РАЗДЕЛ VIII. БИОТЕХНОЛОГИИ

Щербакова Н.Н.¹, Вениг С.Б.¹, Сержантов В.Г.¹, Захаревич А.М.¹, Хапцев З.Ю.²
Перспективы получения комплексного органоминерального лекарственного корма для рыб

¹*Саратовский государственный национальный исследовательский университет имени Н.Г. Чернышевского*

²*Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова (Россия, Саратов)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2021-22

Аннотация

На базе глауконита методом сорбционной иммобилизации получены композиты, с метиленовым синим, доксициклином и тетрациклином, как энтеросорбент и средство для проведения антибактериальной терапии. При введении с кормами для рыб, глауконит пролонгировано высвобождает лекарственные средства, не приводя к их передозировке и засорению водоема.

Ключевые слова: глауконит, корм для рыб, бактерии, профилактика инфекций, тетрациклин, метиленовый синий, доксициклин, гранулирование.

Интенсивное развитие товарного рыбоводства решает, как продовольственные вопросы, так и проблемы утилизации отходов птицеводства и животноводства, снижая нагрузку на экосистему. Для максимального увеличения рыбо-продуктивности применяется совместное выращивание нескольких видов рыб, уплотненные посадки рыбы, внесение минеральных и органических удобрений, кормление концентрированными кормами. Внесением органических и минеральных удобрений создается питательная среда для бактерий и микроводорослей-пищи зоопланктона и бентоса, потребляемых карпом и растительноядными рыбами. Для нормального роста рыбам требуются макроэлементы (Ca, K, Mg, P, S, Cl) и микроэлементы (Fe, Mn, Co, Cu, Zn, Mo и др.), участвующие в различных процессах обмена веществ, и в состав кормовой смеси для рыбы добавляют дополнительно минеральные вещества. Известны кормовые добавки для рыб при их выращивании в природных и искусственных водоемах, содержащие обеззараженный птичий помет и природный глауконит в качестве минерального ингредиента [1].

Средства интенсификации рыбо-продуктивности хозяйства имеют свою обратную сторону: при уплотненных посадках создаются благоприятные условия для распространения возбудителей инфекционных заболеваний рыб, избыточное внесение в пруды органических удобрений вызывает усиленное развитие фито- и зоопланктона, зообентоса и др., способствующих размножению многих паразитов рыб. Интенсивное введение кормов приводит к наличию несъеденных кормов и экскрементов в водоеме, и, как следствие к заболеваниям и гибели рыбы. Завоз растительноядных и других (напр. дальневосточных) рыб для совместного выращивания, может сопровождаться появлением новых возбудителей болезней. В настоящее время наиболее распространёнными являются инфекционные болезни рыб, которые регистрируются как в РФ, так и странах Западной Европы, Прибалтики: весенняя виремия карпа, воспаление плавательного пузыря, геморрагическая септицемия лососевых, вызываемых вирусами [2].

Для лечения и предотвращения заболеваний рыб в корма добавляются различные антибактериальные препараты, информация о которых сильно варьируется из-за различия в перечне разрешенных препаратов и нормирования антибиотиков

[WHO technical report series, 1997; Furones, Rodgers, 2009; Fish and Fishery Products, 2011].

Крайне нежелательно поступление антибиотиков с пищевыми продуктами в организм человека, т.к. они могут оказывать токсическое действие, вызывать аллергическую реакцию, дисбактериоз, нарушение обмена веществ и др. негативные последствия. Несоблюдение требований по применению антибактериальных препаратов приводит к их накоплению в рыбе и рыбных продуктах, по этой причине весьма актуальна проблема безопасности применения антибактериальных препаратов. Бактериальные болезни рыб – фурункулез, инфекционная болезнь лососевых рыб, характеризующаяся септициемией и образованием абсцессов в скелетной мускулатуре. Возбудитель фурункулеза — бактерия *Aeromonas salmonicida*, короткая грамотрицательная оксидазо-положительная неподвижная палочка. При фурункулезе эффективны антибиотики (левомецетин, тетрациклин), сульфаниламидные и нитрофурановые препараты. В начальной стадии заболевания применяют ванны из антибиотика окситетрациклина.

Таблица 1

Некоторые профилактические меры против заболеваний рыб.

Препарат	Заболевание	Дозировка	Порядок введения
Бентонитовая глина	Бранхионекроз карпа	В корм 1 кг на 20 кг корма	В зимовальные выростные и нагульные пруды 12 г/м ² 4 раза в год
Антибиотики левомецетин, тетрациклин	Профилактика и подавление сапрофитной микрофлоры	Из расчёта 0,1-0,3 г/кг корма	В корм 2 раза в начале лета.

Проведены многолетние обширные исследования природного глауконита, слоистого алюмосиликата, содержащего кроме К, Са, Fe, К, Mg, Р и микроэлементы Mn, Со, Cu, Zn, Мо, показавшего эффективность как прекрасного минерального удобрения, сорбента и абиотического катализатора. В качестве биологически активных веществ использовали антибактериальные препараты тетрациклин и доксициклин (производное тетрациклина, получаемое синтетическим путем из окситетрациклина). Доксициклин антибиотик широкого спектра действия, против различных бактериальных заболеваний ингибирует синтез белков в микробной клетке, нарушая связь аминоацил-т РНК с 30S субъединицей рибосомальной мембраны. Фармакологическое действие - бактериостатическое, антибактериальное широкого спектра. Есть сведения об эффективности против микобактерий (туберкулёз) - 1 капсула (100 мг) на 25 л.

