

Применение препаратов на основе гуминовых соединений в аквакультуре

Д-р мед. наук **С.Н. Удинцев**, канд. биол. наук **Т.П. Жиликова** – Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа (ФГБНУ «СибНИИСХИТ»)

@ doctorus1955@rambler.ru, zhilyakova@sibniit.tomsknet.ru

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводство, гуминовые соединения, гуминовые кислоты, заболевания рыбы, тяжелые металлы



Перспективным направлением снижения заболеваемости и повышения продуктивности объектов аквакультуры является применение средств природного происхождения, в частности, препаратов на основе гуминовых соединений (ГС), широко используемых в животноводстве. В обзоре обсуждается способность этих молекул снижать токсичность различных соединений, присутствующих в водной среде; проявлять профилактический и лечебный эффекты по отношению к заболеваниям рыбы, вызываемым различными патогенами, снижать смертность рыбы и повышать ее продуктивность. В качестве перспективного источника ГС рассматривается торф, по ресурсам которого Томская область является одним из лидирующим регионов в мире.

По мнению ФАО ВОЗ, аквакультура – самая активно развивающаяся отрасль сельского хозяйства, которая в ближайшем будущем станет основным источником белка для человека.

В нашей стране приказом Минсельхоза России от 10 января 2015 г. утверждена отраслевая программа «Развитие товарной аквакультуры (товарного рыбоводства) в Российской Федерации на 2015-2020 годы», которая предусматривает общее увеличение производства товарной рыбы в 2,2 раза к 2020 году. Особое внимание в рамках программы уделяется развитию отечественных наукоемких технологий, что особенно актуально в условиях мирового экономического кризиса [1]. Важнейшим направлением повышения эффективности аквакультуры является разработка и внедрение методов снижения заболеваемости и смертности рыбы на различных стадиях ее развития. По данным Международного Банка Реконструкции и Развития, ежегодные потери от этих причин достигают 6 млрд долл. США, из них около 1 млрд теряет лидер мировой аквакультуры – Вьетнам. Потери при выращивании креветок за период 1990-2012 гг. составили в мире около 10 млрд долл. США [2]. Речь идет о смертности не только от болезней, вызываемых бактериями, простейшими и грибами, но также и в результате патологий, возникающих на фоне воздействия различных неблагоприятных токсических и стрессирующих факторов окружающей среды. Особенно велика гибель рыбы на ранних стадиях ее развития (икра, личинки, молодь): для атлантической скумбрии (*Scorpaenopsis scorpaenoides*) этот показатель составляет 99,9996%, морской камбалы (*Pleuronectes platessa*) – 99,999%, светлоперого судака (*Sander vitreus*) – 99,994%, полосатого окуня (*Morone saxatilis*) – 99,9999% [3].

Для снижения заболеваемости и смертности объектов аквакультуры и повышения их продуктивности, на практике широко применялись различные антибиотики и иные препараты синтетического происхождения. Токсичность этих средств и их метаболитов для конечного потребителя продукции аквакультуры хорошо известна и доказана, в связи с чем в настоящее время в большинстве

стран введены ограничения на их применение. Тем не менее, во многих объектах аквакультуры, в первую очередь в креветках, зубатке, крабе, тилапии, угре и лососевых уровень токсичных метаболитов различных препаратов намного превышает существующие международные ветеринарные нормы [4]. С точки зрения продовольственной безопасности разработка нетоксичных средств для профилактики заболеваний и борьбы с развившейся патологией у объектов аквакультуры является чрезвычайно актуальной. В этом отношении интерес представляют средства природного происхождения, в том числе препараты на основе гуминовых соединений [5].

Гуминовые соединения (далее – ГС) – сложные органические молекулы природного или искусственного происхождения, обладающие высокой биологической активностью. Основными ГС являются гуминовые и фульвокислоты. Препараты на основе этих молекул, в частности, полученных из торфа, широко применяются в сельскохозяйственной практике, в том числе животноводстве [6; 7].

