

УДК 504.054:631.453

**СОДЕРЖАНИЕ СЕРОВОДОРОДА И СТЕПЕНЬ МИКРОБИАЛЬНОЙ ТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ ГОРОДСКИХ ПАРКОВ НИЖНЕГО НОВГОРОДА КАК ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБОЭКОСИСТЕМЫ**

**Копосова Н.Н., Трушкова М.А.**

*ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина»,  
Нижний Новгород, e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

В настоящей работе было проанализировано состояние парковых территорий города Нижнего Новгорода на основе сравнения показателей содержания в почвах сероводорода и их микробальной токсичности. Было установлено, что городские почвы, расположенные в рекреационных зонах, характеризуются избыточным накоплением сероводорода и высокой степенью микробальной токсичности. Так, наибольшее значение содержания H<sub>2</sub>S в почве было выявлено в парке «Швейцария» в точках 5-10 (0,96 мг/кг), а минимальное значение зафиксировано в контрольной пробе (фон – Борский район области). Почвы парков имени Кулибина и имени Маяковского характеризовались наименьшим количеством токсиканта (0,11 и 0,15 мг/кг соответственно). Микробальная токсичность почв парков «Швейцария» и имени Кулибина почва проявляла острую степень по отношению к тест-системе «Эколюм» (51-80 и 76% соответственно), а наименьшей степенью токсичности обладали почвы парков имени Маяковского (32%) и «Дубки» (43%). Применение методов определения содержания поллютантов в почвах и определение их интегральной токсичности позволяет говорить о возможности проведения оценки экологического состояния территорий урбоэкосистем на основе методов количественной аналитической химии и экотоксикологии.

**Ключевые слова:** городские почвы, содержание сероводорода в почвах, микробальная токсичность почвы, экологическое состояние урбоэкосистемы

**CONTENT OF HYDROGEN SULPHIDE AND DEGREE BY MICROBIAL TOXICITY OF CITY PARKS SOILS OF NIZHNY NOVGOROD AS INDICATORS OF URBOECOSYSTEM ECOLOGICAL CONDITION**

**Koposova N.N., Trushkova M.A.**

*Minin Nizhny Novgorod State Pedagogical University, Nizhny Novgorod,  
e-mail: coposowa.nataliya@yandex.ru*

In the real work the condition of park territories of Nizhny Novgorod on the basis of comparison of indicators of contents in soils of hydrogen sulfide and their microbial toxicity has been analysed. It has been established, that the city soils located in recreational zones are characterized by excess accumulation of hydrogen sulfide and high degree of microbial toxicity. So, the greatest value of maintenance of H<sub>2</sub>S in the soil has been revealed in the «Switzerland» park in points 5-10 (0,96 mg/kg), and the minimum value is recorded in control test (a background – Borsky district of area). Soils of parks by Kulibin and by Mayakovsky were characterized by the smallest quantity of a tocsicant (0,11 and 0,15 mg/kg respectively). Microbial toxicity of soils of the «Switzerland» parks and by Kulibin the soil showed sharp degree in relation to the «Ecolyum» test system (51-80 and 76% respectively), and the smallest degree of toxicity soils of parks by Mayakovsky (32%) and «Oaklets» (43%) had. Application of methods of determination of content of pollutant in soils and definition of their integrated toxicity allows to speak about a possibility of evaluating an ecological condition of territories urboecosystem on the basis of methods of quantitative analytical chemistry and ecotoxicology.

**Keywords:** city soils, content of hydrogen sulfide in soils, microbial toxicity of soil, ecological condition of urboecosystem

В настоящее время мировые процессы повышения роста и развития городов постоянно возрастают и становятся все более насыщенными. В урбанизованных территориях контактная окружающая среда подвергается различными нагрузками и загрязнениями, что пагубно сказывается как на атмосферном воздухе, так и на внутренней гидросфере и почвенном покрове [4, 9].

