

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТЕКТОРНЫХ СВОЙСТВ ТОРФОГЕЛЯ

Е. О. Маркина, Н. В. Сырчина, А. С. Олькова

Вятский государственный университет, morgun-abend@mail.ru

Одним из наиболее перспективных факторов повышения эффективности современного сельскохозяйственного производства является активное использование гуминовых препаратов [1]. Внесение гуминовых веществ (ГВ) в почву оказывает существенное влияние на направление геохимических, биохимических и биологических процессов, причем результат этого влияния определяется химической природой соответствующих ГВ. Как правило, гуминовые препараты содержат комплекс разнообразных ГВ, наиболее важными из которых являются гуминовые (ГК) и фульвокислоты (ФК).

Биосферная роль природных ГВ и ФВ к настоящему времени изучена достаточно подробно [2, 3]. Однако в сельском хозяйстве используются не столько природные, сколько промышленные ГВ, то есть препараты, полученные разнообразными методами химического и физического воздействия на природные материалы (бурый уголь, торф, лигнин, сапрпель). Под влиянием жесткого физико-химического воздействия происходит не просто выделение ГВ из сырьевых источников, но и образование новых структур, отличных от природных аналогов.

Обработка исходного сырья химическими реагентами (щелочами, пероксидом водорода, минеральными кислотами и др.) в сочетании с различными видами физического воздействия позволяет получить широкий спектр продуктов, обладающих высокой биологической активностью, хорошей растворимостью и устойчивостью во внешней среде. Чаще всего, внимание исследователей направлено на оценку агрохимической эффективности промышленных ГВ. Однако, такие вещества не могут быть индифферентными по

отношению к природе. Изучение экологической безопасности промышленных ГВ представляет научный и практический интерес.

Цель настоящей работы состояла в изучении физиологического и возможного протекторного действия торфогеля (источник промышленных ГВ) по отношению к низшим ракообразным *Daphnia magna* Straus в условиях токсического действия ионов меди.

Используемый торфогель (ТГ) представлял собой продукт кавитационного диспергирования торфа. Кавитационное воздействие на торфяную пульпу приводит к глубоким физико-химическим преобразованиям исходного материала, в результате которых в продукте накапливаются вещества типа фульфоокислот.

Для определения биологического действия торфогеля, в том числе для установления его возможных биопротекторных (защитных) свойств, проводили модельный эксперимент с помощью низших ракообразных *D. magna*. В природную воду вводили добавку медного купороса ($\text{CuSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) в количестве 1 ПДК для питьевых вод в расчете на ионы меди. В аналогичный раствор добавляли 10 % ТГ. В качестве контрольной среды использовали артезианскую воду питьевого качества, в которой длительное время (более 5 лет) содержится культура рачков. Второй контрольной средой по отношению к загрязненным водам считали артезианскую воду с добавлением 10 % ТГ. Отметим, что добавка ТГ существенно не меняла рН среды тестируемых вод. Далее проводили биотестирование по алгоритму аттестованной методики (ФР.1.39.2007.03222, 2007), рассаживая по 10 рачков *D. magna* в тестируемые среды. Количество повторностей – 3. Опыты проводились 3 раза. Приводим средние значения по трем опытам. Определяемые показатели и их значения отражены в таблицах 1 и 2.

Добавка торфогеля в чистую контрольную воду оказывала неоднозначный эффект. Во всех трех экспериментах наблюдалась гибель рачков в экспериментах на установление острой (96 час) и хронической (24 дня) токсичности, не превышающая критические значения (табл. 1). Не смотря на это, оставшиеся особи морфологически не отличались от контрольных и приносили потомство. По показателям плодовитости торфогель стимулировал размножение *D. magna* относительно привычной им среды. Однако, анализ динамики плодовитости показал значительное отклонение от нормы. Рачки плодились не равномерно, как в нормальных условиях, а «залпово», формируя всего два больших пика плодовитости. Наибольший вклад в итоговый показатель плодовитости вносил первый приплод, который был не характерным для данного вида тест-организмов. Общее количество молоди в одной емкости составляло 54–73 мальков (на 9–10 взрослых самок), тогда как обычно в первом приплоде появляется 5–10 рачков. Далее в среде с добавкой торфогеля рачки длительное время оставались яловыми, без яиц в выводковых камерах.

