

## БИОДИАГНОСТИКА ПОЧВ ПАРКОВОЙ ЗОНЫ Г. ОРЕНБУРГА

Существующие в настоящее время подходы к биологической диагностике почв включают определение показателей актуальной и потенциальной биологической активности. Их перечень насчитывает около 50 показателей микробиологической, биологической и биохимической активности. Потенциальная биологическая активность свидетельствует о способности почв к осуществлению того или иного процесса при оптимальных, для почвенного тела, условиях, т. е. отражает скрытую способность вызывать ряд биологических процессов и, таким образом, поддерживать постоянство почвенных параметров. Показатели актуальной биологической активности отражают интенсивность этих процессов в реальных экологических условиях. Большое разнообразие показателей биологической активности почв вызывает необходимость выявления наиболее информативных для данной экологической обстановки. Поэтому для оценки степени деградации почвенного покрова парковой зоны были использованы показатели актуальной (продуцирование углекислого газа и целлюлозоразлагающая способность почв) и потенциальной (активность каталазы и фитотоксичность/всхожесть семян тест-культуры) биологической активности в комплексе с интегральным показателем биологического состояния, предложенным Колестниковым С.И., Казеевым К.Ш. и Вальковым В.Ф. (2003). В ходе изучения влияния городской среды на почвенно-биотический комплекс было определено содержание подвижной формы тяжелых металлов в почвах объектов исследования. Результаты исследования позволили выявить зависимость объема продуцируемого углекислого газа и целлюлозолитической способности почв от их гидротермического режима. Последний корректируется деятельностью человека при осуществлении мероприятий по уходу за зелеными насаждениями. Изучение показателей потенциальной биологической активности позволили выявить их статистически достоверную связь с содержанием тяжелых металлов (как отдельных элементов, так и суммарным содержанием) в почвах. Расчет интегрального показателя биологического состояния, позволил авторам сделать выводы о его обратной зависимости от воздействия антропогенного фактора. Снижение интегрального показателя биологического состояния свидетельствует о деградации почв парковой зоны г. Оренбурга и угнетении интенсивности выполнения ими важных экологических функций.

**Ключевые слова:** биологическая активность почв, ИПБС, тяжелые металлы.

Формирование городских почв идет в тех же условиях что и естественных, но ведущим фактором становится антропогенный [1]. Деятельность человека имеет комплексный характер и в урбоэкосистемах проявляется целой палитрой факторов. Трансформация почвенного покрова на территории городов обусловлена поступлением в миграционные потоки техногенных токсикантов, в первую очередь тяжелых металлов (ТМ). Многочисленные исследования показали, что экологическое состояние городов определяется его географическим положением, площадью, численностью населения и преобладающей отраслью ведущих промпредприятий [2].

Концентрация промышленных предприятий, автотранспорта и муниципальных отходов на территории поселений способствует формированию в городских почвах техногенных аномалий тяжелых металлов. На автомагистралях и перекрестках в результате сосредоточения автотранспорта и высокой интенсивности движения формируются поля максимальных разовых концентраций вредных веществ [3]. Аномальные

зоны металлов в почвах – это участки наиболее интенсивного воздействия на городскую среду, они служат индикаторами техногенного загрязнения и представляют опасность для растений, животных и человека, особенно детей [4].

Почвенные биосистемы города подвергаются существенным структурным преобразованиям, которые выражаются в перераспределении биологической активности почв [5].

Биоиндикация на уровне элементарных почвенно-биологических процессов позволяет приблизиться к пониманию механизмов устойчивости почв антропогенно трансформированных экосистем. Вместе с тем, методология подхода к реализации задачи биоиндикации урбоэкосистем до конца не разработана [6]. Важной задачей современной науки является разработка критериев, позволяющих судить о повреждении природных экосистем под влиянием антропогенного воздействия [7]. Выбор показателей для биомониторинга почв, должен основываться на информативности, высокой чувствительности показателя, хорошей воспроизводимости и широкой распространенно-

сти метода. Практика показала, что для объективной и достоверной оценки биологической активности почвы достаточно определения набора наиболее информативных показателей, отражающих разные параметры биологического состояния [8]. Целью нашей работы является изучение чувствительности показателей биологической активности к загрязнению почв парков г. Оренбурга тяжелыми металлами.

