

УДК 631.879

**КОМПЛЕКСНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СПИРТОВОГО
ПРОИЗВОДСТВА И СВИНОВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ****¹Сафронова Т.И., ¹Полторац Я.А., ²Степанов В.И.**¹*«Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, e-mail: mail@kubsau.ru;*²*Алтайский экономико-юридический институт, Барнаул, e-mail: institut@aeli.altai.ru*

Рассмотрена технология переработки органического сырья при помощи заселения его навозными червями с целью получения органических удобрений. Создание бездефицитного баланса органического вещества в почве представляет обязательное условие интенсификации земледелия. Разработана комплексная биотехнология переработки органических отходов с помощью дождевых червей, в которой используются отходы спиртового производства и свиноводческие отходы. Перерабатывая в процессе питания органические остатки с минеральными частицами почвы, черви обогащают их собственной микрофлорой. Применение органических удобрений в виде биокомпоста повышает плодородие почв за счет обогащения их гумусовыми соединениями, азотом, фосфором, калием. Описаны полевые исследования по установлению влияния биогумуса на урожайность сои в учхозе «Кубань». Хороший урожай соя дает только на почвах, богатых органическим веществом. Полевые опыты с внесением биогумуса под посевы сои подтвердили создание благоприятных условий для выработки биологического азота. Даже однократное внесение биогумуса улучшает свойства почв и стабилизирует экологическую ситуацию мелиорируемого участка. Таким образом, разработанная биотехнология позволяет комплексно утилизировать отходы спиртового производства и животноводческие твердые стоки. При этом происходит сохранение окружающей среды, снижение отрицательных воздействий на атмосферный воздух, уменьшение загрязнения грунтовых вод.

Ключевые слова: вермикомпостирование, орошение, охрана земель, охрана водных объектов, утилизация отходов

**INTEGRATED WASTE MANAGEMENT ALCOHOLIC
PRODUCTION AND PIG WASTE****¹Safronova T.I., ¹Poltorak Ya.A., ²Stepanov V.I.**¹*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, e-mail: mail@kubsau.ru;*²*Altay Economics and Law Institute, Barnaul, e-mail: institut@aeli.altai.ru*

The technology of processing organic raw materials with the help of its settlement by manure worms to produce organic fertilizers. The creation of a deficit-free balance of organic matter in soils is a prerequisite to the intensification of agriculture. An integrated biotechnology organic waste using earthworms, which are used in alcohol production waste and hog waste. Recycling in the process of supply organic residues with mineral particles of the soil, worms enrich their own microflora. The use of organic fertilizer in the form of biocompost improves soil fertility due to the enrichment of humus compounds, nitrogen, phosphorus, potassium. Describes field studies to establish the effect of vermicompost on soy bean yields in Uchkhos «Kuban». A good crop of soybeans yields only in soils rich in organic matter. Field experiments with making vermicompost for crops of soybeans have confirmed the creation of favorable conditions for the development of biological nitrogen. Even a one-time application of vermicompost improves soil properties and stabilize the environmental situation of the reclaimed land. Thus, the developed biotechnology allows complex waste disposed of alcohol production and livestock wastewater solids. This results in the preservation of the environment, reduction of negative impacts on the air, reduce pollution of groundwater.

Keywords: vermicomposting, irrigation, protection of land, protection of water resources, waste management

Важнейшим фактором повышения плодородия почвы является органическое вещество. Особая роль органического вещества объясняется его воздействием на все свойства почвы и ее биологическую активность. Вносимые органические удобрения могут оказывать прямое действие на баланс органического вещества почвы, переходя частично в форму гумусных соединений. Создание бездефицитного баланса органического вещества в почве представляет обязательное условие интенсификации земледелия.

В настоящее время интенсивное сельскохозяйственное производство приводит

к существенному снижению в почвах органического вещества. В 2014 году в целом по Краснодарскому краю отмечено снижение гумуса с 4,01 до 3,77% или 8,5 тонны с 1 га [1].

Необходим поиск технологий, предупреждающих отрицательные экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. В КубГАУ разработана комплексная биотехнология переработки органических отходов с помощью дождевых червей, в которой используются отходы спиртового производства и свиноводческие отходы [2].

