

Information About the Authors:

Zobnin Yuri V. – Associate Professor, Department of Hospital Therapy, candidate of medical sciences, associate professor, tel. 8(3952) 328382, e-mail: yu.zobnin@ismu.baikal.ru, SPIN-код: 7464-1217; Tretyakov Alexey B. – head of the department of acute poisoning, toxicologist of the highest qualification category, 664002, Irkutsk, ul. Zhukova, 9, tel. 8(3952) 328382, e-mail: toxico@msh38.ru; Nemtseva Anastasia A. – Head of the Department of Acute Poisoning in Children, 664009, Irkutsk, ul. 1st Sovetskaya, 57, tel. 8(3952) 218975, e-mail: imdkb@imdkb.ru; Perfiliev Dmitry V. – head of the bureau, doctor forensic expert of the highest qualification category, 664022, Irkutsk, b. Gagarina, d. 4, PO Box 6, tel. 8(3952) 280949, e-mail: iobsme@bk.ru; Droганov Mikhail A. – head of the organizational and methodical department of the bureau, 664022, Irkutsk, b. Gagarina, d. 4, PO Box 6, tel. 8 (3952) 280949, e-mail: iobsme@bk.ru

ОБРАЗ ЖИЗНИ. ЭКОЛОГИЯ

© НАПРАСНИКОВА Е.В. – 2019
УДК:631.4 (571.5)

DOI: 10.34673/ismu.2019.26.27.012

САНИТАРНО-МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ГОРОДА УСОЛЬЕ-СИБИРСКОЕ

Напрасникова Е.В.
(Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия)

Резюме.

Актуальность. Контроль качества окружающей среды по интегральным показателям свойств почвы является своевременным и признан актуальным экологическим подходом. Это особенно важно, если речь идет о проблеме сохранности компонентов биосферы, как среды обитания человека.

Цель исследования: изучение современного эколого-биохимического и санитарного состояния почв на примере старинного промышленного города – Усолья-Сибирского.

Материалы и методы. Объектом детальных исследований явились урбаноземы, взятые с глубины 0-10 см в основных функциональных зонах города. Санитарно-бактериологическую оценку проводили в соответствии СанПин – 2.17.1287-03. При идентификации доминирующих сапрофитных бактерий актиномицетов и микроскопических грибов использовали соответствующие определители. Уровень биохимической активности почв установлен экспресс-методом по Т.В. Аристовской и М.В. Чугнуновой. Щелочно-кислотные условия регистрировались потенциометрически на приборе (иономер И-160МИ). Для дополнительной характеристики урбаноземов были использованы труды сотрудников института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН по содержанию основных химических элементов. Расчёты превышения уровня ПДК выполнены автором.

Результаты. Выявлен высокий уровень биохимической активности почв на фоне их щелочных свойств. Показатели pH почв варьируют от слабощелочных (7,3-8,0 ед.) до среднещелочных (8,0-8,5 ед.). Установлена зависимость биохимической активности почвы от pH среды. Связь характеризуется статистической существенной ($R^2 = 0,5$). По санитарно-показательным микроорганизмам определена степень загрязнения изучаемых почв, которая колеблется от слабо до сильно загрязненных. Установлено доминирование видов *C. freundii* и *E. Cloacae*.

Заключение. В результате исследований, выполненных в экологическом ключе, основная цель работы была достигнута. Выявлен высокий уровень биохимической активности почв. Дана оценка их сравнительно безопасного санитарного состояния. Определены представители основных систематических групп микроорганизмов.

Ключевые слова: почва; микроорганизмы; санитарная оценка; биохимическая активность.

SANITARY-MICROBIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PROPERTIES OF SOILS IN THE INDUSTRIAL CITY OF USOLYE-SIBIRSKOE

Напрасникова Е.В.
(Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia)

Summary.

Actuality. Monitoring of the environmental quality from integral indicators of soil properties is a timely method and has been recognized as a currently relevant ecological approach. This is especially important with regard to the problem of preserving the biosphere components as the human habitat.

Aim: is to study the current ecological-biochemical and sanitary status of soils using an ancient industrial city of Usolye-Sibirskoe as an example.

Methods. The object for detailed investigations in to urbanozems (urbansoils) sampled from a depth of 0-10 cm in the main functional zones of the city. A sanitary-bacteriological assessment was made in accordance with SanPin–2.17.1287-03. Identification of the dominant saprophytic bacteria, actinomyces and microscopic fungi used appropriate determinants. The level of soil biochemical activity was determined by the express method according to T.V. Aristovskaya and M.V. Chugunova. The alkaline-acidic conditions were recorded potentiometrically with the instrument (ion meter I-160MI). An additional characterization of chernozems used the findings reported by researchers of Vinogradov Institute of Geochemistry SB RAS regarding contents of main chemical elements. Calculations of the exceedance of the MPC level were done by this author.