### Объекты и методы исследования

Объектами исследования послужили слабоработоспособные почвы и урбаноземы сформированные в пределах парковой зоны г. Оренбурга. Образцы почвы для анализа отбирались методом конверта в 5 кратной повторности (слой 0–20 см) с территорий сада Тополя, парка им. 50-летия ВЛКСМ, парка им. 50-летия СССР, парка им. В.И. Ленина и Победы. В качестве фонового участка выбрана территория лесополосы, удаленная от действия вредных промышленных и транспортных выбросов, расположенная в 34 км западнее г. Оренбурга.

Все почвенные образцы были отобраны и подготовлены согласно стандартным методикам отбора почвенных образцов в соответствии с ГОСТ 17.4.3.01-83 [9]. Отбор и определение в почвенных образцах содержания ТМ, гумуса, активности каталазы и фитотоксичности проводили в июне 2012–2014 гг., в работе представлены средние за весь период исследований результаты. Содержание подвижной формы Zn, Pb, Cu и Cd проводили на атомно-абсорбционном спектрофотометре «Спектр» СП-115 для Cd, Pb – в соответствии с РД 52.18.289-90, Cu – ГОСТ 50683-94, Zn – ГОСТ 50686-94. Фитотоксичность оценивали на основании оценки всхожести и энергии прорастания семян (ГОСТ Р ИСО 22030-2009), содержание гумуса по И.В. Тюри-

ну в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213М91). Закладка льняной ткани для определения целлюлозолитической активности проводилась на глубину 0–20 см на срок 2 недели в июне, июле и в начале сентября в 10 кратной повторности [10, 11, 12]. Определение дыхания почвы проводили в полевых условиях по методу Карпачевского, Киселевой (2003) с учетом модификации Заварзина Г.А. [8, 13]. Статистический анализ полученных данных проводили с использованием общепринятых методов и пакета прикладных программ MS Excel for Windows, «Statistica» V8 («StatSoft Inc.», США).

### Результаты и их обсуждение

Показатели биологической активности почв чутко реагируют на наличие токсикантов. Антропогенный пресс в городах проявляется поступлением в почвенный покров тяжелых металлов, в составе которых преобладают цинк и свинец [14]–[17].

Содержание в почве валовой формы ТМ свидетельствует об общем резерве элементов, а их доступность для растений и микроорганизмов определяется их подвижными формами. Поэтому содержание в почве подвижных форм тяжелых металлов является важнейшим показателем, характеризующим санитарно-гигиеническую обстановку и определяющим необходимость проведения ремедиационных мероприятий.

Многочисленными исследованиями ученых разных стран определены оптимальные уровни содержания в почве подвижных форм этих элементов, необходимых для нормального развития растений (табл. 1) [18].

Среднее содержание подвижных форм тяжелых металлов на участках исследования составило 19,3 мг/кг.

Таблица 1. Уровни обеспеченности почв подвижными формами тяжелых металлов (мг/кг)

Уровень обеспеченности	Медь (Cu)	Цинк (Zn)	Кобальт (Co)	Марганец (Mn)	Кадмий (Cd)	Свинец (Pb)
Очень низкий	0,2	0,3	0,2	1	-	-
Низкий	0,3	0,3–1	0,3–1	2–10	-	-
Средний	2,0	2–3	1,5–3	20–50	-	-
Высокий	4,0	4–5	4–5	60–100	-	-
Очень высокий и превышающий ПДК	5,0	23,0	5,0	140	0,2	6,0

Значение содержания ТМ, превышающее среднее по паркам города, наблюдалось на территории сада Тополя (33,4 мг/кг), парка 50-летия ВЛКСМ (20,2 мг/кг) и им. В.И. Ленина (28,1 мг/кг).

Подвижность тяжелых металлов в почвах изменялась в зависимости от времени и участка отбора образцов. По среднему значению показателя содержания подвижной формы элемента в почве металлы образуют следующий ряд: Pb > Zn > Cu > Cd.

Содержание ТМ в почвах парков представлено на рисунке 1. Концентрация свинца в почвах участков исследования различается в пределах парков города более чем в 25 раз. Максимальное загрязнение отмечено на участках сада Тополя (16,4 мг/кг) и парка им. В.И. Ленина (8,7 мг/кг), а минимальное – парков им. 50-летия СССР (5,0 мг/кг) и фона (0,6 мг/кг).