На птицеводческих и животноводческих предприятиях скапливаются большие

объемы отходов. Поголовье животных ежегодно выделяет 10 млн т полужидкого навоза, плюс в крае производится ежегодно в среднем около 6 млн т соломы злаковых культур, значительная часть которых может быть использована в качестве органического удобрения.

Из-за неполного использования помета и навоза, применения удобрений без должной подготовки произошли загрязнения территории предприятий и ферм, интенсивное засорение полей семенами сорняков, потери органической массы удобрений и питательных веществ и, как следствие, загрязнение окружающей среды.

Переработка продуктов сельского хозяйства приводит к образованию значительных объемов отходов. Скопление отходов производства спирта является одной из причин загрязнения и ухудшения состояния окружающей среды. Основными отходами производства спирта являются барда, лютерная вода и органические вещества. Свежая барда представляет собой водянистую массу светло-коричневого цвета с хлебным запахом и незначительным количеством сухого вещества (из анализа проб барды: сухого вещества 6–8 %, влаги 92–94 %). Спиртовая барда разделяется на твердую и жидкую фракции (кек и фугат). Фугат – вещество, которое самопрессуется, при этом длительно разлагается, много лет выделяя яды в окружающую среду.

Цель исследования. Создание и внедрение замкнутых систем производства и безотходной технологии – одно из направлений природоохранной деятельности. Лучший способ избавиться от загрязнений – исключить отходы, превратить их из загрязнителей в ценное сырье, что оказывается возможным при внедрении в производство замкнутой безотходной технологии. При этом сохраняется от загрязнений жизненная среда и получается дополнительная продукция.

Компостирование – классический образец биотехнологии органических отходов. Локальные накопления органических отходов, количество которых слишком велико для естественной биodeградации из-за медленно протекающих процессов в природных условиях, являются причинами многих экологических проблем. Компостирование позволяет получить ценный продукт, а также является процессом очистки, делающим низкоактивные отходы менее вредными для окружающей среды.

Материалы и методы исследования

Биотехнология вермикомпостирования основана на способности дождевых червей поглощать в процессе своей жизнедеятельности практически любые органические остатки и почву. Перерабатывая в процессе питания органические остатки с минеральными частицами почвы, черви переваривают их и обогащают собственной микрофлорой, ферментами, биологически активными веществами. Дождевые черви выделяют в почву активные биохимические вещества, которые разрушают кристаллическую решетку первичных минералов, извлекают из них минеральные вещества для своих жизненных потребностей и выделяют в виде биогенных элементов – копролитов. Выделяемые червями копролиты отличаются высоким содержанием гумуса, макро- и микроэлементов. Кроме того, копролиты становятся центром размножения многочисленной полезной микрофлоры. Ценность биогумуса в большом количестве микроорганизмов. Высокое содержание ферментов способствует процессам регенерации природно-бедных почв или почв, загрязненных химическими веществами. Биогумус содержит углерод, азот, фосфор, калий в пропорциях, благоприятных для питания растений. Применение органических удобрений в виде биокомпоста повышает плодородие почв за счет обогащения их гумусовыми соединениями, микроэлементами, азотом, фосфором, калием. Это высокоэффективное органическое удобрение, обеззараженное от патогенной микрофлоры, яиц и личинок гельминтов, не содержит жизнеспособных семян сорняков.

Подготовку компонентов субстрата осуществляли из свиноводческих отходов и отходов растениеводства. Навоз прессовали для разделения на твердую и жидкую фракции. В качестве отходов для компостирования используется твердая фракция, а жидкую фракцию навоза отправляют в накопитель для дегельминтизации. В качестве влагопоглощающего материала использовали солому озимой пшеницы, предварительно измельченную до 5–7 см.

Рабочую смесь составляли из жидких отходов спиртового производства – фугата и лютерной воды. Фугат и лютерную воду смешивали в соотношении 9:1, доводили до нейтральной среды pH равной 6,5–7,5 с помощью известкового раствора из расчета 13 г/л [2, 10].

