

РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА И ПРОДУКТИВНОСТИ

УДК 639.3: 57.577: 616.21: 612.017: 577.1.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БИОХИМИЧЕСКИХ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У КАРПА РАЗНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ГРУПП

¹Пронина Г.И., ²Ревякин А.О., ³Микряков Д.В., ³Силкина Н.И.

¹*Всероссийский НИИ ирригационного рыбоводства, пос. Воровского Московской обл., РФ;*

²*Научный центр биомедицинских технологий, пос. Светлые Горы Московской обл., РФ;* ³*Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, Борок Ярославской обл., РФ*

Цель работы: сравнительный анализ биохимических и иммунологических показателей у ангелинских краснухостойчивых и других пород карпов. При интенсивном выращивании и односторонней селекции рыб по продуктивности снижается их устойчивость к заболеваниям. Одним из путей решения проблемы является селекция на повышение иммунной устойчивости. Из имеющихся в настоящее время пород карпа, только ангелинская порода прошла длительную селекцию на провокационном фоне возбудителей краснухи. Авторами показано, что ангелинский зеркальный карп отличается повышенной резистентностью к заболеванию. Выявлено высокое содержание холестерина в сыворотке крови у ангелинских краснухостойчивых карпов, что свидетельствует о хорошей усвояемости корма. Уровень антиоксидантной активности в тканях у карпа ангелинской породы, у волжского рамчатого карпа и чешуйчатого южного зонального типа выше ($P < 0,05$) по сравнению с чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной породами. Повышенные значения бактерицидной активности сыворотки крови у карпа чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород, по сравнению с рыбами других пород, вероятно, обусловлены особенностями условий их содержания и кормления.

Ключевые слова: рыбоводное хозяйство, породы карпа, биохимический состав крови, гуморальный иммунитет

Проблемы биологии продуктивных животных, 2014, 2: 62-67

Введение

Как в естественных, так и в искусственных условиях обитания, рыбы неоднократно подвергаются воздействию различных по природе и происхождению стрессирующих факторов: физических, химических, биологических, технологических (при индустриальных способах выращивания), техногенных и т.д. У рыб под влиянием неблагоприятных факторов снижаются темпы роста и развития, повышаются зараженность паразитами и естественная смертность. Это свидетельствует о нарушении функционирования иммунологических и биохимических механизмов гомеостаза, сопровождающимся снижением резистентности к возбудителям различных заболеваний (Решетников и др., 1999; Моисеенко, Лукин, 1999; Кашулин и др., 1999; Wayne, Gerwick, 2001; Валедская, 2005; Woo, 2007).

Кроме того, односторонняя селекция по продуктивности приводит к дисбалансу между генными комплексами, отвечающими за адаптивный и продуктивный потенциалы, вследствие чего высокопродуктивные животные оказываются более требовательными к условиям среды, что ведет к их элиминации в ходе естественного отбора и, следовательно, к снижению селекционного эффекта. Показано, что адаптационный процесс сопровождается снижением количества в крови эритроцитов, лейкоцитов, гемоглобина (Погребняк, 2000; Бикчентаева и др., 2012).

В настоящее время для повышения иммунитета рыб начато использование иммуномодуляторов (Uribe et al., 2011), однако данный эффект кратковременный и не закрепляется генетически. Тем не менее, у рыб в значительной степени представлен врожденный иммунитет (Magnadottir, 2006; Van Muiswinkel, Vervoorn-Van Der Wal, 2006). Поэтому одним из путей решения проблемы является селекция на повышение иммунной устойчивости. Из имеющихся в настоящее время пород карпа, только ангелинская порода прошла длительную селекцию на устойчивость к краснухе (Илясов, 2002; авторы породы: Ю.И. Илясов, В.С. Кирпичников, Л.А. Шарт, Г.Ф. Тихонов). Селекция осуществлялась на провокационном фоне возбудителей краснухи (Илясов, Шарт, 1993).

Краснуха карпа – наиболее распространенное заболевание одного из основных объектов аквакультуры. Под термином «краснуха» карпа понимается симптомокомплекс, вызванный аэромонадами, псевдомонадами или вирусом весенней виремии карпа (Головина и др., 2003).

