

КОМПОСТИРОВАНИЕ ОСАДКА ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

С.Д. Карякина, к.с.-х.н., М.С. Матюхин, РГАТУ, В.А. Касатиков, д.с.-х.н., ВНИИОУ, А.В. Карякин, МУП «Экологозащита»

Представлены результаты исследований по изучению агро- и микробиологических процессов, протекающих в компостной смеси на основе осадка сточных вод при использовании биопрепаратов.

Ключевые слова: компостирование, осадок сточных вод, микробиология, биопрепарат.

Внесение осадка городских сточных вод (ОСВ) в почву – один из основных путей решения проблемы его утилизации. Почва при этом обогащается питательными макро – и микроэлементами и органическим веществом. Однако ОСВ представляет собой пастообразную массу, которая при высыхании приобретает глыбистую, комковатую структуру, затрудняя равномерное внесение в почву с помощью серийных технических средств.

Одним из традиционных способов, позволяющих улучшить технологические, физические и физико-химические свойства ОСВ и сделать его наиболее приемлемым для использования в качестве удобрения, является компостирование. На практике часто применяют компостирование ОСВ с торфом, соломой, древесными отходами [1-4, 7]. При этом возникает необходимость в интенсификации процесса компостирования и дополнительного обеззараживания путем использования биопрепаратов, для получения продукта, соответствующего нормативным требованиям [5, 6, 8, 9].

Изучение возможности использования биологических препаратов направленного действия при компостировании ОСВ, разработка оптимальных технологий применения полученных нетрадиционных удобрений должны сопровождаться комплексными агробиологическими и экологическими исследованиями, которые позволят оценить их влияние на продуктивность агроценоза, качество и безопасность растениеводческой продукции, агробиологические и экологические свойства почвы.

Цель наших исследований – оценить эффективность использования микробиологических препаратов с комплексом лигнинсодержащих микроорганизмов-деструкторов и овицидных препаратов биологического ингибирования для повышения интенсивности компостирования в условиях низких температур Нечерноземной зоны, дополнительной дегельминтизации и получения высококачественного компоста из смеси осадка городских сточных вод и опилок хвойных пород.

Объекты исследования – компостные смеси, обработанные для ускорения ферментативных процессов деструктором органических веществ BIOFORCE Compost, производимым Baxel Co., Ltd. 240/26-27 Moo 2, Suksawat Road, Rajaburana, Bangkok, 10140, Thailand по заказу Bionick Company, г. Москва. Для дополнительной дегельминтизации ОСВ применяли овицидный препарат биологического ингибирования БИНГСТИ, производимый ООО «Пуролат – Трейд», г. Ростов-на-Дону.

В задачи изучения входили агрохимические, микробиологические и санитарно-гигиенические исследования исходной компостной смеси в процессе ее компостирования.

Методика. Исследования по компостированию осадка сточных вод проводили на открытой площадке городских очистных сооружений МУП «Новомичуринский водоканал» г. Новомичуринска Рязанской области и на кафедре лесного хозяйства, экологии и селекции растений РГАТУ в 2014-2016 г.

Для компостирования использовали аэробно-стабилизированный обезвоженный осадок сточных вод влажностью 83 %, который смешивали с сосновыми опилками влажностью 24 % в соотношении 1: 0,5 по массе на сухое вещество [7]. Схема опыта: вариант 1 – компостная смесь без обработки; вариант 2 – компостная смесь, обработанная биологическими препаратами; вариант 3 – исходный осадок сточных вод.

Обработку компостной смеси (смесь ОСВ с опилками) BIOFORCE Compost проводили при закладке опытных буртов в соответствии с рекомендациями производителя из расчета 100 г препарата на 1 т осадка сточных вод при разведении водой препарата в соотношении 1:10. Расход рабочей жидкости – 20 л на 1 т ОСВ.

Овицидный препарат биологического ингибирования БИНГСТИ применяли в разведении 1: 400 по истечении 5 мес в мезофильную стадию компостирования.

Опытные бурты закладывали размером 6 x 5 x 2,5 м, имели трапециевидную форму. Объем компостной массы в каждом бурте – 37,5 м³ (30 т). Технологические операции в процессе компостирования были направлены на активную аэрацию всего объема компостной смеси и заключались в двукратном перемешивании в период протекания термофильной стадии компостирования. Длительность компостирования – 203 сут (ноябрь-май), из которых 80 сут – период с температурой окружающей среды ниже 0 °С.