Целесообразность использования в аквакультуре препаратов на основе ГС обусловлена рядом причин. Во-первых, они являются эффективными средствами детоксикации воды от тяжелых металлов и органических поллютантов.

Выявлено, что селен-натриевые соли гуматов хелатируют тяжелые металлы, сульфиды и другие токсические субстанции, находящиеся в воде, улучшая ее состояние, в первую очередь, в придонной области [8].

В работе Osman H.A.M. et al. (2009) показано, что введение в среду обитания тилапии нильской (*Oreochromis niloticus*) раствора гуминовых кислот способствует защите рыбы от токсического воздействия кадмия. [9]. В экспериментах на коричневой форели (*Salmo trutta fario* L.), обитающей в воде с концентрацией кадмия 2 ppm, введение в среду ГС до их концентрации 5 ppm снижало выраженность включения тяжелого металла в печень и почки рыбы. В тканях этих органов ГС также способствовали повышению уровня антиоксидантных ферментов глутатионпероксидазы и супероксиддисму-

тазы, резкое падение содержания которых отмечается при воздействии кадмия [10]. Теми же авторами не выявлен защитный эффект ГС по отношению к ткани головного мозга коричневой форели, подвергнутой воздействию кадмия [11].

В экспериментах на рыбе семейства карповых чёрный толстоголов (*Pimephales promelas*) выявлено, что растворенные в воде гуминовые кислоты в концентрации 4 мг/л защищают рыбу от хронической (на протяжении 300 дней) интоксикации свинцом, содержащимся в среде в концентрации 35 и 120 мкг/л. Наличие в воде органического углерода гуминовых кислот предупреждало развитие патологий у личинок, способствовало снижению смертности взрослых особей, аккумуляции свинца в костях, жабрах, кишечнике и почках [12].

Введение гуминовых кислот в воду в дозах 0,01 и 0,05 г/л снижало уровень включения ионов тяжелых металлов ртути(II), кадмия(II) и цинка(II) в икру чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) [13].

Присутствие в среде обитания мальков европейского хариуса (*Thymallus thymallus*) ГС в концентрации 15 мг/л уменьшало токсическое воздействие ионов железа и алюминия на объекты исследования. Гуминовые препараты снижали гибель рыбы, уровень повреждения жабер, предупреждали нарушение ионорегуляции, улучшали усвоение кислорода [14].

В экспериментах Witters H. E. et al. (1990) взрослые особи радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в течение 10 дней находились в кислой воде (pH 4,7) в условиях воздействия ионов алюминия (180 мг/л). ГС, добавленные в воду в дозе 10 мг/л, связывали до 80% ионов металла. Препарат ГС способствовал нормализации ряда показателей крови рыбы и в 15 раз снижал уровень аккумуляции алюминия в жабрах [15].

Применение ГС способствует очищению воды от токсичных производных азота – нитритов и ионизированного аммиака [16].

Важнейшим фактором токсического воздействия на обитателей водоемов является загрязнение последних сточными водами с низким показателем pH (кислая среда). В экспериментах Holland A. et al. (2014a) с использованием рыбы меланотения сплендида (*Melanotaenia Splendida splendida*), находящейся в мягкой или жесткой воде с показателями pH среды от 7 до 3,5, было изучено влияние ГС на физиологические показатели объектов. Авторы выяснили, что применение ГС в дозах 10 и 20 мг/л снижает у рыбы показатель интенсивности дыхания, оцениваемого по времени, необходимом для десяти движений жаберных крышек, а также уровень респираторного стресса и смертность. Применение ГС оказало положительное воздействие на физиологические показатели рыбы, как в мягкой, так и в жесткой воде в условиях сублетально низкого уровня pH. В то же время, при дальнейшем закислении среды, применение ГС способствовало повышению смертности рыбы [17]. В условиях сочетаемости воздействия тяжелых металлов и кислых сточных вод применение ГС способствовало значительному снижению токсичности множественных стрессовых факторов окружающей среды, хотя в сублетально кислой среде эффект от их применения отсутствовал [18].