Ангелинская краснухоустойчивая порода карпа (зеркальная и чешуйчатая группы) выведена длительной селекцией с использованием отбора на провокационном фоне. В результате многолетней работы без применения лечебных препаратов и путём полной выбраковки больных и переболевших рыб удалось значительно повысить резистентность данной породы карпа. Основные сдвиги в восприимчивости к аэромонозу и весенней виремии произошли с 1-го по 5-ое поколения. Сравнение карпов 4-го и 5-го поколений между собой показало различие в степени поражения краснухой, доходившее до 30%. Уже в 5-ом, 6-ом поколениях селекции ангелинский зеркальный карп из разряда восприимчивых форм перешел в разряд устойчивых к заболеваниям. В последующих поколениях интенсивность отбора была снижена и составляла около 50%. Количественные характеристики повышенной резистентности ангелинского зеркального карпа были показаны при постановке биопроб с возбудителями заболеваний. Преимущество отселекционированных карпов по сравнению с контрольными рыбами составило при бактериальном заражении до 30%, при вирусном – до 60%. Повышенная резистентность ангелинского зеркального карпа была подтверждена в полевых испытаниях в хозяйствах Краснодарского края (Кирпичников, 1987; Илясов и др., 1992).

Цель настоящей работы – сравнительный анализ некоторых биохимических и иммунологических показателей ангелинских краснухоустойчивых карпов с особями других пород.

Материал и методы

Работа проводилась в рыбоводных хозяйствах: ООО «Кирия» (Чувашская республика) и ООО «Флора» (Волгоградская область), 2-я и 5-я зоны рыбоводства соответственно. Исследовались двухгодовики ангелинской краснухоустойчивой породы (ООО «Кирия»), рыбы были привезены из Ангелинского рыбхоза Краснодарского края на стадии личинки и выращивались в рыбоводных прудах хозяйства); чешуйчатого (южный зональный тип) и волжского рамчатого карпа в ООО «Флора» (Волгоградская область), а также четырехгодовики чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной пород из ООО «Кирия» (Чувашская республика). Все исследуемые карпы содержались в рыбоводных прудах. Гидрохимический режим водоемов соответствовал рыбоводным нормативам. В течение вегетационного периода в ООО «Кирия» рыб кормили 1 раз в день кормовыми дорожками по ложу пруда зерном (пшеница, зерноотходы, семена сорных трав). Затраты корма небольшие. Кормовой коэффициент меньше единицы (50/100). В ООО «Флора» применялись гранулированные комбикорма по разным рецептурам в зависимости от сезона. Кормление осуществлялось с помощью автокормушки Лавровского «Рефлекс».

Исследования рыб проводили весной после разгрузки зимовальных прудов. После отбора крови рыб пересаживали в выростные пруды. Масса тела двухгодовиков варьировала в пределах 500-1700 г в зависимости от зоны рыбоводства и уровня кормления, четырехгодовиков – 2500-2900 г. Кровь отбирали у 31 экз. рыб из хвостовой вены с

соблюдением правил асептики. При проведении гематологического анализа кровь брали у голодной рыбы, выдержанной в хорошо аэрированной воде в течение 5-10 минут после отлова, или пойманная рыба сразу помещалась в ведро с водой из водоема. Для взятия крови использовались одноразовые стерильные шприцы. Рыбу фиксировали при помощи салфетки спиной вниз. Зона укола обрабатывалась 70° спиртом и высушивалось ватным тампоном для удаления слизи. Для получения сыворотки кровь набирали в сухую стерильную пробирку, затем оставляли на 1 ч при комнатной температуре. После этого сыворотку отсасывали шприцем с тонкой иглой. Сыворотку замораживали в морозильной камере (при температуре минус 15-20°С), транспортировали в замороженном виде в специальных термоконтейнерах со льдом.

Биохимический анализ содержания глюкозы, мочевой кислоты, общего белка, триглицеридов, холестерина в сыворотке крови осуществляли на анализаторе Chem Well Awareness Technology с использованием реактивов VITAL. Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) определяли нефелометрическим методом в модификации Микрякова (1991). Неспецифические иммунные комплексы (ИК) выделяли методом селективной преципитации полиэтиленгликолем (Гриневич, Алферов, 1981), адаптированным нами для рыб. Содержание ИК определяли спектрофотометрически при длине волны 280 нм.

