

а из листьев — 64 руб/л. Наиболее экономически выгодным является получение спирта из опилок, т.к. стоимость 1 л спирта составляет 22 руб/л (рис. 2).

Ряд компаний предлагают использовать зерно для производства спирта (биоэтанола). Стоимость 1 л 70 % спирта составляет 50 руб., что является экономически невыгодным при нынешних низких урожаях зерновых. Зерно может быть использовано в пищевой промышленности, а также на корм скоту. Для производства биоэтанола выгоднее использовать отходы животноводческих ферм, опилки, опавшую листву.

Библиографический список

1. Булаткин, Г. А. Перспективы и ограничения производства биотоплива II поколения из растительного сырья / Г. А. Булаткин // Экологический вестник России. — 2009. — № 10. — С. 49–52 с.
2. Воробьев, И. Г. О проблемах производства биотоплива в мире / И. Г. Воробьев // БИКИ № 8118872, 21.07.2005. — С. 12–14.
3. Проблемы и решения / С. В. Калюжный [и др.] // Итоги науки и техники: ВИНТИ АН СССР. — М., 1988. — Т. 21. — С. 22–24.
4. Кокорин, А. О. Климат — проблема экономическая / А. О. Кокорин // Академия энергетика. — 2007. — № 5. — С. 4–7.

5. Колесников, Б. А. Биотехнологическая переработка отходов сельского хозяйства и пищевой промышленности / Б. А. Колесников // Рос. хим. журн. — 2011. — Т. 1, № 1. — С. 17–25.

6. Роговин, З. А. Химия целлюлозы / З. А. Роговин. — М.: Химия, 2009. — 136 с.

7. Рустамов, Н. А. Биомасса — источник энергии / Н. А. Рустамов, С. И. Зайцев, Н. И. Чернова // Энергия. — 2005. — № 6. — С. 20–28.

8. Воронина, А. Живое топливо: в России в производство «зеленого бензина» могут вложить \$ 1 млрд. / А. Воронина // Ведомости. — 2006. — № 247 (29 дек.). — С. 77.

ЧАЧИНА Светлана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Химическая технология и биотехнология» Омского государственного технического университета (ОмГТУ); старший преподаватель кафедры биологии Омской государственной медицинской академии.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

ДВОЯН Артем Витальевич, студент группы ХТБ-420 ОмГТУ.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 24.06.2014 г.

© С. Б. Чачина, А. В. Двоян

УДК 574.3:591.6

С. Б. ЧАЧИНА
О. С. КАРАВАЕВА

Омский государственный
технический университет
Омская государственная
медицинская академия

ВЕРМИКОПОСТИРОВАНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ: НАВОЗНЫЙ ЧЕРВЬ (E. FETIDA) И КАЛИФОРНИЙСКИЙ ЧЕРВЬ (E. ANDREI) ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ БИОГУМУСА

В лабораторном эксперименте изучены показатели навозного червя (E. fetida), калифорнийского червя (E. andreii) в условиях загрязнения субстрата угольной золой (при 50 г/кг), 100 г целлюлозосодержащих отходов, 200 г/кг пищевых отходов. В процессе рекультивации почв, загрязненных угольной золой, отмечено снижение содержания мышьяка и никеля на 0,47 мг/кг навозным червем и отмечено увеличение содержания гумуса калифорнийским червем на 10–12,6 %, а навозным червем — на 9 %.

Ключевые слова: дождевые черви, микроорганизмы, отходы.

О том, что дождевые черви улучшают качество почвы, было известно еще в древние времена. Разведение земляных червей (вермикультура) позволяет переработать различные виды органических отходов в качественное экологически чистое удобрение — биогумус. Для разведения червей под-

готавливают компост из различных органических отходов: навоза, куриного помета, соломы, опилок, опавших листьев, сорняков, веток деревьев и кустов, отходов перерабатывающей промышленности, овощехранилищ и т. д. После того как в компосте условия среды приводят к оптимальным,

осуществляется заселение червей в компост. Через 2–3 месяца производится выборка размножившихся червей из получившегося биогумуса [1].

Целью работы является исследование и разработка способа разложения токсичных и нетоксичных отходов: зола, целлюлозосодержащие отходы с использованием микробиологического препарата и дождевых червей.

