

ИЗМЕНЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ КРУПНЫХ ГОРОДОВ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Налета Е.В., Капралова О.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия (344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105/42), e-mail:biolog@sfedu.ru

Были изучены влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв крупных городов Ростовской области. В результате исследования загрязнение ТМ почв было зафиксировано в г. Ростова-на-Дону, г. Гуково, г. Шахты, г. Таганроге. Была проведена сравнительная оценка содержания ТМ в почвах разных функциональных зон городов: промышленные зоны > авторазвязки > парки для г. Ростова-на-Дону, г. Шахты, г. Гуково; авторазвязки > промышленные зоны > парки для г. Таганрога и г. Новочеркаска. Были выявлены приоритетные ТМ-загрязнители для почв городов Ростовской области: Co>Zn>As>Pb>Cu>Ni. В большинстве случаев наблюдалась прямая зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы. Большинство из использованных биологических показателей являются информативными для мониторинга состояния городских почв, загрязненных ТМ. По степени информативности биологические показатели образуют следующий ряд: активность каталазы > длина корней редиса > активность дегидрогеназы > обилие бактерий рода *Azotobacter* > всхожесть семян редиса > длина побега редиса.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, биологические свойства, городские почвы.

CHANGE OF BIOLOGICAL PROPERTIES OF SOILS OF THE LARGE CITIES OF THE ROSTOV REGION UNDER THE INFLUENCE OF POLLUTION BY HEAVY METALS

Naleta E.V., Kapralova O.A., Kazeev K.S., Kolesnikov S.I.

Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia (344006, Rostov-on-Don, Bolshaya Sadovaya St., 105/42), e-mail: biolog@sfedu.ru

It was studied influences of pollution by heavy metals on biological properties of soils of the large cities of the Rostov region. As a result of research pollution of heavy metals of soils Gukovo, was recorded in Rostov-on-Don, Shachti, Taganrog. The comparative assessment of the maintenance of heavy metals in soils of different functional zones of the cities was carried out: industrial zones > autooutcomes > parks for Rostov-on-Don. of Shachti, of Gukovo; autooutcomes>industrial zones>parks for Taganrog and Novocherkassk. Priority heavy metals pollutants for soils of the cities of the Rostov region were revealed: Co > Zn > As > Pb > Cu > Ni. Direct dependence between concentration of polluting substance and extent of deterioration of studied properties of the soil was in most cases observed. The majority of the used biological indicators are informative for monitoring of a condition of the city soils polluted by heavy metals. On informational content degree biological indicators form the following row: activity of a catalase > length of roots of a garden radish>activity degidrogenaza > abundance of bacteria of the sort *Azotobacter* > viability of seeds of a garden radish > length of escape of a garden radish.

Keywords: pollution, heavy metals, biological properties, city soils.

Введение

В настоящее время одним из актуальных вопросов экологии и охраны природы стало исследование последствий загрязнения объектов окружающей среды, в том числе почв, различными химическими веществами. Экологические и экономические ущербы от химического загрязнения почв огромны. Проблеме загрязнения почв посвящено много научных работ. Однако и сейчас экологические последствия химического загрязнения почв изучены недостаточно. Первыми на загрязнение реагируют живые организмы и биологические свойства почвы. Знание особенностей воздействия химических веществ на биологические процессы в почве и механизмов устойчивости почв и растений к загрязнению

должно стать основой для разработки методов предотвращения негативных последствий загрязнения.

Цель исследования

Цель работы – изучение влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв крупных городов Ростовской области. В соответствии с целью были поставлены следующие задачи:

1. Дать сравнительную оценку содержания тяжелых металлов (ТМ) в почвах крупных городов Ростовской области.
2. Провести сравнительную оценку содержания ТМ в почвах разных функциональных зон городов: автомобильных развязок, промышленных и парковых зон.
3. Выявить приоритетные ТМ-загрязнители для почв городов Ростовской области.
4. Установить закономерности влияния загрязнения ТМ на биологические свойства почв городов Ростовской области: активность каталазы, активность дегидрогеназы, фитотоксические свойства почв (длина корней, длина побегов), обилие бактерий рода *Azotobacter*.
5. Оценить степень информативности изученных биологических показателей и возможность их использования для мониторинга состояния городских почв, загрязненных ТМ.

