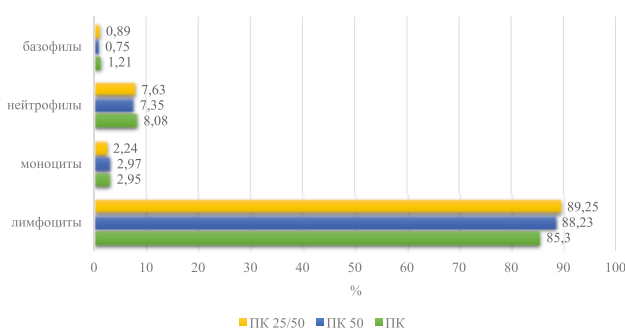


Рисунок 4. Соотношение форменных элементов крови (%) у двухгодовиков русского осетра

Figure 4. Ratio of blood elements (%) in the two-year-olds of the Russian sturgeon

Полученные результаты гематологических и биохимических показателей согласуются с данными других авторов [3; 18]. Скорость оседания эритроцитов и холестерина, во всех вариантах эксперимента, оставалась в пределах нормативных значений, что свидетельствует о постоянном белковом составе плазмы крови.

Как видно из приведенных результатов, в соответствии с рисунком 3, прослеживается положительная динамика в применении двух препаратов дигидрохвертецина и арабиногалактана, что сказывается на повышении уровня гемоглобина, поддержании уровня холестерина и СОЭ на уровне нормативных значений.

Концентрация гемоглобина варьировала в пределах от 50,0 до 80,0 г/л. При добавлении в рацион комплекса БАВ в ПК 25/50, уровень гемоглобина составил 75,91 ± 11,01 г/л, что на 25,0-35,0% выше, в сравнении с другими экспериментальными группами и свидетельствует о положительном влиянии кормовой добавки на обмен веществ исследуемых рыб.

Аналогичная динамика прослеживается в изменении уровня глюкозы (p<0,01), а поддержание его в пределах 5,0-6,0 г/л является результатом нормальной работы ферментативной системы, катализирующей трансформацию глюкозы.

В условиях эксперимента незначительно изменялся уровень общих сывороточных липидов. Его важной составной частью является холестерин, который стимулирует иммунную систему организма и играет роль в защите от стресса. Динамика липидного обмена способствовала нормальному процессу накопления энергетических ресурсов.

Высокое содержание гемоглобина в опытных группах (в пределах референсных значений), возможно, связано с более интенсивным обменом веществ в организме рыб, так как в корме использовался биофлавоноид дигидрохвертецин, который увеличивает циркуляцию крови в организме у рыб. Сложно недооценить это свойство флавоноидов. От циркуляции крови зависит – насколько хорошо органы снабжаются питательными веществами и кислородом. Холестерин в крови рыб, как и других животных, является одним из ключевых факторов состояния липидного обмена в организме, данный показатель в вариантах ПК 50 и ПК 25/50 был схож с контролем, выявлены незначительные расхождения (p>0,05).

Достаточно информативным показателем, при оценке общего физиологического состояния орга-



низма, является лейкоцитарная формула крови, которая отражает не только физиологическое состояние рыб, но и некоторые стороны клеточного иммунитета. Изменения в лейкограмме могут обнаруживать нарушения обменных процессов и ухудшение состояния исследуемого объекта задолго до появления клинических признаков возникающих патологий [17]. Лейкоцитарная формула крови исследуемой рыбы представлена в соответствии с рисунком 4.

Для рыб характерен лимфоцитарный профиль – основу белой крови составляют лимфоциты, доля которых в общем пуле лейкоцитов не опускается ниже 70% и может превышать 90%. Лимфоциты отвечают за иммунный надзор, формирование и регуляцию клеточного и гуморального иммунного ответа, синтезируют защитные антитела, лизируют чужеродные клетки, обеспечивая уничтожение собственных мутантных клеток. Как видно из рисунка, повышенный процент лимфоцитов был в группе, потреблявшей корм ПК 25/50 и составил 89,25%. Однако этот показатель соответствует норме для рыб и достоверно не отличался от остальных экспериментальных групп.

