

2. На производительность и мощность вальцовый плющилки значительное влияние оказывает сила давления на зерно, что подтверждается как теоретическими, так и экспериментальными исследованиями.

3. Экспериментальные исследования подтверждают также, что удельная энергоёмкость процесса плющения зерна зависит от частоты вращения вальцов, имеет явно выраженный минимум в зависимости от частоты вращения, и этот минимум наиболее выражен при увеличении силы давления на зерно.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Н.А. Теоретические исследования производительности вальцовый плющилки / Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2008. – №2. – С. 45-48.

2. Дайнеко, В.А. К вопросу снижения энергоёмкости процесса измельчения фуражного зерна / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2008. – №1. – С. 35-40.

3. Одегов, В.А. Обоснование параметров и режимов работы плющилки влажного зерна: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / В.А. Одегов. – М.: РГБ, 2005. – 187 с.

4. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование производительности вальцовый плющилки-измельчителя / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2012. – №2. – С. 14-28.

5. Баранов, Л.Н. Повышение эффективности производства плющеного зерна путем совершенствования технологий и комплекса технических средств: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / Л.Н. Баранов; Сев. Западн. научн.-исслед. ин-т механиз. и электриф. сельск. хоз-ва. – Санкт-Петербург – Павловск, 2005. – 18 с.

6. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовый плющилки / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2012. – №4. – С. 18-29.

УДК 504.53.062.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 3.12.2012

ОТХОДЫ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ – СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОУДОБРЕНИЙ

И.С. Мельниченко, магистрант, С.А. Хорева, докт. биол. наук, профессор (БНТУ);
С.Л. Максимова, канд. биол. наук (ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам»)

Аннотация

Приведено описание проведенного эксперимента по анализу эффективности технологии вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства. Полученные результаты могут найти свое практическое применение при организации вермипроизводства на базе основного производства целлюлозно-бумажных предприятий Республики Беларусь.

The description of the experiment on the analysis of the effectiveness of vermicomposting technology for processing sewage of pulp-and-paper production has been carried out. The received results can find their practical application at the vermiproduction organization on the basis of the main production of the pulp-and-paper enterprises of the Republic of Belarus.

Введение

В Республике Беларусь уделяется большое внимание развитию целлюлозно-бумажной промышленности. В стране функционирует более 10 профильных предприятий, на которых производятся массовые и специальные виды бумаги и картона. К ведущим предприятиям отрасли в республике относятся: ОАО «Светлогорский целлюлозно-картонный комбинат», ОАО «Добрушская бумажная фабрика «Герой труда», ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», ОАО «Бумажная фабрика «Красная Звезда», УП «Бумажная фабрика «Гознак», ОАО «Бумажная фабрика «Спартак», РПУП «Завод газетной бумаги» и другие. Однако функционирование целлюлозно-бумажной промышленности осложнено рядом эколо-

гических проблем, одна из которых связана с образованием многотоннажного отхода – осадка сточных вод, который складывается вблизи очистных сооружений, вывозится в карьеры, овраги, шламонакопители. Данный способ имеет естественные ограничения по общему объему складываемого осадка и предполагает изъятие из оборота больших участков ценных земельных угодий. Физические методы переработки осадков сточных вод связаны с выделением веществ, наиболее вредными из которых считаются оксиды серы, оксиды азота, оксиды углерода, хлористый водород, фтористый водород, тяжелые металлы в водорастворимой форме. Химические методы переработки осадков сточных вод несовершенны и в большинстве случаев повышают вредное воздействие этих отходов на окружающую среду.

Специфические свойства осадков сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности дают возможность перерабатывать их методом вермикомпостирования, что считается одним из приоритетных и инновационных научных направлений. Эта технология широко используется во многих странах с целью получения из органических отходов двух видов высокоценных хозяйственно полезных продуктов: органического удобрения (вермикомпоста или биогумуса) и белково-витаминной кормовой добавки из биомассы дождевых червей.

Вермикомпостирование стало развиваться в Республике Беларусь и в странах бывшего Советского Союза относительно недавно (с конца 80-х годов XX века), однако большинство научных исследований велось с точки зрения переработки отходов животноводства и пищевых отходов. Тем временем, одним из источников получения органических удобрений может стать осадок сточных вод картонно-бумажного производства.