Материал и методы исследования

Исследования проводились в 2010–2011 гг. на кафедре экологии и природопользования Южного федерального университета. Объектами исследования являлись почвы урболандшафтов городов: Ростова-на-Дону, Таганрога, Новочеркаска, Шахты, Гуково. Отбор образцов производился на опытных площадках площадью 25 м², которые имели характерные черты, свойственные исследуемой зоне. Все площадки были расположены на газонной территории с хорошо развитым травянистым покровом в 7–8 метрах от проезжей части. При отборе проб отмечали примерно одинаковые погодноклиматические условия. Исследованию подвергался верхний слой почв (0–15 см). Для всех исследованных промзон и авторазвязок характерны урбочерноземы. Наиболее сохранный почвенный покров парково-рекреационных зон городов был представлен черноземами обыкновенными карбонатными мощными и среднемощными, преимущественно среднегумусными.

Лабораторно-аналитические исследования образцов почвы выполнены с использованием общепринятых в экологии, биологии и почвоведении методов [1,3,5]. Определяли обилие бактерий рода *Azotobacter*, активность каталазы, дегидрогеназы, фитотоксические свойства почв, содержание гумуса, показатели роста и развития растений, содержание в почве исследованных ТМ и другие показатели.

Активность каталазы измеряли по методике Галстяна, дегидрогеназы – по методике Галстяна в модификации Хазиева.

Дегидрогеназа (субстрат: НАД(Ф)-оксидоредуктазы, КФ 1.1.1) катализирует окислительно-восстановительные реакции путем дегидрирования органических веществ. Активность дегидрогеназ выражают в мг ТФФ на 1 г почвы за 24 часа.

О фитотоксичности почв судили по изменению показателей прорастания семян и интенсивности начального роста проростков [2,6]. В качестве тест-объектов использовали и редис. Повторность 6 кратная.

Содержание гумуса определяли по методу И.В. Тюрина со спектрофотометрическим окончанием [4]. Повторность 6-кратная. рН почв определяли потенциометрическим методом [5]. Повторность 6-кратная.

Содержание ТМ в отобранных образцах определяли рентгенфлуорисцентным методом.

Для суждения об эколого-биологическом состоянии почвы недостаточно какого-либо одного показателя, так как каждый из них отражает лишь какую-то одну сторону биологических и биохимических процессов в почве. Поэтому необходимо использовать широкий набор показателей состояния почвы.

Для объединения большого количества показателей была разработана методика определения интегрального показателя биологического состояния почвы (ИПБС) [1]. Данная методика позволяет оценить совокупность биологических показателей.

Результаты оценки в значительной степени определяются величиной фоновых концентраций элементов и соединений, поэтому очень важно корректно подобрать фоновую почву. Прежде всего, в качестве фоновых концентраций содержания тяжелых металлов в почве можно использовать рекомендуемые фоновые значения, приведенные в Методических указаниях Министерства охраны окружающей среды. Однако данные показатели не учитывают геохимические особенности провинции и тем более локальные природные особенности.

Более приемлемым является использование фоновых значений, установленных в условиях конкретного региона. Поэтому целесообразно было использовать реальные фоновые значения, определенные в образцах из памятника природы «Персиановская степь».

Для оценки совокупного действия поллютантов в качестве интегрального показателя в настоящее время широко используется суммарный коэффициент техногенного загрязнения (Z_c), рассчитываемый на основе сложения коэффициентов техногенного загрязнения отдельных элементов [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования содержания ТМ и их влияние на биологические свойства почв г. Ростова-на-Дону приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Ростова

№	Места отбора почвенных образцов	Содержание ТМ в почвах (мг/кг)						Zc	ИПБС, % фона
		Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb		
1	«Персиановская степь» (фон)	2,10	22,7	34,9	79,7	7,7	30,2	1	100
2	Парк «Плевен»	7,7	42,1	39,4	91,0	11,9	49,1	6	94
3	Парк им. Вити Черевичкина	20,4	55,0	76,0	200	16,0	44,4	16	62
4	Парк им. Горького	14,4	62,3	64,0	219	12,0	45,2	13	84
5	Завод «Эмпилс»	15,8	51,9	80,5	2525	23,5	84,0	46	38
6	пр. Стачки/ пер. Братский (авторазвязка)	13,8	55,3	72,4	216	15,1	72,7	14	88
7	пр. Буденовский, 28 (авторазв.)	14,3	54,6	60,7	96,4	9,7	26,2	13	89
8	пл. Гагарина (авторазвязка)	15,9	58,5	57,8	332	16,6	63,4	16	79
9	ул. Нариманова/ пр. Нагибина (авторазвязка)	15,6	55,6	62,9	155	14,1	42,8	13	84

Минимальные значения Zc наблюдаются в почве, отобранной в парке «Плевен». Максимальные значения Zc характерны для почвы, отобранной близ завода «Эмпилс», что относится к опасной категории загрязнения. Почвы из всех остальных мест отбора почвенных образцов относятся к допустимой категории загрязнения. Значение ИПБС варьируется от 94 % до 38 %. Максимальное значение ИПБС – 94 % характерно для почвы, отобранной в парке «Плевен». Минимальные значения ИПБС – 38 % и 62 % зарегистрированы в почвах, отобранных близ завода «Эмпилс» и в парке им. Вити Черевичкина.