Об интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) судили по накоплению малонового диальдегида (МДА) – одного из конечных продуктов перекисного окисления. Концентрацию МДА определяли по количеству продуктов ПОЛ, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой и дающих с ней окрашенный комплекс. Интенсивность окрашивания оценивали спектрофотометрически по изменению максимума поглощения при 532 нм (Андреева и др., 1988). Содержание МДА вычисляли с учетом коэффициента молярной экстинкции МДА ($1.56 \times 10^5 / \text{М} \cdot \text{см}$) и выражали в наномолях на 1 г ткани. Уровень антиоксидантной защиты оценивали по кинетике окисления субстрата – восстановленной формы 2,6-дихлорфенолиндофенола кислородом воздуха по общепринятой методике (Семенов, Ярош, 1985), адаптированной нами для рыб. Сущность метода заключается в том, что чем выше скорость окисления субстрата в присутствии биологического материала, тем ниже в нём содержание антиоксидантов. Образцы ткани гомогенизировали с физиологическим раствором в соотношении 1:1. Константу ингибирования окисления субстрата (КОС), являющуюся показателем антиокислительной активности ткани, определяли относительно контроля по формуле: $K_i = (K_{\text{кон}} - K_{\text{оп}}) / C$, где $K_{\text{кон}}$ и $K_{\text{оп}}$ – константы скорости окисления субстрата в контроле и в опыте соответственно; C – концентрация биологического материала в кювете.

Результаты и обсуждение

Сравнительный анализ полученных результатов выявил отличия в исследуемых показателях у карпов разных пород (табл.). Относительно высокое содержание холестерина в сыворотке крови ангелинских краснухоустойчивых карпов, вероятно, связано со значительным энергетическим потенциалом этих рыб. Низкое содержание мочевой кислоты у ангелинских зеркальных карпов может быть связано с небольшим содержанием пуринов в корме. Известно, что чешуйчатые карпы относятся к нагульному типу, то есть имеют высокую поисковую способность и потребляют значительное количество естественного корма, тогда как зеркальные карпы относятся к откормочному типу и в большей мере потребляют корма, вносимые искусственно (Пронина и др., 2011).

Существенно более высокие показатели БАСК у четырехгодовиков и волжских рамчатых карпов по сравнению с рыбами других пород свидетельствуют о высоком функциональном состоянии гуморальных факторов иммунной системы, что, вероятно, связано с качеством содержания и кормления. Однако уровень КОС у ангелинской породы, чешуйчатого южного зонального типа и волжского рамчатого карпа был ниже по сравнению с чувашской чешуйчатой и анишской зеркальной породами, что свидетельствует о высокой антиоксидант-

ной активности крови у этих рыб. Возможно, более низкое содержание антиоксидантов в крови четырехгодовиков чувашских пород связано с созреванием рыб.

Биохимическая и иммунологическая характеристика разных селекционных групп карпа (M±m)

Показатели крови	Двухгодовики			Четырехгодовики		
	Ангелинские краснухоустойчивые		Чешуйчатые южный зональный тип, n=3(7)	Рамчатые, n=10	Чувашские чешуйчатые, n=4(7)	Анишские зеркальные, n=7(10)
	Чешуйчатые, n=5(8) ⁺	Зеркальные, n=6(9)				
	а	б	в	г	д	е
Глюкоза, ммоль/л	4,5±1,27	5,8±2,09	1,9±0,29	1,8±0,47	4,0±0,73	3,5±0,94
Мочевая кислота, мкмоль/л	134±46	47±22	93±33	152±18 ^б	29±32	230±39
Общий белок, г/л	28,4±1,6	25,6±1,4	24,4±0,7	29,1±2,5	24,6±3,0	23,7±1,1
Триглицеролы, мг/дл	75,2±8,3	79,7±10,5	124,8±7,6 ^а	120,0±6,2 ^б	114,3±22,1	95,7±10,1
Холестерол, мг/дл	189±12	175±10	116±3	105±10	113±10	109±6
БАСК, %	16,2±6,6	13,8±5,9	7,0±3,0 ^б	18,3±5,0 ^б	26,6±3,33 ^б	35,7±4,2 ^{аб}
ИК, усл. ед.	12,8±0,4	12,7±0,3	13,2±0,3	13,1±0,1	13,4±0,3	13,2±0,1
МДА, нмоль/г	2,86±0,03	2,92±0,03	3,04±0,16	2,96±0,06	2,97±0,01	3,02±0,02
КОС, л/(мл × мин)	1,59±0,02	1,64±0,05	1,62±0,08	1,62±0,04	1,91±0,01 ^{абвгс}	1,66±0,01 ^{аб}