Влияние гуминовых препаратов на физиологические показатели рыбы, находящейся в условиях различной pH – 3,8, 4,0, 4,2 и 7,0 было изучено в эксперименте Costa da S.T. et al. (2015) на пятнистой рамдии (*Rhamdia quelen*). Авторы использовали коммерческий препарат гуминовых кислот (производство Aldrich) в дозах 10, 25

и 50 мг/л. У объектов, находящихся в воде в течение 96 час., оценивали параметры выживания и показатели крови. Авторы также пришли к выводу, что в условиях низкого уровня pH гуминовые кислоты эффекта не проявляют [19].

В исследовании Matsuo A.Y., Val A.L. (2007) рыба неон красный (*Paracheirodon axelrodi*) находилась в кислой среде (pH 3,72) с повышенным содержанием ионов Na⁺ и Ca²⁺. Авторы работы оценивали кинетику включения этих ионов в ткани рыбы при введении в воду ГС в дозе 35 мг/л. При воздействии ГС в течение 5 недель поступление ионов Na⁺ в организм рыбы возросло на 30%, а Ca²⁺ – на 166% по сравнению с контролем. По мнению авторов, воздействие ГС способствует формированию оптимального гомеостаза ионов натрия и кальция в организме рыбы в кислой среде [20].

Препараты на основе ГС применяются не только для предупреждения заболеваний у объектов аквакультуры, но и в лечебных целях. Наиболее часто подобные средства вводятся в среду обитания для проявления в первую очередь топического (местного) эффекта.

Так показано, что раствор гуминовых кислот в концентрации 3 ppm столь же эффективен, как и раствор формалина в концентрации 20 ppm, для лечения нильской тилляпии (*Oreochromis niloticus*) при поражении ее эктопаразитами *Trichodina* и *Cichlidogyrus*, причем, значительно менее токсичен. Полное излечение достигалось при выдерживании рыбы в ваннах с обоими растворами в течение 24 часов [21].

Растворы ГС в концентрациях 5 и 10 ppm проявили высокую терапевтическую активность при инкубации в них в течение 3-х дней мальков различного веса нильской тилляпии (*Oreochromis niloticus*), пораженных в естественных условиях наружными паразитами *Trichodina*, *Chilodonella*, *Ichthyoboda* и *Cichlodogyrus* [22].

По данным Steinberg C.E.W (2008), предварительное ежедневное выдерживание золотой рыбки обыкновенной (*Carassius auratus auratus*) в течение 1,5-2 часов в ванне с гуматом натрия в концентрации 10 мг/л в течение 12 дней снижает уровень стрессирования рыбы, развивающегося в результате последующего отлова и транспортировки. В контроле стрессирование способствовало развитию у 17% особей протозоозов, вызываемых преимущественно *Saprolegnia*. Предварительное выдерживание в растворе гумата натрия снизило уровень заболеваемости до 6% [23].

В экспериментах на икре и личинках аквариумной декоративной рыбы данио-рерио (*Danio rerio*) была проведена оценка влияния ГС на токсичность акрифлавина – акридинового красителя, применяемого в рыбоводстве для лечения наружных бактериальных и протозойных заболеваний. При повышенном содержании кальция в воде раствор акрифлавина проявил токсичность по отношению к рыбе. Введение в среду ГС в дозе 5 мг/л повысило терапевтический индекс акрифлавина, позволив применять его в максимальных дозах без существенного вреда для объектов даже в жесткой воде. Авторы полагают, что эффект обусловлен тем, что отрицательно заряженные молекулы акрифлавина связываются с функциональными группами ГС [24].