Приготовление субстрата осуществляли в культивационных деревянных ящиках, являющихся составной частью стандартного ложа. Затем в каждый ящик слоями укладывали твердую фракцию – навоз и солому. Добавляли меморант СаО для доведения субстрата до нейтральной среды pH равной 6,5–7,5. Температурный режим в лаборатории поддерживали на уровне 18–22 °С.

Рабочей смесью поливали субстрат через три дня, обеспечивая влажность на уровне 75–80% для поддержания нейтральной среды в субстрате и создания оптимальных условий жизнедеятельности микроорганизмов. Субстрат равномерно перемешивали и выдерживали в течение двадцати пяти суток. После выдержки в нижнюю часть субстрата добавляли почву для воспроизводства естественной среды червей.

В качестве биообъектов для вермикомпостирования был использован малый красный червь – *Lumbricus rubellus*.

Проводили подкормку червей, добавляя в сформированную призму свежий компост слоем 5–10 см и осуществляли орошение призмы рабочей смесью. После обработки вермикомпоста, уложенного в призму, подкормку червей и орошение прекращали на несколько дней. Затем на образовавшийся подсушенный слой укладывали свежий компост. Черви в поисках корма перемещались в свежий слой компоста и далее их удаляли из призмы с подкормкой.

Полученный биогумус-сырец разрыхляли и подсушивали, то есть готовили для дальнейшей утилизации.

Далее проводили полевые исследования по установлению влияния биогумуса на урожайность сои в учхозе «Кубань». Почва опытного поля представлена чернозёмом выщелоченным малогумусным сверхмощным тяжелосуглинистым. Соя – важная белковая и масличная культура разнообразного использования. Возделывая сою, хозяйства получают два полноценных урожая: белка и растительного масла. Соя – однолетнее растение. Корневая система стержневая. Стебель крепкий, прямостоячий, сильно ветвится и образует куст высотой до 1,5 м. Соя – светлюбивое растение, может произрастать на разных почвах, кроме кислых, сильнозасоленных или заболоченных. Хороший же урожай она может дать только на высокоплодородных почвах, богатых органическим веществом, с нейтральной реакцией среды [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных элементов, необходимых для растений, является азот, основная часть которого находится в почве в виде сложных органических соединений и мало доступна для растений. В растение азот поступает в виде ионов аммония и нитрата. Использование растением той или иной формы азота зависит от ряда факторов (реакция среды, температура, влажность) [6].

Аммонийный азот содержится преимущественно в верхних слоях почвы, слабо перемещается по профилю пахотного горизонта, так как хорошо удерживается почвенно-поглощающим комплексом, поэтому исключены его потери за счет вымывания. Из поглощенного состояния в результате обменных реакций он переходит в раствор и усваивается растениями. Нитратный азот в почве в основном находится в почвенном растворе. Его содержание в почве зависит от обеспеченности почвы органическим веществом, влажности почвы, температуры и реакции почвенного раствора.

Азот – основной биогенный элемент, запасы которого в почве ежегодно уменьшаются. Дефицит азота минеральных соединений может быть в значительной степени компенсирован биологическим путем за счет аккумуляции его азотфиксирующими микроорганизмами. Одним из источников пополнения азота в почве являются клубеньковые микроорганизмы. Способностью

фиксировать молекулярный азот обладают многие микроорганизмы. Из литературы известно, что наиболее значительное количество азота накапливается в почве благодаря жизнедеятельности клубеньковых бактерий бобовых растений [3].

Вступая в симбиоз с клубеньковыми бактериями, соя приобретает свойство ассимилировать молекулярный азот воздуха. В процессе азотфиксации микроорганизмы переводят молекулярный газообразный азот N_2 в аммонийную форму NH_4 , которая легко усваивается бактериями, а также растением, в ризосфере которого они обитают. Микробиологический азот в отличие от минерального усваивается растением на 100%.