Примечания: ⁺ в скобках указано значение n для первых пяти показателей в соответствующем столбце; ^{а,б, и т.д.} P<0.05 по t- критерию при сравнении со значениями, приведенными в соответствующих столбцах; БАСК – бактерицидная активность сыворотки крови; ИК – неспецифические иммунные комплексы; МДА – малоновый диальдегид; КОС – константа ингибирования окисления субстрата (восстановленный 2,6-дихлорфенолиндофенол).

Таким образом, высокий уровень БАСК, отражающий функциональное состояние гуморальных факторов естественного иммунитета (системы комплемента, лизоцима, бета-лизулина, пропердина и др.) (Микряков, 1991) и низкие показатели ИК – комплексов антиген-антитело, избыточное образование которых, как правило, происходит при насыщении организма чужеродными агентами (Гриневич, Алферов, 1981) свидетельствуют о хорошем функциональном состоянии иммунной системы карпов. На благоприятные условия содержания рыб во всех хозяйствах также указывает невысокий уровень продуктов перекисидации липидов (МДА). Выявленные отличия по некоторым из исследованных показателей свидетельствуют о возрастных и физиологических особенностях разных пород; они также могут зависеть от зоны рыбоводства и уровня кормления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Л.И., Кожемякин Н.А., Кишкун А.А. Модификация методов определения перекисей липидов в тесте с тиобарбитуровой кислотой // Лаб. дело. – 1988. – № 11. – С. 41-43.
2. Бикчентаева Г.Ю., Ростова Н.Ю., Жуков А.П. Морфологические показатели и индексы крови у голштинов канадской селекции в процессе длительной адаптации // Известия Оренбургского ГАУ. – 2012. – Т. 34. – № 2. – С. 86-90.
3. Валедская О.М. Состояние иммунитета волжских рыб и его динамика в различных условиях обитания. – Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2005. – 112 с.
4. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология (ред. Н.А. Головина, О.Н. Бауэр). – М.: Мир, 2003. – 448 с.
5. Гриневич Ю.А., Алферов А.Н. Определение иммунных комплексов в крови онкологических больных // Лабораторное дело. – 1981. – № 8. – С. 493-496.
6. Илясов Ю. И., Шарт Л. А., Тихонов Г.Ф. Новые порода карпа в прудовом рыбоводстве: чешуйчатый и зеркальный ангелинские карпы // Сб. научных трудов: Вопросы генетики, селекции и племенного дела в рыбоводстве. – М.: Изд-во ВНИРО, 1992. – Вып. 76. – С. 19-24.