Важно отметить, что состояние почвы в городах требует особого внимания, поскольку урбанизация как и все почвенный разности являются депонирующими агентами и накапливают в себе значительное количество поллютантов. В связи с тем, что антропогенное воздействие непрерывно возрас-

тает в первую очередь на почвенный покров мегаполисов это, в свою очередь, неизбежно приводит к изменению всех сопредельных компонентов окружающей среды [10, 13].

Особенностью почв и земель, как сложных природных и природно-антропогенных объектов, находящихся в зонах различного многофункционального назначения, является то, что они в должной мере не отражены в современных научных, нормативных, методических и технических материалах и документах, направленных на оценку и определение допустимых уровней их экологического состояния и регулирование допустимого антропогенного воздействия на них. Главная проблема в развитии системы экологическо-

го нормирования почв и земель заключается в том, что вплоть до настоящего времени в стране не разработана единая научная концепция по установлению взаимосвязи между допустимым экологическим состоянием окружающей среды, в частности, почв и земель и допустимым уровнем антропогенного воздействия на них [11, 12].

Микробиота, биохимические параметры почвы и ее биологическая активность под влиянием антропогенного воздействия откликаются первоочередным образом, поэтому многими исследователями [1, 7] показатели их изменения считаются наиболее чувствительными к загрязнению критериями состояния почвенного покрова.

В городах важное место занимают рекреационные территории. Некоторые авторы считают, что почвы данной местности не подвергаются антропогенному воздействию, следовательно, уровень загрязнения должен быть низок. Но по факту эти территории испытывают сильное техногенное давление, поэтому уровень загрязнения на этих территориях, как правило, выше среднего или очень высокий [4, 15].

**Цель исследования.** В связи с тем, что научная оценка эколого-гигиенического состояния почв рекреационных территорий города Нижнего Новгорода проводится эпизодическим образом, она и послужила основной целью настоящей работы – определение содержания сероводорода и микробной токсичности почв рекреационных территорий города как показателей устойчивости состояния урбоземосистемы.

#### **Материалы и методы исследования**

В сезон 2016 года были отобраны образцы 5 объединенных проб почв из 5 точечных проб каждая [2] с основных парковых территорий Нижнего Новгорода и проанализированы на содержание в них сероводорода и интегральной токсичности [3] с помощью тест-системы «Эколюм».

Объектами исследования послужили территории парка имени Маяковского (Ленинский район), парка имени Кулибина (Нижегородский район), парка «Дубки» (Ленинский район) и парка «Швейцария» (Приокский район), разбитый на две продольные части (точки 1-5 и 5-10). Данные парковые территории расположены либо в крупных промышленных центрах города, либо сопровождают протяженные автомагистрали, атмосферный воздух которых постоянно испытывает воздействие газо-пылевых выбросов со стороны автотранспорта. В качестве условного контроля была проанализирована почва лесного массива южной части Борского района области.

Определение содержания сероводорода в почве проводилось титриметрическим методом по [8, 14], которое основано на окислении сероводорода йодом, выделившимся при взаимодействии йодида калия с  $KMnO_4$  в кислой среде. Нижний предел обнаружения – 0,32 мг/кг почвы, точность измерения 25%, измеряемые концентрации – 0,32-2300 мг/кг. Данная методика предназначена для определения  $H_2S$  в почве в местах,

где постоянно имеется загрязнение нефтепродуктами – территории автомагистралей и прибрежные зоны рек и других водоемов, куда могут сбрасываться сточные воды, загрязненные нефтепродуктами.