Превышение показателя ПДК по свинцу (6,0 мг/кг) отмечено на участке парков им. В.И. Ленина, 50-летия ВЛКСМ и сада Тополя. Концентрация цинка в почвах изучаемых объектов существенно различалась, так как его концентрация на участке парка им. В.И. Ленина (13,9 мг/кг) более чем в 5 раз превышала таковую на фоновом участке (1,5 мг/кг) и в почвах парка Победы (2,2 мг/кг).

Уровень обеспеченности почв подвижной формой цинка характеризуется как низкий на фоновом участке, средний на участке парка Победы, а на всех остальных он соответствует очень высокому значению. Превышение значения ПДК по цинку (23 мг/кг) на участках исследования не наблюдается.

Анализ содержания меди позволил выявить участки с различным уровнем загрязнения. Наибольшему загрязнению были подвержены почвы парков им. В.И. Ленина (4,7 мг/кг) и им. 50-летия ВЛКСМ (4,5 мг/кг), наименьшему – парка Победы (2,9 мг/кг) и фона (1,9 мг/кг). Уровень обеспеченности почв подвижной формой меди характеризовался как средний на фоновом участке, высокий в почвах парка Победы, 50-летия СССР и сада Тополя, на всех остальных участках – очень высокий. Большая часть участков исследования характеризуется превышением значения ПДК (3,0 мг/кг) по меди, за исключением почв парка Победы и фона.

Для оценки содержания кадмия в почвах показатель ПДК не разработан, поэтому для этой цели используют значение его фоновой концентрации, которая составляет 0,39 мг/кг. Показатель содержания кадмия в почвах парков города превышает фоновое для региона значение на всех участках исследования.

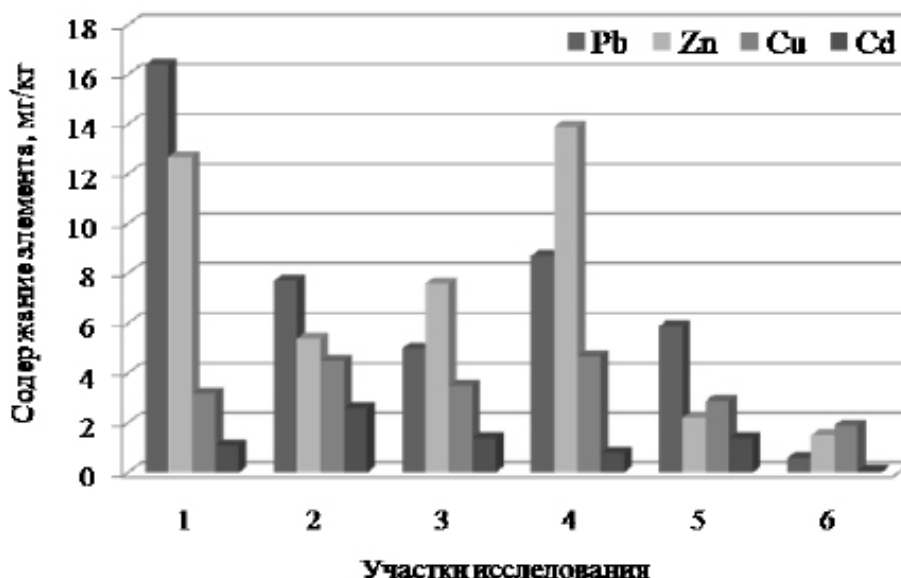


Рисунок 1. Содержание подвижных форм тяжелых металлов на участках исследования  
Примечание: 1 – Сад Тополя; 2 – Парк им. 50-летия ВЛКСМ; 3 – Парк им. 50-летия СССР; 4 – Парк им. В.И. Ленина; 5 – Парк Победы; 6 – Фон.

Содержание кадмия в почвах парков города изменяется более чем в 2 раза.

По содержанию подвижной формы кадмия все участки исследования образуют следующий ряд: Фон (0,09 мг/кг) < Парк им. В.И. Ленина (0,8 мг/кг) < Парк Тополя (1,1 мг/кг) < Парк Победы = Парк им. 50-летия СССР (1,4 мг/кг) < Парк им. 50-летия ВЛКСМ (2,6 мг/кг).