ГС применяются для обработки икры с целью снижения ее поражения различными инфекциями. Так, лечебный эффект по отношению к возбудителям наружных грибковых инфекций *Saprolegnia* ssp. и *Achlya* ssp. показан при погружении на 1 час икры радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в воду, содержащую фульвокислоты в концентрациях 15, 30, 50 мг/л или гуминовые кис-



Фото. Васюганское болото (Фото Харанжевской Ю.А., 2009)

лоты в концентрации 5 мг/л. Используемые концентрации ГС соответствовали присутствующей в донных отложениях, где рыба и откладывает икру [25].

Известным средством для предупреждения поражения икры возбудителями наружных грибковых инфекций (например, *Saprolegnia* ssp., *Achlya* ssp.) является смесь малахитового зеленого, метиленового синего и формалина, известная, как ФМС. Недостатком препарата является высокая токсичность. В эксперименте икру декоративной рыбы данио-рерио (*Danio rerio*) на 144 часа помещали в воду различной жесткости (модуляция за счет изменения концентрации ионов кальция), содержащую ФМС в концентрациях от 10 до 50 мкл/л. При введении в среду ГС в дозе 5 мг/л токсичность ФМС снижалась, а его терапевтический индекс повышался [26].

Помимо введения в среду обитания, ГС используют и как компонент кормов и кормовых добавок. Так показано, что поедание рыбой Айю (*Plecoglossus altivelis*) семейства *Plecoglossidae* отряда корюшкообразных сухих кормовых гранул с сорбированным на них 10%, 5% или 1% экстрактом ГС, эффективно защищает ее от экспериментального заражения холодноводной бактериальной болезнью. Как полагают авторы, эффект ГС обусловлен

не прямым уничтожением бактерий или антибиотикоподобной активностью экстракта, а опосредованным воздействием на системы естественной резистентности организма рыбы [27]. Эти результаты представляют существенную практическую значимость, поскольку данная патология, вызываемая бактериями *Flavobacterium psychrophilum*, встречается во всем мире у ценных видов рыбы при искусственном выращивании, преимущественно у лососевых, а также у угря (*Anguilla anguilla*), карпа (*Cyprinus carpio*), карася (*Carassius carassius*) [28].

Защитный эффект по отношению к возбудителям экспериментальной атипичной инфекции, вызываемой патогенными бактериями *Aeromonas salmonicida*, был выявлен при скормлении карпу обыкновенному (*Cyprinus carpio* L.) гранул с содержанием от их массы 10%, 5% или 1% экстракта ГС [29]. Применение в течение 45 дней таких гранул в дозах от 0,4 до 1% массы корма способствовало стимуляции набора веса рыбы, снижению смертности, а также повышению уровня иммунорезистентности и уменьшению инфицированности вирулентной бактерией *Aeromonas hydrophila* [30].

Применение фульвокислот в дозе 2,5 г на 1 кг корма способствует повышению эффективности препарата на

основе пребиотика инулина и пробиотиков лактобактерий, используемого в качестве стимулятора роста нильской тилпии (*Oreochromis niloticus*) [31].

Включение ГС в количестве 1% от состава кормов способствовало снижению токсического действия поллютанта инсектицида дельтаметрина на нильскую тилпию (*Oreochromis niloticus*). ГС препятствовали развитию у рыбы нарушений поведенческих реакций и аппетита, респираторного дистресса, изменений со стороны нервной системы, а также снижали смертность [32].

Механизмы действия ГС, определяющие их эффективность при применении в аквакультуре, разнообразны и до конца не выявлены. К числу неспецифических эффектов ГС следует отнести их способность индуцировать у рыбы «мягкий стресс», что оказывает эффект стимуляции и тренировки защитных систем организма рыбы, повышает ее резистентность к воздействию факторов внешней среды биотического и абиотического происхождения. [33]. Подобный феномен в физиологии известен как «гормезис», а факторы индукции «мягкого» стресса – горметины [34]. С точки зрения Steinberg С.Е.W. et al. (2007), эффект горметин проявляют полифенольные компоненты ГС, в основном танины, а механизм их реализуется в результате активация регуляторных белков-сиртуинов [35].