Результаты исследования содержания ТМ и их влияние на биологические свойства почв г. Таганрога приведены в таблице 2.

Таблица 2

Влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Таганрога

№	Места отбора почвенных образцов	Содержание ТМ в почвах (мг/кг)						Zc	ИПБС, % от фона
		Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb		
1	«Персиановская степь» (фон)	2,1	22,7	34,3	79,7	7,7	30,2	1	100
2	Парк 300 л. Таганрога	10,3	40,3	46,5	109	11,2	36,6	8	90

3	Парк им. Горького	16,2	48,2	54,3	83,3	10,3	21,8	8	86
4	Авторазвязка (ул.Транспортная)	12,0	45,1	47,4	114	11,6	32,1	9	76
5	пл. Марцевский треугольник (авторазв.)	21,6	62,1	60,9	124	11,8	25,5	14	71
6	ПО Красный котельщик	16,8	59,7	54,3	100	10,8	24,6	11	63
7	Металлург. завод	13,1	56,1	54,6	114	11,2	29,3	10	68
8	Свалка	22,2	56,1	59,8	253	14,3	48,5	17	59

Минимальные значения Zc наблюдаются в почвах, отобранных в парке 300-летия Таганрога и в парке им. Горького. Максимальные значения Zc характерны для почвы, отобранной на территории нелегальной свалки, что относится к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы из всех остальных мест отбора почвенных образцов относятся к допустимой категории загрязнения. Значение ИПБС варьируется от 90 % до 59 %. Максимальные значения ИПБС – 90 % и 86 % характерны для почв, отобранных в парке 300-летия Таганрога и в парке им. Горького.

Результаты исследования содержания ТМ и их влияние на биологические свойства почв г. Новочеркаска приведены в таблице 3.

Таблица 3

Влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв
г. Новочеркаска

№	Места отбора почвенных образцов	Содержание ТМ в почвах (мг/кг)						Zc	ИПБС, % от фона
		Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb		
1	«Персиановская степь» (фон)	2,1	22,7	34,9	79,7	7,7	30,2	1	100
2	Александровский парк	4,7	27,5	42,6	89,4	9,9	35,1	4	95
3	пр. Платовский (авторазвязка)	10,9	40,9	53,1	259	13,8	52,3	11	76
4	Электродный завод	3,8	23,7	36,5	157	14,9	67,3	5	83
5	Завод синтетических продуктов	0,5	45,9	44,8	157	11,6	46,8	4	88
6	Электровозо- строительный завод	15,3	50,6	56,5	1024	9,1	15,4	10	74

Минимальное значение Zc наблюдается в почве, отобранной в Александровском парке. Максимальные значения Zc характерны для почв, отобранных близ пр. Платовского и Новочеркасского электровозостроительного завода и 10. Почвы из всех мест отбора почвенных образцов относятся к допустимой категории загрязнения. Значение ИПБС

варьируется от 95 % до 74 %. Максимальные значения ИПБС – 95 % характерно для почвы, отобранной в Александровском парке. Минимальные значения ИПБС – 74 % и 76 % зарегистрированы в почвах, отобранных близ Электровозостроительного завода и близ пр. Платовского.

Результаты исследования содержания ТМ и их влияние на биологические свойства почв г. Шахты приведены в таблице 4.

Таблица 4

Влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Шахты

№	Места отбора почвенных образцов	Содержание ТМ в почвах (мг/кг)						Zc	ИПБС, % от фона
		Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb		
1	«Персиановская степь» (фон)	2,1	22,7	34,9	79,7	7,7	30,2	1	100
2	Парк культуры и отдыха	10,8	24,5	42,7	85,5	10,6	34,3	7	91
3	Автовокзал	4,4	54,8	49,5	289	15,8	64,8	9	75
4	Ростовский электрометаллургический завод	18,9	57,2	54,2	88,9	11,7	28,1	12	77
5	Завод Шахтинской плитки	12,8	38,1	44,7	135	13,2	3,9	23	62

Минимальное значение Zc наблюдается в почве, отобранной в Городском парке культуры и отдыха. Максимальное значение Zc характерно для почвы, отобранной близ завода «Шахтинской плитки», что относится к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы из всех остальных мест отбора почвенных образцов относятся к допустимой категории загрязнения. Значение ИПБС варьируется от 91 % до 62 %. Максимальные значения ИПБС – 91 % характерно для почвы, отобранной в Городском парке культуры и отдыха. Минимальное значение ИПБС – 62 % и зарегистрировано в почве, отобранной близ завода «Шахтинская плитка».