Органическое вещество является частью почвенной экосистемы. Гуминовые кислоты оказывают комплексное воздействие на почвенный покров и во многом определяют подвижность микроэлементов. Почва является емким акцептором для тяжелых металлов. Попав в почву, металлы прочно связываются с гумусовыми веществами, образуя труднорастворимые соединения, входят в состав поглощенных оснований, глинистых минералов, а также мигрируют в составе почвенного раствора по профилю [19]. Молекулы гумусовых кислот обладают высокой реакционной способностью и взаимодействуют с ионами тяжелых металлов, образуя органоминеральные комплексы (по типу хелатов). Таким образом, металлы переходят в недоступную форму. Максимальный эффект снижения активности ТМ наблюдается в условиях высокого содержания гумуса и насыщенности ППК (почвенного поглощающего комплекса) карбонатами [4]. Таким образом, гуминовые кислоты обеспечивают питательными веществами почвенные микроорганизмы и участвуют в инактивации тяжелых металлов.

Содержание гумуса в почвах участков исследования варьировало от среднего (4,7 %) до низкого (2,5 %). По содержанию гумуса (в слое 0–20 см) в почвах участка исследования образуют следующий ряд (в порядке убывания): Парк им. В.И. Ленина (4,8 %) > Фон = Парк им. 50-летия ВЛКСМ (4,1 %) > Парк Тополя (3,6 %) > Парк Победы (3,0 %) > Парк им. 50-летия СССР (2,5 %).

Превышение содержания гумуса в почвах парка им. В.И. Ленина такового на фоновом участке объясняется ранее проведенными исследованиями (сотрудников кафедры общей биологии и химии ФБГОУ ВПО «ОГУ»), которые позволили выявить содержание нефтепродуктов.

Их наличие, с одной стороны, объясняет превышение содержания органического веще-

ства в почвах фона, а, с другой стороны, увеличение содержания тяжелых металлов.

Для оценки состояния почвенной биоты нами были использованы показатели актуальной (продуцирование почвой углекислого газа и целлюлозолитическая активность почв) и потенциальной (активность почвенной каталазы и фитотоксичность почв) биологической активности почв.

Дыхание почв представляет собой процесс выделения почвой углекислого газа и является интегральным показателем биологической активности. Продуцирование почвой углекислого газа сильно варьирует во времени и пространстве. Исследование сезонной эмиссии CO<sub>2</sub> из почвы в разных экосистемах представляет большой интерес при оценке глобальной эмиссии CO<sub>2</sub> почвенным покровом России [13].

Исследование процесса дыхания почв показало, что наибольшее значение показателя наблюдалось на фоновом участке и составило 89438,5 кг/га, минимальное 57996,5 кг/га в парке им. В.И. Ленина (рис. 2). Анализ полученных результатов свидетельствует о широкой вариабельности показателя, особенно на участках парков им. В.И. Ленина и Победы.

Целлюлозолитическая активность почвы характеризует суммарную активность почвенных микроорганизмов в разложении органических соединений. Целлюлозолитическая активность почв участков исследования представлена на рисунке 2.

На фоновом участке, территории сада Тополя, парков им. 50-летия ВЛКСМ и им. 50-летия СССР целлюлозолитическая активность характеризовалась как слабая и варьировала с 16,9 % (сад Тополя) до 25 % (фон). Средним значением целлюлозолитической активности характеризовались почвы парков Победы (37,4 %) и им. В.И. Ленина (33,9 %). Полученные на первый взгляд некорректные результаты с низким уровнем целлюлозолитической активности почв фоновом участке объяснимы с точки зрения климатических особенностей Оренбургской области, которые отличает сухой и жаркий летний период лимитирующий активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов и ферментов. Превышение фонового значения данного показателя парковыми почвами вполне закономерно в связи с регулярными

поливками зеленых насаждений в течение всего вегетационного периода.

Таким образом, факторы ограничивающие активность почвенной биоты в естественных природных ландшафтах на территории парковой зоны легко устраняются активным участием человека в систематическом уходе за парковой растительностью.

Статистическая обработка полученных результатов не позволила выявить достоверную связь показателей дыхания и целлюлозолитической активности почв с содержанием в них ТМ. Что, скорее всего, связано с детерминированностью данных показателей актуальной биологической активности погодными условиями, режимами температуры, влажности и т. д. Этот факт ставит под сомнение целесообразность использования данных критериев для целей биоиндикации экологического состояния почвенного тела.