В норме большинство нейтрофилов пребывает в инертном, покоящемся состоянии. Подобно другим лейкоцитам, их функциональные возможности раскрываются только на фоне стимулирую-

ющих воздействий, осуществляя «первую линию защиты» от инфекции. В наших экспериментах незначительное повышение было характерно для рыб из группы, потреблявшей контрольный корм – 8,08%. Для этой же группы было зарегистрировано увеличение количества базофилов в лейкограмме – 1,21%, в то время как наименьший процент встречался у рыб из варианта ПК 50. Базофилы при этом принимают участие в реакции гиперчувствительности немедленного и замедленного типа (иммунные реакции) через лимфоциты, в воспалительных и аллергических реакциях. Для контрольной группы также было отмечено повышение числа моноцитов – 2,95%, однако такое же значение было зарегистрировано и в группе ПК 50 – 2,97%.

Таким образом, включение в комбикорма антиоксиданта нового поколения дигидрокверцетина и иммуностимулятора арабиногалактана способствовало достоверному разрушению перекисных соединений жиров и более эффективному использованию питательных веществ рациона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования свидетельствуют об эффективности использования биофлавоноидов и арабиногалактана в кормлении осетровых рыб. Установлено положительное влияние, тести-

руемых БАВ, на рост и развитие культивируемой молодежи.

Полученные результаты дополняют существующие представления об областях применения антиоксидантов, а также доказывают перспективность применения средств растительного происхождения в качестве антиоксидантных кормовых добавок.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда, проект № 22-26-00008 «Научно-методические основы применения высокоэффективной технологии кормления для предотвращения оксидативного стресса и сохранения перекисного гомеостаза организма в условиях интенсивной аквакультуры».

FINANCING

The investigations were carried out within the framework of the research work 22-26-00008 "Scientific and methodological foundations of the use of highly effective feeding technology to prevent oxidative stress and maintain peroxide homeostasis of the fish body in conditions of intensive aquaculture" with the support of the Russian Scientific Fond.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ:

