

ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ НАНОЧАСТИЦ ФЕРРИГИДРИТА НА ЧИСЛЕННОСТЬ КИШЕЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ *EISENIA FOETIDA* ПРИ ТРОФИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ К МАЗУТУ

Мучкина Е.Я., Хижняк С.В., Пузырёва А.С.

ФГБОУ ВПО Красноярский государственный аграрный университет, г. Красноярск

Биогенные наночастицы ферригидрита статистически значимо увеличивают численность учитываемых на ПД-агаре бактерий в кишечнике *E. foetida* как в отсутствие в почве мазута, так и при трофической адаптации червей к мазуту. Это позволяет рассматривать указанные частицы в качестве потенциального пребиотика, интенсифицирующего процессы биоремедиации нефтезагрязнённых почв с помощью вермиккультуры.

Красные калифорнийские черви *Eisenia foetida* Savigny (1826) широко используются для производства вермикомпостов и для утилизации различных органических отходов (Garg et al, 2006; Chauhan et al, 2010). Появляются сообщения об успешном применении *E. foetida* и других земляных червей для биоремедиации почв, загрязненных тяжёлыми металлами (Pattnaik, Reddy, 2011) и нефтепродуктами (Schaefer, Juliane, 2007). Показано, что микробиологический состав вермикомпостов, а также состав кишечной микрофлоры червей зависит от состава исходного сырья, используемого при вермикомпостировании (Кубарев и др., 2005; Якушев, Бызов, 2008).

Целью настоящей работы было изучение влияния биогенных наночастиц ферригидрита на количественный состав и антифунгальные свойства кишечной микрофлоры красных калифорнийских червей при их культивировании в искусственно загрязнённой топочным мазутом почве. Ранее было показано, что данные наночастицы обладают выраженным антитоксическим эффектом в отношении углеводов (Хижняк и др., 2011).

Мазут вносили в сосуды с почвой в концентрации 12 г/кг, 25 г/кг и 50 г/кг почвы. Фитотоксичность загрязнённой мазутом почвы определяли биотестированием с использованием кресс-салата (*Lepidium sativum*) в качестве тест-культуры. Учитывали снижение энергии прорастания и всхожести тест-культуры в сравнении с контролем согласно ГОСТ 12038-84. Контролем служила почва, в которую не вносился мазут. Для дальнейших экспериментов использовали концентрации мазута 12 г/кг и 25 г/кг, показавшие умеренную фитотоксичность (статистически значимое снижение энергии прорастания соответственно на 15% и 52%, снижение всхожести – на 17% и 42%) (рис. 1).