Активность почвенных ферментов определяется комплексом факторов: температурой, реакцией почвенного раствора, особенностями органического субстрата, наличием ингибиторов/активаторов, гетерогенностью почв и пр. Элементы, условно относящиеся к группе тяжелых металлов, чаще всего выступают в качестве ингибиторов ферментов [8].

Поэтому активность почвенных ферментов является наиболее информативным показателем антропогенной трансформации почвенно-

биотического комплекса в условиях урбодогенеза. Активность почвенной каталазы различных участков исследования представлена на рисунке 3.

Оценка активности почвенной каталазы с использованием шкалы для оценки степени обогащенности почв ферментами (по Звягинцеву, 1978) позволила отнести фоновый участок к категории почв с богатой степенью обогащенности ферментом, а почвы парков города к средне-обогащенным (3–10 мл O<sub>2</sub>/мин на 1 г почвы).

Фитотоксичность почв является интегральным показателем токсичного действия почвенных компонентов на высшие растения. В качестве растений-индикаторов используется целый спектр растений, имеющих различное систематическое положение. Для черноземных почв и урбаноземов, сформированных в пределах степной природной зоны в качестве растения-индикатора рекомендуется использовать *Avena sativa* L.

Наибольшим показателем фитотоксичности характеризуются почвы сада Тополя (74,5 %) и им. 50-летия ВЛКСМ (67,5 %), наименьшим – почвы фонового участка (9,5 %).

Статистическая обработка полученных результатов показала наличие достоверной связи между показателем активности почвенной каталазы ( $y_1$ ) и всхожести семян *Avena sativa* L. ( $y_2$ ) с концентрацией цинка ( $x_1$ ) и свинца ( $x_2$ ) в почвах участков исследования:

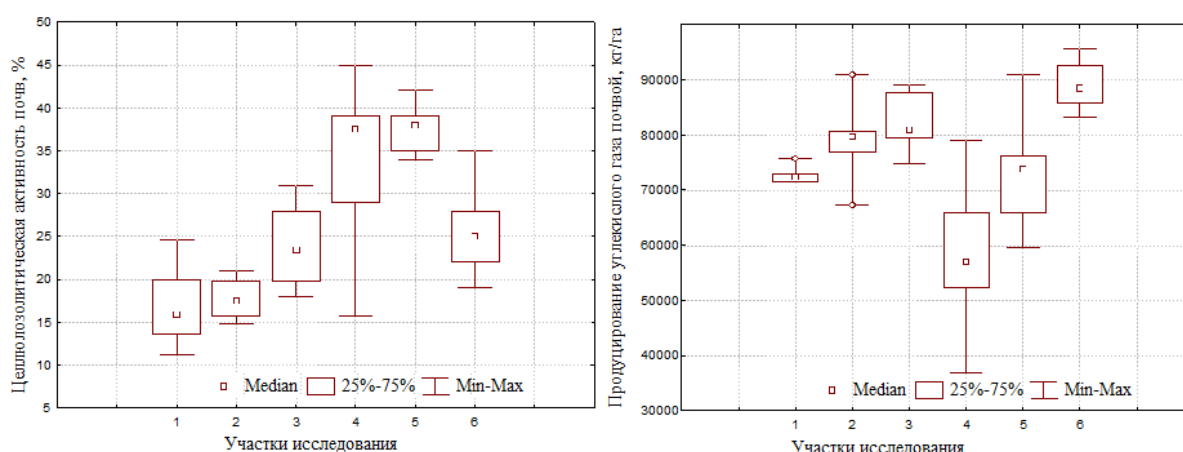


Рисунок 2. Показатели актуальной биологической активности почв участков исследования  
Примечание: 1 – Сад Тополя; 2 – Парк им. 50-летия ВЛКСМ; 3 – Парк им. 50-летия СССР; 4 – Парк им. В.И. Ленина; 5 – Парк Победы; 6 – Фон.



$$y_1 = 9,49 - 0,12x_1 - 0,2x_2,$$

при  $p < 0,05$  и  $R^2 = 0,87$ ,

$$y_2 = 92,24 - 3,42x_1 - 1,67x_2,$$

при  $p < 0,05$  и  $R^2 = 0,88$ .