В настоящее время серьезную озабоченность вызывают вопросы негативного воздействия золоотвалов на окружающую среду. В зонах воздействия золоотвалов формируются неблагоприятные экологические ситуации из-за пылеобразования, а также вымывания компонентов золы, попадания их в почву и подземные воды, что, в свою очередь, оказывает негативное воздействие на население. Кроме того, золоотвалы являются причиной отчуждения земель, которые практически безвозвратно изымаются из полезного использования [2].

Угольная зола содержит мышьяк, свинец, ртуть, и селен, так же алюминий, барий, бор и хлор. Все эти вещества обладают высокой токсичностью. Эти токсины могут вызвать рак легкого, сердечно-сосудистые заболевания, болезнь почек, врожденные пороки развития, заболевания желудочно-кишечного тракта, проблемы с обучаемостью, неврологические расстройства, астму и другие болезни. Радиоактивность выбросов и сбросов ТЭС определяется радиоактивностью исходного угля и особенностями его сжигания. При сжигании угля на ТЭС за счет выгорания углерода и удаления летучих соединений происходит концентрирование радионуклидов в продуктах сгорания угля. Количество радионуклидов, выходящих в атмосферу, зависит от концентрации их в угле, метода сжигания угля на ТЭС, а также от эффективности улавливания летучей золы [3].

Установлено, что даже при сжигании на ТЭС угля с небольшим содержанием урана и тория, при использовании полученных золошлаков для отсыпки дорог и в качестве искусственных грунтов, радиоактивный фон возрастает в два-три раза относительно местного фона [4]. При работе ТЭС, содержащиеся в угле радионуклиды с продуктами их сжигания (золошлаковыми отходами и газоаэрозольными выбросами) попадают в биосферу и служат источником облучения людей. Опасность для окружающей среды, особенно при повышенной радиоактивности золы, может представлять также и пылеунос с золоотвалов. В. А. Портола, А. Г. Киренберг отметили, что «при попадании с вдыхаемым воздухом радона в легкие эти газы, а также дочерние продукты их распада разносятся кровью по организму и, распадаясь, воздействуют ионизирующим излучением на незащищенные важнейшие внутренние органы. В процессе облучения в наибольшей степени страдают легкие, хотя повреждения накапливаются во всем организме, причем нарушения наблюдаются и на генетическом уровне, а последствия облучения выявляются уже на стадии необратимых патологических изменений организма» [5].

За более чем полувековой период применения вермикюльтуры в разных странах мира было использовано множество различных технологий для переработки органосодержащих отходов и выращивания биомассы компостных червей. Однако только в последние два-три десятилетия значительный потенциал использования компостных червей в системах переработки органических отходов для по-

лучения вермикомпостов был изучен более глубоко и стал основой для вермииндустрии в некоторых странах мира [6]. Корпорация «МФК Точка опоры» (Москва) является первой российской компанией, которая стала рекламировать, продвигать и продавать в России для домовладельцев и садоводов уникальные системы компостирования и вермикомпостирования австралийской компании Tumbleweed для переработки и избавления от кухонных пищевых и садовых отходов. Австралийская компания Tumbleweed является мировым лидером, которая специально разработала несколько типов специальных компостеров для утилизации на месте образования органических отходов для садоводов и вермикомпостеров, которые можно использовать и в условиях загородного сада, и в домашних условиях. Используя компостеры и вермикомпостеры этой компании можно просто утилизировать садовые и кухонные отходы и получать высококачественные органические удобрения — компосты и вермикомпосты для своего сада и огорода [7].

Каждая среднестатистическая городская семья из 3–4 человек ежедневно выбрасывает до 1/4 кг пищевых отходов. В Москве, например, это суммарно составляет до 750 т ежедневно, а в год — до 270 тыс. т органических отходов, пригодных для переработки компостными червями [8]. И. Н. Титов предлагает использовать для жилых многоэтажных зданий с мусоропроводом вермикюльтивирование в подвальных помещениях. В этом случае сбор пищевых отходов можно организовать, установив особые емкости около мусоросборника. Ежедневно в 16-этажном 4-подъездном доме (256 квартир) можно собирать до 64 кг пищевых отходов, переработка которых даст и вермикомпост, и живых компостных червей [9].

Материал и методы исследования. Опыт проводился в трех вариантах по три повторности в каждом. Исследования проводились в период с ноября 2013 по май 2014 г. В первом варианте было использовано 100 г целлюлозосодержащих отходов на 1 кг почвы и «Байкал-ЭМ-1», во втором — 30 г угольной золы на 1 кг почвы и «Байкал-ЭМ-1», в третьем варианте были добавлены 200 г пищевых отходов «Байкал-ЭМ-1». Процесс контролировали по следующим показателям: численность общая, численность половозрелых особей, численность неполовозрелых особей, продуктивность общая и индивидуальная (количество коконов на сосуд и на половозрелого червя), выход ювенильных особей из коконов, соотношение возрастных состояний и вертикальное распределение в субстрате.