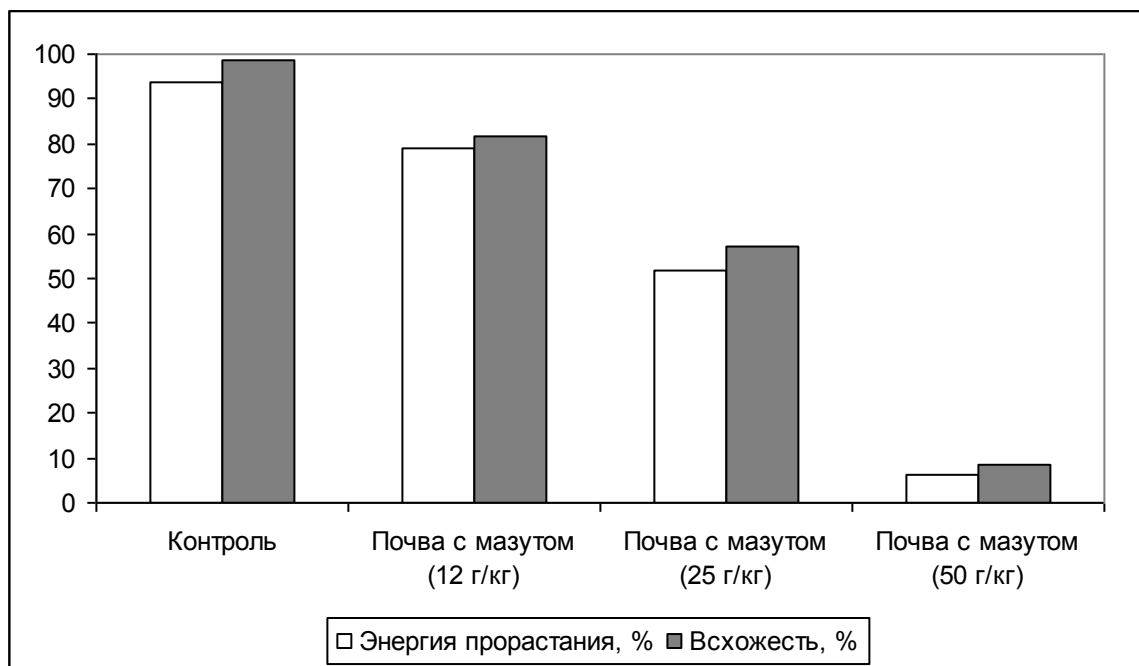


Рисунок 1 – Энергия прорастания и всхожесть тест-культуры при различных концентрациях мазута в почве

Червей инкубировали в загрязнённой мазутом почве в течение 15 суток для прохождения трофической адаптации, после чего собирали копролиты (по 1 г копролитов в состоянии естественной влажности в каждом варианте) и анализировали численность бактерий, учитываемых на ПД-агаре (пептон ферментативный, сухой для бактериологических целей – 9,0 г/л, гидролизат казеина ферментативный, неглубокой степени расщепления – 8,0 г/л, дрожжевой экстракт – 3,0 г/л, хлорид натрия – 5,0 г/л, натрий гидроортофосфат – 2,0 г/л, агар микробиологический – 20 г/л, рН=7,0..7,2). Биогенные наночастицы ферригидрита, предоставленные д.ф.-м.н. Ю.Л. Гуревичем (Международный научный центр исследования экстремальных состояний организма СО РАН), вносили в почву одновременно с внесением мазута из расчёта 250 мл препарата наночастиц на 1 кг почвы. Для каждой концентрации мазута использовали два варианта – с внесением наночастиц и без внесения наночастиц. Контролями служили копролиты червей, инкубировавшихся 15 суток в почве без мазута, а также в почве без мазута с добавлением наночастиц.

Установлено, что мазут в концентрации 25 г/кг почвы статистически значимо ($p < 0,001$) стимулирует развитие кишечной микрофлоры червей. Так, если в контрольном варианте численность бактерий, учитываемых на ПД агаре, составляла в среднем 1025×10^3 КОЕ/г, то в варианте с добавлением мазута этот показатель был равен 1708×10^3 КОЕ/г. Мазут в концентрации 12 г/кг почвы не оказал статистически значимого влияния на численность бактерий в копролитах.

При внесении наночастиц отмечено статистически значимое ($p < 0,05..p < 0,001$) увеличение численности бактерий в копролитах во всех вариантах эксперимента (рис. 2).