Клубеньковые бактерии снабжают бобовые растения азотом, который фиксируют из воздуха. Растения поставляют бактериям продукты углеводного обмена и минеральные соли, необходимые для развития и роста. Установлено, что 40...70%, а в некоторых случаях 90% необходимого азота соя получает благодаря симбиотической азотфиксации. Способность штамма инициировать высокую активность симбиотической азотфиксации называется активностью штамма. Активность не является особым признаком клубеньковых бактерий и зависит от почвенно-климатических условий и определяется в значительной степени условиями питания растения-хозяина.

В полевых опытах по внесению биогумуса на опытные участки в учхозе «Кубань» наблюдалось заметное накопление минерального азота, несмотря на то, что прирост биомассы растений был максимален. Высокий уровень активности микроорганизмов-азотфиксаторов обусловил интенсивный приток азота из атмосферы в почву и, соответственно, положительный баланс минерального азота в почве, несмотря на его активный вынос растениями [4, 10]. Таким образом, опыты подтверждают, что, выращивая сою или другие бобовые культуры, можно сохранить естественное плодородие почвы.

На протяжении всей вегетации растения сои, выращенные с применением биогумуса, имели больший процент содержания азота, фосфора и калия в вегетативной части, чем на контрольном варианте, что положительно сказалось и на накоплении этих элементов в семенах.

Полевой опыт показал, что внесение органического удобрения в виде биогумуса способствует существенному повышению урожайности сои, стимулирует улучшение

качества получаемой продукции. На контрольном варианте урожайность составила 18,2 ц/га. Внесение биогумуса в дозе 15 т/га увеличило урожайность семян сои до 21,7 ц/га. Увеличилась питательная ценность сои. Содержание белка по вариантам опыта колеблется от 33,1 на контроле до 37,8 и 38,3% на вариантах с внесением биогумуса в дозах 15 и 20 т/га соответственно. При этом увеличилась масличность семян на всех вариантах с применением биогумуса по сравнению с контрольными образцами. Наилучшие показатели отмечены с внесением биогумуса 15 и 20 т/га, где содержание определяемого показателя составило 26,9 и 27,3% соответственно; на контрольном варианте – 23,2%.

Промышленное производство азотных удобрений – энергоемкий и дорогой процесс. Для получения высоких урожаев необходимо вносить большие нормы азота, что небезопасно с точки зрения охраны окружающей среды. Полевые опыты с внесением биогумуса под посевы сои подтвердили создание благоприятных условий для выработки биологического азота [5].

Даже однократное внесение биогумуса улучшает свойства почв и стабилизирует экологическую ситуацию мелиорируемого участка. Это подтверждается экологической оценкой применения биогумуса по результатам полевого опыта. Минимум содержания обменного аммония в почве отмечен на контрольном варианте – 1,6 мг/кг; максимум – 3,9 мг/кг при внесении 20 т/га биогумуса. Увеличение подвижных фосфатов в почве произошло по всем вариантам, больше всего фосфатов (177,5 мг/кг) отмечено на участке, где применялись самые высокие дозы биогумуса. По содержанию обменного калия наиболее выраженным было действие биогумуса в дозах 15 и 20 т/га. На этих вариантах содержание обменного калия составило 34,4 мг/кг.

Биогумус содержит в хорошо сбалансированной и легкоусвояемой форме все необходимые для питания растений вещества. Среднее содержание сухой органической массы в биогумусе составляет 50%, а гумуса – 18%; реакция среды, благоприятная для растений и микроорганизмов, – рН 6,8...7. Кроме того, в биогумусе представлены практически все необходимые микроэлементы и биологически активные вещества, среди которых ферменты, витамины, гормоны, ауксины, гетероауксины и др. [7].

Содержащееся в биогумусе органическое вещество в значительном количестве представлено гуминовыми кислотами (31,7...41,2%) и фульвокислотами (22,3...34,8%).

Среди гуминовых кислот преобладает наиболее ценная фракция – гуматы кальция (43,3...47,6%). Наличие в вермикомпосте фульватногуматного типа гумуса ($C_{гк}:C_{фкт} = 1,18...1,42$) способствует формированию агрономически ценной структуры почвы. Элементы питания, находящиеся в биогумусе, взаимодействуя с минеральными компонентами почвы, образуют сложные комплексные соединения. Поэтому они надежно сохраняются от вымывания, медленно растворяются в воде, обеспечивая питание растений в течение длительного времени (не менее 2...3 лет). В 1 т биогумуса содержится в среднем 45 кг питательных элементов (NPK). Биогумус по своей питательной ценности может превосходить органические удобрения.

