

УДК 565.14

## ВЕРМИРЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ БИТУМОМ 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, битумом в количестве 60 и 100 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». Установлено, что содержание битума в почвах с навозными червями снижается на 95–99%.

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

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

**Chachina S.B.**

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

Evaluated survival of earthworms *E. fetida* in contaminated soil, bitumen 60 and 100 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», «EastUm» and «Tamiir».

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

Нефтяное загрязнение почв является одним из наиболее распространённых в России и мире в целом. Установлено, что дождевые черви способны уменьшать содержание нефти в почвах [1]. М. Витфилд Аслунд с соавт. [2] отмечает отсутствие острой токсичности нефтезагрязнённых почв для червей (90% выживаемости), но нарушений у них репродукции. Опыты Козлова [3] на сплошное загрязнение почвенного профиля нефтью показали, что поведенческие реакции червей на внесение нефти не изменились. Концентрации 5 и 10 г/кг оказались для дождевых червей безвредными, далее, при увеличении концентрации, увеличивалась смертность червей. При концентрации 20 г/кг смертность составляла – 12–15% экз. При концентрации нефти в почве 30 г/кг – 50%. При концентрации нефти 100 г/кг – 98% экз. Л.К. Жеребцовым [4] в лабораторных опытах с дождевыми червями (*Eisenia fetida*), показано, что для дождевых червей наиболее токсичны легкие фракции нефти, причем более толерантными к нефтяному загрязнению оказался навозный червь *E. fetida*. В.В. Смольникова, Д.М. Дементьева, М.С. Дементьев [5] в чернозем внесли сырую нефть ставропольских месторождений из расчета 2,5 г/кг (верхний предел низкого уровня загрязнения). До-

ждевых червей вносили из расчета 15 экз./кг. Было установлено, что за первую неделю эксперимента во всех случаях наблюдается существенное снижение концентрации нефти в почве – от 3,8%, а с использованием червей – 11,6%. Фактически было установлено, что при относительно низких уровнях загрязнения (2–3 г/кг) только одно заселение в почву дождевых червей при благоприятных природных условиях достаточно для снижения концентрации нефти до 0,4 г/кг всего за один сезон (180 суток).

**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 «СибНИИ-ИСхоз». Почва была загрязнена в эксперименте мазутом (начальные концентрации: 50 г/кг, конечные – 150 г/кг). Состав субстрата: Содержание гумуса – 6,5%, азот

общий – 0,3%, фосфор валовый – 1980 мг/кг, фосфор подвижный – 92 мг/кг, калий обменный – 420 г/кг, рН – 6,45.

### 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. Дождевой червь (навозный, компостный, земляной) является одним из восьми родов семейства люмбрицид и относится к классу кольчатых малощетинковых червей. Обитает во всех видах почв, чаще всего в навозе, парниках, на свалках. Распространение всесветное.

### Микробиологический препарат

В качестве источника молочнокислых, азотфиксирующих и фотосинтезирующих бактерий использовали биопрепарат «Байкал-Эм» (Изготовлен ООО «НПОЭМ-Центр», Россия) (номер государственной регистрации 226-19, 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 легкоусвояемые вещества.

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 также для ускоренной (за 2–3 не-

дели) 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. Применение ЭМ-препаратов позволяет решать проблемы загрязнения окружающей среды и других негативных последствий индустриализации естественными методами. ЭМ-препараты существенно улучшают экологическое состояние биосферы.

### 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 ячеек 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 °С 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.

Выживаемость, общая численность, общая продуктивность и индивидуальная продуктивность навозных червей *E. fetida* при различных концентрациях битума 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  | 80              | 15                | 1                    | 0,6             |
| 6  | 100 г/кг + Байкал | 80              | 15                | 1                    | 0,6             |
| 7  | 50 г/кг + Тамир   | 80              | 13                | 1                    | 0,6             |
| 8  | 100 г/кг + Тамир  | 70              | 10                | 1                    | 0,6             |
| 9  | 50 г/кг + Восток  | 70              | 10                | 1                    | 0,6             |
| 10 | 100 г/кг + Восток | 70              | 9                 | 1                    | 0,6             |

### 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 битума 50 г/кг без биопрепарата выживаемость червей была 0%, а с микробиологическим препаратом – 80%, и общая численность увеличилась в 1,5 раза. При внесении в почву 100 г/кг битума выживаемость червей составляла 80% и общая численность составила 15 экз./сосуд (рис. 1).

В контрольном варианте общая численность *E. fetida* увеличилась в 2 раза, а при

внесении биопрепарата «Тамир» в 3,5 раз. В варианте с концентрацией битума 50 г/кг без биопрепарата выживаемость червей была 0%, а с микробиологическим препаратом – 80%, и общая численность составила 12 экз./сосуд. При внесении в почву 100 г/кг битума и биопрепарата «Тамир», выживаемость – 70%, общая численность достигла 10 экз./сосуд (рис. 2).

В контрольном варианте общая численность *E. fetida* увеличилась в 2 раза, а при внесении биопрепарата «Восток» в 3,5 раз. В варианте с концентрацией битума 50 г/кг, 100 и 125 г/кг и биопрепарата «Восток» выживаемость червей составляла 70%, и общая численность достигла 10 экз./сосуд (рис. 3).