Для определения активности протекания микробиологических процессов внутри буртов закладывали пробные площадки размером 30 x 30 см на высоте 1 м, в которых проводили измерение температуры и отбор точечных проб компостной массы на глубине 50 см. Пробы отбирали на 14-, 105-, 203-ые сут компостирования. В них определяли: рН_{сол.}, N_{общ.}, P₂O₅_{общ.}, K₂O_{общ.}, зольность; микробиологические, санитарно-бактериологические, санитарно-паразитологические показатели почвы общепринятыми методами.

Результаты и их обсуждение. Проведенные агрохимические исследования осадка сточных вод, используемого для компостирования, показали, что по содержанию питательных веществ он соответствует требованиям, предъявляемым к удобрениям на основе ОСВ [6], почвогрунтам на основе ОСВ для биологической рекультивации [7]. Наряду с низким содержанием тяжелых металлов и высокими агрохимическими показателями в осадке (содержание органического вещества 47 %, общего азота 3,63, общего калия 0,29, общего фосфора 2,92 %, нейтральной реакцией среды – рН 7,5) повышенные значения индексов БГКП (10⁵) и энтерококков (10⁶), наличие жизнеспособных яиц и личинок

гельминтов свидетельствуют о его биологическом загрязнении и необходимости проведения дополнительных мероприятий по обеззараживанию.

Наблюдения за температурным режимом в исходном бурте и в бурте, обработанном BIOFORCE Compost и БИНГСТИ, на протяжении всего периода компостирования в осеннее – зимний период не выявили существенных отличий в значениях температуры. Термофильный период в обоих опытных вариантах был выражен слабо. Максимальная температура компостной массы в контрольном варианте (без обработки) на 59-ые сут составила 34 °С, в опытном варианте (с обработкой) 31 °С. Таким образом требуемая «пастеризационная» температура в 60 °С не была достигнута [8].

При этом максимальная разница температур компостной массы и окружающей среды наблюдалась на контроле на 45-ые сут и составила 42 °С. В варианте с обработкой BIOFORCE Compost данный показатель не превысил 36 °С.

При стабилизации температуры атмосферного воздуха выше 0°С, после 118 сут компостирования, биотермические процессы в экспериментальных буртах зависели от колебаний температуры окружающей среды.

Традиционным показателем развития микробиологических процессов в компосте, указывающим на степень его зрелости и готовность к внесению в почву, является численность основных физиологических агрономически ценных групп аэробных гетеротрофных микроорганизмов, участвующих в трансформации органических веществ.

Исследования показали, что обработка биологическим препаратом BIOFORCE Compost способствует усилению развития аммонификаторов, микроорганизмов, требующих для своего развития доступных форм минерального азота, грибов, целлюлозоразрушающих микроорганизмов.

В начале термофильной стадии в опытных буртах наблюдалась более выраженная минерализация органического вещества. Индекс минерализации на 14-ые сут в обработанном варианте был выше, чем на контроле на 11 %. В этот же период в обработанном компосте численность аммонификаторов превышала контрольное значение на 58 %, к 104 сут – на 31, в конце процесса компостирования – на 21 %. В исходном осадке сточных вод, выдерживаемом на иловой площадке, данный показатель в конце эксперимента был ниже контрольного значения на 47 %, а опытного – на 78 %. Численность микроорганизмов на КАА в опытном варианте превысила контрольное значение в начале термофильной стадии на 74 %, к 104 сут – на 31, в конце компостирования – на 8 %. Разница с исходным осадком на контроле составила 62 %, в опыте – 74 %.

Среди микроорганизмов на КАА в опытном обработанном варианте доля актиномицетов в начале компостирования составила 9 %, увеличившись в дальнейшем до 35 %. Этот же показатель в контрольном бурте изменился с 6,5 до 19 %. Численность целлюлозоразрушающих грибов на среде Чапека варьировала на протяжении всего периода наблюдений. На 14-ые сут она превысила контроль на 57%.