Целью данной работы является изучение возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства.

Основная часть

Вермитехнология – система организационно-технологических мероприятий по использованию вермиккультуры – популяции дождевых компостных червей вместе с сопутствующими гетеротрофными организмами в конкретном органическом субстрате, а также обработке и применению биогумуса и биомассы червей в сельском хозяйстве. Вермитехнология представляет собой прогрессивное и перспективное направление сельскохозяйственного производства, так как позволяет повышать продуктивность, экологическую устойчивость и саморегулирующую способность агроэкосистем. Поэтому ее рассматривают как важный элемент альтернативного земледелия [1].

Самым популярным и широко распространенным видом дождевых червей, используемых для вермикомпостирования, являются черви вида *Eisenia foetida* (Savigny, 1826). Они играют ключевую роль в биотическом круговороте питательных веществ в почве. В биотическом круговороте почвенные микроорганизмы и растения закрепляют химические элементы почвы в своих клетках, а дождевые черви и другие почвенные беспозвоночные выводят эти элементы из органического вещества растений и микробной биомассы обратно в почву и обогащают ее азотом, фосфором и калием. Органика, проходя через кишечник люмбрицид, переваривается под действием энзимов и кишечной микрофлоры, разлагается до более простых соединений, структурируется; почвенные частички обогащаются гуминовыми кислотами, кальцием, магнием, фосфорной кислотой. Многие минеральные соединения переходят в доступные для растений формы. Дождевые черви выполняют оздоровительные и обеззараживающие функции, элиминируя патогенную почвенную микрофлору, поглощая и перерабатывая бактерии, водоросли, грибы и их споры, простейших и нематод.

Помимо этого, улучшается структура почвы и ее водофизические свойства. Биогумус можно вносить в почву в любом количестве. При этом в нее попадают дождевые черви, микроорганизмы и продукты их жизнедеятельности, необходимые для ее нормального функционирования [2].

Важным этапом вермикомпостирования является подготовка субстрата. Она заключается в доведении органических отходов до влажности 75-78 % с последующей ферментацией и обеспечением перевода аммиачного азота в нитратные формы. Исходная смесь – субстрат для вермикомпостирования – должна иметь следующие параметры: влажность – 70-75 %, pH – 6,5-7,5, соотношение C:N = 20:1, содержание минеральных веществ – до 10 %, сырого протеина – не более 25 %, целлюлозосодержащих компонентов – не менее 25 % [3]. Усредненный химический состав скопа представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав скопа

Компоненты	Содержание, мг/кг
Азот общий	0,2-0,8
Фосфор	0,09-0,14
Целлюлоза	27,4-35
Лигнин	27,4-35
Кальций	1,3-2,68
Азот аммонийный	2,68-36,5
Углерод	44,8-46
CaO	250
K ₂ O	160
MgO	30
TiO ₂ , Na ₂ O, Fe ₂ O ₃	следы

Из таблицы видно, что в органической части скопа картонно-бумажного производства доминируют углерод, целлюлоза и лигнин, также содержится азот, фосфор, калий и микроэлементы. Наличие этих компонентов свидетельствует о возможности использования данного вида отходов в качестве органического удобрения. Однако на большинстве предприятий целлюлозно-бумажной промышленности осадки сточных вод подвергаются только одному виду обработки – обезвоживанию путем подсушки на иловых площадках. Осадки, не прошедшие полную обработку, загнивают и опасны в санитарно-эпидемиологическом отношении. Для применения таких осадков в качестве удобрений необходима дополнительная обработка их в условиях сельскохозяйственного производства [4]. Одним из перспективных и рациональных методов обработки данного вида отходов является вермикомпостирование.

Для анализа возможности применения метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства на базе лаборатории вермитехнологий Научно-практического центра по биоресурсам Национальной Академии наук Республики Беларусь был проведен эксперимент. На предприятии ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин» был получен обезвоженный осадок сточных вод основного производства (скоп). Эти отходы представляют собой плотный осадок шламовых стоков основного произ-

водства ОАО «Слонимский картонно-бумажный завод «Альбертин», который складывается в бетонном бункере, так как использование их в повторном технологическом цикле завода невозможно. Опыт проводился в четырех сериях. Скоп вносился в количестве 20 %, 40 %, 60 % (состав №1, № 2, № 3, соответственно) по отношению к наполнителям.