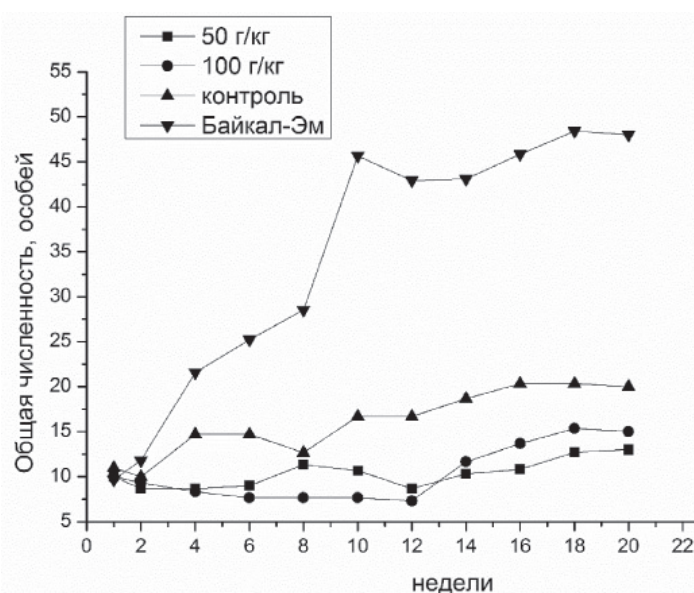


Рис. 1. Общая численность *E. fetida* и микробиологический препарат «Байкал-Эм»

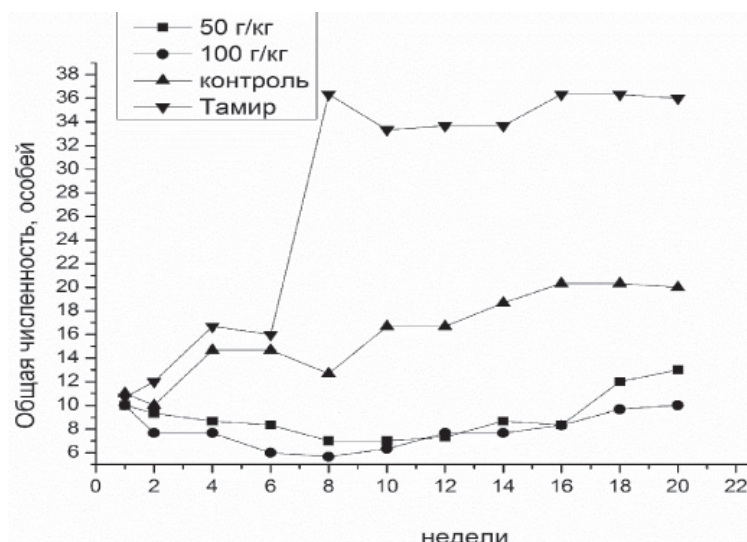


Рис. 2. Общая численность *E. fetida* и микробиологический препарат «Восток»

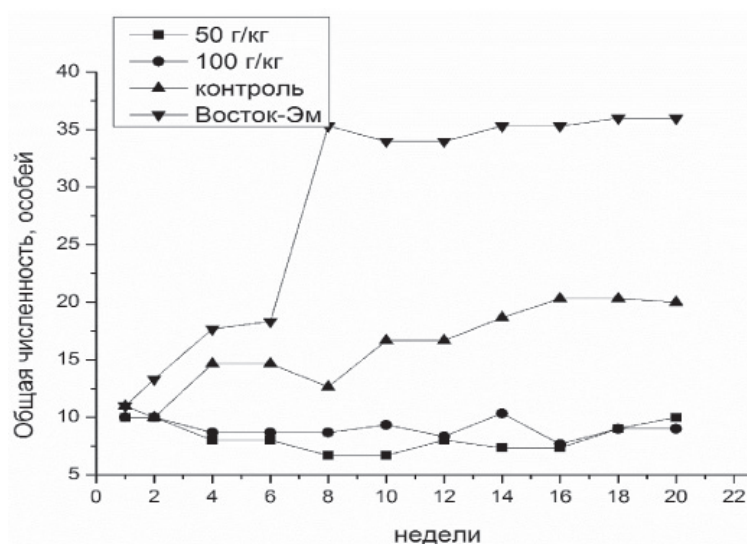


Рис. 3. Общая численность *E. fetida* и микробиологический препарат «Восток»

### Заключение

Высокая устойчивость к загрязнению почвы битумом 60 и 100 г/кг отмечена у *E. fetida* при внесении микробиологического препарата «Байкал». Выживаемость червей составила 80%. С препаратом «Тамир» и «Восток» – 70%.

### Список литературы

1. Артемьева Т.И. Комплексы почвенных животных и вопросы рекультивации техногенных территорий. – М.: Наука, 1989. – 111 с.
2. Whitfield Aslund, M. Comparison of earthworm responses to petroleum hydrocarbon exposure in aged field

contaminated soil using traditional ecotoxicity endpoints and 1H NMR-based metabolomics / M. Whitfield Aslund, G.L. Stephenson, A.J. Simpson, M.J. Simpson // Environmental Pollution. – 2013. – № 182. – P. 263–268.

3. Козлов К.С. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на дождевых червей : автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.16. – Томск, 2003. – 13 с.

4. Кибардин В.М. Влияние нефтяного загрязнения на дождевых червей разных природно-климатических зон / В.М. Кибардин, Т.И. Артемьева, А.К. Жеребцов // Естественные науки. – 2008. – Т. 150, кн. 1. – С. 97–105.

5. Смольникова В.В., Емельянов С.А., Дементьев М.С. Влияние углеводородов нефти на окружающую среду и способы очистки нефтезагрязненных субстратов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – т. 11, № 1(6). – С. 1378–1380.