Results. A high level of soil biochemical activity at a background of their alkaline properties has been revealed. The soil pH values vary from weakly alkaline (7.3–8.0) to moderately alkaline (8.0–8.5). A dependence of the soil biochemical activity on pH of the medium was determined. The correlation is characterized as statistically significant ($R^2 = 0.5$). The degree of soil

pollution was determined from sanitary-representative microorganisms, which fluctuates from weakly to strongly polluted. A predominance of the species *C. freundii* and *E. Cloaceaewas* established.

Conclusions. As a result of experimental investigations, the primary objective of this research has been achieved. A high level of soil biochemical activity has been revealed. An assessment of their sanitary condition, which is relatively safe. Representatives of the main systematic groups of microorganisms have been determined.

Key words: soil; microorganisms; health assessment; biochemical activity.

Введение

В настоящее время негативные последствия антропогенного влияния на свойства городских почв как в нашей стране, так и за рубежом, очевидны, что отражено в активно накапливающейся научной информации [4,5,7-9].

Известно, что одной из важных экологических функций почвы является санитарная, которая связана с асептическими свойствами, лимитирующими развитие в ней болезнетворных микроорганизмов. Кроме этого существенным информативным показателем является биохимическая активность почв, отражающая её функциональные возможности на текущий момент времени, и контролируется экологическими факторами, особенно щелочно-кислотными условиями (рН).

Цель исследования – изучение современного эколого-биохимического и санитарного состояния почв на примере старинного индустриального города Усо́лья-Сибирского.

Материалы и методы

Исследуемая территория расположена на берегу р. Ангары, в 90 км от областного центра. В 1940 году село Усо́лье получило статус города, в название было включено слово «Сибирское». По занимаемой территории (74 км²) город относится к большим, по численности населения в настоящее время к средним – 83364 жителей. В городе преобладает резко-континентальный климат. Морозные и длительные зимы. Короткое, но теплое лето. Средняя температура января составляет: -18,4°C, июля – +18,5°C. Среднее годовое количество осадков – 480 мм. На территории Усо́льского района получили распространение равнинные подтаежные сосновые травяно-брусничные леса и таежные сосново-лиственничные травяные на серых лесных почвах.

Основные виды промышленной деятельности города: добыча и переработка соли «Усо́лье» ООО «Руссо́лье»; химическое производство – АО «Усо́лье-Сибирский химико-фармацевтический завод»; «Производство металлического калия», машинного оборудования (ООО «Усо́льмаш»); обработка древесины и производство изделий из дерева; производство пищевых продуктов.

Отбор почвенных образцов и санитарно-микробиологическую оценку проводили во всех функциональных зонах города, согласно методических рекомендаций [2,6]. Определение биохимической активности почв (БАП) выполнялось экспресс-методом [1] в лабораторных условиях. Щелочно-кислотные свойства почв определялись потенциометрическим методом на приборе (иономер И-160МИ). В работе был использован статистический метод определения коэффициента аппроксимации в программе Excel.

Для дополнения характеристики изучаемых почв приведём результаты геохимических исследований сотрудников института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН [3]. Концентрация (мг/кг) распространенных почвенных элементов в аллювиальном горизонте почвенного покрова исследуемого города следующая: Са – 2,2; Mg – 2,6; К – 1,7; Hg – 0,02; U – 2,01; Th – 6,26; Cs – 3,48; Be – 3,0; Zn – 72; Pb – 21; Cu – 23; Co – 17; Ni – 49; Cr – 133; V – 100; Sr – 338. Из приведенных элементов величину ПДК (пределно-допустимой концентрации) превосходят: Zn, Cu, Co, Cr, Ni, Sr. Расчёты показали, что превышение уровня ПДК колеблется от 3 до 22 единиц.

Результаты и обсуждение

Величину рН почв рассматривают в качестве одной из важнейших интегральных почвенных характеристик и ведущих экологических факторов. В условиях урбанизации и техногенеза рН претерпевает существенную трансформацию. В Сибири, где не наблюдаются «кислотные дожди», рН почв, как правило, смещается в щелочную сторону. Пределы колебаний рН на территории города составляют 7,3-8,5 ед. Кислые и сильнощелочные почвы на настоящий момент времени отсутствуют. Площадь почвенного покрова со слабо и среднещелочными значениями (7,3-8,0 ед.) занимает значительную часть территории города. Почвы с минимальными значениями рН локально наблюдаются в центре города (парки, спортивные зоны).

