

УДК 565.14

**ВЕРМИРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГУДРОНОМ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАВОЗНЫХ ЧЕРВЕЙ *EISENIA FETIDA*
И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ «БАЙКАЛ-ЭМ1»,
«ВОСТОК-ЭМ» И «ТАМИР»**

Чачина С.Б.

ГОУ ВПО «Омский государственный технический университет», Омск, e-mail: ksb3@yandex.ru

Проведена оценка выживаемости дождевых червей *E. fetida* в почве, загрязненной, гудроном в количестве 60 и 120 г/кг в течение четырех месяцев и изучена эффективность биоремедиации нефтезагрязненной почвы при использовании навозных червей *Eisenia fetida*, в присутствии микробиологического препарата «Байкал-ЭМ», «Восток-Эм» и «Тамир».

Ключевые слова: загрязнение почвы, битум, дождевые черви; *Eisenia fetida*; биологическая рекультивация

**REMEDIATION OF SOILS CONTAMINATED WITH SLUDGE MANURE USING
EISENIA FETIDA EARTHWORMS AND MICROBIOLOGICAL PREPARATIONS
«BAIKAL-AM», «EAST-UM» AND «TAMIR»**

Chachina S.B.

GOU VPO «Omsk State technical University», Omsk, e-mail: ksb3@yandex.ru

Assessed the survival rate of earthworms *E. fetida* in contaminated soil, sludge in the amount of 60–120 g/kg for four months and studied the effectiveness of bioremediation of oil-polluted soil using manure worms *Eisenia fetida*, in the presence of microbial drug «Baikal-EM», «East-Um» and «Tamir».

Keywords: contaminated soil, bitumen, earthworms; *Eisenia fetida*; biological recultivation

Дорн с соавторами (2007) отметили высокую чувствительность *E. fetida* к загрязнению почвы нефтью. Навозный червь выживает в течение 90 дней в почве загрязненной низкими концентрациями нефти [1].

I.C. Eom с соавт. (2007) изучали выживаемость навозного червя при внесении в почву нефти в концентрации 3 г/кг в течение 28 дней составила 18 %, а через 56 дней – 8 % [2].

Van Gestel, проводил эксперимент на биотоксичность почвы загрязненной 3,300 мг нефти/кг почвы с использованием *E. fetida*. В эксперименте установлено резкое снижение концентрации нефтепродуктов до достижения стабильного уровня в течение восьми недель [3].

A. Saterbak с соавт изучали экотоксикологическую оценку загрязненных почв, при внесении нефти в концентрации 5–30 г/кг. В эксперименте установлено, что *E. fetida* выживала в течение 14 дней [4].

Эксперименты Шефер с соавт. с дождевыми червями (*Eisenia fetida*) показали, что они также могут повысить уровень деградации нефтяных углеводородов в почве [11]. Таким образом, дождевые черви могут быть полезны для сокращения времени и затрат на рекультивацию нефтезагрязненных почв.

Jacobo Rodriguez-Campos, сообщили что загрязнение 9,5 г/кг нефти вызвало

высокую смертность в *E. fetida*, в течение 28 дней. Применение органического удобрения стимулирует деятельность почвенных микроорганизмов и ускоряет удаление нефтяного загрязнения и увеличивает выживаемость дождевых червей [5].

Цель исследования – оценка способности навозных червей к ремедиации почв, загрязненных битумом с использованием микробиологических препаратов «Байкал-ЭМ1», «Восток-Эм» и «Тамир».

Нашей задачей является установление максимальной концентрации битума в почве, при которой сохраняется жизнедеятельность дождевых червей и сроки полной очистки почвы от нефтепродуктов.

Тест-субстрат

Тест субстратом для трех экспериментов была черноземная почва ЗАО «СибНИИСхоз». Почва была загрязнена в эксперименте мазутом (начальные концентрации: 50 г/кг, конечные – 150 г/кг).

Виды дождевых червей

Навозный червь Eisenia fetida

Средняя масса червей составляла 0,41–0,92 г. Навозный червь холодоустойчив, способен перерабатывать агрессивные субстраты: птичий помет, навоз, а также субстрат с высоким содержанием коры и опилок.

