

П. В. Садовников, М. В. Куркина

**АКТУАЛЬНОСТЬ ИЗУЧЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ
ПОЧВОГРУНТОВ ВБЛИЗИ ПОЛИГОНОВ ТБО
(на примере Калининграда)**

Обозначена проблема утилизации твердых бытовых отходов и рассмотрены вопросы влияния свалок на состояние городской среды. Показана роль микрофлоры в процессе самоочищения почвы и представлены данные о состоянии почвенной микрофлоры Калининграда в зависимости от уровня загрязнения, а также намечены пути изучения микрофлоры почв вблизи полигона ТБО в поселке им. А. Космодемьянского в Калининграде.

© Садовников П. В., Куркина М. В., 2013

Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. 2013. Вып. 7. С. 21 – 26.



This paper addresses the problem of solid waste disposal and considers the impact of disposal sites on the urban environment. The author examines the role of microorganisms in the process of soil self-purification and provides data on the condition of the soil microflora in Kaliningrad according to the level of pollution, as well as the ways to study the soil microflora in the vicinity of the disposal site in the suburb of Alexander Kosmodemyanski in Kaliningrad.

Ключевые слова: урбозкосистемы, ТБО, почва, микрофлора.

Key words: urban ecosystems, solid waste, soil, microflora.

Одной из проблем современности является урбанизация, приводящая к росту и развитию городов. Увеличение численности населения и сосредоточение его в городах неизбежно приводит к накоплению и концентрации на городских территориях твердых бытовых отходов (ТБО), требующих своевременного их удаления от мест проживания людей и безопасной утилизации. Развитым европейским странам эту задачу удалось решить. Однако в России, где доля городского населения составляет 73 %, эта проблема остается актуальной, особенно в крупных городах [13].

В процессе утилизации отходов существуют определенные стадии: сортировка, транспортировка, переработка, обработка, складирование и обеспечение безопасного хранения. В настоящее время наиболее актуальны следующие виды утилизации бытового мусора [5]:

- устройство специально оборудованных свалок;
- компостирование мусора;
- утилизация на мусороперерабатывающих заводах, включая сжигание.

Следует отметить, что из всех современных технологий утилизации ТБО наиболее дешевой является депонирование их на специальных полигонах [8].

Полигон ТБО (созданный с учетом всех санитарных и инженерных предписаний) — это в первую очередь комплекс природоохранительных сооружений, предназначенный для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО, обеспечивающий защиту от загрязнения объектов биосферы, препятствующий распространению грызунов, насекомых и патогенных микроорганизмов [8].

В Российской Федерации, в том числе и в Калининградской области, как правило, большая часть отходов традиционно свозится на свалки. Это ведет к отчуждению свободных территорий в пригородных районах и ограничивает использование городских территорий для строительства жилых зданий. Также совместное захоронение различных видов отходов может вести к образованию опасных соединений и неуправляемой миграции их в окружающую среду. В результате вокруг полигонов формируются зоны многокомпонентного загрязнения почвы, атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, в частности высокотемпературным фильтратом (40–50 °С), образующимся на свалке при протекании экзотермических реакций [5].

Разогрев свалки под воздействием солнечного тепла и пожаров (в том числе и подземных), а также атмосферные осадки способствуют протеканию на полигонах ТБО неконтролируемых физико-химических и биохимических процессов.



мических процессов, продуктами которых являются многочисленные токсичные вещества в жидком, твердом и газообразном состоянии. Это представляет серьезную угрозу биосфере и нормальной жизнедеятельности человека. Во многих странах Европейского союза сжигание бытовых отходов запрещено, так как в процессе их горения в окружающую среду выделяются токсичные соединения — диоксины, фураны и др. Кроме того, содержащиеся в приземных слоях воздуха над полигонами ТБО пестициды, пыль, сажа загрязняют все близлежащие территории [5].

Органические вещества, входящие в состав ТБО, разлагаясь, образуют дурнопахнущие газы (индол, сероводород, метан) и жидкости, содержащие продукты неполного разложения органических соединений, многие из них ядовиты [2].

В списке загрязняющих веществ, попадающих с отходами в почву, отдельное место занимают тяжелые металлы [1]. Наиболее опасные ртуть, свинец, никель, кадмий, цинк, а также мышьяк, относящиеся к классу особо токсичных химических элементов. Загрязняя почву, они поглощаются растениями, а затем по пищевым цепям попадают в организмы животных и человека и, накапливаясь, оказывают на них токсичное воздействие. Тяжелые металлы могут проникать в организм через органы дыхания и пищеварения, так как в большинстве случаев они хорошо растворимы в воде, не подвержены биохимическому разложению и способны образовывать летучие и высокотоксичные металлоорганические соединения. Особенно опасны металлоорганические соединения (метилртуть, соединения свинца), а летучие металлы (ртуть, кадмий, мышьяк, сурьма, селен, литий) легко проникают в организм через органы дыхания [5]. Следует отметить, что количественное содержание тяжелых металлов в почвах полигонов ТБО подвержено сезонному изменению в достаточно широких пределах. Так, например, максимальный уровень превышения ПДК свинца наблюдается в осенний и весенний сезоны [10].