Контрольный образец (состав №4), в котором отсутствовал осадок сточных вод, должен был показать, как дождевые черви отреагируют на данный вид отходов по сравнению со средой, их не содержащей, в сравнительно отдаленный период. Тем самым представилась возможность определить различие морфологических, химических и биохимических показателей субстрата до и после вермикомпостирования.

Были определены виды наполнителей и их соотношения с обезвоженными осадками сточных вод. В качестве наполнителей использовались лошадиный навоз и почва. Свойства лошадиного навоза делают возможным использование его в качестве наполнителя при подготовке субстрата для вермикомпостирования. Лошадиный навоз состоит из воды (до 70 %), органических веществ (до 26,3 %), калия (0,94 %), фосфорной кислоты (0,14 %), азота (0,7 %), остальные минеральные вещества в его составе занимают около 3,7 %. Почва не загрязнена тяжелыми металлами, вредными органическими веществами, так как была отобрана в охраняемой зоне – Центральном ботаническом саду НАН Беларуси.

Влажность субстрата поддерживалась на уровне 65 - 70 %, рН среды – от 6,5 до 7,3, температура воздуха +18...+22 °С. За червление произвели на 6-е сутки после подготовки субстрата. Его выдержка на протяжении нескольких суток была необходима для придания однородности субстрату. Готовность биогумуса к использованию зависит от условий проведения вермикомпостирования (влажность, температура, величина агрегатов субстрата, рН, высота слоя субстрата и пр.). Длительность процесса вермикомпостирования составляет 2-7 месяцев. Так как описанный эксперимент проводился с соблюдением благоприятных условий для культуры дождевых навозных червей и почвенных микроорганизмов, через 120 дней был получен готовый продукт.

Анализ результатов эксперимента проводился на основании следующих критериев:

- химический состав полученного биогумуса;
- изменение величины агрегатов субстрата;
- адаптационные способности червей.

Анализ полученного биогумуса проводился в соответствии с ГОСТ 26712-94 [5] и показал, что его состав соответствует требованиям международного стандарта на биогумус. В результате оценки фракционного состава биогумуса выявлено: текстура субстрата значительно улучшена, он приобрел необходимую пористость и структурность. Каждые 20 дней проводились измерения величины агрегатов субстрата

путем просеивания через сита с различным диаметром ячеек. Результаты представлены на рис. 1.

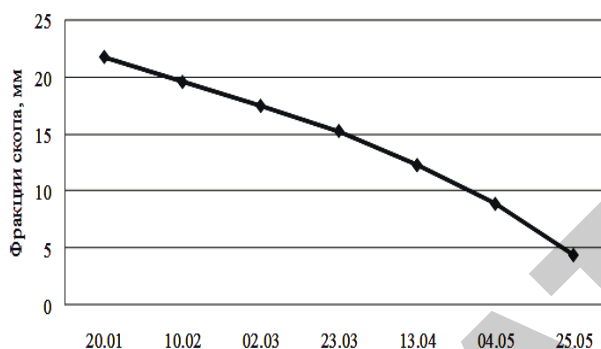


Рисунок 1. Изменение агрегатов субстрата по крупности в течение 120 дней

Из рис. 1 видно, что в начале опыта агрегаты субстрата характеризовались размером около 20 мм. В процессе переработки субстрата дождевыми червями его фракционный состав менялся. К завершению опыта полученный биогумус-сырец состоял из агрегатов величиной – 5-10 мм. После отделения дождевых червей от биогумуса он был успешно просеян через сито с диаметром ячеек 5 мм.

Адаптационные способности червей анализировались по следующим критериям: их биомасса, число поколений и качество потомства. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты анализа адаптационных способностей дождевых червей

Вариант субстрата	Прирост биомассы, г	Количество коконов	Количество ювенильных особей
Состав №1	9	22	12
Состав №2	19	24	14
Состав №3	22	30	18
Состав №4	13	19	12

Обнаружено, что черви лучше всего растут и размножаются в субстрате, состоящем на 60 % из скопа (табл. 2, состав № 3).