Полученные результаты были обработаны средствами Excel for Windows 2007 с выполнением операций описательной статистики и с использованием рангового метода Фридмана [10].

Результаты исследования. Изменение популяционных показателей при внесении целлюлозосодержащих отходов. В качестве целлюлозосодержащих отходов использовали измельченную шелуху семечек и бумагу. В ходе эксперимента отмечен значительный прирост общей численности червей *E. fetida*.

Общая численность. По показателям общей численности при внесении целлюлозосодержащих отходов 100 г/кг наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными червями ($p < 0,05$) (рис. 1). За 4,5 месяца исследований численность навозного червя увеличилась 33,27 раза, а калифорнийского

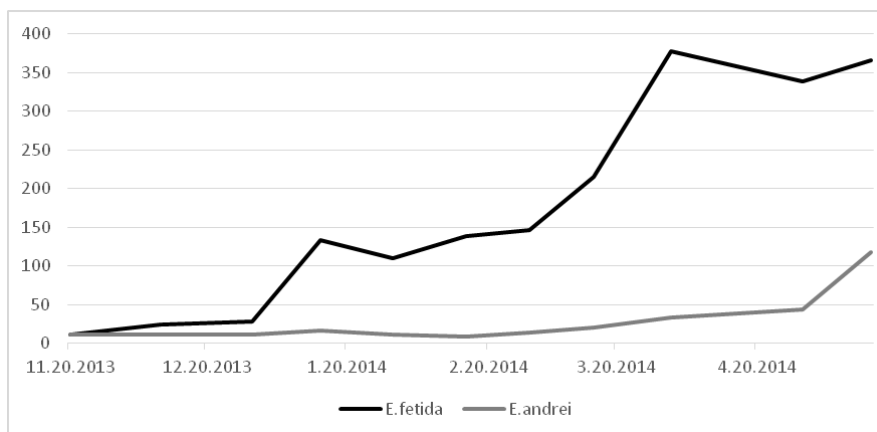


Рис. 1. Динамика общей численности при внесении целлюлозосодержащих отходов

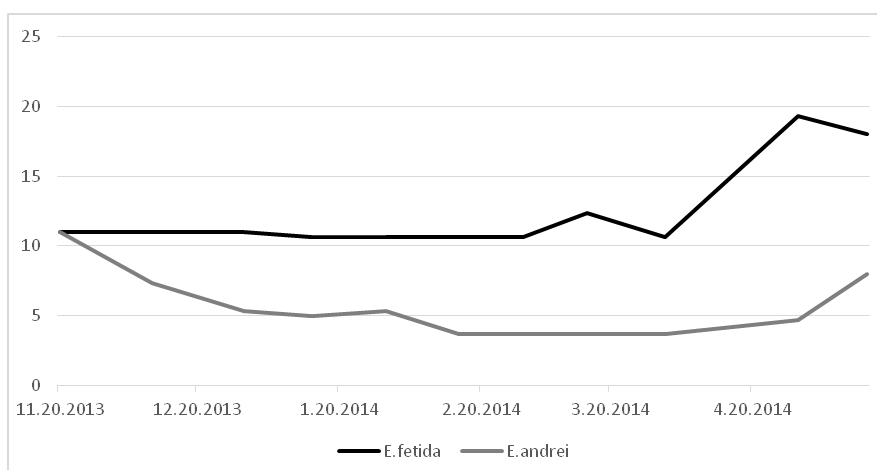


Рис. 2. Динамика численности половозрелых особей при внесении целлюлозосодержащих отходов

