

УДК 504.054 : 504.54.056 : 631.453 : 631.461

ТЕНДЕНЦИИ ИЗУЧЕНИЯ СОСТОЯНИЯ МИКРОБИОМА В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ НА ПОЛИГОНАХ ТЕХНОГЕННЫХ СВАЛОК

Бодякшина М.А., аспирант 1-го года кафедры микробиологии и иммунологии

Научный руководитель – Козлов А.В., докт. биол. наук, доцент, заведующий кафедрой микробиологии и иммунологии

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия (127434, Москва, ул. Тимирязевская, 49), e-mail: a.kozlov @rgau-msha.ru

В работе дается краткий обзор классических и современных представлений в научном и нормативно-правовом поле о полигонах депонирования отходов твердых коммунальных (бытовых) отходов, об особенностях их существования в городской среде и об изучении химических и микробиологических свойств почвоподобных грунтов, формирующихся на данных объектах. Раскрываются современные тенденции и закономерности функционирования почвообитающего микробиома в условиях существования депонирующих различные отходы техногенных почвогрунтах.

Ключевые слова: микробиом грунтов, состояние почвообитающих микроорганизмов, полигоны депонирования, твердые коммунальные (бытовые) отходы.

MICROBIOME TRENDS IN SOIL COVER AT LANDFILLS OF MAN-MADE LANDFILLS

Bodyakshina M.A., graduate student (1st year) of the Microbiology and Immunology Department

Supervisor – Kozlov A.V., Dr. Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Microbiology and Immunology Department

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia (127434, Moscow, the Timiryazevskaya street, 49), e-mail: a.kozlov @rgau-msha.ru

The work provides a brief overview of classical and modern ideas in scientific and regulatory field about landfills for depositing solid municipal (household) waste, about features of their existence in urban environment and about study of chemical and microbiological properties of soil-like soils formed at these objects. The current trends and regularities of functioning of the soil microbiome in conditions of existence of technogenic soils depositing various wastes are revealed.

Key words: soil microbiome, condition of soil microorganisms, deposit polygons, solid municipal (household) waste.

Введение

В современном мире при повышенных темпах урбанизации увеличивается объем образования отходов производства и потребления, в том числе твердых коммунальных отходов. В соответствии с действующим природоохранным законодательством отходами производства и потребления являются вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначе-

ны для удаления или подлежат удалению [1]. Большая русская энциклопедия дает отличное определение, в котором отходы трактуются как остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или в процессе потребления, а также товары (продукция), утратившие свои основные потребительские свойства [2].

Аналитическая часть

В соответствии с действующим природоохранным законодательством отходы делят на 5 классов опасности – от чрезвычайно опасных отходов (I класс), при воздействии которых нарушается экосистема и отсутствует период ее восстановления до практически неопасных отходов (V класс), под влиянием которых экологическая система практически не нарушается [1].

Увеличение объема производственных ресурсов при недостаточном правовом регулировании природоохранного законодательства в области обращения с отходами производства и потребления в XX в. и начале XXI в. привели к образованию большого количества несанкционированных свалок на территории Российской Федерации. Так, до реализации «Мусорной реформы» в 2019 году большая часть твердых коммунальных отходов вывозилась на полигоны, несоответствующие требованиям санитарно-эпидемиологических и природоохранных норм.

Грунты несанкционированных свалок, строительных отходов и полигонов называют техногенными грунтами или почвенно-техногенными смесями. Это естественные почвы, существенно измененные и перемещенные в результате производственной и хозяйственной деятельности человека [3].

Отходы производства и потребления могут оказывать как механическое (захламление), так и геохимическое воздействие в результате разложения и вымывания токсичных веществ, являющихся серьезной причиной загрязнения природных компонентов окружающей среды на прилегающей территории. Наличие большого количества мусора и бытовых отходов на поверхности почвы снижает ее биопродуктивность [4].

Для здоровья населения крайне важно отсутствие патогенных микроорганизмов в окружающей среде. Это напрямую влияет на санитарно-эпидемиологическое состояние территории. Однако заражение популяций может происходить не только из почвы, но и из воздуха и воды. Свалки отходов и нелегализованные свалки являются причиной повсеместной утраты биоразнообразия как высших, так и низших организмов. В то же время загрязнение химическими и биологическими компонентами может привести к заражению чужеродными почвенными микроорганизмами и появлению патогенных видов. Эти процессы наиболее опасны для прилегаю-

щих территорий, куда патогенная микрофлора попадает с поверхностным стоком и воздухом [4, 5].

В первую очередь несанкционированное размещение отходов производства и потребления влияет на почвенный покров. Почвы наименее подвижны, слабо самоочищаются и обладают высокой адсорбционной способностью [6]. Микроорганизмы первыми реагируют на все изменения в почве поскольку являются чувствительными индикаторами качества почвенной среды. Неблагоприятное воздействие на почвенные микробные сообщества приводит к утрате наиболее чувствительных связей, нарушению естественного баланса между отдельными группами почвенных микробов. Это, в свою очередь, изменяет интенсивность отдельных стадий круговорота биогенных элементов, вызывая деградацию почв, минерализацию гумуса, нарушение экологической функции и плодородия почв [7].