Активизация микробиологических процессов под влиянием BIOFORCE Compost способствовала образованию доступных для растений форм питательных веществ, о чем свидетельствуют результаты агрохимических исследований образцов компоста (рис.). Содержа-

ние общего азота в готовом обработанном компосте было выше контрольного на 37 %, фосфора – на 54, органического вещества (в пересчете на углерод) – на 15 %. При этом состав гумуса характеризовался большим содержанием гуминовых кислот (0,61 %) по сравнению с контролем (0,37 %).

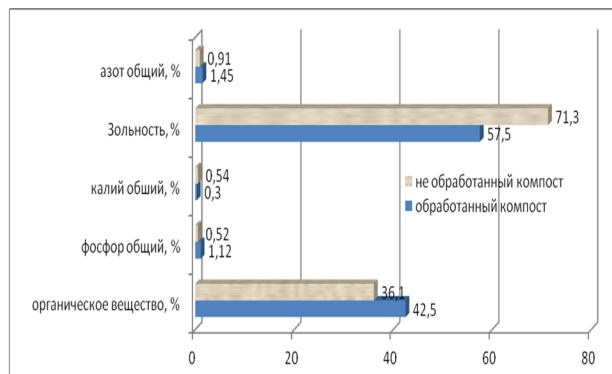


Рис. Агрохимические показатели компоста по вариантам опыта

Аэробное компостирование ОСВ в течение 203 сут, проведенное в условиях низких температур окружающей среды не обеспечивало полной дезинфекции конечного продукта, как в контрольном варианте, так и при обработке осадка сточных вод микробиологическим деструктором BIOFORCE Compost.

На 203 сут компостирования в обоих вариантах компостной смеси обнаружены колиформные бактерии и энтерококки в количествах, превышающих допустимые значения. Паразитологические показатели компоста были в норме за счет применения овицидного препарата.

Дальнейшее дозревание компоста в буртах на площадке в течение полугода обеспечило полное отсутствие бактерий группы кишечной палочки и снижение содержания энтерококков до значений, предъявляемых к ОСВ и почвогрунтам, используемым при биологической рекультивации нарушенных земель [7].

Экономическая оценка производства компостов с применением биопрепаратов свидетельствует о двукратном увеличении себестоимости продукции в сравнении с традиционной технологией.

Выводы. 1. Использование микробиологического препарата BIOFORCE Compost для компостирования осадка сточных вод городских очистных сооружений в условиях низких температур окружающей среды:

способствует усилению микробиологических процессов, в том числе минерализации органического вещества на 11 %;

способствует увеличению в готовом компосте количества доступных для растений форм питательных веществ, в том числе азота на 37 %, фосфора – на 54, органического вещества (в пересчете на углерод) – на 15 %;

не обеспечивает «пастеризационной» температуры в бурте (60 °С);

гибель патогенной микрофлоры достигается при увеличении срока выдерживания компоста на площадке до 1 года и более.

2. Использование овицидного препарата биологического ингибирования БИНГСТИ (производитель ООО «Пуролат – Трейд», г. Ростов-на-Дону) в период мезофильной стадии компостирования ОСВ в условиях низких температур окружающей среды позволяет достичь полной дегельментизации конечного продукта.

3. Применение биопрепаратов BIOFORCE Compost и БИНГСТИ при компостировании осадка сточных вод увеличивает себестоимость конечного продукта в 2 раза.

Литература

1. *Агроэкологическая оценка воздействия обогащенных микробиологическими деструкторами компостов на основе ОСВ на дерново-подзолистую супесчаную почву Владимирской Мещеры*. Рауэлиари-вуни А.С.// Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук. - М., 2013. - 26 с. 2. *Агроэкологическая эффективность аэробного компостирования осадков сточных вод при производстве органических удобрений*. С.Д. Карякина., А.В. Карякин., В.А. Касатиков// Проблемы агрохимии и экологии. - 2014. - № 3. - С14-18. 3. В.А. Касатиков, Н.П. Шабардина. Влияние компостирования осадков сточных вод на агроэкологические свойства удобрений, почвы и растений. Материалы международной научно-практической конференции «Управление продукционным процессом в агротехнологиях 21 века: реальность и перспективы» 15-16 июля 2010 г.- Белгород. - С. 57-60. 4. В.А. Касатиков. Агротехнологические и экологические аспекты компостирования осадков сточных вод.// Сборник докладов форума научно-технического сотрудничества Китая и СНГ, 2006. - С. 272-273. 5. ГОСТ Р 54534-2011 Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Требования при использовании для рекультивации нарушенных земель. 6. ГОСТ Р 54651-2011 Удобрения органические на основе осадков сточных вод. Технические условия. 7. Правкина С.Д., Карякин А.В., Левин В.И., Хабарова Т.В. Способ получения органоминерального удобрения из осадков сточных вод с помощью компостирования. Пат. 2489414 Российская Федерация. 8. СанПиН 2.1.7.573-96. Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения. 9. СП 1.2.1170-02. Санитарные правила. Гигиенические требования к безопасности агрохимикатов.

