

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЕХНОГЕННОГО ВЛИЯНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЦЕМЕНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА)

© 2010 Н.А. Казакова, Н.А. Ильина

Ульяновский государственный педагогический университет имени И.Н. Ульянова

Поступила в редакцию 06.05.2010

В статье рассматривается проблема загрязнения почвенного покрова отходами цементного производства. Установлен количественный и качественный состав тяжелых металлов и микроорганизмов.

Ключевые слова: *трансформация, почвенный покров, цементное производство, тяжелые металлы, микроорганизмы*

Сохранение качества окружающей среды является одной из самых острых проблем современности. За последние годы наблюдается устойчивая тенденция ухудшения экологической ситуации атмосферы, гидросферы и литосферы [4], но все же антропогенные воздействия на почвы обширней, чем на другие экосистемы биосферы [2]. Наиболее заметно загрязнение земель тяжелыми металлами (ТМ) и другими токсичными веществами, в зоне влияния промышленных предприятий. Известно, что цементное производство является источником загрязнения всех трех составляющих биосферы: атмосферы, гидросферы и литосферы. Одним из негативных преобразований в экосистеме является загрязнение почвенного покрова отходами цементного производства.

Целью нашей работы явилось установление качественного и количественного состава ТМ, микроорганизмов и биоиндикационной оценки экологически трансформированных почв в зоне техногенного влияния цементного производства.

Материалы и методы исследования. В работе были использованы физико-химические, микробиологические и биоиндикационные методы исследования. Исследование почвы проводили в несколько этапов: отбор пробы, определение физико-химических характеристик почвы, определение микробиологического состава, биоиндикация. Образцы почвогрунтов отбирали с соблюдением правил асептики и помещали в стерильные пергаментные

пакеты. Среднюю почвенную пробу получали смешиванием пяти почвенных образцов, отобранных по «принципу конверта». Для выявления характера изменений свойств почв от воздействия выбросов были заложены пробные площадки вокруг цементного завода с учетом розы ветров, на различном удалении с учетом рельефа местности. На территории цементного завода было заложено 5 пробных площадей (ПП) прямоугольной формы. Пробная площадь №1 (ПП₁) была заложена на расстоянии 100 м от ограждения завода, пробная площадь №2 (ПП₂) – на расстоянии 500 м от пробной площади №1, пробная площадь №3 (ПП₃) – на расстоянии 1000 м от ограждения заводской территории, пробная площадь №4 (ПП₄) – на расстоянии 2000 м от ограждения заводской территории. Контрольная площадь №5 (ПП₅) – контроль, была заложена в 5000 м от границы завода, которая по рельефу, характеру почв и геоботаническому составу растений соответствует опытным пробным площадям. Отбор почвы производили на пробных площадях биоиндикационной сетки, охватывающей всю территорию.

Визуальное обследование исследуемой территории свидетельствует о том, что наиболее крупные частицы цементной пыли оседают в непосредственной близости от источника загрязнения, а более мелкие удаляются на различные расстояния. По мере удаления от источника внешние признаки загрязнения заметно ослабевают, что подтверждается морфологией анализируемых почвенных образцов. Содержание основных элементов загрязнения определяли по общей методике на атомно-абсорбционном спектрофотометре «ААС-3». Полученные результаты представлены в таблицах, данные учитывают розу ветров и заложены пробные площади (в порядке удаления от них).

Казакова Наталья Анатольевна, аспирантка. E-mail: nakaz17@mail.ru

Ильина Наталья Анатольевна, доктор биологических наук, профессор, проректор по научной работе. E-mail: n-ilina@mail.ru

Таблица 1. Содержание подвижных форм ТМ в почвах тестируемых пунктов

Образец	pH	Cu мг/кг	Zn мг/кг	Pb мг/кг	Cd мг/кг	Ni мг/кг
ПП ₁	5,70	20,4	33,7	18,8	0,9	19,6
ПП ₂	5,63	19,4	31,7	17,0	0,8	18,6
ПП ₃	5,85	18,6	29,8	15,2	0,6	17,1
ПП ₄	5,72	12,5	25,5	10,0	0,5	13,2
ПП ₅	5,90	13,1	22,8	9,5	0,4	14,0
ОДК		66,0	110	65,5	1,0	40,0
фон		11,8	24,4	9,5	0,47	35,5

В исследуемых образцах почвы обнаружены твердые металлы Cu, Zn, Pb, Cd, Ni. В порядке приближения к промышленным объектам происходит усиление аккумуляции меди и цинка, обусловленной химическими особенностями (подвижностью) этих элементов. Накопление цинка негативно сказывается на большинстве почвенных процессов, прежде всего, снижает биологическую активность, вызывает изменение физических и физико-химических свойств почвы. Кроме того, цинк подавляет жизнедеятельность микроорганизмов, вследствие чего нарушаются процессы образования органического вещества в почвах. В результате происходит усиление токсичности ТМ при их совместном воздействии на живые организмы в почве. Совместное воздействие цинка и кадмия оказывает в несколько раз более сильное ингибирующее действие на микроорганизмы, чем при такой же концентрации каждого элемента в отдельности. В большинстве своем концентрации твердых металлов в почвах города не превышают региональных относительно допустимых концентраций (ОДК), но фоновые показатели региона значительно превышены.