Для наиболее объективной оценки активности почвенной биоты почв парков был рассчитан показатель ИПБС (интегральный показатель биологического состояния) (Вальков, Казеев, Колесников, 2003) [8]. Согласно экотоксикологическим нормативам показатель ИПБС в парке Победы соответствовал слабозагрязненной категории почв, для которых характерно нарушение исключительно информационных функций. Участок парка им. 50-летия СССР соответствовал среднезагрязненной категории с нарушением физико-химических, биохимических и целостных экологических функций. Почвенный покров остальных парков города относился к категории сильнозагрязненных почв, в которых процессы деградации почвенного тела приводят к нарушению физических функций.

Анализ полученных результатов позволил выявить достоверную статистическую связь интегрального показателя биологического состояния почв ( $y$ ) с содержанием свинца ( $x_1$ ) и

суммарным содержанием тяжелых металлов в почве ( $x_2$ ):

$$y = 100,1 - 2,8x_1,$$

при  $p < 0,05$  и  $R^2 = 0,73$ ,

$$y = 108,1 - 1,49x_2,$$

при  $p < 0,05$  и  $R^2 = 82$ .

### Заключение

Полученные в ходе исследования результаты позволили сделать следующие выводы:

1. Показатели потенциальной биологической активности (активность каталазы и фитотоксичность/всхожесть семян) отражают экологическое состояние почв парковой зоны г. Оренбурга, для которых характерна меньшая вариабельность и статистически достоверная связь с содержанием тяжелых металлов.

2. Несмотря на интегральный характер, показатели потенциальной биологической активности (продуцирование углекислого газа и целлюлозолитическая активность почв) зависят от мезо- и микроклиматических условий, сильно варьируют и достоверной связи между ними и содержанием токсикантов в почве не выявлено. Поэтому их использование не дает адекватного

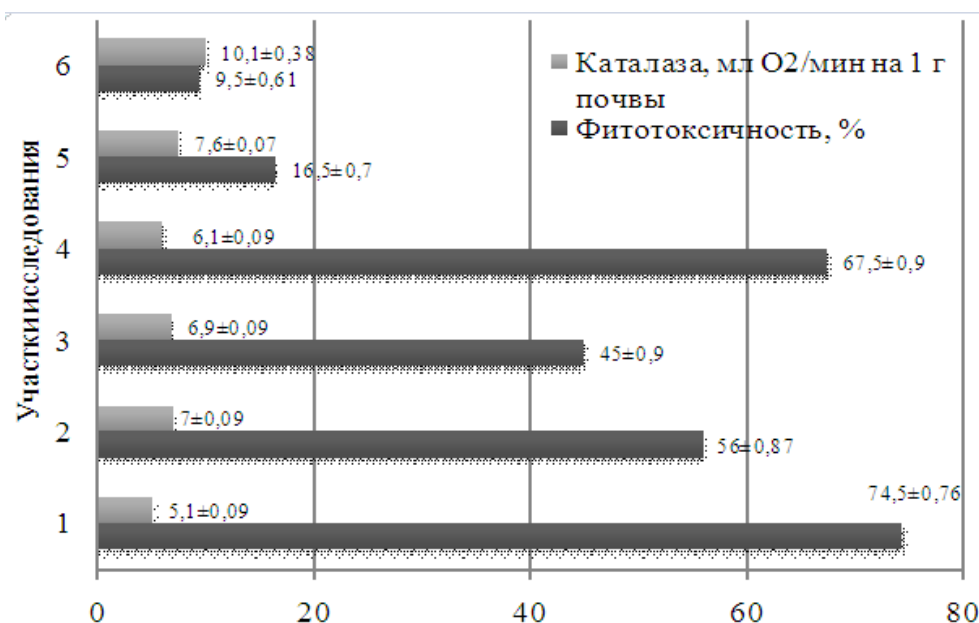


Рисунок 3. Показатели потенциальной биологической активности почв

Примечание: 1 – Сад Тополя; 2 – Парк им. 50-летия ВЛКСМ; 3 – Парк им. 50-летия СССР; 4 – Парк им. В.И. Ленина; 5 – Парк Победы; 6 – Фон.

представления о степени антропогенной деградации почв парковой зоны.

3. Интегральный показатель эколого-биологического состояния почвы характеризовался наличием статистически достоверной связи с концентрацией тяжелых металлов (как

отдельных элементов, так и их суммарным содержанием), поэтому при осуществлении экологического мониторинга городской среды целесообразнее использовать не содержание загрязняющего вещества в почве (с учетом ПДК), а ИПБС.