Результаты исследования содержания ТМ и их влияние на биологические свойства почв г. Гуково приведены в таблице 5.

Таблица 5

Влияния загрязнения тяжелыми металлами на биологические свойства почв г. Гуково

№	Места отбора почвенных образцов	Содержание ТМ в почвах (мг/кг)						Zc	ИПБС, % от фона
		Co	Ni	Cu	Zn	As	Pb		
1	«Персиановская степь» (фон)	2,1	22,7	34,9	79,7	7,7	30,2	1	100
2	Парковая зона (ул. Мира)	11,6	51,6	56,9	735	23,2	103	4	95
3	Авторазвязка (ул. Герцена)	10,1	45,9	45,2	136	11,8	40,6	9	74

4	Шахта Ростовская	19,9	57,7	86,7	655	28,8	123	27	50
5	Шахта Гуковская	3,7	27,9	30,9	111	13,9	63,5	21	42

Минимальное значение Z_c наблюдается в почве, отобранной в парковой зоне. Максимальные значения Z_c характерны для почв, отобранных близ шахты Ростовской и шахты Гуковской, что относится к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы из всех остальных мест отбора почвенных образцов относятся к допустимой категории загрязнения.

Значение ИПБС варьируется от 95 % до 42 %. Максимальное значение ИПБС – 95 % характерно для почвы, отобранной в парковой зоне. Минимальное значение ИПБС – 42 % и 50 % зарегистрированы в почвах, отобранных близ ш. Гуковской и ш. Ростовской.

Выводы

1. В результате исследования загрязнение почв ТМ было зафиксировано в г. Ростова-на-Дону, г. Гуково, г. Шахты, г. Таганроге. По степени загрязнения ТМ исследованные города образуют следующий ряд: Ростов-на-Дону > Гуково > Шахты > Таганрог > Новочеркасск.
2. В результате проведения сравнительной оценки содержания ТМ в почвах разных функциональных зон городов получены следующие ряды: промышленные зоны > авторазвязки > парки для г. Ростова-на-Дону, г. Шахты, г. Гуково; авторазвязки > промышленные зоны > парки для г. Таганрога и г. Новочеркаска.
3. В результате исследования были выявлены приоритетные ТМ-загрязнители для почв городов Ростовской области: $Co > Zn > As > Pb > Cu > Ni$.
4. В большинстве случаев наблюдалась прямая зависимость между концентрацией загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемых свойств почвы. Как правило, наблюдалось снижение всех исследованных биологических показателей.
5. Большинство из использованных биологических показателей являются информативными для мониторинга состояния городских почв, загрязненных ТМ. По степени информативности биологические показатели образуют следующий ряд: активность каталазы > длина корней редиса > активность дегидрогеназы > обилие бактерий рода *Azotobacter* > всхожесть семян редиса > длина побега редиса.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета (213.01-24/2013-85; 213.01-24/2013-44).

Список литературы

1. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д.: Изд-во Рост. ун-та, 2003. 204 с.

2. Красильников Н.А. Микроорганизмы почвы и высшие растения. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 463 с
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Под. ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
4. Орлов Д.С., Гришина Л.А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во МГУ, 1981. 271 с.
5. Практикум по почвоведению / Под. ред. И.С. Кауричева. М.: Агропромиздат, 1986. 336 с.
6. Рыбакова З.П. Методы отбора микробов-стимуляторов по их влиянию на семена // Некоторые новые методы количественного учета почвенных микроорганизмов и изучения их свойств. Методические рекомендации. Ленинград, 1987. С. 32-40.
7. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы) / Н.Л. Великанов, А.Л. Прядко, Т.Е. Бобкова. – М.: Минздрав России, 2004. – 40 с.
8. Снакин В.В. Экологическая оценка состояния почв: Попытка количественного подхода / В.В. Снакин, А.А. Присяжная // Изд. РАН. Сер. биол. – 1995. – № 1. – С. 105-109.

Рецензенты:

Минкина Т.М., д.б.н., профессор кафедры почвоведения и оценки природных ресурсов ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.

Денисова Т.В., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.