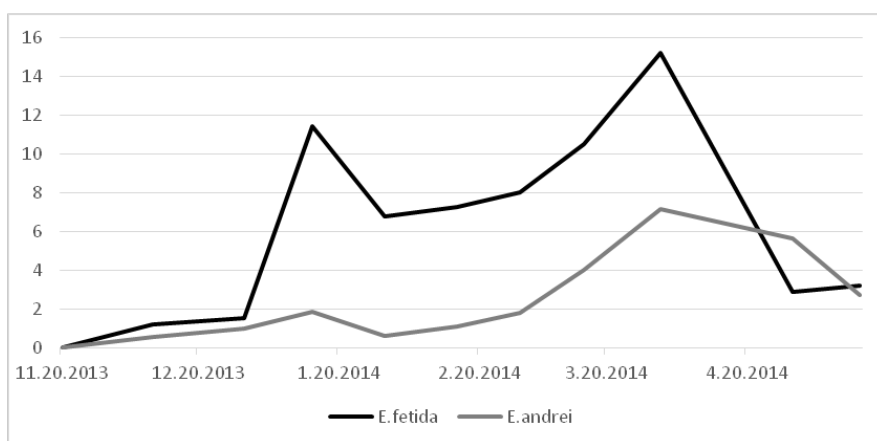


Рис. 3. Динамика общей продуктивности при внесении целлюлозосодержащих отходов

червя в 10,63 раза ($p < 0,001$), но отмечен достаточно стабильный рост общей численности. Значительный прирост численности у навозного червя отмечался с третьего месяца исследования.

Численность половозрелых. На протяжении эксперимента рост численности половозрелых отмечался только в вариантах с навозным червем и составил при внесении целлюлозосодержащих отходов 50 г/кг — 163,63 % (рис. 2) от исходных величин. Увеличение численности отмечалось на 85-й день эксперимента. На протяжении эксперимента отмечалось снижение численности половозрелых в вариантах с калифорнийским червем. Числен-

ность половозрелых калифорнийских червей сократилась до 72 % от исходных величин. Снижение численности калифорнийских червей отмечалось на 30-й день эксперимента. Таким образом, цикл развития навозного червя (от кокона до формирования пояска) в условиях вермикультивирования на загрязнённом субстрате составил около 2-х месяцев (рис. 2).

Общая продуктивность. Количество коконов на сосуд было значительным во всех вариантах опыта. Пик продуктивности был зафиксирован для навозного червя на 60-й день исследований и составил 122 кокона на сосуд, а затем отмечалось