Закключение

Полученные результаты говорят о том, что целлюлозосодержащие осадки сточных вод являются питательной средой для дождевых червей и благоприятно сказываются на их росте, размножении и превращении ими данного вида отходов в биогумус. Это свидетельствует о возможности использования метода вермикомпостирования для переработки осадков сточных вод целлюлозно-бумажного производства с получением ценного органического удобрения – биогумуса. Однако следует учитывать, что состав осадков сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности индивидуален и зависит от технологии производства бумажной продукции. Поэтому для разработки рекомендаций по внедрению технологии вермикомпостирования на предприятиях данной отрасли промышленности Республики Беларусь необходимо продолжить проведение

экспериментов, используя осадки сточных вод других предприятий данной отрасли промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тиунов, А.В. Вермикомпост, вермикомпости-рование и компостные черви: направление научных исследований в последнее десятилетие / А.В. Тиунов // Материалы II Международной конф. «Дождевые черви и плодородие почв». – Владимир, 2004. – С. 3-6.
2. Терещенко, Н.Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования / Н. Н. Терещенко. – Новосибирск: Наука, 2003. – 113 с.

3. Янисов, Р. А. Совершенствование технологии производства вермикомпоста с разработкой и обоснованием оптимальных параметров устройства для формирования гряд и распределения подкормки: дис... канд. техн. наук / Р. А. Янисов. – Саратов, 2003. – 185 л.

4. Отходы целлюлозно-бумажной промышленности и утилизация их в земледелии: ч. I. / И.И. Лиштван [и др.] // Природопользование. – 2012, №21. – С. 229 – 235.

5. Удобрения органические. Общие правила к методам анализа: ГОСТ 26712. – 1994. – Введ. 01.01.1996. – М: Межгос. стандарт, 1994. – 64 с.

УДК 633.2:620.95

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 10.01.2012

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАССЫ НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ

Т.В. Кулаковская, докт. с.-х. наук, профессор (БГЭУ)

Аннотация

Развитие многофункционального сельского хозяйства в Европе способствовало появлению новых научных направлений, исследующих вопросы производства кормов, продуктов питания и биомассы для энергетики в целях сохранения биоразнообразия и рационального использования природных ресурсов. Климатические изменения и высокая стоимость ископаемого топлива способствовали развитию производства биомассы на энергетические цели. Влияние видового состава травостоя, интенсивности использования и силосования на производство биогаза и биотоплива исследованы в полевых и лабораторных экспериментах.

Development of multifunctional agriculture in Europe contributed to the emergence of new scientific fields, exploring the issues of production of feed, food and biomass for energy in order to protect biodiversity and natural resources. Climatic change and the high cost of fossil fuels contributed to the development of production of biomass for energy purposes. The influence of the species composition of vegetation, intensity of use and silage production of biogas and biofuels were investigated in field and laboratory experiments.

Введение

Активный процесс роста народонаселения, сокращение разведанных запасов первичных энергетических ресурсов и отсутствие стабильности в ценовой политике, а также состояние окружающей природной среды в свете климатических изменений определили новые пути получения и использования энергетических ресурсов при снижении негативного воздействия на биосферу. В этой ситуации большое значение приобретает использование нетрадиционных энергетических источников, и в частности, выращивание биомассы для получения биогаза, твердого и жидкого топлива. Производство растительных ресурсов на сельскохозяйственных землях и последующее использование на энергетические цели требует определенных финансовых затрат и приводит к измене-

нию структуры посевных площадей в секторе сельскохозяйственного производства. В настоящее время на сельскохозяйственных землях Европы существует конкуренция между производством сельскохозяйственной продукции и биомассы на энергетические цели, так как использование пахотных земель ограничено существующей структурой земельных угодий. Это вызывает необходимость привлечения новых земель, и в частности, лугопастбищных угодий, которые играют ключевую роль с точки зрения сельскохозяйственного производства и экологических аспектов в Европе. В странах Европейского Союза лугопастбищные угодья занимают общую площадь в 69 млн га, что составляет 36 % всех сельскохозяйственных земель. Согласно расчетам, теоретический потенциал этих территорий для производства энергетических культур составляет от 9 до 15 млн га [1, 2].