

УДК 630.181

М. А. Иванова^{1,2}, Е. И. Федченко², С. М. Хамитова²¹Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова²Вологодский государственный университет**ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ПОЧВ И РАСПРОСТРАНЕННОСТИ
ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ В НАСАЖДЕНИЯХ
НА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Данное исследование посвящено оценке распространенности пороков древесины, обнаружению и количественному учету тяжелых металлов в почвах скверов города Вологды. При оценке распространенности пороков зеленых насаждений на территории 10 скверов города Вологды выявлено, что большая часть насаждений подвержена влиянию пороков разных видов. При этом среди самых часто встречаемых пороков древесных насаждений отмечены кривизна ствола, многоствольность и трещины. Данные пороки зафиксированы практически у всех пород деревьев и составляют в среднем от 30 до 90% от их общего количества. Такие пороки, как сбежистость, сучки, наросты и отслоение коры, у насаждений 10 исследованных скверов выявлены в меньшей степени. В ходе анализа определены скверы с наибольшей и наименьшей распространенностью пороков зеленых насаждений. В результате работы также получены сведения о распределении некоторых химических элементов в почвах скверов. Выявлены территории, наиболее и наименее загрязненные тяжелыми металлами. Проведено сравнение содержания тяжелых металлов с предельно допустимыми концентрациями (ПДК). В одном из скверов отмечено превышение ПДК свинца в почве.

Ключевые слова: тяжелые металлы, загрязнение почв, урбанизированная территория, зеленые насаждения, пороки древесины.

M. A. Ivanova^{1,2}, E. I. Fedchenko², S. M. Khamitova²¹North (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov²Vologda State University**ASSESSMENT OF THE SOIL CONTAMINATION AND PREVALENCE
OF WOOD DEFECTS IN PLANTINGS
ON URBANIZED TERRITORIES**

This study is devoted to assessment of the prevalence of wood defects, detection and quantitative accounting of heavy metals in the soils of squares in Vologda. When assessing the prevalence of defects of green spaces on the territory of 10 squares of the city of Vologda, it was found that most of the plantings are affected by various types of vices. Among tree plantations, such defects as trunk curvature, multi-barrel and cracks are most often found. These defects are recorded in almost all tree species and make up on average from 30 to 90% of their total number. Such defects as runaway, knots, growths and bark detachment in the studied plantings in 10 squares were found to a lesser extent. The analysis identified squares with the highest and lowest the prevalence of green spaces defects. As a result, we also obtained information about the distribution of certain chemical elements in the soils of squares. The territories most and least polluted with heavy metals were identified. A comparison of the content of heavy metals with maximum permissible concentrations (MPC) was made. In one of the squares there was an excess of the MPC of lead (Pb) in the soil.

Key words: heavy metals, soil pollution, urban land, green planting, wood defects.

Введение. Одной из самых распространенных экологических проблем является качество санитарного состояния насаждений и уровень загрязненности почвы тяжелыми металлами. На сегодняшний день мировое увеличение выбросов приобретает стремительные темпы роста, и в случае, если не предпринять определенных мер, через несколько лет население столкнется с глобальным загрязнением атмосферы, почвенных ресурсов и ухудшением санитарного состояния зеленых насаждений [1–3].

Распространение заболеваний, причиной которых является повышенное содержание тяжелых металлов в почве, довольно значительно и оценивается в мировом масштабе в несколько миллионов человек. Поэтому изучение содержания тяжелых металлов в почве является важной прикладной задачей в области проблемы вредных выбросов. Актуальность подобного рода исследований обусловлена тем, что последствия, которые вызваны превышением тяжелых металлов в почве, могут затронуть и

общее санитарное состояние зеленых древесных насаждений [4–6]. В связи с этим важным стратегическим решением будет принятие мер по снижению концентрации тяжелых металлов там, где они превышают предельно допустимую концентрацию (ПДК). Кроме того, своевременное выявление зависимости между развитием заболеваний и наличием в почве определенного рода загрязнителей поможет избежать развития серьезных хронических осложнений и разработать профилактические меры по снижению риска заболеваемости. Улучшение показателей содержания по всем группам тяжелых металлов в короткие сроки не представляется возможным, поэтому целесообразно предпринять меры по снижению выбросов от источников, которые представляют наибольшую опасность для древесной растительности.