Уровень БАП – индикатор их современного экологического состояния и в то же время самоочищающей способности. По результатам БАП выделяется три группы почв. Первая – с очень высокой активностью (от 2,4 до 4,0 ч.), вторая – с высокой (от 4,0 до 6,0 ч.), третья – от 6,0 и более со средней.

Промышленные объекты в городе сосредоточены в основном в северной части. Их производственная вредность относится к 3-5 классу опасности. Здесь значения БАП, а особенно рН очень неоднородные и переход одних значений к другим имеет резкий характер. Данный факт можно связать с особенностями влияния промышленной зоны, где почвенный покров, грунты и подземные воды пропитаны загрязняющими веществами и тяжелыми металлами.

Экспериментальные данные в системе БАП-рН позволили выявить тесноту связи между ними (рис. 1). Кривая показывает тренд с коэффициентом аппроксимации $R^2 = 0,50$. Согласно шкале Чеддока связь характеризуется как статистически существенная. Не смотря на значительное влияние техногенеза в данном городе, взаимосвязь между двумя важными экологическими показателями не нарушилась.

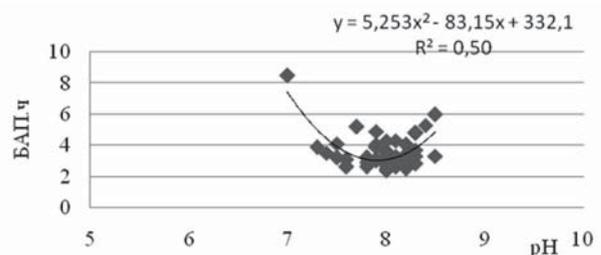


Рис. 1. Зависимость биохимической активности почвы от щелочно-кислотных условий.

Результаты санитарно-микробиологического анализа почв, представленные в таблице 1, показывают различную степень их загрязнения хозяйственно-бытовыми органическими веществами. Количество сапрофитных бактерий колеблется от 0,03 до 3,6 млн. КОЕ /г почвы. В почвах селитебных зон обнаружено их наибольшее количество. Титр кишечной палочки колебался в пределах 0,01-0,001. На долю слабо загрязненных почв приходится 33,4%; умеренно загрязненных – 46,6%; сильно загрязненных – 20%.

Установлено доминирование видов *C. freundii* и *E. Cloaceaewas*. Среди эубактерий преобладали споровые формы рода *Bacillus*. Это свидетельствует о значительной толерантности бациллярных форм к тяжелым ме-

Санитарно-микробиологическая оценка почв г. Усолье-Сибирское

№ образца	Местоположение	Сапрофитные микроорганизмы (млн. КОЕ /г почвы)	Титр кишечной палочки	Оценка санитарного состояния почвы
1	Московский тракт; на въезде в город	0,03 ± 0,006	0,1	слабо загрязненная
3	Промышленная зона	0,80 ± 0,09	0,01	слабо загрязненная
4	Торговая точка	0,78 ± 0,09	0,001	умеренно загрязненная
5	Частный сектор	1,40 ± 0,08	0,0001	сильно загрязненная
6	Жилой массив	0,51 ± 0,02	0,001	умеренно загрязненная
7	Стадион, 18 м от дороги	0,73 ± 0,09	0,001	умеренно загрязненная
8	Автозаправка в центре города	3,6 ± 0,06	0,0001	сильно загрязненная
9	Жилой массив, старые двухэтажные дома	0,57 ± 0,02	0,001	умеренно загрязненная
10	Остановка трамвая, сквер	0,94 ± 0,06	0,001	умеренно загрязненная
11	Гаражи, окраина города	1,2 ± 0,06	0,001	умеренно загрязненная
12	Склон оврага, 100 м от частного сектора	1,9 ± 0,1	0,01	слабо загрязненная
13	Парковая зона (центр города)	1,4 ± 0,06	0,001	умеренно загрязненная
14	Территория больницы	0,7 ± 0,09	0,01	слабо загрязненная
15	Придорожная экосистема	0,5 ± 0,02	0,01	слабо загрязненная

таллам. Качественный состав представлен доминантами вида: *Bacillus (B.) mycoides*, *B. mesentericus*, *B. cereus*, *B. megaterium*, *B. subtilis*. Представители микрококков и псевдомонад встречались редко. Качественный состав микроскопических грибов характеризуется доминирующими видами рода *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*. Актиномицеты были не многочисленны. Доминировали представители белых и серых цветковых линий, секций *Albus* и *Sinereus*. Доминирующий состав микроорганизмов имеет сходство с другими городами Приангарья [4].