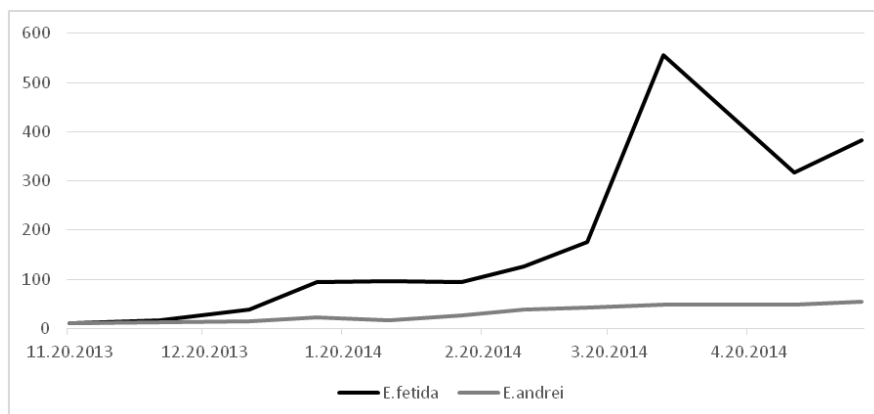


Рис. 4. Динамика общей численности при внесении угольной золы

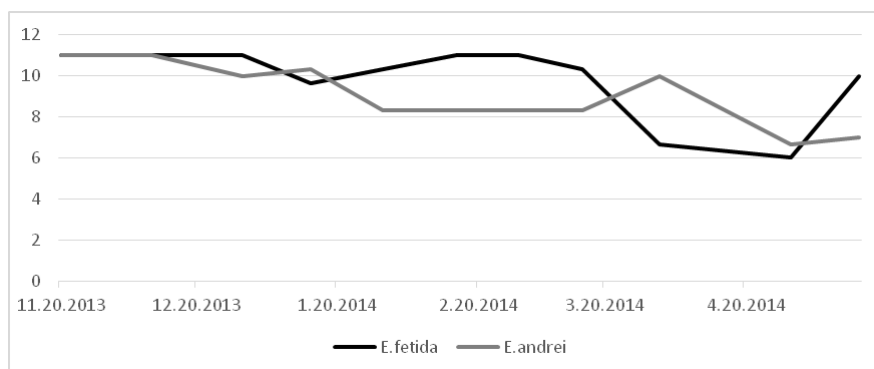


Рис. 5. Динамика численности половозрелых особей при внесении угольной золы

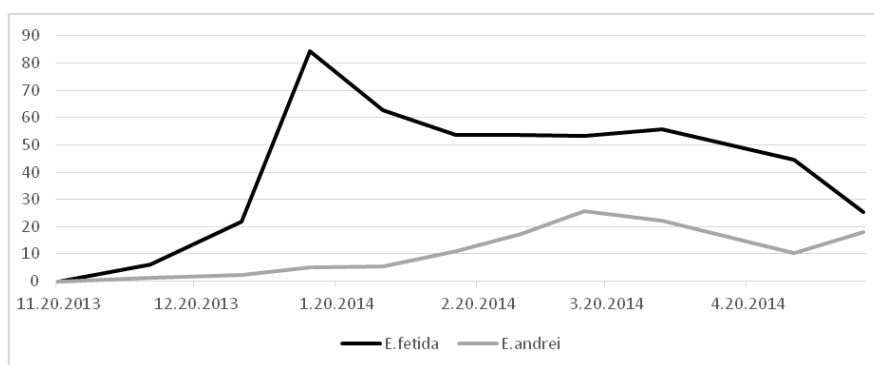


Рис. 6. Динамика общей продуктивности при внесении угольной золы

резкое снижение числа откладываемых коконов до 80 коконов на сосуд. Для калифорнийского червя пик продуктивности пришелся на 130 день эксперимента и составил 36 коконов на сосуд (рис. 3).

Индивидуальная продуктивность. Индивидуальная продуктивность (количество коконов, приходящееся на 1 половозрелого червя) составила при внесении целлюлозосодержащих отходов 50 г/кг почвы для калифорнийского — 1,5–7,0 кокона/червя, для навозного — 1,6–11,3 кокона/червя. Таким образом, на одного навозного червя приходилось от 1 до 11 коконов, а у калифорнийского от 1 до 7 коконов. Максимальные значения отмечались на 60-й день исследований, минимальные на 60-й и 120-й день исследования (рис. 3).

Изменение популяционных показателей при внесении угольной золы. В эксперименте использовали золу, образовавшуюся после сжигания каменного угля (30 г/кг почвы). Зола является токсичным отходом, не утилизируемым в промышленности, т.к. содержит тяжелые металлы и радионуклиды.

Навозный червь показал высокую устойчивость к загрязнению почвы золой.

Общая численность. По показателям общей численности при внесении угольной золы 30 г/кг наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными червями ($p < 0,05$) (рис. 4). За 4,5 месяца исследований численность навозного червя увеличилась 34,72 раза, а калифорнийского червя в 5 раз ($p < 0,001$), но отмечен достаточно стабильный рост общей численности. Значительный прирост численности отмечался с четвертого месяца исследования.

Численность половозрелых. На протяжении эксперимента отмечалось снижение численности половозрелых в вариантах с навозным червем и калифорнийским червем (рис. 5). Численность половозрелых навозных червей сократилась до 90 % от исходных величин, а у калифорнийского до 63 %. Снижение численности калифорнийских червей отмечалось на 30-й день эксперимента, а у навозного червя на 50-й день эксперимента. Таким образом, цикл