Определение интегральной токсичности почв проводилось биолюминесцентным методом на основе тест-системы «Эколюм» по [5, 6, 8]. В настоящей методике в качестве тест-объекта используются препараты лиофилизированных люминесцентных бактерий (генно-инженерная бактерия *Escherichia coli* M-17) или ферментные системы из этих бактерий. Данный биосенсор обладает очень широким спектром проявления чувствительности к разнообразным химическим соединениям, находящимся в объекте исследования: тяжелые металлы, пестициды, фенолы, углеводороды и другие поллютанты. Все анализы проведены в пятикратной аналитической повторности на базе лабораторного комплекса «Эколого-аналитическая лаборатория мониторинга и защиты окружающей среды» Мининского университета под руководством заведующего ЛК, канд. биол. наук, доцента А.В. Козлова, которому авторы выражают благодарность за подробные консультации и совместную работу.

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Результаты полученных исследований парковых почв на содержание сероводорода отображены на рис. 1 и 2.

В целом нужно сказать, что наибольшее значение содержания сероводорода в почве было выявлено в парке «Швейцария» в точках 5–10 (0,96 мг/кг), а минимальное значение зафиксировано в контрольной пробе (фоне). Почвы парков имени Кулибина и имени Маяковского характеризовались наименьшим количеством токсиканта (0,11 и 0,15 мг/кг соответственно).

Анализируя содержание сероводорода в почве относительно фоновой (контрольной) концентрации, показанное на рис. 1, нужно сказать, что почвы всех парковых территорий содержат избыточное количество сероводорода, которое намного превышало значение на контроле.

Так, в почвах парка имени Кулибина превышение контрольного варианта составило 1,4 раза, парка имени Маяковского – 1,9 раза. Разность в концентрациях  $H_2S$  между фоном и парком Дубки составила в 8 раз. По парку Швейцария данный показатель изменялся от 11,8 до 12,0 раз, то есть оказался самым максимальным.

Согласно СанПиН 42-128-4433-87 «Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве» содержание сероводорода в почвах не должно превышать 0,4 мг/кг [14]. Из данных рисунка 2 видно, что содержание  $H_2S$  в почвах парков имени Кулибина и имени Маяковского не превышали ПДК. Разность между ПДК и показателем почвы парка «Дубки» составила 1,8 раз (0,64 мг/кг), а в почве парка «Швейцария» данный показатель превысил ПДК почти в 2,5 раза (0,94-0,96 мг/кг).