Микробиологический препарат

В качестве источника молочнокислых, азотфиксирующих и фотосинтезирующих бактерий использовали биопрепарат «Байкал – Эм» (Изготовлен ООО «НПО ЭМ-Центр», Россия» (Номер государственной регистрации 2261-19, 156-1) в количестве 5 мл на 1 кг субстрата при уровне загрязнения нефтепродуктами выше 50 г/кг почвы. Биопрепарат содержит большое количество анабиотических микроорганизмов, обитающих в почве: молочнокислые, азотфиксирующие, нитрифицирующие бактерии, актиномицеты, дрожжи и ферментирующие грибы.

Препарат «Восток ЭМ-1» – это концентрированная культура эффективных микроорганизмов, содержащая полезные микробы в устойчивом неактивном состоянии. Основу препарата составляют фотосинтетические и молочнокислые бактерии, дрожжи, актиномицеты и ферментные грибки. Он обладает исключительной многофункциональностью, благодаря широчайшему диапазону действия входящих в него микроорганизмов. Эти микроорганизмы обеспечивают питание растениям, подавляют вредные факторы, оздоравливают почву, создавая положительную среду вокруг себя. Взаимодействуя между собой в почве, они перерабатывают органику в легкодоступные и легкоусваиваемые вещества [20, с. 14].

Биологически активный препарат «Тамир» (серии ЭМ) предназначен для утилизации органических отходов. Применение его широко, от возрождения плодородия почвы до утилизации органических отходов. Он применяется в выгребных ямах, для очистки канализационных систем и стоков от жировых отложений и засоров, восстановления дренажа, устранения неприятных запахов, а так же для ускоренной (за 2–3 недели) переработки в высококачественный компост бытовых и сельскохозяйственных отходов (остатков пищи, ботвы, сорняков, опилок, навоза и т.п.). Препарат «Тамир» – это живое сообщество 86 полезных почвенных микроорганизмов с усиленной способностью к переработке и ферментации органических отходов [19].

Методики анализа содержания в почве нефтепродуктов и органических веществ

Отбор проб почвы для анализа содержания нефтепродуктов и органических веществ проводили по ГОСТ 28168, ГОСТ 17.4.3.01 и ГОСТ 17.4.4.02. Почву размалывали в ступке. Из размолотой почвы отбирали пробу массой 3–5 г и дополнительно измельчали до размера частиц менее 0,3 мм и просеивали через сито с размерами яче-

ек 0,25 мм. Для определения содержания нефти или нефтепродуктов в почве была использована методика, предложенная институтом экспериментальной метрологии (ссылка). Данный метод основан на экстракции нефтепродуктов из почвы четыреххлористым углеродом с одновременной очисткой элюатов на окиси алюминия в хроматографической колонке. Концентрацию нефтепродуктов в элюате определяли методом ИК-спектрофотометрии на анализаторе нефтепродуктов ИКН-025 при длине волны 3,4 мкм.

Протоколы испытаний

Исследования проводились в течение 4 месяцев. В полипропиленовые сосуды, объемом 2 литра, на дно укладывали дренаж. Затем засыпали слой почвы толщиной 15 см (1 кг). В каждый вариант вносили по 10 половозрелых червей в каждый сосуд и поливали дистиллированной водой 1 раз в неделю по 100 мл. Червей подкармливали свежим тертым картофелем 1 раз в неделю по 5 г и увлажняли почву 2 раза в неделю по 100 мл дистиллированной воды. Разбор червей проводили через 14 дней вручную послойно. Червей инкубировали при температуре + 15°C в течение 4 месяцев. Процесс контролировали по следующим показателям: численность общая, численность половозрелых особей, Полученные результаты были обработаны с использованием рангового метода Фридмана. Протоколы испытаний представлены в таблице.