Таблица 1

**Влияние добавки торфогеля на показатели смертности и плодовитости
*D. magna***

Вариант/ показатели	Контрольные среды		Загрязненные среды	
	Контроль	Контроль + ТГ	1 ПДК _п (Cu ⁺)	1 ПДК _п (Cu ⁺) + ТГ
Смертность на 4 день, %	0	4,4	100	97,8
Плодовитость, особей на 1 самку	5,2	7,9	—	—
Смертность на 4 день, % 24 день	0	12,2	—	97,8

Примечание: стандартное отклонение от средних значений не превышало 20%, прочерк означает, что показатель невозможно было определить.

Сравнивать плодовитость дафний при химическом воздействии и влиянии торфогеля не приходится, поскольку опыты проходили на летальных дозах. Но отметим, что в одном из трех экспериментов по действию 1 ПДК меди одна дафния продолжала жить в варианте с добавкой ТГ. Молоди она не оставила.

Результаты, полученные в экспериментах с разным уровнем загрязнения, указывают на наличие защитного действия торфогеля в условиях химического стресса (табл. 2).

Таблица 2

Влияние добавки торфогеля на динамику гибели *D. magna*

Вариант/ показатели	1 ПДК _п (Cu ⁺)		5 ПДК _п (Cu ⁺) + ТГ	
	Без добавки ТГ	С добавкой ТГ	Без добавки ТГ	С добавкой ТГ
Время гибели 50% особей	20 час	44 час	3,5 час	5 час
Время гибели 100% особей	3,5 сут.	4 сут.	7,5 час	12 час

Тестируемые растворы обладали острым летальным действием для *D. magna*, то есть спустя 96 часов экспозиции живых особей не оставалось. Но наблюдения за временной динамикой их гибели позволили установить протекторное действие торфогеля: время жизни рачков существенно увеличивалось.

Анализ этих результатов приводит к выводу, что действие торфогеля на дафний неоднозначно. С одной стороны наблюдается гибель части особей, с другой происходит стимуляция плодовитости у оставшихся в живых рачков. Такая двойственность биологического действия ГВ, входящих в состав ТГ, подробно описана в обзоре А. И. Попова с соавторами. В частности отмечается, что ГВ способны увеличивать биодоступность тяжелых металлов, нарушать осмотическую регуляцию водных беспозвоночных, что характеризует эти вещества как имеющие угнетающие эффекты. В то же время стимулирующие эффекты ГВ более многообразны: при добавлении в корм животных возрастает их биомасса, увеличивается выживаемость потомства и т.д. [5]. В

нашей работе положительный эффект ГВ, входящих в состав торфогеля, выразился в проявлении протекторных свойств.

Литература

1. Богуславский В. Н., Лёвинский Б. В. Системный анализ применения гуматов в России // *Агрохимический вестник*. 2005. № 5. С. 30–31.
2. Варшал Г. М., Велюханова Т. К., Кошечева И. Я. Геохимическая роль гумусовых кислот в миграции элементов // *Гуминовые вещества в биосфере*. М.: Наука, 1993. С. 97–116.
3. *Гуминовые вещества в биосфере* / Под ред. Д. С. Орлова. М.: Наука, 1993. 238 с.
4. ФР.1.39.2007.03222 Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. М.: Акварос, 2007. 48 с.
5. Попов В. И., Зеленков В. Н., Теплякова Т. В. Биологическая активность и биохимия гуминовых веществ. Ч. 2. Медико-биологический аспект (обзор литературы) // *Вестник Российской академии естественных наук*. № 5. 2016. С. 9–15.