Процесс вермикомпостирования влияет на снижение количества тяжелых металлов в биогумусе и позволяет снизить риск загрязнения ими земель сельскохозяйственного использования. Биогумус играет немаловажную роль и в процессах рекультивации почв, загрязненных пестицидами. Это особенно важно для почв, утративших способность к самоочищению из-за сильного загрязнения пестицидами и другими веществами. Биогумус позволяет таким образом вернуть сельскому хозяйству участки, непригодные для использования из-за сильного загрязнения [3].

Внесение большого количества биогумуса способствует резкой активизации почвенной микрофлоры, что является показателем ее высокой биологической активности. Очень важная роль в создании почвенного плодородия принадлежит актиномицетам, количество которых возросло в почве в 2–3 раза.

Заключение

Современное сельское хозяйство с его индустриальными технологиями, крупномасштабными работами по химизации и мелиорации земледелия отрицательно воздействует на окружающую среду в целом и на почву в частности. Необходим поиск технологий, предупреждающих отрицательные экологические последствия интенсификации сельского хозяйства. Эта проблема может быть решена путем биологизации земледелия, одним из элементов

которой является применение биогумуса – продукта деятельности дождевых червей (вермикюльтуры).

Разработанная биотехнология позволяет комплексно утилизировать отходы спиртового производства и животноводческие твердые стоки. Экологическая привлекательность биотехнологии – безотходная утилизация животноводческих и спиртовых стоков; сохранение окружающей среды; снижение отрицательных воздействий на атмосферный воздух; уменьшение загрязнения грунтовых вод.

Список литературы

1. Доклад о состоянии природопользования и об охране окружающей среды Краснодарского края в 2014 году. Министерство природных ресурсов Краснодарского края, Краснодар, 2015; <http://www.mprkk.ru/ob-okruzhayuschej-srede>.
2. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е., Куртнезирев А.Н. Повышение эффективности орошения в составе инвестиционного проекта адаптированной земельно-охранной системы // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 52. – С. 206–211.
3. Сафронова Т.И., Хаджиди А.Е., Холод Е.В. Обоснование метода управления агресурсным потенциалом агроландшафтов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2–1; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=21067>.
4. Сафронова Т.И., Григулецкий В.Г., Степанов В.И. Математическая модель освоения климатических ресурсов на рисовых оросительных системах // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1–7. – С. 1150–1154.
5. Сафронова Т.И., Математическое моделирование в задачах агрофизики: учеб. пособие / Т.И. Сафронова, В.И. Степанов – Краснодар: КубГАУ, 2012. – 183 с.
6. Сафронова Т.И. Методы и технические средства по охране окружающей среды / Т.И. Сафронова, О.Г. Дегтярева, Г.В. Дегтярев // Научный журнал КубГАУ. – 2005. – № 9 (01). – 7 с. <http://ej.kubagro.ru>.
7. Сафронова Т.И. Предупреждение загрязнения подземных вод стоками животноводческих комплексов // сб. науч. тр. РАСХН, СКНИИЖ. – Краснодар, 2006. – С. 44–47.
8. Сафронова Т.И. Мониторинг почвенно-мелиоративного состояния земель дельты реки Кубань. / Т.И. Сафронова, И.А. Приходько // Научный журнал КубГАУ. – 2006. – № 01(17). – 8 с. – <http://ej.kubagro.ru>.
9. Сафронова Т.И. Математическая модель экологической ситуации на рисовой оросительной системе / Т.И. Сафронова, Л.М. Рекс, В.М. Умывакин, И.А. Приходько // Научный журнал КубГАУ. – 2008. – № 44(10). – 17 с. – <http://ej.kubagro.ru>.
10. Способ утилизации свиноводческих отходов. А. с. 2402493 РФ от 31.03.2009 / Кузнецов Е.В., Полторац Я.А., Хаджиди А.Е.