К числу специфических эффектов ГС следует отнести их гормоноподобное действие, проявляющееся, в частности, во влиянии на количество потомства. Впервые этот эффект был продемонстрирован с использованием известной модели нематоды *Caenorhabditis elegans*, а в дальнейшем воспроизведен в экспериментах на рыбе-меченосце (*Xiphophorus helleri*) с использованием ГС синтетического происхождения [36].

Подобные исследования были проведены Meinelt T. et al. (2004), использовавших ту же модель – молодых меченосцев (*Xiphophorus helleri*). Через 21 неделю пребывания в среде, содержащей ГС синтетического происхождения в различных концентрациях, соотношение рыбы по полу менялось в сторону преобладания самок (феномен феминизации). Авторами также было показано, что ГС стимулируют у рыбы набор живой массы и проявляют адаптогенный эффект. При стрессировании рыбы (фиксация руками) особи опытных групп реабилитировались достоверно быстрее, в то время как у контрольных рыб дальнейший рост резко замедлялся. Наблюдаемый эффект авторы связывают с влиянием ГС на процессы метаболизма, а феномен феминизации – с наличием алкилфенольных структур гуминовых соединений, проявляющих свойства ксеноэстрогенов – эстрогеноподобных субстанций, присутствующих в среде обитания [37].

Lutz I. et al. (2005) после проведения экспериментов с использованием такой модели как гладкая шпорцевая лягушка (*Xenopus laevis*), также пришел к выводу, что у водных животных ГС обладают эстрогеноподобными и антитиреоидными эффектами и могут рассматриваться как сигнальные молекулы (эндокринные регуляторы), циркулирующие в окружающей среде [38].

К специфическим эффектам ГС природного и синтетического происхождения относится и их способность повышать уровень цитохрома P450 1A (CYP1A) у рыбы бурый паку (*Colossoma macropomum*) в условиях загрязнения среды обитания сырой нефтью. Значимость этого фермента заключается в том, что он участвует в инактивации ряда поллютантов, в том числе углеводородов нефти [39].

Meinelt T. et al. (2008) рассматривают ГС как альтернативу традиционным препаратам, применяемым для

профилактики и лечения заболеваний у рыбы. Данные соединения проявляют не только адаптогенный эффект, но и обладают непосредственным антипаразитарным и антифунгальным действием, а также ускоряют процессы заживления повреждений от патогенов. В структуре ГС в этом отношении более значимы алифатические группы [33].

Таким образом, разработка и внедрение в аквакультуру препаратов на основе ГС является важным элементом повышения ее эффективности и значимым фактором продовольственной безопасности. Перспективно и экономически обоснованно применение для этой цели ГС на основе торфа, по ресурсам которого Россия, и, в частности, Томская область, является одним из лидирующим регионов в мире [40; 41]. Так, запасы этого ценнейшего природного сырья в крупнейших в мире Васюганских болотах, также находящихся на территории области, оцениваются более чем в 1 млрд тонн. В ФГБНУ «СибНИИС-ХиТ» (г. Томск), в течение многих лет разрабатываются препараты и кормовые добавки на основе различных видов торфа для использования в сельскохозяйственной практике. Одна из таких добавок, «Гумитон» (Сертификат соответствия № РОСС RU ФВ01.В12437), широко применяется в животноводстве, как в России, так и за рубежом [42]. Перспективы ее использования в аквакультуре в настоящее время активно изучаются в институте.