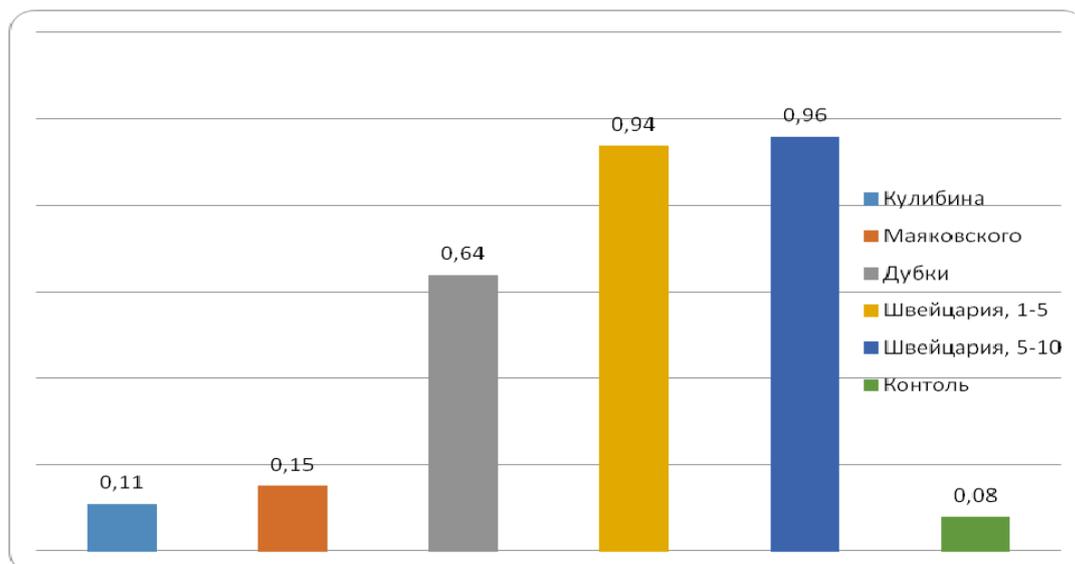


Рис. 1. Содержание сероводорода в почвах парков с учетом контроля

Токсичность почв – их способность подавлять рост и развитие высших организмов и населяющей микробиоты. Токсичность почв может возникать под действием антропогенных факторов в основном за счет двух процессов – аккумуляции в почве загрязнителей и накопления токсинов, образованных представителями микрофлоры загрязненных почв [7].

Необходимость диагностики качества почвы по биотическим показателям обоснована тесной взаимозависимостью ее «косного» и «биологического» начал. Ана-

литический контроль загрязнения, проводимый химическими методами, показывает наличие лишь «маркеров» – определенных концентраций загрязнителей, которые могут иметь неодинаковые последствия в регионах с разнообразными условиями среды обитания и разным составом обитающих видов живых организмов. Такая информация имеет ограниченное значение для прогноза структурно-функциональных изменений и оценки состояния биоты, а, следовательно, экосистем в целом [1].

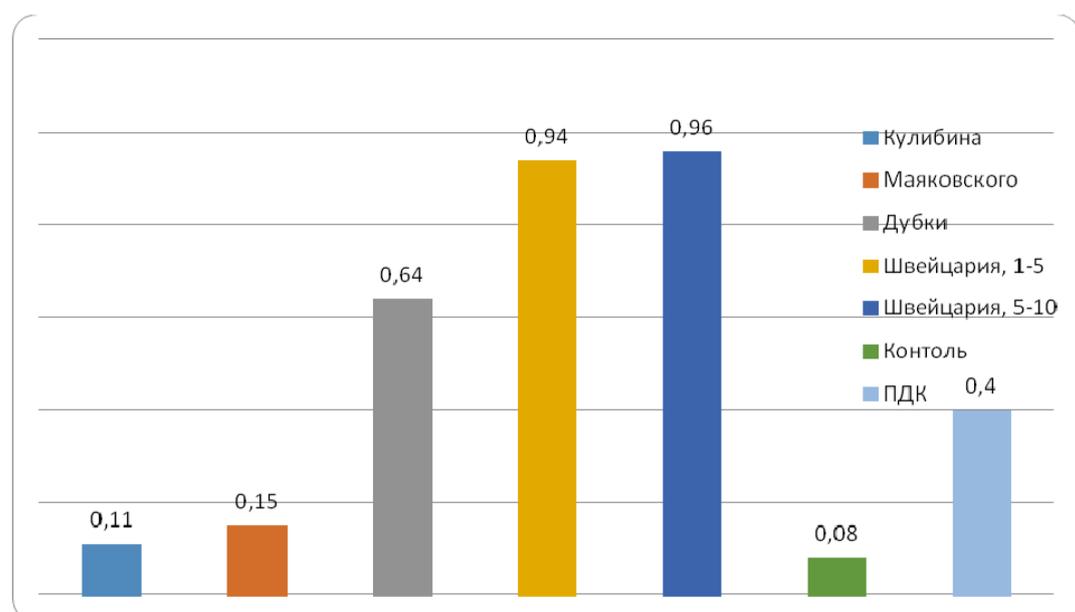


Рис. 2. Содержание сероводорода в почвах парков с учетом ПДК

Интегральная (микробиальная) токсичность почвы парковых территорий  
(тест-система «Эколюм» – генно-инженерная бактерия *Escherichia coli* M-17)

№ п/п	Парк (территория)	Индекс токсичности, % (m ± M)*	Степень токсичности	Характеристика территории
1	контроль	9 ± 2	допустимая	почва нетоксична
2	имени Кулибина	76 ± 11	острая	почва проявляет острую токсичность
3	имени Маяковского	32 ± 12	средняя	почва обладает токсичностью
4	«Дубки»	43 ± 10	средняя	почва обладает токсичностью
5	«Швейцария», т. 1-5	51 ± 14	острая	почва проявляет острую токсичность
6	«Швейцария», т. 5-10	80 ± 13	острая	почва проявляет острую токсичность

\* – m – среднее, M – ошибка среднего.