Результаты экспериментов

Общая численность E. fetida и микробиологический препарат «Байкал-Эм-1»

В контрольном варианте общая численность *E. fetida* увеличилась в 2 раза, а при внесении биопрепарата «Байкал-Эм-1» в 5 раз. В варианте с концентрацией гудрона 50 г/кг без биопрепарата выживаемость червей была 0% ,а с микробиологическим препаратом – 60%, и общая численность составила 12 экз./сосуд. При внесении в почву 100 г/кг гудрона выживаемость червей составляла 45% и общая численность составила 11 экз./сосуд.

В контрольном варианте общая численность *E. fetida* увеличилась в 2 раза, а при внесении биопрепарата «Тамир» в 3,5 раз. В варианте с концентрацией гудрона 50 г/кг без биопрепарата выживаемость червей была 0%, а с микробиологическим препаратом – 50%, и общая численность составила 11 экз./сосуд. При внесении в почву 100 г/кг гудрона и биопрепарата «Тамир», выживаемость – 45%, общая численность достигла 8 экз./сосуд.

Выживаемость, общая численность, общая продуктивность и индивидуальная продуктивность навозных червей *E. fetida* при различных концентрациях гудрона в почве. Протоколы испытаний

		Выживаемость, %	Общая численность	Общая продуктивность	Критерий Фишера
1	Контроль	100	20	3	0,61
2	Байкал	100	48	4	0,61
3	Тамир	100	36	5	0,7
4	Восок	100	36	4,3	0,7
5	50 г/кг + Байкал	60	12	1,6	0,75
6	100 г/кг + Байкал	45	11	1	0,75
7	50 г/кг + Тамир	70	14	0,6	0,75
8	100 г/кг + Тамир	50	14	0,6	0,75
9	50 г/кг + Восток	70	14	0,6	0,75
10	100 г/кг + Восток	60	10	0,3	0,75

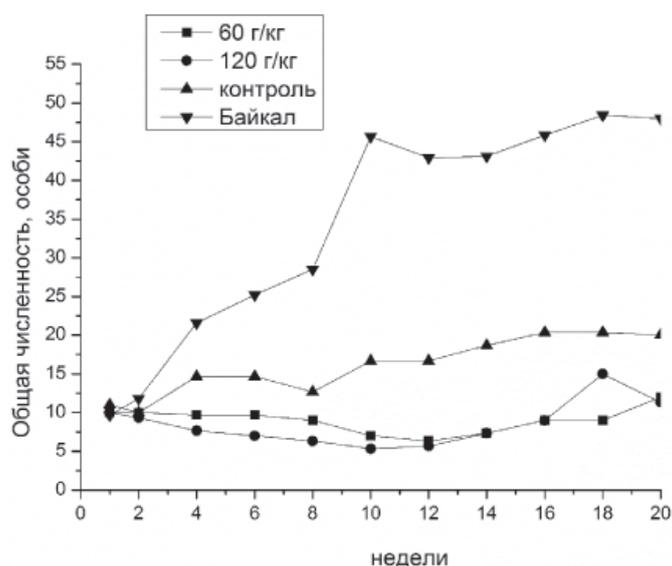


Рис. 1. Общая численность *E. fetida* и микробиологический препарат «Тамир»

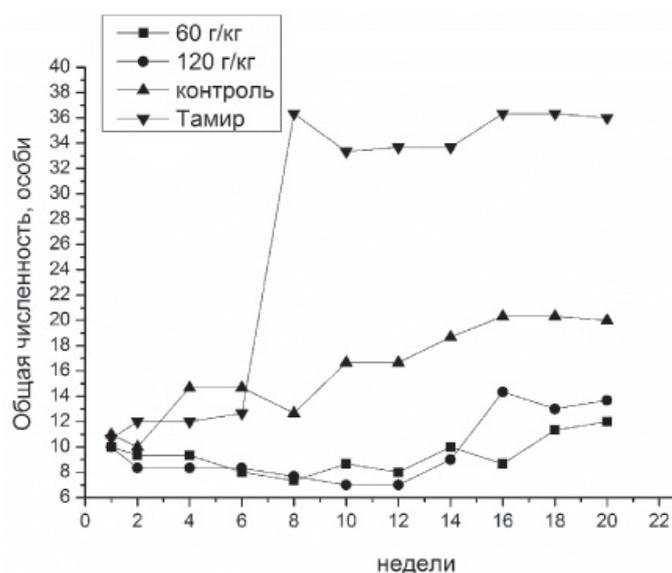


Рис. 2. Общая численность *E. fetida* и микробиологический препарат «Восток»