| ЛИТЕРАТУРА |

1. Багров А.М., Федяев В.Е., Мельченков Е.А. Резервы развития аквакультуры России в условиях экономического кризиса // Рыбное хозяйство. 2015. № 4. С.104-111.
2. Reducing disease risk in aquaculture. World Bank Report № 88257-GLB / The International Bank for Reconstruction and Development. Washington. US, 2014. 119 p.
3. Dahlberg M.D. A Review of Survival Rates of Fish Eggs and Larvae in Relation to Impact Assessments // Marine Fisheries Review. 1979. Vol. 41 (3). P. 1-12.
4. Love D.C., Rodman S., Neff R.A., Nachman K.E. Veterinary drug residues in seafood inspected by the European Union, United States, Canada, and Japan from 2000 to 2009 // Environmental Science and Technology. 2011. V. 45. P. 7232-7240.
5. Valladão G.M., Gallani S.U., Pilarski F. Phytotherapy as an alternative for treating fish disease // J. Vet. Pharmacol. Ther. 2015. № 38 (5). P. 417-428.
6. Применение гуминовых веществ из торфа в растениеводстве и животноводстве для профилактики и повышения эффективности лечения микотоксикозов / Под ред. С.Н. Удинцева, Н.М. Белоусова. Изд-во «ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». Москва., 2012. 148 с.
7. Islam K.M.S., Schuhmacher A., Gropp J.M. Humic Acid Substances in Animal Agriculture // Pakistan Journal of Nutrition. 2005. № 4 (3). P. 126-134.
8. Jinhe C., Xuegen H., Longsheng Y., Shangy H. The Impact of Selenium-Sodium Humate on Aquaculture // Humic Acid. 2012. № 1. P. 3-9.
9. Osman H.A.M., Taghreed I., Ibrahim B., Ali A.T. Derwa H.I.M. Field Application of Humic Acid Against the Effect of Cadmium Pollution on Cultured Tilapia *Oreochromis niloticus* // World Applied Sciences Journal. 2009. № 6 (11). P. 1569-1575.
10. Topal A., Alak G., Atamanalp M., Oruç E., Ceyhun S.B., Uçar A., Arslan H., Çelebi F., Sağlam Y.S. Effects of Humic Acid on Liver and Kidney Toxicity Induced by Cadmium in Brown Trout (*Salmo trutta fario* L.) // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2013. № 13. P. 621-627.
11. Topal A., Atamanalp M., Alak G., Oruç E., Kocaman E.M., Sağlam Y.S. Effect of humic acid on the brain tissue of brown trout treated with cadmium // International Journal of Fisheries and Aquatic Studies. 2014. № 1(5). P. 18-21.
12. Mager E.M., Brix K.V., Grosell M. Influence of bicarbonate and humic acid on effects of chronic waterborne lead exposure to the