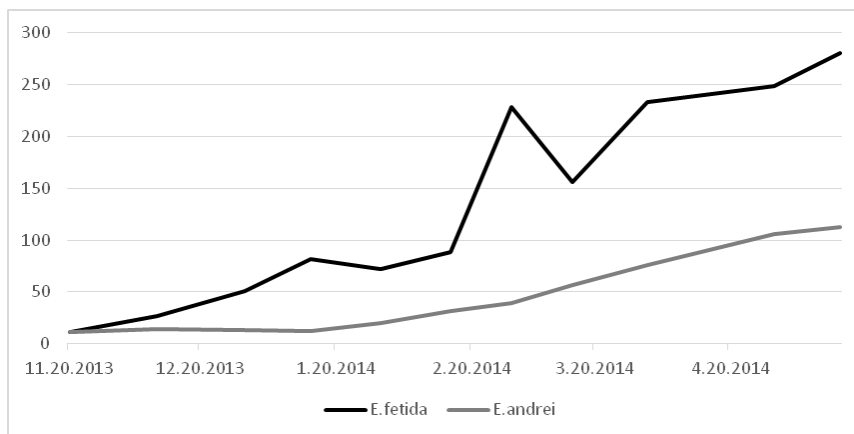


Рис. 7. Динамика общей численности при внесении пищевых отходов

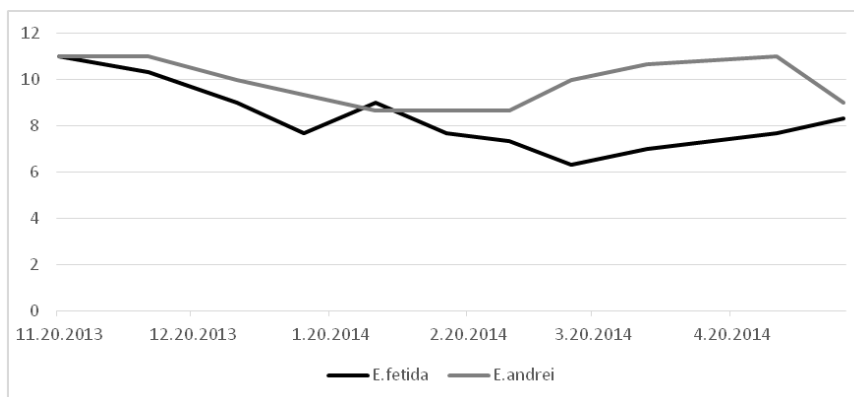


Рис. 8. Динамика численности половозрелых особей при внесении пищевых отходов

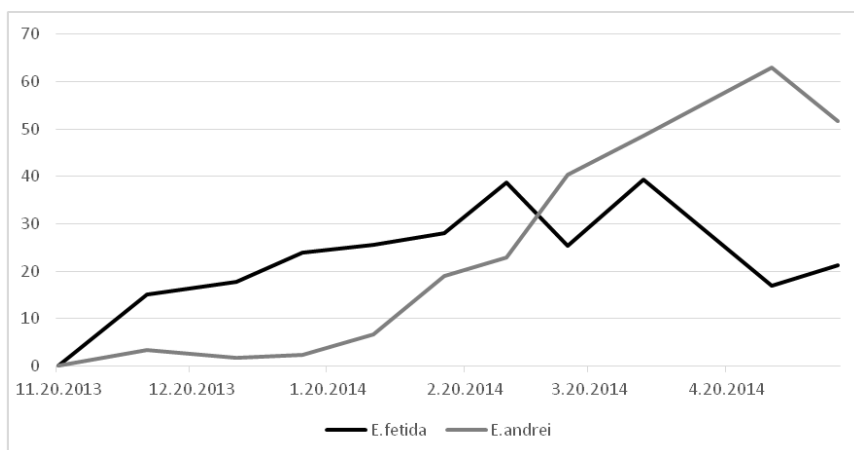


Рис. 9. Динамика общей продуктивности при внесении пищевых отходов

развития навозного червя (от кокона до формирования пояска) в условиях вермикюльтивирования на загрязнённом субстрате составил около 2-х месяцев.

Общая продуктивность. Количество коконов на сосуд было значительным во всех вариантах опыта. Пик продуктивности был зафиксирован для навозного червя на 45-й день исследований и составил 84 кокона на сосуд, а затем отмечалось резкое снижение числа откладываемых коконов до 50 коконов на сосуд на 60-й день исследования. Для калифорнийского червя пик продуктивности пришелся на 100-й день эксперимента и составил 25 коконов на сосуд (рис. 6).

Индивидуальная продуктивность. Индивидуальная продуктивность (количество коконов, приходящееся на 1 половозрелого червя) составила при внесении золы 30 г/кг почвы для калифорнийского —

1,5–2,5 кокона/червя, для навозного — 1,6–8,72 кокона/червя. Таким образом, на навозного червя одного червя приходилось от 1 до 8 коконов, а у калифорнийского от 1 до 2 коконов. Максимальные значения отмечались на 50-й и 100-й день исследований, минимальные на 70-й и 120-й день исследования (рис. 6).

Изменение популяционных показателей при внесении пищевых отходов 200 г/кг на кг почвы. При внесении пищевых отходов 200 г/кг отмечена положительная динамика общей численности навозного и калифорнийского червя. Лучшие показатели отмечены у навозного червя, численность которого увеличилась в 25 раз. Численность калифорнийского червя увеличилась в 10 раз.

Общая численность. По показателям общей численности при внесении пищевых отходов 200 г/кг наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными червями ($p < 0,05$) (рис. 7).

