

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

© 2011 И.Д. Феоктистова, О.Н. Сахно, А.Г. Журавлева

Владимирский государственный университет

Поступила в редакцию 22.03.2011

С целью оценки экологического состояния почв г. Владимира исследованы их химические свойства и показатели биологической активности, отражающие баланс азота. Выявлены различия микробиологических показателей по чувствительности к загрязнению. Установлены корреляционные зависимости этих показателей.

Ключевые слова: *почвы урбанизированных территорий, загрязнение нефтепродуктами, биологическая активность*

Почвы городов выполняют разнообразные экологические функции, главными из которых являются: пригодность для произрастания зеленых насаждений, способность сорбировать в толще загрязняющие вещества и удерживать их от проникновения в почвенно-грунтовые воды и т.д. Однако в связи с повышенной антропогенной нагрузкой в городских условиях происходит процесс деградации почв, и нормальное их функционирование нарушается [1]. Одним из доминирующих видов техногенного воздействия в настоящее время является автомобильный транспорт. Повышение объема автотранспортных перевозок влечет увеличение строительства автозаправочных станций (АЗС), и, как следствие, возрастает количество поллютантов, поступающих в почвенный покров, при этом происходит загрязнение компонентами, не характерными для природных ландшафтов.

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами – совершенно особый вид загрязнения, который вызывает глубокое изменение практически всех основных характеристик почвы, а нередко формирует их новые свойства, поскольку по химическому составу нефть представляет собой смесь нескольких сотен индивидуальных веществ [2]. В настоящее время показано, что при оценке экологического состояния территорий городов изменение комплекса показателей биологической активности почв, загрязненных нефтепродуктами, и их самовосстанавливающая способность могут служить ранними диагностическими признаками, позволяющими заметить негативные изменения на начальных стадиях [3, 4]. Однако многие вопросы влияния нефтяного загрязнения на почвенный покров до сих пор

остаются нерешенными, при этом не существует и научно-обоснованных критериев допустимого содержания нефтепродуктов в почвах.

Цель настоящего исследования: изучение микробиологических характеристик городских почв, находящихся в зонах антропогенного воздействия автозаправочных станций, в промышленных зонах и районах, прилегающих к основным автотранспортным магистралям.

Известно, что микробные сообщества почв города сохраняют некоторые природные экологические ниши и в тоже время начинают осваивать возникшие новые микрзоны антропогенного характера. Это дает возможность изучать микробиоту городских почв с точки зрения выявления их роли в процессе формирования урботехноземов. В основу работы положены данные, полученные за период 2002-2009 г.

Задачи исследования: определение степени химического загрязнения трансформированных почв нефтепродуктами и изучение микробиологической активности почв по содержанию представителей рода *Azotobacter* и ферментативной активности уреазы.

Объекты и методы исследования. Объектами исследования служили почвы г. Владимира в местах расположения автозаправочных станций на магистральных потоках города и федеральной трассе Москва-Казань, а также территорий, находящихся под воздействием промышленных предприятий. В качестве контрольного опыта была использована огородная почва в экологически чистом районе. Анализировались верхние горизонты (1-ый слой – 0-10 см и 2-ой – 10-20 см). Отбор проб почвы проводился в соответствии с ГОСТом [5]. Загрязнение нефтепродуктами определяли по ПНДФ [6]; активную кислотность – методом потенциометрии на универсальном иономере «Электрон - 001». Исследование биологической активности городских почв проводилось по двум показателям: численность ин-

Феоктистова Ирина Дмитриевна, старший преподаватель кафедры экологии

Сахно Ольга Николаевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии. E-mail: sakhno_ON@mail.ru
Журавлева Антонина Геннадьевна, аспирантка

дикаторных бактерий рода *Azotobacter* (на безазотистой среде Эшби методом почвенных комочков [7]); активность фермента уреазы (экспресс-метод по Аристовской [8]). На основе полученных результатов создана база данных в программе Excel с последующим транспонированием.

Результаты и обсуждение. В рамках проведенных исследований было отобрано более 300 проб почвенных образцов. Исследуемые нами почвы в естественных условиях относятся к типу дерново-подзолистых, для которых обычно характерна кислая реакция почвенной среды, однако анализ показал, что в городской среде идет интенсивное подщелачивание почв, что объясняется оседанием известковой пыли и применением солевых растворов в зимнее время на магистральных трассах. Некоторые химические характеристики по активной кислотности, содержанию нефтепродуктов и количеству азотобактера приведены в таблице.