Комплексная оценка за состоянием урбанизированной среды состоит из оценок состояния множества компонентов, среди которых присутствует почвенный покров, а также древесные растения. При исследовании данных компонентов большое внимание уделяется почвенному химическому исследованию и экологическому состоянию древостоя.

Основная часть. Основу работы составляют материалы исследований города Вологды, государственные стандарты по определению подвижных и валовых форм тяжелых металлов, а также материалы отчетов по лабораторным испытаниям Центра агрохимической службы ФГБУ ГЦАС «Вологодский».

В качестве объектов исследования были взяты образцы почв на территории 10 скверов города Вологды. Чтобы определить загрязненность почв тяжелыми металлами, на выбранных объектах было отобрано методом «конверта» по 5 почвенных проб. Также на территории данных скверов была проведена оценка санитарного состояния зеленых древесных насаждений по показателю распространенности древесных пороков. Оценка производилась на основании классификации по ГОСТ 2140–81 [7]. При изучении доли насаждений, пораженных пороками, были исследованы все породы деревьев, растущие в границах 10 скверов города Вологды.

Проведение исследований, а именно обнаружение и количественный учет тяжелых металлов, токсичных веществ в городских почвах и оценка санитарного состояния зеленых насаждений является актуальным направлением современности, которое необходимо для поддержания санитарно-гигиенических характеристик, сохранения ценных растительных пород, моделирования и разработки природоохранных мероприятий.

Оценка степени химического загрязнения почв скверов города Вологды проводилась с помощью санитарно-гигиенического нормирования содержания тяжелых металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Mn) в почвенно-растительном покрове путем соотношения фактической определенной концентрации элементов с ПДК.

Химический анализ проводился в Центре агрохимической службы ФГБУ ГЦАС «Вологодский». Количественный химический анализ почв был выполнен методом атомно-абсорбционного анализа.

Сравнение полученных показателей по почвам скверов были проведены на основании гигиенических нормативов ГН 2.1.7.2041–06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» [8].

Сравнительные данные содержания тяжелых металлов и показателя рН в почвах скверов города Вологды представлены в таблице.

В городе Вологде в основном преобладают дерново-подзолистый и суглинистый типы почвы с кислотностью более 5,5. В изучаемых скверах почвы слабокислые или нейтральные, кислотность варьируется от 6,6 до 7,0.

На всех изучаемых объектах концентрация меди в почвах не превышает ПДК (3,0 мг/кг). В районах, которые в будущем могут подвергнуться повышенному содержанию меди в почве – сквер на площади Революции, сквер на Соборной горке и сквер у СК «Юбилейный», концентрация меди на данный момент составляет 0,91, 0,89 и 0,88 мг/кг соответственно, однако в будущем превышение ПДК меди на этих территориях маловероятно. Наименьшая концентрация меди в почве обнаружена в сквере у дома Петра I – 0,61 мг/кг. Медь относится к веществам 3-го класса опасности. Значительное количество меди попадает в почву при применении медьсодержащих фунгицидов (бордорская смесь, хлорокись меди). Ухудшение доступности меди для растений заметно при повышении рН с 5,5 до 6,0. При высоком содержании в почвах меди и фосфора отмечаются признаки цинковой недостаточности. Избыток, как и недостаток, проявляется прежде всего на молодых листьях.

Концентрация цинка в почвах исследуемых территорий также не превышает ПДК (23 мг/кг). Самое высокое содержание цинка в почве отмечено в сквере у памятника С. В. Ильюшину – 18,4 мг/кг, в сквере на Соборной горке – 18,1 мг/кг, а самое низкое – в почвах сквера на площади Бабушкина – 9,3 мг/кг.

Предельно допустимая концентрация свинца в почве равна 6,0 мг/кг, а на территории сквера у памятника С. В. Ильюшину этот показатель равен 9,57 мг/кг, что превышает ПДК в 1,6 раза.