Таблица 2. Средняя концентрация ТМ (мг/кг)

ТМ	Cu	Zn	Pb	Cd	Ni
С _{средняя}	16,8	28,7	14,1	0,64	16,5
ОДК	66,0	110	65,5	1,0	40,0
С _{фоновая}	11,8	24,4	9,5	0,47	35,5

Оценить состояние окружающей среды и уровень техногенного воздействия можно с помощью биоиндикаторов. Биотестирование и биоиндикация, наряду с методами аналитической химии, позволяют построить наиболее полную картину трансформации почв под воздействием техногенного влияния. Принцип биоиндикации строится на том, что каждый организм в отношении любого действующего фактора обладает уникальным физиологическим диапазоном реакции [1]. В то же время на каждую конкретную группу организмов будет влиять множество факторов, помимо исследуемого, которые не всегда можно учесть. Наиболее рациональным является использование комплексного биотестирования [7], учитывающего изменения в балансе почвенных микроорганизмов и водорослей. Результаты количественного учета физиологических групп микроорганизмов в почвогрунтах показали невысокую общую численность микроорганизмов, которая составила порядка $10^3 \dots 10^5$ КОЕ/г (табл. 3).

Таблица 3. Количественный учет физиологических групп микроорганизмов (КОЕ $\times 10^3$ /г)

Место выделения	Микроорганизмы			Микроскопические грибы
	сапротрофные	использующие минеральные формы азота	олигонитрофильные	
ПП ₁	11,0 \pm 1,4	4,0 \pm 0,1	8,0 \pm 1,2	0
ПП ₂	22,0 \pm 1,3	16,0 \pm 0,6	31,0 \pm 0,1	0
ПП ₃	71,0 \pm 2,7	62,0 \pm 0,9	70,0 \pm 1,2	4,0 \pm 0,5
ПП ₄	106 \pm 1,1	122 \pm 2,2	218 \pm 2,1	12,0 \pm 0,2
ПП ₅	120 \pm 2,2	146 \pm 2,5	224 \pm 2,3	14,0 \pm 0,5

Согласно значениям степени обогащенности почв микрофлорой, предложенной Д.Г. Звягинцевым [3], исследуемые почвогрунты крайне бедны микроорганизмами, а их

функциональные группы в порядке убывания составили ряд: олигонитрофилы > бактерии, использующие минеральные формы азота > сапротрофы > микроскопические грибы. Данное

количественное распределение характеризует почвы с малоактивными минерализационными процессами. Недостаток питательных веществ в почве, по мнению ряда авторов [5, 6], является основным экологическим фактором, лимитирующим развитие микроорганизмов-органолитиков – сапротрофных бактерий и микроскопических грибов. По результатам исследования значительный «положительный эффект» в отношении сапротрофных бактерий, использующих минеральные формы азота установлен на площадке ПП₄ (2000 м). Таким образом, данная площадка почв отличается высокой ферментативной активностью, обуславливающей интенсивность гидролитических процессов и накопление минерального азота.

Отсутствие «положительного эффекта» наблюдали на экспериментальных площадках ПП₁ (100 м) и ПП₂ (500 м) в отношении групп олигонитрофильных микроорганизмов, численность которых ниже численности олигонитрофилов на площадках ПП₃ (1000 м) и ПП₄(2000 м). Данное обстоятельство объясняется более высоким содержанием легкодоступных азотосодержащих веществ в почве.

Анализ количественного и качественного состава физиологических групп микроорганизмов на экспериментальных площадках выявил начальный процесс формирования микробно-растительных взаимодействий, характеризующийся невысокой численностью микроорганизмов; преобладанием физиологических групп микроорганизмов, использующих минимальные содержания питательных веществ в субстрате и минеральные формы азота.

Выводы:

1. В результате техногенного воздействия цементного производства происходит трансформация почвенного покрова и ухудшение агрохимических показателей.

2. Аккумулируясь в почве, ТМ оказывают ингибирующее действие на микроорганизмы.

Результаты проведенных исследований могут служить исходной базой для организации экологического мониторинга и природоохранных мероприятий в зоне действия цементного производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем./ под ред. Р. Шуберта – М.: Мир, 1988. – 350 с.
2. Добровольский, В.В. Некоторые аспекты загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами // Биологическая роль микроэлементов. – М.: Наука, 1983. – С. 44-55.
3. Звягинцев, Д.Г. Биология почв / Д.Г. Звягинцев, И.П. Бабьева, Г.М. Зенова. – М.: МГУ, 2005. – 448 с.
4. Израэль, Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. – М., 1984. – 560 с.
5. Колешко, О.И. Микробиология: учеб. пособие для биол. спец. вузов / О.И. Колешко. – Минск: Высш. шк., 1977. – 271 с.
6. Мишустин, Е.Н. Курс сельскохозяйственной микробиологии / Е.Н. Мишустин. – М.-Л.: Сельхозизд., 1934. – 208 с.
7. Теплер, Е.З. Практикум по микробиологии [тест]: учеб. пособие для вузов / Е.З. Теплер, В.К. Шильникова, Г.И. Переверзева – 5 изд., перераб. и доп. – М.: Дрофа, 2004. – 255 с.

ECOLOGICAL TRANSFORMATION OF THE SOIL COVER UNDER IMPACT OF TECHNOGENIC INFLUENCE (ON THE EXAMPLE OF CEMENT MANUFACTURE)

© 2010 N.A. Kazakova, N.A. Ilyina

Ulyanovsk State Pedagogical University named after I.N. Ulyanov

In article the problem of soil cover pollution by waste of cement manufacture is examined. The quantitative and qualitative compound of heavy metals and microorganisms is established.

Key words: *transformation, soil cover, cement manufacture, heavy metals, microorganisms*

Nataliya Kazakova, Post-graduate Student. E-mail: nakaz17@mail.ru

Nataliya Ilyina, Doctor of Biology, Professor, Deputy Rector on Scientific Work. E-mail. n-ilina@mail.ru