Таблица. Содержание нефтепродуктов и азотобактера в урбопочвах автозаправочных станций

№ пробы	Нефтепродукты, 10-20 см, мг/г	Кол-во колоний азотобактера, 10-20 см	pH, слой 10-20 см
1	0,038	49	7,36
2	0,21	40	7,59
3	0,22	48	7,60
4	0,35	48	7,55
5	0,71	48	7,32
6	1,07	39	7,89
7	1,60	44	7,83
8	1,55	45	7,90
9	1,18	38	6,64
10	1,16	50	7,83
11	2,78	48	7,26
12	3,51	47	7,97
13	4,78	50	7,46
Контроль	0,0022	2	6,00

Выявлена корреляционная зависимость массовой доли нефтепродуктов в разных слоях отобранных образцов. Показано, что верхний горизонт почвы отличается от нижнего более высокой щелочностью, что подтверждает техногенное загрязнение почв. Среднее значение pH составило в верхнем слое – 7,65; в нижнем слое – 7,46. Следствием повышенной активной кислотности является увеличение численности микроорганизмов *Azotobacter*, которые относятся к щелочеустойчивым. Прослеживалась следующая зависимость содержания азотобактера: наибольшее количество наблюдалось при слабом загрязнении почвы нефтепродуктами (до 1 мг/г); при среднем загрязнении (до 2-2,5 мг/г) значение содержания

азотобактера достигало своего минимума, а при повышенных содержаниях нефтепродуктов (более 2,5 мг/г) численность его опять начинала увеличиваться (табл.1).

Повышенное содержание азотобактера в почвах, загрязненных нефтепродуктами, может быть связано с увеличением количества легкодоступных органических веществ – продуктов разложения спиртов, органических кислот, аминокислот, что и стимулирует развитие азотобактера. Интенсификации азотфиксации способствует также слабощелочная реакция урбаноземов, поскольку нитрогеназа ингибируется кислородом и активизируется в нейтральной или слабощелочной среде. Поэтому почвенные микроорганизмы отвечают на нефтяное загрязнение «биологическим взрывом» – повышением валовой численности и активности.

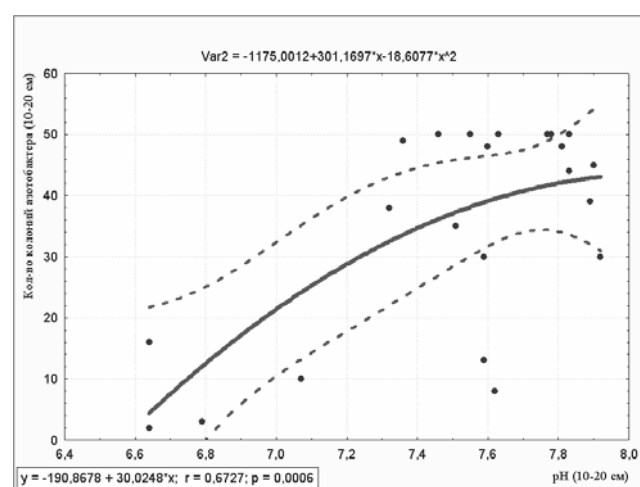


Рис.1. Зависимость количества колоний азотобактера от активной кислотности

Усиление азотфиксации в нефтезагрязненных почвах имеет большое значение для процесса биodeградации углеводов, так как для сохранения суммарных физиологических функций почвенной экосистемы необходимо обеспечение азотом увеличивающейся численности микроорганизмов. Лимитирующими факторами содержания в исследуемых почвах бактерий рода *Azotobacter* могут выступать физико-химические свойства почв и повышенное содержание токсичных элементов. На рис.1 показана корреляционная зависимость между активной кислотностью почвы и количеством колоний азотобактера. Очевидно, что количество колоний азотобактера увеличивается при подщелачивании среды, характерной для урбаноземов.

Активность уреазы в исследованных почвах была неодинакова: при слабом загрязнении почвы нефтепродуктами ее активность была минимальной, причем в некоторых случаях она оставалась неизменной в течение 9 часов; при среднем – скорость разложения мочевины была высокой, а при высоком загрязнении (более 2 мг/г) – происходило постепенное снижение активности уреазы (рис. 2). Оценка средних значений

уреазной активности осуществлялась медианным методом. Среднее время нарастания составило 1,7 часа. Быстрое нарастание активности уреазы и высокий уровень ее в загрязненных образцах свидетельствуют о высокой устойчивости этого фермента к ингибирующим факторам; следует полагать, что этот фермент играет большую роль в самоочищении таких почв.