Содержание тяжелых металлов и рН в почвах скверов города Вологды

Наименование	Медь, мг/кг	Доля от ПДК	Цинк, мг/кг	Доля от ПДК	Свинец, мг/кг	Доля от ПДК	Кадмий, мг/кг	Доля от ПДК	Никель, мг/кг	Доля от ПДК	Кобальт, мг/кг	Доля от ПДК	Марганец, мг/кг	Доля от ПДК	рН
Сквер имени Кирова	0,85	0,28	17,3	0,75	4,35	0,73	0,026	0,01	0,47	0,12	0,23	0,05	10,2	0,10	6,6
Сквер на пл. Революции	0,91	0,30	10,9	0,47	4,95	0,83	0,033	0,02	0,78	0,20	0,42	0,08	21,4	0,21	6,9
Сквер на пл. Бабушкина	0,85	0,28	9,3	0,40	3,52	0,59	0,019	0,01	0,62	0,16	0,21	0,04	16,3	0,16	7,0
Сквер на Соборной горке	0,89	0,30	18,1	0,79	4,62	0,77	0,036	0,02	0,87	0,22	0,74	0,15	24,3	0,24	7,0
Сквер перед зданием Пединститута	0,62	0,21	12,4	0,54	3,54	0,59	0,031	0,02	0,73	0,18	0,46	0,09	19,9	0,20	6,9
Сквер у СК «Юбилейный»	0,88	0,29	13,9	0,60	4,56	0,76	0,029	0,02	0,79	0,20	0,32	0,06	21,8	0,22	6,9
Сквер у памятника Ильошину	0,64	0,21	18,4	0,80	9,57	1,60	0,019	0,01	0,33	0,08	0,33	0,07	13,2	0,13	6,8
Сквер Театральный	0,65	0,22	14,0	0,61	5,22	0,87	0,025	0,01	0,53	0,13	0,32	0,06	15,0	0,15	6,8
Сквер у дома Петра 1	0,61	0,20	13,1	0,57	5,32	0,89	0,019	0,01	0,35	0,09	0,34	0,07	11,4	0,11	6,7
Сквер на Кремлевской площади	0,75	0,25	17,4	0,76	4,53	0,76	0,039	0,02	0,92	0,23	0,67	0,13	37,8	0,38	7,0
ПДК (ГЦ 2.1.7.2041-06)	3,0	—	23,0	—	6,0	—	2,0	—	4,0	—	5,0	—	100	—	—

На остальных исследуемых территориях содержание свинца находится в пределах нормы ПДК, однако в почвах сквера Театрального и сквера у дома Петра I его концентрация составляет 0,87–0,89 ПДК. Наименьшая концентрация свинца отмечается в почве сквера на площади Бабушкина – 3,52 мг/кг. На показатель содержания свинца в почвах значительное влияние оказывает автомобильный транспорт, особенно в местах крупных скоплений. Свинец, содержащийся в бензине, после сгорания топлива выбрасывается с выхлопными газами, загрязняя воздух, оседает на растительности и почве вдоль транспортных магистралей. При сгорании 1 л этилированного бензина в атмосферу выбрасывается 1 г свинца. Свинец также обладает способностью накапливаться в растениях, в которые он попадает из воздуха через почву. Причем в почвах транспортных магистралей свинец зачастую обнаруживается даже на больших глубинах.

Содержание кадмия в почвах исследуемых территорий не превышает нормы ПДК (2,0 мг/кг) и имеет незначительный разброс по уровню концентрации. Наибольшее содержание кадмия отмечается в сквере на Кремлевской площади (0,039 мг/кг) и в сквере на Соборной горке (0,036 мг/кг), наименьшие концентрации (0,019 мг/кг) – в сквере у дома Петра I, в сквере на площади Бабушкина, в сквере у памятника С. В. Ильюшину.

Содержание никеля в почвах не превышает ПДК (4,0 мг/кг). Среднее содержание данного тяжелого металла в почвах скверов города Вологды составляет 0,64 мг/кг. Наибольшее содержание никеля отмечается в сквере на Кремлевской площади (0,92 мг/кг) и в сквере на Соборной горке (0,87 мг/кг), наименьшее – в сквере у памятника С. В. Ильюшину (0,33 мг/кг) и в сквере у дома Петра I (0,35 мг/кг).

Содержание тяжелого металла кобальта не превышает предельно допустимую концентрацию (5,0 мг/кг) ни в одном выбранном для исследований объекте. Среднее содержание кобальта в почвах исследуемых территорий города составляет 0,40 мг/кг. Минимальное значение содержания этого тяжелого металла зафиксировано в почве на территории сквера на площади Бабушкина (0,21 мг/кг). Максимальное значение концентрации кобальта зафиксировано на территории сквера на Соборной горке (0,74 мг/кг).