- fathead minnow (*Pimephales promelas*) // Aquatic Toxicology. 2010. № 96(2). P. 135-144.
13. Hammock D., Huang C.C., Mort G., Swinehart J.H. The effect of humic acid on the uptake of mercury(II), cadmium(II), and zinc(II) by Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) eggs. // Archives of Environmental Contamination and Toxicology. 2003. Vol. 44(1). P. 83-88.
14. Vuorinen P.K., Keinänen M., Peuranen S., Tigerstedt C. Effects of iron, aluminum, dissolved humic material and acidity on grayling (*Thymallus thymallus*) in laboratory exposures, and a comparison of sensitivity with brown trout (*Salmo trutta*) // Boreal Environment Research. 1999. № 3. P. 405-419.
15. Witters H.E., Puymbroeck S.V., Vangenechten J.H.D., Vanderborcht O.L.J. The effect of humic substances on the toxicity of aluminium to adult rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) // Journal of Fish Biology. 1990. Vol. 37. Issue 1. P. 43-53.
16. Meinelt T., Kroupov H., Stüber A., Rennert B., Wienke C.E.W. Can dissolved aquatic humic substances reduce the toxicity of ammonia and nitrite in recirculating aquaculture systems? // Aquaculture. 2010. Vol. 306. Issues 1-4. P. 378-383.
17. Holland A., Duivenvoorden L.J., Kinnear S.H. The double-edged sword of humic substances: contrasting their effect on respiratory stress in eastern rainbow fish exposed to low pH // Environ Sci. Pollut Res Int., 2014, Vol. 21. Issue 3. P. 1701-1707.
18. Holland A., Duivenvoorden L.J., Kinnear S.H. Humic acid decreases acute toxicity and ventilation frequency in eastern rainbowfish (*Melanotaenia splendida splendida*) exposed to acid mine drainage // Ecotoxicol Environ Saf. 2014. V. 110. P. 16-20.
19. Costa da S.T., Gressler L.T., Sutili F.J., Loebens L., Lazzari R., Baldisserotto B. Effect of humic acid on survival, ionoregulation and hematology of the silver catfish, *Rhamdia quelen* (Siluriformes: Heptapteridae), exposed to different pHs // Zoologia (Curitiba). 2015. Vol. 32 № 3. P. 215-224.
20. Matsuo A.Y., Val A.L. Acclimation to humic substances prevents whole body sodium loss and stimulates branchial calcium uptake capacity in cardinal tetras *Paracheirodon axelrodi* (Schultz) subjected to extremely low pH // Journal of Fish Biology. 2007. № 70. P. 989-1000.
21. Noor El-Deen A.I., Ismael M.M., Mohamed A.E., El-Ghany O.A.A. Comparative studies on the impact of Humic acid and formalin on ectoparasitic infestation in Nile tilapia *Oreochromis niloticus* showed complete eradication of Trichodina and Cichlidogyrus // Nature and Science 2010. № 8(2). P. 121-125.
22. Noor El-Deen A. I., Abd El Hady O.K., Liala A.M., Mona S.Z. A trial for control of some external parasitic diseases cultured *Oreochromis niloticus* in Egypt // Life Sci. J. 2015. № 12(8). P. 25-29.
23. Steinberg, C.E.W., Meinelt T., Timofeyev M.A., Bittner M., Menzel R. Humic substances (review series). Part 2: Interactions with organisms // Environ Sci. Poll Res. 2008. Vol. 15. P. 128-135.
24. Meinelt T., Rose A., Pietrock M. Effects of Calcium Content and Humic Substances on the Toxicity of Acriflavine to Juvenile Zebrafish *Danio rerio* // Journal of Aquatic Animal Health. 2002. Vol. 14. Issue 1. P. 35-38.
25. Steinberg C.E.W. Ecology of Humic Substances in Freshwaters. Springer Verlag, 2003. 440 p.
26. Meinelt T., Playle R., Schreckenbach K., Pietrock M. The toxicity of the antiparasitic mixture FMC is changed by humic substances and calcium // Aquaculture Research. 2001. Vol. 32. Issue 5. P. 405-410.
27. Nakagawa J., Iwasaki T., Kodama H. Protection against *Flavobacterium psychrophilum* infection (cold water disease) in Ayu fish (*Plecoglossus altivelis*) by oral administration of humus extract // Journal of Veterinary Medical Science. 2009. Nov. 71(11). P. 1487-1491.
28. Парамонова Н. А., Викторов Д. А., Васильев Д. А. Об актуальности и практической значимости изучения *Flavobacterium psychrophilum* // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы IV Международ. науч.-практ. конф. (22-24 ноября 2012 г.) / ред. А. В. Дозорова. Ульяновск: Ульяновская ГСХА, 2012. Т. 1. С. 303-306.