7. Илясов Ю.И., Шарт Л.А. Формирование гомозиготной украинско-ропшинской внутривидовой группы краснухостойчивого карпа // Сб. научных трудов: Вопросы генетического и экологического мониторинга объектов рыбоводства. – М.: ВНИИПРХ, 1993. – Вып. 70. – С. 3-7.
8. Илясов Ю.И. Селекция рыб на повышение устойчивости к заболеваниям // Сб. научных трудов: Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – М.: изд. ВНИРО, – 2002. – Вып.78. – С. 125-134.
9. Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амонтсен П.А. Рыбы пресных вод Субарктики как биоиндикаторы техногенного загрязнения. – Апатиты, 1999. – 142 с.
10. Кирпичников В.С. Генетика и селекция рыб. – Л.: Наука, 1987. – 520 с.
11. Микряков В.Р. Закономерности формирования приобретенного иммунитета у рыб. – Рыбинск: ИБВВ РАН, 1991. – 154 с.
12. Моисеенко Т.Н., Лукин А.А. Патологии рыб в загрязняемых водоемах Субарктики и их диагностика // Вопросы ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – № 4. – С. 535-547.
13. Погребняк В.А. Селекционные аспекты повышения продуктивного потенциала молочного скота. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2000. – 145 с.
14. Пронина Г.И., Маслова Н.И., Петрушин А.Б. Физиолого-биохимические индикаторы в селекции карпа // Вестник РАСХН. – 2011. – Т. 6. – С. 67-69.
15. Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амандсен П.А., Сталдвик Ф. Оценка благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биологии. – 1999. – Т. 119. – № 2. – С. 165-177.
16. Семенов В.Л., Ярош А.М. Метод определения антиокислительной активности биологического материала // Укр. биохим. журн. – 1985. – Т. 57. – № 3. – С. 50-52.
17. Bayne C.J., Gerwick L. The acute phase response and innate immunity of fish // Dev. Comp. Immunol. – 2001. – Vol. – 25. – No. 8-9. – P. 725-743.
18. Magnadottir B. Innate immunity of fish (overview) // Fish Shellfish Immunol. – 2006. – Vol. 20. – No. 2. – P. 137-151.
19. Uribe C., Folch H., Enriquez R., Moran G. Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review // Veterinarni Medicina. – 2011. – Vol. 56. – No. 10. – P. 486-503.
20. Van Muiswinkel W., Vervoorn-Van Der Wal B. The immune system of fish // Fish diseases and disorders. – 2006. – Vol. 1. – P. 678-701.
21. Woo P.T. Protective immunity in fish against protozoan diseases // Parasitologia. – 2007. – Vol. 49. – No. 3. – P. 185-191.

REFERENCES

1. Andreeva L.I., Kozhemyakin N.A., Kishkun A.A. *Laboratornoe delo - Laboratory Practice*. 1988, 11: 41-43.
2. Bayne C.J., Gerwick L. The acute phase response and innate immunity of fish. *Dev. Comp. Immunol.*, 2001. 25(8-9): 725-743.
3. Bikchentaeva G.Yu., Rostova N.Yu., Zhukov A.P. *Izvestiya OGAU - Bulletin of Orenburg State Agricultural University*, 2012, 34(2): 86-90.
4. Golovina N.A., Strelkov Yu.A., Voronin V.N., Golovin P.P., Evdokimova E.B., Yukhimenko L.N. *Ikhtiopatologiya (Ichthyological Pathology, Eds N.A. Golovina, O.N. Bauer)*. Moscow: Mir, 2003, 448 p.
5. Grinevich Yu.A., Alferov A.N. *Laboratornoe delo - Laboratory Practice*. 1981, 8: 493-496.
6. Ilyasov Yu. I., Shart L. A., Tikhonov G.F. *Sbornik nauchnykh trudov: Voprosy genetiki, seleksii i plemennogo dela v rybovodstve (Proceedings: Problems of genetics, selection and breeding affair in fish industry)*. Moscow: Institute of Fish Industry and Oceanography Publ., 1992, 76: 19-24.
7. Ilyasov Yu.I., Shart L.A. *Sb. nauchnykh trudov: Voprosy geneticheskogo i ekologicheskogo monitoringa ob'ektov rybovodstva (Proceedings: Problems of genetic and ecological monitoring in fish industry)*. Moscow: Institute of Fresh Water Fish Industry Publ., 1993, 70: 3-7.
8. Ilyasov Yu.I. *Sb. nauchnykh trudov: Aktual'nye voprosy presnovodnoi akvakul'tury. (Proceedings: Urgent problems of fresh water aquaculture)*. Moscow: Institute of Fish Industry and Oceanography Publ., 2002, 78: 125-134.
9. Kashulin N.A., Lukin A.A., Amontsen P.A. *Ryby presnykh vod Subarktiki kak bioindikatory tekhnogenogo zagryazneniya (Fishes of Subarctic' waters as bioindicators of technogenic pollution)*. Apatity, 1999, 142 p.
10. Kirpichnikov V.S. *Genetika i selektsiya ryb (Genetics and selection of fishes)*. Leningrad: Nauka Publ., 1987, 520 p.