27.04.2015

**Список литературы:**

1. Мартыненко, И. А. Состав и строение почвенного покрова лесных, лесопарковых и парковых территорий г. Москвы / И. А. Мартыненко, Т. М. Прокофьева, Н. М. Строганова // Лесные экосистемы и урбанизация. – 2008. – С. 69-89.
2. Романова, М. В. Экологическое регулирование застройки территорий городов/ М. В. Романова // Экология антропогена и современности: природа и человек. – 2004. – С. 650-654.
3. Коровина, Е. В. Оценка состояния почвенного покрова урбоземосистемы / Е. В. Коровина, Г. А. Сагаров // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – № 3 (17). – 2009. – С. 1-4.
4. Водяницкий, Ю. Н. Загрязнение почв тяжелыми металлами / Ю. Н. Водяницкий, Д. В. Ладонин, А. Т. Савичев. – М., 2012. – 304 с.
5. Приваленко, В. В. Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области / В. В. Приваленко, О. С. Безуглова. Экология города Ростова-на-Дону. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ. – 2003. – Том 1. – 290 с.
6. Медведева, М. В. Микробнально-биохимическая индикация состояния антропогенно нарушенных почв восточной фенноскандии / М. В. Медведева., А. С. Яковлев // Экология и биология почв : междунар. науч. конф. – Ростов-на-Дону. – 2004. – С. 177-178.
7. Экологическая роль микробных метаболитов. / Под ред. Д. Г. Звягинцева – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 240 с.
8. Казеев, К. Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований / К. Ш. Казеев, С. И. Колесников, В. Ф. Вальков. – Ростов н/Д : Изд-во РГУ, 2003. – 216 с.
9. ГОСТ 17.4.3.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. – М., 1984. – 3 с.
10. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений. – М., 2010. – 6 с.
11. ГОСТ 26213М9. Методы определения органического вещества. – М., 1992. – 8 с.
12. Федорец, Н. Г. Методика исследования почв урбанизированных территорий / Н. Г. Федорец, М. В. Медведева. – Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2009. – 84 с.
13. Дыхание почвы / под ред. Заварзина Г. А., Кудеярова В. Н. –Издательство ОНТИ ПНЦ РАН, 1993. – 145 с.
14. Климентьев, А. И. Геоэкологическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга) / А. И. Климентьев, И. В. Ложкин, А. П. Трубин. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 181 с.
15. Анилова, Л. В. Перспективы фиторемедиации почвенного покрова урбанизированных территорий (на примере г. Оренбурга) / Л. В. Анилова Л.В., Е. В. Сальникова, О. В. Примаков, М. В. Шарыгина // Вестник ОГУ. – № 6 (142). 2012. – С. 82-85.
16. Верхошенцева, Ю. П. Фитотоксичность почв парков города Оренбурга / Ю. П. Верхошенцева, Л. В. Галактионова // Вестник ОГУ. – № 6 (167). – 2014. – С. 195-198.
17. Русанов, А. М. Содержание тяжелых металлов в плодах яблони в городских условиях/ А. М. Русанов, Е. З. Савин, С. Э. Нигматянова, М. М. Нигматянов, Д. А. Грудинин, М. А. Степанова // Вестник ОГУ. – № 1 (120). 2011. – С. 148-151.
18. Александрова, Э. А. Тяжелые металлы в почвах и растениях и их аналитический контроль / Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова, Н. А. Кошеленко. – Краснодар. – 2001. – С. 6-11.
19. Семенов, А. А. Влияние гуминовых кислот на устойчивость растений и микроорганизмов к воздействию тяжелых металлов : автореф. дис. канд. биол. наук / А. А. Семенов. – Москва, 2009. – 26 с.

Сведения об авторах:

**Галактионова Людмила Вячеславовна**, доцент кафедры общей биологии химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент, шифр специальности: 03.00.16 Экология, 03.00.05 Ботаника, e-mail: anilova.osu@mail.ru

**Васильченко Анастасия Валерьевна**, доцент кафедры общей биологии химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, кандидат биологических наук, шифр специальности: 03.00.16 Экология, 03.00.05 Ботаника, e-mail: teslya\_nastya@mail.ru

**Суздаева Ангелина Владимировна**, студент группы 12Почв(б) химико-биологического факультета Оренбургского государственного университета, e-mail: angelina\_have@hotmail.com

460018, г. Оренбург, пр-т. Победы, 13, тел. 8(3532) 37-24-83