Показатели микробиальной токсичности могут дать комплексную информацию о трансформировании почвенной экосистемы, о состоянии организмов и степени приемлемости внутренних взаимодействий для сохранения разнообразия форм жизни и их сбалансированного развития [12].

В результате проведенного анализа почв парковых территорий на определение интегральной токсичности комплекса накопленных в них токсикантов биоломинесцентным методом были получены результаты, показанные в таблице.

Проанализировав данные таблицы, можно сказать, что чем больше разность между контролем и опытной пробой, тем индекс токсичности выше. Почва контрольного участка характеризовалась незначительной минимальным индексом токсичности и в целом не являлась токсичной, что нельзя сказать о почвах парковых территорий. Так, в парках «Швейцария» и имени Кулибина почва проявляла острую токсичность по отношению к тест-системе «Эколюм» (51-80 и 76% соответственно), а наименьшей степенью токсичности обладали почвы парков имени Маяковского (32%) и «Дубки» (43%).

### Заключение

В настоящей работе было проанализировано состояние парковых территорий города Нижнего Новгорода на основе сравнения показателей содержания в почвах сероводорода и их микробиальной токсичности. Было установлено, что городские почвы, расположенные в рекреационных зонах, характеризуются избыточным накоплением сероводорода и высокой степенью микробиальной токсичности. Применение методов количественного определения поллютантов

в почвах и определение их интегральной токсичности позволяет говорить о возможности проведения оценки экологического состояния территорий урбоэкосистем.

### Список литературы

1. Агаркова М.Г. Биологическая активность почв урбанизированных территорий / М.Г. Агаркова, М.Н. Строганова, И.Н. Скворцова // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. – 1994. – № 1. – С.45-49.
2. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
3. ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния.
4. Мотузова Г.В. Химическое загрязнение биосферы и его экологические последствия / Г.В. Мотузова, Е.А. Карпова. – М.: Изд-во МГУ, 2013 – 304 с.
5. МР 01.019-07. Определение интегральной токсичности почв с помощью биотеста «Эколюм». Методические рекомендации.
6. МР 11-1/134-09. Определение общей токсичности почв по интенсивности биоломинесценции бактерий. Методические рекомендации.
7. Козлов А.В. Значение микроорганизмов в поддержании устойчивости почв к воздействию антропогенных факторов / А.В. Козлов, О.В. Селицкая // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 3 (11). – С. 27.
8. Козлов А.В. Лабораторно-инструментальные методы исследований в экологии объектов окружающей среды. – Н. Новгород: НГПУ им. К. Минина, 2016. – 89 с.
9. Копосова Н.Н. Анализ территориальных различий в уровнях концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе города Нижнего Новгорода / Н.Н. Копосова, А.В. Козлов, И.М. Шешина // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 3. – С. 581.
10. Копосова Н.Н. Нижний Новгород: исследование города как социально-экологической среды: автореф. дис. канд. геогр. наук. – СПб., 1997. – 19 с.
11. Копосова Н.Н. Формирование профессиональных компетенций при изучении курса «Техногенные системы и экологический риск» / Н.Н. Копосова // Вестник Мининского университета. – 2015. – № 2 (10). – С. 16.
12. Орлов Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высшая школа, 2005. – 558 с.
13. Сазанов Э.В. Экология городской среды. – СПб.: Издательство «ГИОРД», 2010. – 311 с.
14. СанПиН 42-128-4433-87. Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве.
15. Хомич В.А. Экология городской среды. – М.: Издательский дом «Отраслевые ведомости», 2006. – 267 с.