Заключение

Изучена одна из важных экологических функций, связанная с трансформацией органического азота. Она

ЛИТЕРАТУРА

1. Аристовская Т.В., Чугунова М.В. Экспресс-метод определения биологической активности почв // Почвоведение. 1989. №11. С.142-147.
2. Гигиенические нормативы / Под ред. Г.Г.Онищенко. СПб.: Профессионал, 2011. 118 с.
3. Гребеничкова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский экологический полигон). Новосибирск: Гео, 2008. 234 с.
4. Напрасникова Е.В., Макарова А.П. Санитарно-микробиологические и биохимические особенности почвенного покрова городов Прибайкалья // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2005. №5. С.67-71.
5. Напрасникова Е.В. Санитарно-экологическое состояние почв в условиях техногенного воздействия // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). 2017. №1. С.34-36.
6. Санитарная микробиология / Госманов Р. Г., Волков А.Х., Галлиулин А.К., Ибрагимова А.И. СПб, М., Краснодар: Лань, 2016. С.206-210.
7. Скворцова И.Н. Микробиологические и некоторые санитарно-гигиенические свойства городских почв // Почва, город, экология. М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997. С.125-146.
8. Burghardt W. Soil in urban and industrial environments // Z. Pflanzenernahr Bodenkunde. 1994. Vol. 15. P.205-214.
9. Lehmann A., Stahr K. Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils // Soils and Sediments. 2007. Vol. 7. №4. P.247-260.

Информация об авторе:

Напрасникова Елизавета Викторовна – к.б.н., ст.н.с. лаборатории географии почв и геохимии ландшафтов Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия. e-mail: r.kodar@mail.ru, tel. – 73952427089. SPIN-code: 3664-5250, ORCID – 0000-0003-2049-5066, SCOPUS – 10640308700.

Information About the Author:

Naprasnikova Elizaveta V. – candidate of biological sciences, Senior Research Scientist. V B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia, e-mail: r.kodar@mail.ru, tel. – 73952427089. SPIN-code: 3664-5250, ORCID – 0000-0003-2049-5066, SCOPUS – 10640308700.

Таблица 1

рассматривается как потенциальная самоочищающая способность урбанонозов. Высокий уровень БАП на фоне щелочных свойств не является положительным моментом, так как может привести к потере в почве биогенного элемента – азота. Санитарно-микробиологический анализ показал, что на долю слабо загрязненных почв приходится 33,4%; умеренно загрязненных – 46,6%; сильно загрязненных – 20%. Данные результаты позволяют рекомендовать увеличение степени озеленения городских почв.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Прозрачность исследования. Исследование не имело спонсорской поддержки. Автор несёт полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

Декларация о финансовых и иных взаимодействиях. Автор не получал гонорар за исследование.

Материал поступил в редакцию: 12.10.2019 г.

REFERENCES

1. Aristovskaya T.V., Chugunova M.V. Express method of determining the biological activity of soils // Pochvovedenie. 1989. №11. P.142-147. (in Russian)
2. Hygieny Standards /Ed. G.G.Onishchenko. St. Petersburg: Professional, 2011. 118 p. (in Russian)
3. Grebenshchikov, V.I., Lustenberg E.E., Kitaev N.A., Lomonosov I.S. Geochemistry of the Environment in Cisbaikalia (Baikal Ecological Study Area). Novosibirsk: Geo, 2008. 234 p. (in Russian)
4. Naprasnikova E.V., Makarova A.P. Sanitary-microbiological and biochemical characteristics of soil cover in cities of Cisbaikalia // Sibirskij Medisinskij Zurnal (Irkutsk). 2005. №5. P.67-71. (in Russian)
5. Naprasnikova E.V. Sanitary-ecological status of soils in conditions of technogenic impact // Sibirskij Medisinskij Zurnal (Irkutsk). 2017. №1. P.34-36. (in Russian)
6. Sanitary Microbiology / Gosmanov R.G., Volkov A.Kh., Gallulin A.K., Ibragimova A.I. St. Petersburg; Moscow; Krasnodar: Lan, 2016. P.206-210. (in Russian)
7. Skvortsova I.N. Microbiological and some sanitary-hygienic properties of urban soils, in Soil, City, Ecology. Moscow: Fond "Za Ekonomicheskuyu Gramotnost" 1997. P.125-146. (in Russian)
8. Burghardt W. Soil in urban and industrial environments // Z. Pflanzenernahr Bodenkunde. 1994. Vol. 15. P.205-214.
9. Lehmann A., Stahr K. Nature and Significance of Anthropogenic Urban Soils // Soils and Sediments. 2007. Vol. 7. №4. P.247-260.