11. Magnadottir B. Innate immunity of fish (overview). *Fish Shellfish Immunol.* 2006, 20(2): 137-151.
12. Mikryakov V.R. *Zakonomernosti formirovaniya priobretennogo immuniteta u ryb* (Regularities of the formation of acquired immunity in fishes). Rybinsk: Institute of Inland Waters Biology Publ., 1991, 154 p.
13. Moiseenko T.N., Lukin A.A. *Voprosy ikhtyologii - Problems of Ichthyology.* 1999, 39(4): 535-547.
14. Pogrebnyak V.A. *Selektsionnye aspekty povysheniya produktivnogo potentsiala molochnogo skota.* (Selectional aspects of the productive potential of dairy cattle). Omsk: State Agricultural University Publ., 2000, 145 p.
15. Pronina G.I., Maslova N.I., Petrushin A.B. *Vestnik RASKHN - Bull. Russ. Acad. Agr. Sci.* 2011, 6: 67-69.
16. Reshetnikov Yu.S., Popova O.A., Kashulin N.A., Lukin A.A., Amondsen P.A., Staldvik F. *Uspekhi sovremennoi biologii - Advances in Contemporary Biology.* 1999, 119(2): 165-177.
17. Semenov V.L., Yarosh A.M. *Ukrainskii biokhimichnii zhurnal - Ukrainian Biochemical Journal.* 1985, 57(3): 50-52.
18. Uribe C., Folch H., Enriquez R., Moran G. Innate and adaptive immunity in teleost fish: a review. *Veterinarni Medicina.* 2011, 56(10): 486-503.
19. Valedskaya, O.M. *Sostoyanie immuniteta volzhskikh ryb i ego dinamika v razlichnykh usloviyakh obitaniya* (Immunity status of Volgian fishes and its dynamics in various conditions of habitation). Astrakhan: Kaspian Institute of Fish Industry Publ., 2005, 112 p.
20. Van Muiswinkel W., Vervoorn-Van Der Wal B. The immune system of fish. *Fish diseases and disorders.* 2006, 1: 678-701.
21. Woo P.T. Protective immunity in fish against protozoan diseases. *Parasitologia.* 2007, 49(3): 185-191.

Comparative analysis of biochemical and immunological indexes in carp of different selection groups

¹Pronina G.I., ²Revyakin A.O., ³Mikryakov D.V., ³Silkina N.I.

¹*Institute of Irrigation Fish Breeding;* ²*Scientific Center of Biomedical Technologies;* ³*Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Borok Yaroslavl oblast, Russian Federation*

ABSTRACT. The object was to study some biochemical and immunological indexes of resistance to rubella in angelinsky and other breeds of carps. Under intensive cultivation and unilateral selection of fishes, the efficiency of their resistance to diseases decreases. One solution of this problem is selection on increased immune stability. From carp's breeds available now, only angelinsky breed passed long selection on productivity against a provocative background to rubella. The angelinsky mirror carp was shown to have increased resistance to disease. An elevated serum concentration of cholesterol was indicated in angelinsky carp. The levels of tissue antioxidant activity in angelinsky carp, in Volga frame carp and in scaly southern zone type were higher compared with another breeds. The elevated values of serum bactericidal activity in Chuvash scaly and anishsky mirror breeds in comparison with fishes of other breeds are possibly connected with specific traits of their rearing and feeding.

Keywords: fish-breeding economy, carp, breeds, biochemical blood profile, humoral immunity

Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2014, 3: 62-67

Поступило в редакцию: 08.04.14

Получено после доработки: 07.07.2014

Пронина Галина Иозеповна, д.б.н., в.н.с., т. 8 903 173 62 47, gidrobiont4@yandex.ru;
Ревякин Артем Олегович, к.б.н., зав. лаб., т. 8 903 172 60 04, ar_info@mail.ru; **Микряков Даниил Вениаминович**, к.б.н., зав. лаб., т. 8 485 472 46 81, daniil@ibiw.yaroslavl.ru; **Силкина Нина Иосифовна**, к.б.н., с.н.с., т. раб. 8 485 472 46 81, sni@ibiw.yaroslavl.ru