Предельно допустимая концентрация марганца (100,0 мг/кг) в почвах исследуемых территорий также не превышена. Минимальное значение содержания марганца зафиксировано на территории сквера имени Кирова и составляет 10,2 мг/кг. Максимальное значение концентра-

ции марганца установлено на территории сквера на Кремлевской площади – 37,8 мг/кг.

На территории 10 скверов города Вологды была проведена оценка состояния зеленых древесных насаждений. При проведении оценки были исследованы все породы деревьев на критерий распространенности древесных пороков. Основными породами на территории данных скверов являются вяз гладкий, тополь белый, береза повислая и липа мелколистная. Реже встречаются сирень амурская, рябина обыкновенная, ива ломкая, туя западная, ель обыкновенная, клен остролистный, дуб обыкновенный.

При оценке распространенности пороков зеленых насаждений на территории 10 скверов города Вологды выявлено, что около 70% насаждений подвержены влиянию пороков разных видов. Самыми часто встречаемыми пороками древесных насаждений были кривизна ствола, многоствольность и трещины. Данные пороки зафиксированы практически у всех пород деревьев и составляют от 30 до 90% от их общего количества. Реже встречаются такие пороки, как сбежистость, сучки, наросты и отслоение коры.

Территорий, на которых отсутствуют пороки древесных насаждений, не выявлено. Наибольшее количество пороков выявлено на таких территориях, как сквер у памятника С. В. Ильюшину и сквер Театральный. В данных скверах различным порокам подвержено более 60% зеленых насаждений. Наилучшее состояние зеленых насаждений можно отметить в скверах у дома Петра I, у СК «Юбилейный» и на площади Революции. В данных скверах порокам подвержено от 20 до 40% зеленых насаждений. Остальные исследуемые территории имеют в среднем 50% деревьев, у которых выявлены пороки.

Исходя из проведенной оценки распространенности пороков древесных насаждений, следует сделать следующее заключение. Многие зеленые насаждения на исследуемых территориях подвержены различным порокам и их сочетаниям и нуждаются в необходимости проведения комплексного ухода. Скверам, в которых насаждения находятся в хорошем состоянии, со временем будут требоваться мероприятия по уходу.

На территориях скверов с большим процентом насаждений, подверженных порокам, необходимо провести комплексные мероприятия (санитарные работы): вырубку деревьев, неудовлетворяющих показателям хорошего санитарного состояния насаждений, осуществление новых посадок древесных насаждений, проведение своевременного мониторинга в

целях предотвращения появления и распространения древесных пороков на данных территориях [9, 10].

Заключение. Таким образом, наиболее загрязненными тяжелыми металлами являются территории скверов на Соборной горке, у памятника С. В. Ильюшину и на Кремлевской площади, наименее загрязненными – скверы на площади Бабушкина и у дома Петра I.

К территориям с наибольшим распространением пороков древесных насаждений среди всех исследуемых можно отнести такие, как сквер у памятника С. В. Ильюшину и сквер Театральный. Зеленые насаждения на этих территориях нуждаются в необходимости проведения комплексного ухода. Наилучшее состояние

зеленых насаждений можно отметить в скверах у дома Петра I, у СК «Юбилейный» и на площади Революции.

Прямой связи между распространенностью пороков древесины и степенью загрязненности почв тяжелыми металлами не выявлено. Однако в сквере у памятника С. В. Ильюшину обнаружено повышенное содержание тяжелых металлов в почве и наибольший процент распространенности пороков у зеленых насаждений, а в почвах сквера у дома Петра I – незначительное количество тяжелых металлов и наименьший процент деревьев, у которых выявлены пороки. Исходя из этого, можно предположить, что загрязнение почв тяжелыми металлами может влиять на распространенность пороков древесины.