Опасность представляет не только химическое загрязнение природных сред вследствие деструкции ТБО, но и биологическое. Бытовые отходы — это благоприятная среда для размножения насекомых, грызунов, микроорганизмов (среди которых могут быть и патогенные). В биологически загрязненных почвах присутствуют возбудители инфекционных заболеваний, яйца глистов, яйца и куколки паразитирующих насекомых, а естественные процессы самоочищения резко ослаблены, что необходимо учитывать при размещении отходов на полигоне ТБО [2].

В Калининградской области из-за отсутствия условий экологически безопасного депонирования бытовых отходов актуальной является проблема утилизации и обезвреживания твердых бытовых и промышленных отходов. Ежегодно в области образуется порядка 600 тыс. тонн отходов, из которых около 10 тыс. — отходы 1–3-го класса опасности, 45 тыс. — 4-го класса опасности и более 500 тыс. — 5-го класса опасности. Из них используется только 8 % отходов, обезвреживается — 4 %, размещается для хранения на специализированных площадках — 1,5 %. Основная масса ТБО (более 86 %) утилизируется на полигонах и свалках муниципальных образований Калининградской области [11; 14]. В Калининграде существует один официальный полигон ТБО, распо-



ложенный вблизи поселка им. А. Космодемьянского. В области же в настоящее время завершено строительство и начата эксплуатация нового полигона ТБО для г. Советска, Неманского и Славского районов в пос. Барсуковка Неманского района. Вместе с тем техническая эксплуатация ряда свалок, их устройство не отвечают требованиям санитарного законодательства [7]. Нет сомнений, что система депонирования и переработки ТБО в области нуждается в срочной модернизации и увеличении контроля со стороны санитарных служб.

В связи с несоблюдением требований санитарно-эпидемиологических и экологических норм на окружающую среду и население оказывается высокая экологическая нагрузка, также существует сверхвысокая вероятность тяжелых воздействий и значительных экономических издержек при ликвидации этих последствий [3].

В первую очередь полигоны ТБО влияют на почвенный покров. Почва — наименее подвижная среда, обладающая слабыми функциями самоочищения и большой сорбционной емкостью. В итоге она проявляет себя как мощный и долговременный источник вторичного загрязнения [4]. Первыми на все изменения в почве реагируют микроорганизмы — чувствительные индикаторы качества почвенной среды. Негативные воздействия на микробное сообщество почвы приводят к выпадению наиболее чувствительных звеньев, нарушению естественного равновесия между отдельными группами почвенных микроорганизмов. В свою очередь, это меняет интенсивность отдельных стадий процесса круговорота биогенных элементов, что становится причиной деградации почв, минерализации гумуса, нарушения экологической функции почвы, плодородия [6].

В Калининградской области в настоящее время ведутся исследования микрофлоры почвогрунтов природных и урбанизированных экосистем, в результате которых было установлено, что суммарный показатель количественного содержания анализируемых групп микроорганизмов в среднем по зонам варьировал в значительных пределах. Максимальная концентрация микроорганизмов отмечена в относительно чистой зоне — $2,34 \cdot 10^7$ КОЕ/г почвы. В слабо загрязненной, умеренно загрязненной, загрязненной и грязной зонах этот показатель был почти в два раза ниже [9; 12]. В очень грязной зоне суммарное содержание микроорганизмов было минимальным — $6,05 \cdot 10^7$ КОЕ/г почвы, что в четыре раза ниже, чем в относительно чистой зоне. Из всех исследованных групп микроорганизмов в структурах микробсообществ городских почвогрунтов, независимо от их уровня загрязнения, доминируют актиномицеты. Их доля от суммарного содержания анализируемых групп микроорганизмов колеблется от 57 (грязная зона) до 96 (очень грязная зона). Широко представлены в структуре микробсообществ азотфиксирующие микроорганизмы рода *Azotobacter*, играющие важную роль в процессах самоочищения почвы. Наибольшее процентное содержание их отмечено в слабо загрязненной и грязной зонах — 33 и 36% соответственно. Остальные группы микроорганизмов в почвогрунтах Калининграда находятся в меньшем количестве и не являются преобладающими на изученных участках. Проведенные исследования также показали, что почвы, находящиеся в условиях более сильного антропогенного загрязнения (загрязненная, грязная и очень грязная зо-



ны), характеризуются более высокими количествами целлюлозоразрушающих микроорганизмов. Содержание аммонифицирующих микроорганизмов в почвах за пределами Калининграда (контроль) составляет около 6 млн на 1 г почвы. Количественные показатели данной группы микроорганизмов в почвах города во много (20–100) раз превышают их в контроле и меняются по зонам в среднем от 85 до 521 млн на 1 г.