1. Russo A. Bioflavonoids as antiradicals, antioxidants and DNA cleavage protectors / A. Russo, R. Acquaviva, A. Campisi, V. Sorrenti, C. Di Giacomo, G. Barcellona, A. Vanella // Cell biology and toxicology – 2000. – Vol. 16. – Pp. 91-98.
2. Goni I. Effect of dietary grape pomace and vitamin E on growth performance, nutrient digestibility, and susceptibility to meat lipid oxidation in chickens / I. Goni, A. Bernes, C. Centeno, A. Viveros, F. Saura-Calixto, A. Rebole, I. Arija, R. Estevez // Poultry science – 2007. – Vol. 86. – Pp. 508-516.
3. Шаманаев А.Ю. Лимфокинетическая активность композиции дигидрокверцетина и арабиногалактана / А.Ю. Шаманаев, И.С. Иванов, А.В. Сидехменова, М.Б. Плотников // Бюллетень сибирской медицины – 2014. – Том. 13. – № 3. – С. 80-83.
3. Shamanaev A.Yu. Lymphokinetic activity of the composition of dihydroquercetin and arabinogalactan / A.Yu. Shamanaev, I.S. Ivanov, A.V. Sidekhnemova, M.B. Plotnikov // Bulletin of Siberian Medicine – 2014. – Vol. 13. – No. 3. – Pp. 80-83.
4. Официальный сайт компании Alltech Coppens – каталог продукции рыбных кормов для осетровых рыб [Электронный ресурс]. – 2019. – URL: <https://www.alltechcoppens.com/ru/промышленное-применение/осетр> – Текст: электронный (дата обращения 22.06.2022).
4. The official website of the Alltech Coppens company is a catalog of fish feed products for sturgeon fish [Electronic resource]. – 2019. – URL: <https://www.alltechcoppens.com/ru/industrial-application/sturgeon> – Text: electronic (accessed 22.06.2022).
5. Пономарев С.В. Технологии выращивания и кормления объектов аквакультуры юга России. / С.В. Пономарев, Е.А. Гамыгин, С.И. Никоноров, Е.Н. Пономарева и другие. – Астрахань: Nova plus, 2002. – 264 с.
5. Ponomarev S.V. Technologies of cultivation and feeding of aquaculture objects in the south of Russia. / S.V. Ponomarev, E.A. Gamygin, S.I. Nikonorov, E.N. Ponomareva and others. – Astrakhan: Nova Plus, 2002. – 264 p.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
6. Pravdin I.F. Guide to the study of fish. – Moscow: Food Industry, 1966. – 376 p.
7. Castell J.D., Tiews K. Report of the EIFAC, IUNS and ICES Working Group on the standardization of methodology in fish nutrition research. – Текст: непосредственный // EIFAC Technical Paper – 1979. – Pp. 1-24.
8. Купинский С.В. Радужная форель – предварительные параметры стандартной модели массонакопления / С.В. Купинский, С.А. Баранов, В.Ф. Резников // Сборник научных трудов: Индустриальное рыбоводство в замкнутых системах. – 1985. – Вып. 46. – С.109 – 115.
8. Kupinsky S.V. Rainbow trout – preliminary parameters of the standard model of mass accumulation / S.V. Kupinsky, S.A. Baranov, V.F. Reznikov // Collection of scientific papers: Industrial fish farming in closed systems. – 1985. – Issue 46. – Pp.109-115.
9. Van Kampen E.J., Zijlstra W.G. Clinic Chemistry Acta. – 1961. – 538 p.
10. Абрамов М.Г. Гематологический атлас. – Москва: Медицина, 1985. – 344 с.
10. Abramov M.G. Hematological atlas. – Moscow: Medicine, 1985. – 344 p.
11. Филиппович Ю.Б. Практикум по общей биохимии / Ю.Б. Филиппович, Т.А. Егорова, Г.А. Севастьянова. – М.: Просвещение, 1975. – 318 с.
11. Filippovich Yu.B. Practicum on general biochemistry / Yu.B. Filippovich, T.A. Egorova, G.A. Sevastyanova. – M.: Enlightenment, 1975. – 318 p.
12. Fish bach F. A manual of laboratory diagnostic tests. 7th ed / F. Fish bach, M. Dunning. – Lppincott Williams & Wilkins, 2004. – 1291 p.
13. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor / P. Trinder // Ann ClinBiochem. – 1969. – P. 24 - 25.
14. Катмаков П.С. Биометрия: учеб. пособие для вузов / П.С. Катмаков, В.П. Гавриленко, А.В. Бушов – М.: Юрайт, 2019. – 177 с.
14. Katmakov P.S. Biometrics: studies. manual for universities / P.S. Katmakov, V.P. Gavrilenko, A.V. Bushov – M.: Yurayt, 2019. – 177 p.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 293 с.
15. Lakin G.F. Biometrics. – M.: Higher School, 1990. – 293 p.
16. Омаров М.О. Изучить влияние дигидрокверцетина и арабиногалактана на рост, развитие и сохранность мальков в стартерных кормах для осетровых рыб / Омаров М.О., Слесарева О.А. // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – 2016. – Т. 1. – № 5. – С. 86.
16. Omarov M.O. To study the effect of dihydroquercetin and arabinogalactan on the growth, development and safety of fry in starter feeds for sturgeon fish / Omarov M.O., Slesareva O.A. // Collection of scientific papers of the North Caucasus Scientific Research Institute of Animal Husbandry. - 2016. – Vol. 1. – No. 5. – p. 86.
17. Пронина Г.И. Методология физиолого-иммунологической оценки гидробионтов / Г.И. Пронина, Н.Ю. Корягина. – СПб.: Изд-во «Лань», 2017. – 96 с.
17. Pronina G.I. Methodology of physiological and immunological assessment of hydrobionts / G.I. Pronina, N.Yu. Koryagina. – St. Petersburg: Publishing house "Lan", 2017. – 96 p.
18. Накусов Т.Т. Изучение влияния дигидрокверцетина на систему перекисного окисления липидов (антиоксидантная защита при острой экспериментальной гипоксии) / Т.Т. Накусов, Н.И. Шортанова, Н.М. Самойлик, Т.Х. Шилина // Вопросы детской диетологии – 2005. – Т. 3. – № 6. – С. 9-11.
18. Nakusov T.T. Study of the effect of dihydroquercetin on the lipid peroxidation system (antioxidant protection in acute experimental hypoxia) / T.T. Nakusov, N.I. Shortanova, N.M. Samoylik, T.H. Shilina // Questions of children's dietetics – 2005. – Vol. 3. – No. 6. – Pp. 9-11.