Подробно методика эксперимента описана в работе [3]. Навески глауконита вносили в конические колбы, заливали исходным водным раствором тетрациклина или доксициклина гидрохлорида, метиленового синего и перемешивали на магнитной мешалке. После фильтрации оставшуюся твердую фазу высушивали при комнатной температуре и спектрофотометрически ($\lambda = 346$ нм) определяли остаточную концентрацию антибиотиков в фильтрате по предварительно построенному градуировочному графику. Антибактериальную активность полученных композитов глауконита с иммобилизованными антибиотиками исследовали на штаммах *Staphylococcus aureus* ATCC 6538-Р и *Escherichia coli* ATCC 25922. Исследования действия композитов с тетрациклином показали, что оба значения концентрации композитов (1,25 и 2,5 мг) проявляют антибактериальный эффект, соизмеримый с действием чистого антибиотика, доксициклин в концентрации 0,125 и 0,25 мкг/мл существенно подавляет рост стафилококка. Антибактериальный эффект исследуемых

антибактериальных препаратов основан на подавлении синтеза белка на уровне бактериальной рибосомы.

Для получения кормовых гранул использовался влажный (7- 5%) птичий помет, в который порциями добавлялся глауконитовый порошок до получения полусухой массы, пригодной для формования. Формование кормовых гранул проводилось на тарельчатом грануляторе и экструдере марки Шимадзу, диаметр полученных гранул составлял 2-4 мм. Общий вид гранул представлен на рисунке. Оптимально достигнутое соотношение помет/глауконит составило 1/10 для получения методом экструзии достаточно прочных гранул, после изготовления гранулы подвергались обеззараживанию и просушке в электрической сушилке при температуре $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$. В результате воздействия давления и температуры в обрабатываемом материале происходит денатурация белка, а также полная стерилизация корма. Гранулы, изготовленные данным способом, имеют достаточную прочность и пористую структуру, способствующую десорбции лекарственных средств.

Рис. 1. Общий вид экструдированной глауконитовой гранулы:
а)- общий вид, б)- Излом

Таким образом, посредством иммобилизации тетрациклина, доксициклина и метиленового синего в глауконитовую матрицу, экологически безопасную, доступную и широко распространенную получен органоминеральный кормовой продукт с лекарственным препаратом пролонгированного действия. Определено влияние полученных композитов глауконита с тетрациклином и доксициклином в ингибирующих концентрациях на рост стафилококка и кишечной палочки.

В соответствии с назначением глауконитового продукта, разработаны технологии обогащения природного глауконитового песка, технологии получения органоминеральных композитов и получения глауконитовых гранул сложного состава [4-5]. Выявлено преимущество получения лекарственных кормов на экструдере – частицы корма более мелкие и прочные (меньше крошимость), чем полученные на тарельчатом грануляторе.

Дальнейшая проработка технологии получения методом сорбционной иммобилизации на глауконитовом носителе лекарственных препаратов против бактериальных заболеваний рыб позволит устранить опасность токсического воздействия на рыб вследствие передозировки антибиотиков и обеспечить возможность длительного хранения лечебного глауконитового прекурсора.

Вышесказанное позволяет при проведении дальнейших исследований воздействия полученных лекарственных кормов на рыб, улучшить технические и экономические результаты их выращивания.

Использование переработанного по специальной технологии глауконита позволяет создать минеральный носитель лекарственных средств, порошкообразный прекурсор, который можно добавлять в различных пропорциях в корма для рыб различного возраста и степени и вида заболевания.

1. Кормовая добавка для рыб и способ ее получения. // Патент РФ 2 648 707
2. Диагностика заразных болезней рыб /А.М. Скогорева, О.А. Манжурина, Б.В. Ромашов: учебное пособие. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. – 108 с.
3. Вениг С.Б., Чернова Р.К., Сержантов В.Г., Селифонов А.А., Шаповал О.Г., Нечаева О.В., Сплюхин В.П., Селифонова Е.И., Наумова Г.Н., Щербакова Н.Н.. Антибактериальные композиты на основе природного сорбента. Вест. Мос. Ун-та. Сер. 2. Химия. 2018. Т. 59. № 3. с. 223-228.
4. Вениг С.Б., Сержантов В.Г., Сплюхин В.П., Шаповал О.Г., Щербакова Н.Н., Селифонова Е.И., Наумова Г.Н., Захаревич А.М. Биологически активный комплекс на основе природного сорбента // Сб. науч. трудов по матер. Междун. научно-практич. конф. «Актуальные проблемы развития современной науки и образования». 2015. С. 48 –50.
5. Гранулированный модифицированный наноструктурированный сорбент, способ его получения и состав его получения // Патент 2503496 РФ, С2. 20.09.2013 / Сержантов В.Г., Щербакова Н.Н., Синельцев А.А., Вениг С.В., Захаревич А.М.