COMPOSTING OF URBAN SEWAGE SLUDGE WITH BIOLOGICAL PREPARATIONS

S.D. Karyakina¹, M.S. Matyukhin¹, V.A. Kasatikov², A.V. Karyakin³

¹Solov'ev State Aviation Technical University,

ul. Pushkina 53, Rybinsk, Yaroslavl oblast, 152934 Russia, E-mail: pravkina@yandex.ru.; matmax@yandex.ru

²All-Russian Research Institute of Organic Fertilizers and Peat, Vyatkinsko, Sudogda district, Vladimir oblast, 601390 Russia, E-mail: kasv47@yandex.ru

⁴MUP Ecoprotection, ul. Poletaeva 29A, Ryazan', 390035 Russia. E-mail: karyakin90@mail.ru

Results of studying the agrobiological and microbiological processes occurring in compost mixture of sewage sludge with biological preparations are presented.

Keywords: composting, sewage sludge, microbiology, biological preparation.

УДК 631.416

ВАЛОВОЕ СОДЕРЖАНИЕ БИОФИЛЬНЫХ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

В.Г. Мамонтов, д.б.н., РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,
О.Б. Рогова, к.б.н., Почвенный институт им.В.В. Докучаева,
А.И. Филатова, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева

РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, Тимирязевская улица, д.49,
Почвенный институт им.В.В. Докучаева, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д.,7 стр.2;
e-mail: filatovaai@mail.ru

Установлено, что урбаноземы существенно отличаются от зональной дерново-подзолистой почвы валовым содержанием и распределением по профилю биогенных макроэлементов. По сравнению с дерново-подзолистой почвой в гумусовых горизонтах урбаноземов выше валовое содержание: S – в 1,1-2,1 раза, P – в 1,4-2,4, Ca – в 2,3-5,9, Mg часто в 1,2-1,8 раза. В верхней полуметровой толще урбаноземы содержат больше валовых: Ca в 2,3-7,5 раза, P в 3-4,7, S в 1,1-1,8, Mg в 1,2 раза, также в урбаноземах уже соотношение K : (Ca + Mg), шире соотношения Ca : Mg и P : S.

Ключевые слова: городские почвы, урбаноземы, химические элементы, биогенные элементы, макроэлементы.

Почвенный покров – важная составная часть урбанизированных территорий. Он не только служит основой и вмещает для городской инфраструктуры, но и выполняет многочисленные экологические функции, в том числе обеспечивает жизнедеятельность зеленых насаждений, являясь для них опорой, источником влаги и питательных веществ и определяет экологическую обстановку в мегаполисе в целом [6, 7, 9]. В процессе роста и развития растения в обязательном порядке усваивают различные химические элементы, выполняющие в них разнообразные физиологические функции. В

растениях обнаружено более 70 химических элементов, 20 из которых относятся к числу необходимых элементов питания и являются важнейшими биогенными элементами [1]. Поэтому для нормального функционирования зеленых растений требуется определенный пищевой режим, т.е. достаточное и сбалансированное содержание в почве питательных веществ.

Естественные фитоценозы в ходе длительной эволюции адаптировались к определенным почвенным условиям, что нельзя сказать о городских экосистемах, которые, за исключением природоохранных зон и заповедных территорий, в большинстве случаев сформированы человеком и представляют собой искусственные образования. При этом свойства городских почв могут не соответствовать требованиям произрастающих на них растений. Неоднократно отмечалось, что городские почвы характеризуются повышенным содержанием подвижных форм азота, фосфора и калия, количество которых нередко превышает оптимальные значения [4, 6].

Избыток и недостаток тех или иных элементов могут негативно повлиять на химический состав растений. В частности, в газонной траве отмечают большой избыток железа и кальция, иногда марганца и фосфора и неблагоприятные соотношения Ca : P [8].