Вместе с тем работы по изучению влияния свалок ТБО на микрофлору почвогрунтов Калининградской области не проводились. В то же время эти данные, на наш взгляд, имеют не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку являются важным сегментом в понимании того, как твердые бытовые отходы на свалках воздействуют на образование микроорганизменных комплексов, и необходимы для принятия решений с целью уменьшения возникающих угроз для природных экосистем и здоровья человека.

Начиная с 2012 г. на базе лаборатории микробиологии и биотехнологии Химико-биологического института Балтийского федерального университета им. И. Канта ведется работа по изучению влияния свалок ТБО в пос. им. А. Космодемьянского на микробный комплекс почвогрунтов прилегающей территории. Цель работы – дать эколого-микробиологическую характеристику почвогрунтов вблизи полигона ТБО. Для реализации цели планируется решить следующие задачи:

- определить физико-химические свойства почвы вблизи полигона ТБО (температура, влажность, рН) и содержание в ней тяжелых металлов;
- изучить качественный состав микрофлоры почвогрунтов;
- вычислить количественное содержание основных групп микроорганизмов (бактерий, микромицетов, актиномицетов, почвенных водорослей) в исследуемых образцах почвы;
- оценить структурное соотношение компонентов микрофлоры почвогрунтов;
- выделить микробные комплексы, участвующие в процессе самоочищения почвы, и группы микроорганизмов, устойчивые к загрязнению.

Начатые исследования являются частью работ, проводимых на кафедре биоэкологии и биоразнообразия по приоритетным научным направлениям Стратегии развития университета – «рациональное природопользование» и «технология развития урбанизированной среды», поддержанным Министерством образования и науки РФ по государственному заданию «Научно-методические основы разработки технологии устойчивого развития урбанизированной среды на основе изучения микрофлоры почвогрунтов в Калининградской области».

Список литературы

1. *Большаков В.А. и др.* Агротехногенное загрязнение почвенного покрова тяжелыми металлами: источники, масштабы, рекультивация. М., 1993.
2. *Вайсман Я.И.* Основные направления снижения экологической нагрузки на окружающую среду и население при почвенных методах обезвреживания твердых бытовых отходов // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. 2011. №2. С. 40–59.
3. *Вайсман Я.И.* Управление отходами. Полигоны захоронения твердых бытовых отходов. Пермь, 2007.



4. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. М., 2007.
5. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. Хранение, утилизация, переработка. М., 2002.
6. Добровольский Г.В. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. М., 1999.
7. Доклад об экологической обстановке в Калининградской области в 2012 году. URL: http://old.gov39.ru/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=3486 (дата обращения: 28.04.2013).
8. Зайцева Т.А. Полигон депонирования твердых бытовых отходов (ТБО) как антропогенная экологическая система // Научные исследования и инновации. 2010. Т. 4, №3. С. 35–43.
9. Куркина М.В., Дедков В.П., Климова Н.Б. и др. Новые данные о некоторых группах микроорганизмов в почвах города Калининграда // Вестник Российского государственного университета им. И. Канта. Калининград, 2009. Вып. 7. С. 90–98.
10. Намазова В.Н., Романова Е.М. Сезонная динамика миграции тяжелых металлов в почвах свалок и полигонов ТБО, расположенных на землях сельскохозяйственного назначения в Ульяновской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2008. №4 (20). С. 163–166.
11. О целевой Программе Калининградской области «Обращение с отходами производства и потребления в Калининградской области на 2012–2016 годы»: постановление Правительства Калининградской области от 19.03.2012 №149. URL: <http://base.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW044;n=46625> (дата обращения: 28.04.2013).
12. Садовников П.В. Микрофлора почвогрунтов зеленых зон города Калининграда с различным уровнем загрязнения // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012»: [Электронный ресурс]. М., 2012. URL: http://lomonosov-msu.ru/uploaded/800/dvd/structure_2_1690.htm
13. Чекалин В. С., Сергеева В. Г. Проблема утилизации твердых бытовых отходов в городах России и пути ее решения // Проблемы современной экономики. 2004. №3 (11). URL: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=507> (дата обращения: 26.07.2013).
14. Экологическая обстановка на территории Калининградской области: справка // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования: [сайт]. URL: www.rpn.gov (дата обращения: 28.04.2013).

Об авторах

Павел Валерьевич Садовников – асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: PSadovnikov@kantiana.ru

Марина Викторовна Куркина – канд. биол. наук, доц., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград.

E-mail: MKurkina@kantiana.ru

About the author

Pavel Sadovnikov, PhD student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: PSadovnikov@kantiana.ru

Dr Marina Kurkina – Ass. Prof., Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad.

E-mail: MKurkina@kantiana.ru