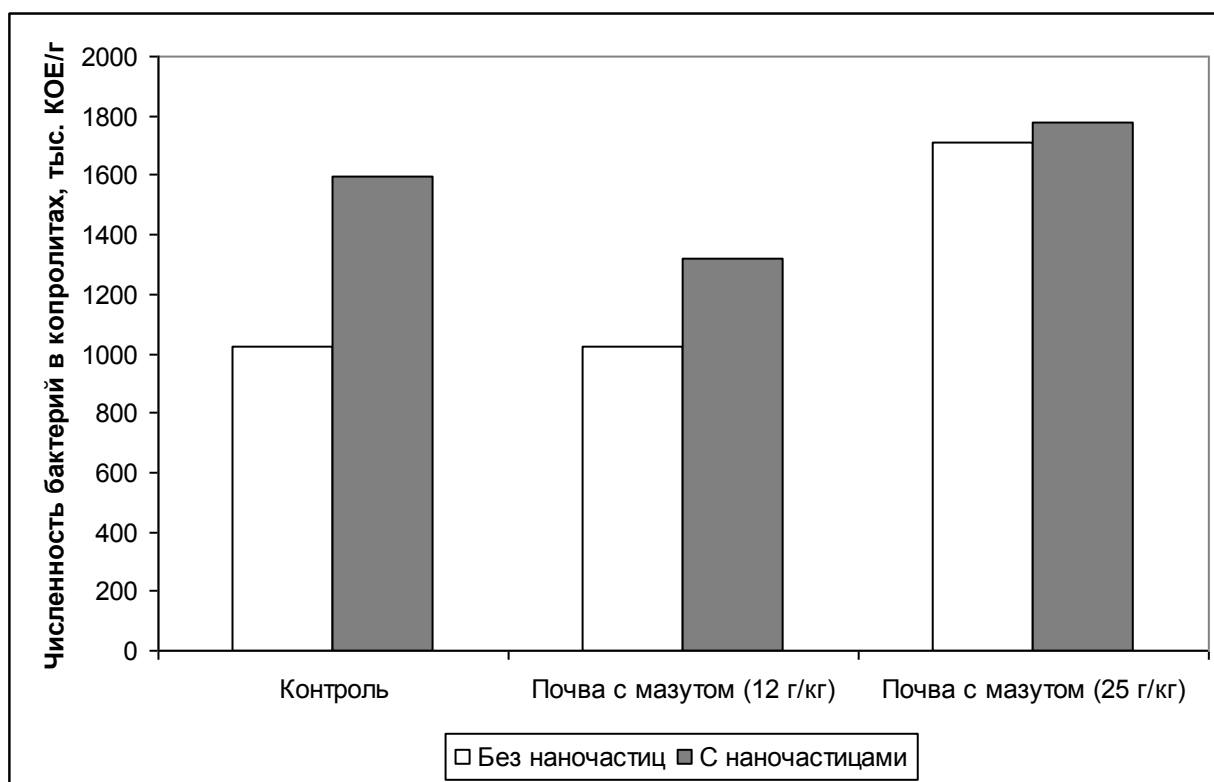


Рисунок 2 – Численность бактерий в копролитах червей в различных вариантах эксперимента

Таким образом, можно констатировать, что биогенные наночастицы ферригидрита статистически значимо увеличивают численность учитываемых на ПД-агаре бактерий в кишечнике *E. foetida* как в отсутствии в почве мазута, так и при трофической адаптации червей к мазуту. Это позволяет рассматривать указанные частицы в качестве потенциального пребиотика, интенсифицирующего процессы биоремедиации нефтезагрязнённых почв с помощью вермикультуры.

Литература:

1. Кубарев Е.Н., Верховцева Н.В., Кузьмина Н.В. Микробоценоз кишечного тракта *Eisenia fetida* в зависимости от субстрата // Мат-лы II Межд. научно-практической конф. "Человек и животные" Астрахань, 2005. С. 214–215
2. Якушев А.В., Бызов Б.А. Микробиологическая характеристика вермикомпостирования методом мультисубстратного тестирования // Почвоведение, 2008, № 11, С. 1381-1387
3. Хижняк С.В., Гуревич Ю.Л., Мучкина Е.Я., Баранов М.Е. Биогенные наночастицы на основе железа как нейтрализатор токсичности углеводов // Вестник КрасГАУ. -Красноярск, 2011. № 9.-С.157-160
4. Garg P, Gupta A, Satya S. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: a comparative study. // Bioresource Technology 2006; Volume 97, Issue 3, pp. 391–395
5. Pattnaik S., Reddy M.V. Heavy metals remediation from urban wastes using three species of earthworm (*Eudrilus eugeniae*, *Eisenia fetida* and *Perionyx excavatus*) // Journal of Environmental Chemistry and Ecotoxicology, 2011, Vol. 3(14), pp. 345-356
6. Chauhan A., Kumar S., Singh A.P. and Gupta M. Vermicomposting of Vegetable Wastes with Cowdung Using Three Earthworm Species *Eisenia foetida*, *Eudrilus eugeniae* and *Perionyx excavatus* // Nature and Science, 2010, Volume 8, Number 1 (34), pp. 33-43
7. Schaefer, M., Juliane, F. The influence of earthworms and organic additives on the biodegradation of oil contaminated soil // Applied Soil Ecology, 2007, Volume 36, Issue 1, Pages 53–62.