Изменение содержания металлов в почве в процессе рекультивации почв, загрязненных угольной золой

Обозначение образца	Содержание, мг/кг (млн-1)					
	валовые формы		подвижные формы тяжелых металлов			
	As	Hg	Pd	Cu	Zn	Ni
Калифорнийский червь КЭК	—	—	1,72	0,24	4,7	0,6
Навозный червь КЭК	—	—	2,02	0,31	6,2	0,67
КЭК (контроль)	2	0,013	1,74	0,16	4,9	0,37
Справочно: ПДК (ГН 2.1.7.2041-06)	0	2,1	6	3	23	4

Таблица 2

Изменение содержания гумуса в почве, загрязненной промышленными и бытовыми отходами в процессе рекультивации с использованием дождевых червей

Вариант	% гумуса
Калифорнийский червь шелуха	59,5 ± 1,8
Навозный червь шелуха	56,2 ± 1,7
Навозный червь пищевые отходы	42,8 ± 1,3
Калифорнийский червь пищевые отходы	42,8 ± 1,3
Навозный червь зола	55,5 ± 1,7
Калифорнийский червь зола	56,4 ± 1,7
Почва (контроль)	46,9 ± 1,4

За 4,5 месяца исследований численность навозного червя увеличилась 25,45 раза, а калифорнийского червя в 10 раз ($p < 0,001$), но отмечен достаточно стабильный рост общей численности. Значительный прирост численности отмечался с третьего месяца исследования.

Численность половозрелых. На протяжении эксперимента отмечалось снижение численности половозрелых в вариантах с навозным червем и калифорнийским червем (рис. 8). Численность половозрелых калифорнийских червей сократилась до 90 % от исходных величин, а у навозного червя до 75 %. Снижение численности калифорнийских червей отмечалось на 60-й день эксперимента, а у навозного червя на 50-й день эксперимента. Таким образом, цикл развития навозного червя (от кокона до формирования пояски) в условиях вермикультивирования на загрязненном субстрате составил около 2-х месяцев (рис. 8).

Общая продуктивность. Количество коконов на сосуд было значительным во всех вариантах опыта. Пик продуктивности был зафиксирован для навозного червя на 60-й день исследований и составил 38 коконов на сосуд, а затем отмечалось резкое снижение числа откладываемых коконов до 25 коконов на сосуд на 80-й день исследования. Для калифорнийского червя пик продуктивности пришелся на 100-й день эксперимента и составил 63 кокона на сосуд (рис. 9).

Индивидуальная продуктивность. Индивидуальная продуктивность (количество коконов, приходящееся на 1 половозрелого червя) составила при внесении пищевых отходов 200 г/кг почвы для калифорнийского — 1,5–5,7 кокона/червя, для навозного — 1,4–5,6 кокона/червя. Таким образом, на навозного и калифорнийского червя одного чер-

вя приходилось от 1 до 5 коконов. Максимальные значения отмечались на 90-й день исследований (рис. 9).

В процессе рекультивации почв, загрязненных угольной золой, отмечено снижение содержания мышьяка и никеля на 0,47 мг/кг навозным червем (табл. 1).

В ходе исследования нами была проведена оценка содержания гумуса в почве после рекультивации червями. Результаты представлены в табл. 2. В процессе разложения целлюлозосодержащих отходов отмечено увеличение содержания гумуса калифорнийским червем на 12,6 %, а навозным червем на 9,3 %. В процессе разложения пищевых отходов отмечено снижение содержания гумуса калифорнийским и навозным червем на 4 %. В процессе разложения угольной золы отмечено увеличение содержания гумуса калифорнийским червем на 10 %, а навозным червем на 8,9 %.

Заключение.

1. При внесении целлюлозосодержащих отходов 100 г/кг наилучшие показатели общей численности отмечались в вариантах с навозными червями, численность которых увеличилась в 33,27 раза, а калифорнийского червя в 10,63 раза. Численность половозрелых навозных червей увеличилась на 160 %.

2. При внесении угольной золы наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными червями. За 4,5 месяца исследований общая численность навозного червя увеличилась 34,72 раза, а калифорнийского червя в 5 раз. На протяжении эксперимента отмечалось снижение численности половозрелых в вариантах с навозным червем и калифорнийским червем.

3. При внесении пищевых отходов 200 г/кг наилучшие результаты отмечались в вариантах с навозными червями, общая численность которых

увеличилась 25,45 раза, а калифорнийского червя — в 10 раз.

4. В процессе рекультивации почв, загрязненных угольной золой, отмечено снижение содержания мышьяка и никеля на 0,47 мг/кг навозным червем.