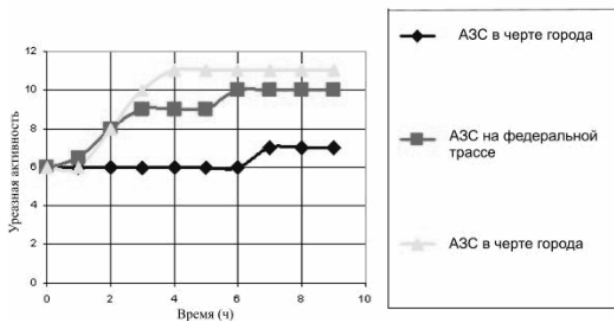


Рис. 2. Уреазная активность почв г. Владимира

Выводы: полученные нами данные позволяют говорить об изменениях функциональных (уреазная активность, активность азотобактера) характеристик микробных ценозов, о способности почв к самовосстановлению. Возможно, при определенных условиях загрязнения почв происходит перераспределение доминирования среди активно функционирующих в почве микроорганизмов, отбор устойчивых популяций азотобактера и установление нового динамического состояния. Состояние микробиоты характеризует общую почвенно-биохимическую обстановку, поэтому его показатели могут быть использованы на ранней стадии мониторинга окружающей среды. Полученные данные позволяют на основе уже имеющейся информации статистически достоверно выделять техногенные ареолы рассеивания, которые четко привязаны к промышленным источникам загрязнения, и, в конечном счете, дать адекватный прогноз экологических рисков и рисков для здоровья населения [10]. Проведенные исследования позволяют утверждать, что в настоящее время необходимо установить критерии

оценки по экологическому нормированию городских почв, одной из составляющих которого должно быть содержание нефтепродуктов. Особенно они необходимы для экосистем, для которых не разработаны предельно допустимые концентрации и другие санитарно-гигиенические нормативы.

Работа выполнена при поддержке АВЦП «РНПВШ» № 2.2.3.3/670.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Герасимова, М.И. Антропогенные почвы. Уч. пособие. Под ред. акад. РАН Г.В.Добровольского / М.И. Герасимова, М.Н. Строганова, Т.В. Можарова, Т.В. Прокофьева. – М., 2003. 268 с.
2. Скворцова, И.Н. Азотобактер в почвах г. Москвы / И.Н. Скворцова, М.Н. Строганова, Д.А. Николаева // Почвоведение. 1997. № 3. С. 384-391.
3. Исмаилов, Н.М. Микробиология и ферментативная активность нефтезагрязненных почв // Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем. М.: Наука, 1988. С. 42-57.
4. Севостьянов, А.В. Массовая оценка городских земель в составе работ по городскому кадастру. Учебно-методическое обеспечение курса профессионального обучения оценщиков земли и недвижимости. Вып. № 9. – М.: Государственный университет по землеустройству, 2001. 68 с.
5. ГОСТ «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». – М., стандартинформ, 2008. 7с.
6. ПНДФ 16.1.21-98 «Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв на анализаторе жидкости «Флюорат-02-2М»». – М., 1998. 13с.
7. Кузцова, Р.С. Микробиологическая трансформация азота и ингибиторы нитрификации // Агрехимия. 1994. №5. С. 22-34.
8. Аристовская, Т.В. Экспресс-метод определения биологической активности почвы / Т.В. Аристовская, М.В. Чугунова // Почвоведение. 1989. №11. С. 142-147.
9. Строганова, М.Н. Роль почв в городе / М.Н. Строганова, А.Д. Мяжкова, Т.В. Прокофьева // Почвоведение. 1997. № 1. С. 188.
10. Трифонова, Т.А. Эколого-геохимический анализ загрязнения ландшафтов / Т.А. Трифонова, Л.А. Ширкин, Н.В. Селиванова. – Владимир, ООО «Владимир Полиграф», 2007. 170 с.

ESTIMATION THE SOILS ECOLOGICAL CONDITION AT URBANIZED TERRITORIES, POLLUTED BY OIL PRODUCTS

© 2011 I.D. Feoktistova, O.N. Sakhno, A.G. Zhuravlyova
Vladimir State University

For the purpose of estimation the ecological condition of soils in Vladimir their chemical properties and indicators of biological activity, reflecting balance of nitrogen, are investigated. Distinctions of microbiological indicators on sensitivity to pollution are revealed. Correlation dependences of these indicators are established.

Key words: soils at urbanized territories, pollution by oil products, biological activity

Irina Feoktistova, Senior Teacher at the Ecology Department
Olga Sakhno, Candidate of Biology, Associate Professor at the Ecology Department. E-mail: sakhno_ON@mail.ru
Antonina Zhuravlyova, Post-graduate Student