29. Kodama H., Denso, Nakagawa T. Protection against atypical *Aeromonas salmonicida* infection in carp (*Cyprinus carpio* L.) by oral administration of humus extract // Journal of Veterinary Medical Science. 2007. № 69(4) P. 405-408.
30. Abdel-Wahab A.M., El-Refae A.M.E., Ammar A.A. Effects of Humic Acid as Feed Additive in Improvement of Nonspecific Immune Response and Disease Resistance in Common Carp (*Cyprinus carpio*) // Egyptian Journal for Aquaculture. 2012. Vol. 2. № 1. P. 83-91.
31. Cota-Gastélum L.A., Luna-González A., González-Ocampo H.A. et al. Effect of *Pediococcus* sp., *Pediococcus pentosaceus*, inulin and fulvic acid, added to the diet, on growth of *Oreochromis niloticus* // African Journal of Microbiology Research. 2013. Vol. 7(48). P. 5489-5495.
32. El-Ashram A.M.M., Mohammed M.A. Protective Effects of Humic Acid to Intoxication with Deltamethrin in Nile -Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) // J of the Arabian Aquaculture Society. 2012. V.7 (2). P. 185-202.
33. Meinelt T., Schreckenbach K., Pietrock M., Heidrich S., Steinberg C.E. Humic substances. Part 1: Dissolved humic substances (HS) in aquaculture and ornamental fish breeding // Environ Sci. Pollut Res Int. 2008. № 15(1). P. 17-22.
34. Bhakta-Guha D, Efferth T. Hormesis: Decoding Two Sides of the Same Coin // Pharmaceuticals (Basel). 2015. №8 (4). P. 865-883.
35. Steinberg C.E.W., Saul N., Pietsch K., Meinelt T. Dissolved Humic Substances Facilitate Fish in Extreme Aquatic Environments and Have the Potential to Extend the Lifespan of *Caenorhabditis Elegans* // Annals of Environmental Science. 2007. Vol. 1. P. 81-90.
36. Steinberg C.E.W., Höss S., Kloas W., Lutz I., Meinelt T., Pflugmacher S., Wiegand C. Hormone like effects of humic substances on fish, amphibians, and invertebrates // Environ Toxicol. 2004. № 19(4). P.409-411.
37. Meinelt, T., Schreckenbach K., Knopf K., Wienke A., Stüber A., Steinberger C.E.W. Humic substances affect physiological condition and sex ratio of swordtail (*Xiphophorus helleri* Heckel) // Aquat Sci. 2004. № 66. P. 239-0245.
38. Lutz I., Jie Z., Opitz R., Kloas W., Ying X. Environmental signals: Synthetic humic substances act as xeno-estrogen and affect the thyroid system of *Xenopus laevis* // Chemosphere. 2005. № 61. P. 1183-1188.
39. Matsuo A.Y., Woodin B.R., Reddy C.M., Val A.L., Stegeman J.J. Humic substances and crude oil induce cytochrome P450 1A expression in the Amazonian fish species *Colossoma macropomum* (Tambaqui) // Environ Sci. Technol. 2006. № 40(8). P. 2851-2858.
40. Торфяные месторождения Томской области. Справочник по состоянию изученности на 01.01.1996г. Новосибирск: СНИИГИМС, 1997. 405 с.
41. Харанжевская Ю.А. Применение инновационных технологий для оценки современного состояния и систематизации данных по торфяным месторождениям Томской области // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 5. С. 77-78.
42. Применение в животноводстве кормовой добавки гумитон на основе биологически активных соединений торфа / Под ред. С.Н. Удинцева, Н.М. Белоусова. Изд-во «ООО Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК». Москва, 2012. 232 с.



THE USE OF HUMIC COMPOUNDED PREPARATIONS IN AQUACULTURE

Udintsev S.N., Doctor of Sciences, **Zhilyakova T.P.**, PhD – Siberian Research Institute of Agriculture and Peat, doctorus1955@rambler.ru, zhilyakova@sibniit.tomschnet.ru

The use of natural compounds in aquaculture in order to increase productivity and decrease morbidity seems to be prospective. Among those, important are humic compounds, well known as stock-raising supplement. In the article, the ability of these compounds to decrease the toxicity of other chemicals and fish mortality, as well as ability to reveal preventive and medical effect is examined. The peat of Tomsk region is considered as a source of humic compounds.

Keywords: aquaculture, fish breeding, humic substances, humic acids, fish diseases, heavy metals