5. В процессе разложения целлюлозосодержащих отходов, угольной золы отмечено увеличение содержания гумуса калифорнийским червем на 10–12,6 %, а навозным червем — на 9 %.

Библиографический список

1. Чекановская, О. В. Дождевые черви и почвообразование / О. В. Чекановская. — М. : АН СССР, 1960. — С. 56–60.
2. Тиунов, А. В. Вермикомпост, вермикомпостирование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие / А. В. Тиунов // Дождевые черви и плодородие почв : материалы II Междунар. конф. — Владимир, 2004. — С. 3–6.
3. Шрамченко А. Д. Радиационная обстановка на предприятиях угольной промышленности / А. Д. Шрамченко // ТЭК. — 2000. — № 3. — С. 75.
4. Проблема радиационной безопасности угольной отрасли / Н. А. Алукер [и др.] // Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию : тр. Междунар. науч.-практ. конф. — Кемерово : Кузбассвузиздат, 1999. — Т. 2. — С. 139–149.
5. Портола, В. А. Выделение радона на шахтах Кузбасса / В. А. Портола, А. Г. Киренберг // Безопасность труда в промышленности. — 2000. — № 9. — С. 41–42.
6. Решецкий, Н. П. Изменение свойств органических отходов в процессе вермикомпостирования / Н. П. Решецкий // Современные проблемы использования почв и повышения эф-

фективности удобрений : материалы Междунар. науч.-практ. конф. — Горки, 2001. — Ч. 2. Актуальные проблемы агрохимии в современных условиях. — С. 150–153.

7. Титов, И. Н. Дождевые черви. Рук. В 2 ч. Ч. I. Компостные черви / И. Н. Титов. — М. : Точка опоры, 2012. — 284 с.

8. Нефёдов, Г. Н. К экорециклингу через вермикомпостирование городских органических отходов / Г. Н. Нефёдов, К. А. Трувелер // Дождевые черви и плодородие почв : материалы I Междунар. конф., 21–23 ноября 2002 г. — Владимир, 2002. — С. 76–78

9. Титов, И. Н. Вермикультура: технологии рециклинга бытовых, сельскохозяйственных и промышленных органических отходов / И. Н. Титов // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы : сб. науч. тр. / ред. кол. : С. Л. Максимова [и др.]. — Минск, 2013. — С. 211–232.

10. Зайцев, Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г. Н. Зайцев. — М. : Наука. — 424 с.

ЧАЧИНА Светлана Борисовна, кандидат биологических наук, доцент (Россия), доцент кафедры «Химическая технология и биотехнология» Омского государственного технического университета (ОмГТУ); старший преподаватель кафедры биологии Омской государственной медицинской академии.

КАРАВАЕВА Ольга Сергеевна, студентка группы ХТБ-420 ОмГТУ.

Адрес для переписки: ksb3@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 24.06.2014 г.

© С. Б. Чачина, О. С. Караваева

Книжная полка

502/К62

Кольцов, В. Б. Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учеб. и практикум для акад. бакалавриата вузов по направлению подгот. 280100 «Природообустройство и водопользование» / В. Б. Кольцов, О. В. Кольцова ; под ред. В. И. Каракаяна ; МИЭТ. Нац. исслед. ун-т. — М. : Юрайт, 2014. — 1 с=эл. опт. диск (CD-ROM).

В учебнике излагаются основы инженерной защиты окружающей среды от загрязнений. Материал книги систематизирует и обобщает современные практические и теоретические знания по технологиям очистки атмосферного воздуха, промышленных сточных вод, переработки, утилизации и обезвреживания твердых отходов производства и потребления. Рассмотрены примеры решения задач по основным разделам книги. Приведены задания для самостоятельной работы студентов. Соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования четвертого поколения. Для студентов, обучающихся по программе бакалавриата по направлению «Техносферная безопасность». Может быть использован при изучении смежных дисциплин, связанных с безопасностью жизнедеятельности и техническими системами, а также работниками природоохранных служб промышленных предприятий.

57/В29

Венцель, В. Д. Основы промышленной экологии и природопользования : учеб. пособие / В. Д. Венцель, В. С. Сердюк, С. В. Янчий. — Омск : ОмГТУ, 2010. — 134 с. — ISBN 978-5-8149-0973-2.

В учебном пособии рассматриваются основы природоохранного права, законодательные и нормативные акты в области охраны и защиты окружающей среды, виды и источники загрязнения окружающей среды, методы очистки выбросов в атмосферу и загрязненных вод, система обращения с отходами производства и потребления.