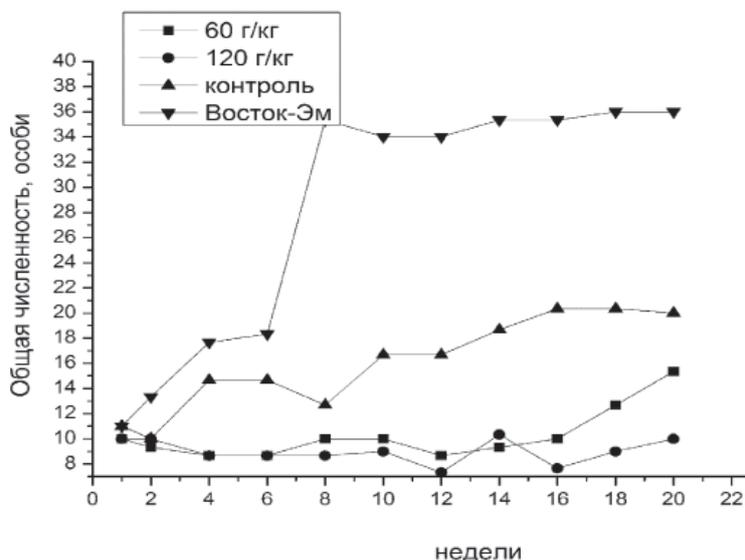


Рис. 3

В контрольном варианте общая численность *E. fetida* увеличилась в 2 раза, а при внесении биопрепарата «Восток» в 3,5 раз. В варианте с концентрацией гудрона 50 г/кг, и биопрепарата «Восток» выживаемость червей составляла 70%, и общая численность достигла 14 экз./сосуд. В варианте с концентрацией гудрона 100 г/кг, и биопрепарата «Восток» выживаемость червей составляла 60%, и общая численность достигла 10 экз./сосуд.

Заключение

Наибольшая устойчивость к загрязнению почвы гудроном 50 и 100 г/кг отмечена у *E. fetida* при внесении микробиологического препарата «Тамир». Выживаемость червей составила 70%. С препаратом «Байкал» и «Восток» – 50–60%.

Список литературы

1. Dorn P.B., Salanitro J.P. Temporal ecological assessment of oil contaminated soils before and after bioremediation (2000) *Chemosphere*, 40 (4). – P. 419–426.
2. Eom I.C., Rast C., Veber A.M., Vasseur P. Ecotoxicity of a polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH)-contaminated soil // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2007. – № 67 (2). – P. 190–205.
3. Van Gestel C.A.M., Van der Waarde J.J., Derksen J.G.M., Van der Hoek E.E., Veul M.F.X.W., Bouwens S., Rusch B., Kronenburg R., Stokman G.N.M. The use of acute and chronic bioassays to determine the ecological risk and bioremediation efficiency of oil-polluted soils // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2001. – № 20 (7). – P. 1438–1449.
4. Saterbak A., Toy R.J., Wong, D.C.L., Mcmain B.J., Williams M.P., Dorn P.B., Brzuzy L.P., Chai E.Y., Salanitro J.P. Ecotoxicological and analytical assessment of hydrocarbon-contaminated soils and application to ecological risk assessment // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 1999. – № 18 (7). – P. 1591–1607.
5. Jacobo Rodriguez-Campos, Luc Dendooven, Dioselina Alvarez-Bernal, Silvia Maribel Contreras-Ramos, Potential of earthworms to accelerate removal of organic contaminants from soil: A review a Metrologic and Analytical Service Unit, Centre for Research and Assistance in Technology and Design of the Ja // *Applied Soil Ecology*. – 2014. – № 79. – P. 10–25.