Для экологической оценки состояния почв используются различные химические, физические и биологические индикаторы. Последний наиболее точно отражает информацию об экологическом состоянии исследуемого объекта. Отмечая слабую изученность биологических показателей почв для экологической оценки состояния почв научные сотрудники кафедры микробиологии и иммунологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева исследовали биологическую активность почв и почвогрунтов на полигонах и свалках Московской области по интенсивности «дыхания» и целлюлозоразрушающей способности. Разложение целлюлозы (природного волокна льна) в почве осуществляют грибы, микобактерии, актиномицеты, а также множество представителей аэробных и анаэробных бактерий. Важную эколого-токсикологическую роль ингибитора в этом процессе играют тяжелые металлы. В условиях повышенного загрязнения интенсивность процесса разложения сильно снижается, что отрицательно сказывается на процессах микробиологической деструкции и делает невозможным получение растений, содержащих экологически приемлемого в качестве пищевого и энергетического сырья [8].

Также по результатам микробиологических исследований свалочных новообразований рекультивированных свалок научными сотрудниками Пермского государственного технического университета были сделаны выводы о том, что для обоснования возможности и направлений хозяйственного использования рекультивированных свалок и полигонов микробиологическая диагностика состояния отходов позволит оценить завершенность процессов биодеструкции и формирования свалочных новообразований, которые соответствовали бы дерново-подзолистым почвам или урбаноземам по оптимальному уровню микробиологических показателей [9].

В результате проводимых микробиологических исследований объектов обращения с твердыми коммунальными отходами были установлены закономерности и принципы функцио-

нирования микробиологического сообщества как самостоятельной системы, способной изменять в процессе своей жизнедеятельности условия среды. Доказана применимость универсальной концепции множественности экологических стратегий жизни природных популяций микроорганизмов почвы, соответствующих различным типам отбора, для микроорганизмов, осуществляющих свою жизнедеятельность в условиях полигона. Выявлены микроорганизмы, осуществляющие биodeградацию органических веществ на начальном этапе функционирования полигонов: в поверхностном слое от 2 до 50 см в аэробных условиях – неспорозные бактерии и микроскопические грибы; по мере уплотнения отходов и смены аэробного режима на анаэробный на глубине от 0,5 до 5 м – анаэробные формы и актиномицеты. Определены условно-патогенные и патогенные виды микроорганизмов в депонированных отходах, снеговом покрове и поверхностных водоисточниках и в зоне влияния полигона [10].

Также на основании экспериментальных исследований на модельных биореакторах в аэробных и анаэробных условиях выявлены и количественно определены основные экологические факторы, действующие на полигонах (температура, влажность, рН, Нг, наличие биохимических ингибиторов), и установлена роль микроорганизмов в процессе биодеструкции и трансформации органических веществ. Разработана методология микробиологической диагностики экологического и санитарно-эпидемиологического состояния полигонов депонирования твердых коммунальных (ранее – бытовых) отходов для решения задач по минимизации их воздействия на окружающую среду в период эксплуатации и проведения рекультивационных работ [11].

Заключение

Изучая научные труды, связанные с исследованиями микробиома почв и смеси почв и техногенных грунтов на объектах накопленного вреда, несанкционированных свалок и полигонов можно сделать вывод что данное направление исследования является одним из приоритетных, в том числе для определения возможности рационального использования образованного почвенного покрова после рекультивации свалки, а также для оценки воздействия полигонов отходов во время их эксплуатации.

Список литературы:

1. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления», № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. (в последней редакции Федерального закона № 280-ФЗ от 14.07.2022 г.)
2. Олейник А.П. География: большой справочник. М., 2014. 153 с.
3. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация. - М.: МНТКС, 2005. 20 с.

4. Ковалева Г.В., Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Назаркина А.В., Майорова Л.П., Матвеев Т.И., Семаль В.А., Морозова Г.Ю. Почвы и техногенные поверхностные образования в городских ландшафтах: монография /– Владивосток: Изд-во Дальнаука, 2012. 159 с.
5. Викторова М.А. Грунты несанкционированных строительных отвалов и свалок (на примере территории г. Москвы): автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Москва, 2007. 25 с.
6. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. М.: Издательство ОНИКС, 2007. 336 с.
7. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере / Под ред. Г.В. Добровольского. М.: ГЕОС, 1999. 278 с.
8. Мосина Л.В., Жандарова Ю.А., Бекк В.В. Биологическая активность почвогрунтов полигона «Саларьево» // Научно-исследовательские публикации. 2015. № 10 (30). С. 11-19.
9. Зайцева Т.А. Закономерности изменения микробиоценозов на полигонах депонирования твердых бытовых отходов в процессе деструкции органических веществ: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Пермь, 2006. 34 с.
10. Рудакова Л.В., Белик Е.С., Слюсарь Н.Н. Микробиологическая оценка свалочных новообразований на рекультивированных свалках твердых бытовых отходов // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. №13. С. 230-234.
11. Раскатов В.А., Степанова Л.П., Яковлева Е.В., Писарева А.В. Экологическое состояние почвенного покрова ландшафтов различного функционального использования (на примере г. Москвы) // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 5. С. 5-18.