Список литературы

1. Герасимова М. И. Антропогенные почвы. Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.
2. Kovacs M. *Biological indicators in environmental protection*. New York: Ellis Horwood, 1992. 207 p.
3. Полубояринов О. И. Оценка качества древесного сырья. Ленинград: ЛТА, 1971. 69 с.
4. Agrios G. N. *Plant pathology*. Elsevier Acad. Press, 2004. 922 p.
5. Рувинова Л. Г., Сверчкова А. Н., Хамитова С. М., Авдеев Ю. М. Биологический мониторинг загрязнения почвенной и водной среды в условиях урбанизации // Вестник КрасГАУ. 2016. № 6 (117). С. 14–20.
6. Подлужная А. С., Бадмаева С. Э. Накопление тяжелых металлов в древесных растениях скверов и парков правобережья Красноярск // Вестник КрасГАУ. 2016. № 8 (119). С. 91–96.
7. Видимые пороки древесины. Классификация, термины и определения, способы измерения: ГОСТ 2140-81 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004894> (дата обращения: 01.03.2020).
8. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве: ГН 2.1.7.2041-06 [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (дата обращения: 01.03.2020).
9. Mezquida E. T., Benkman C. W. Habitat area and structure affect the impact of seed predators and the potential for coevolutionary arms races // *Ecology*. 2010. No. 3 (91). P. 802–814.
10. Agrios G. N. *Plant pathology*. Elsevier Acad. Press, 2004. 922 p.

References

1. Gerasimova M. I. *Antropogennye pochvy* [Anthropic soils]. Smolensk, Oykumena Publ., 2003. 268 p.
2. Kovacs M. *Biological indicators in environmental protection*. New York, Ellis Horwood Publ., 1992. 207 p.
3. Poluboyarinov O. I. *Otsenka kachestva drevesnogo syr'ya* [Evaluation of the quality of wood raw materials]. Leningrad, LTA Publ., 1971. 69 p.
4. Agrios G. N. *Plant pathology*. Elsevier Acad. Press Publ., 2004. 922 p.
5. Ruvina L. G., Sverchkova A. N., Hamitova S. M., Avdeev Yu. M. Biological monitoring of soil and aquatic pollution in urbanization. *Vestnik KrasGAU* [Messenger of KrasGAU], 2016, no. 6 (117). pp. 14–20 (In Russian).
6. Podluzhnaja A. S., Badmaeva S. Ye. Accumulation of heavy metals in woody plants of squares and parks on the right bank of Krasnoyarsk. *Vestnik KrasGAU* [Messenger of KrasGAU], 2016, no. 8 (119), pp. 91–96 (In Russian).
7. *GOST 2140-81. Vidimye poroki drevesiny. Klassifikatsiya, terminy i opredeleniya, sposoby izmereniya* [GOST 2140-81. Visible wood defects. Classification, terms and definitions, measurement methods]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200004894> (accessed 01.03.2020).
8. *GN 2.1.7.2041-06. Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshhestv v pochve* [GN 2.1.7.2041-06. Maximum allowable concentration (MPC) of chemicals in the soil]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (accessed 01.03.2020).

9. Mezquida E. T., Benkman C. W. Habitat area and structure affect the impact of seed predators and the potential for coevolutionary arms races. *Ecology*, 2010, no. 3 (91), pp. 802–814.
10. Agrios G. N. *Plant pathology*. Elsevier Acad. Press Publ., 2004. 922 p.

Информация об авторах

Иванова Марина Александровна – аспирант. Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова (163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, 17, Российская Федерация). Преподаватель кафедры географии и рационального природопользования. Вологодский государственный университет (160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15, Российская Федерация). E-mail: chokolmas@gmail.com

Федченко Елена Ивановна – преподаватель кафедры географии и рационального природопользования. Вологодский государственный университет (160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15, Российская Федерация). E-mail: ellenn08@yandex.ru

Хамитова Светлана Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры географии и рационального природопользования. Вологодский государственный университет (160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15, Российская Федерация). E-mail: xamitowa.sveta@yandex.ru

Information about the authors

Ivanova Marina Aleksandrovna – PhD student. North (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov (17, Severnaya Dvina Embankment, 163002, Arkhangelsk, Russian Federation). Lecturer, the Department of Geography and Rational Nature Management. Vologda State University (15, Lenina str., 160000, Vologda, Russian Federation). E-mail: chokolmas@gmail.com

Fedchenko Elena Ivanovna – lecturer, the Department of Geography and Rational Nature Management. Vologda State University (15, Lenina str., 160000, Vologda, Russian Federation). E-mail: ellenn08@yandex.ru

Khamitova Svetlana Mihailovna – PhD (Agriculture), Assistant Professor, the Department of Geography and Rational Nature Management. Vologda State University (15, Lenina str., 160000, Vologda, Russian Federation). E-mail: xamitowa.sveta@yandex.ru

Поступила 31.03.2020