

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ УРБАНОЗЕМОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

А. З. Макаева, З. П. Оказова, А. В. Козачек

*ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», г. Грозный, Чеченская Республика, Россия;
ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия*

Рецензент д-р биол. наук, профессор С. К. Черчесова

Ключевые слова: биоиндикация; биомониторинг состояния окружающей среды; растения-индикаторы; уровень освоенности территории.

Аннотация: Изучены возможности использования методов биоиндикации в оценке состояния урбаноземов г. Грозный. Исследование проводилось по методике оценки суммарной фитотоксичности почвы Parker С. в период 2016 – 2019 гг. Почвенные пробы взяты послойно на территории г. Грозный. Установлено, что травянистые растения, как часть биологического ресурса городской территории, являются достаточно чувствительными к загрязненности окружающей среды, которая определяется различным уровнем освоенности территории. Это проявляется в виде замедления роста как надземной, так и подземной части растений. Статистический анализ показал наличие обратной корреляционной зависимости между уровнем освоенности территории и всхожестью семян растений-индикаторов.

Почвы городских ландшафтов отличаются значительной разницей в морфологических и агрохимических свойствах, которые отчетливо просматриваются как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Характерная черта урбаноземов г. Грозный – значительная слоистость, погребенные гумусовые горизонты почв под антропогенным слоем [1, с. 32].

Макаева Айшат Зайндиевна – аспирант кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: makaeva@mail.ru; Оказова Зарина Петровна – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный педагогический университет», г. Грозный, Чеченская Республика, Россия; Козачек Артемий Владимирович – кандидат педагогических наук, доцент, заведующий кафедрой «Природопользование и защита окружающей среды», ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

Цель исследования – изучение возможности использования методов биоиндикации в оценке состояния урбаноземов г. Грозный.

Материалы и методы. Исследование проводилось в период 2016 – 2019 гг. Почвенные пробы взяты послойно на территории г. Грозный. Лабораторный опыт заложен в методике оценки суммарной фитотоксичности почвы Parker C. [2, с. 54; 3, с. 135].

Образцы взяты в 15 точках, в слоях почвы 0...10 см и 10...20 см. В качестве контроля использована почва лесного массива. Средний образец почвы (порядка 150 см³) заложен в емкость, куда впоследствии высевались семена озимой пшеницы сорта «Таня» и овса сорта «Нептун» (повторность опыта 3-х кратная) [4, с. 402].

В каждом варианте изучался рост и развитие растений-индикаторов. Периодически почва поливалась определенным количеством воды. Заболевшие, карликовые и проявившие гигантизм растения удалялись. Проростки тщательно отмывались от остатков земли, высушивались фильтровальной бумагой, затем взвешивались. Также определялись длина их корней и высота ростка [5, 6]. Наибольшие длина корней и высота ростка по сравнению с аналогичными параметрами контрольных образцов должны быть характерны для растений-индикаторов, испытывающих наименьшее влияние техногенных факторов окружающей среды.

Результаты и обсуждение. Всхожесть семян озимой пшеницы сорта «Таня», которая применялась в качестве растения-индикатора, составила 64,3 – 100,0 %. Минимальная всхожесть зафиксирована на образцах почвы, взятых с проспектов Кадырова и Путина (64,3 %). Близка к 100 % всхожесть на почвенных образцах из Грозненского дендрологического сада (95 %), парка им. Г. Алиева (96,0 %), скверов Журналистов (94,0 %) и им. С. С. Тагирова (93,1 %).

Суммарная длина корней на контроле составила 14,30 см. На почвенных образцах, взятых на улицах с высокой интенсивностью транспортного потока, она составила 9,04...9,72 см или 63,21 – 67,97 % в сравнении с контрольным образцом. При этом минимальная суммарная длина корней зафиксирована у растений, выращенных на почвенных образцах, взятых с проспекта Путина: 63,21 % или 9,04 см в сравнении с контролем. Это объясняется повышенным загрязнением верхнего слоя почвы, что негативно отражается на росте растений-индикаторов.

Наибольшая суммарная длина корней за период проведения исследования составила 13,82...14,20 см или 96,96 – 99,30 % от контроля. При этом наибольшая длина корней оказалась у растений-индикаторов, взятых с территории Грозненского дендрологического сада – 99,30 % или 14,20 см [7, с. 68; 8, с. 179]. Высота ростка на контроле составила 20,10 см.

На почвенных образцах, взятых на территории города с высоким уровнем освоенности, высота ростка равна 11,92...13,05 см или 59,30 – 64,92 % от контрольного варианта. Минимальная высота ростка у растений, выращенных на почвенных образцах, взятых с проспектов Путина и Кадырова, составила соответственно 59,30 % и 62,84 % (12,63 см) в сравнении с контрольным вариантом. Максимальная высота ростка растения-индикатора, составившая 98,95 % или 19,89 см от контрольного варианта, наблюдалась в образце почвы из Грозненского дендрологического сада. Несколько ниже высота ростка оказалась у растений-индикаторов с почвенных образцов взятых из сквера Журналистов – 19,03 см (94,67 %).

Суммарная масса корней на контроле составила 2,20 г. Наибольшая суммарная масса корней отмечалась на почвенных образцах, взятых из Восьмиконечного сквера и сквера Журналистов (2,19 и 2,16). При этом масса ростка для тех же растений-индикаторов составила соответственно 4,70 и 4,61 г. Все указанные территории имеют низкий уровень освоенности и наиболее благоприятные условия для роста.

Всхожесть семян овса посевного сорта «Нептун» составила 69,1 – 100,0 %. Минимальная всхожесть зафиксирована на образцах почвы, взятых с проспектов Кадырова (71,3 %) и Путина (69,1 %).

Суммарная длина корней на контроле составила 10,60 см. На почвенных образцах, взятых на улицах с высокой интенсивностью транспортного потока, суммарная длина корней – 5,89...6,89 см или 55,56 – 65,0 % в сравнении с контролем. Наименьшая суммарная длина корней наблюдалась у растений, выращенных на почве, взятой с проспекта Кадырова – 5,89 см (55,56 %). При использовании в качестве субстрата почвы, взятой на территории с минимальным уровнем освоенности, суммарная длина корней составила 9,94...10,52 см (87,16 – 99,24 %). Наименьшее воздействие на развитие корневой системы отмечено на почве, взятой в сквере им. Г. Алиева – 10,52 см (99,24 %).

Высота ростка на экологически чистой почве – 17,10 см. На почвенных образцах, взятых на улицах с высокой интенсивностью транспортного потока, высота ростка составила 11,93...13,84 см или 69,76 – 79,76 % от контроля. Минимальная высота ростка зафиксирована на почвенном образце, взятом с проспекта Кадырова (11,93 см – 69,76 %) [9, с. 170; 10, с. 50].

Наибольшая высота ростка – 17,05 см, что составляет 99,7 % от контроля (почвенный образец взят на территории сквера Журналистов). Несколько ниже высота ростка на почвенных образцах из Восьмиконечного сквера – 16,03 см или 93,74 %. Это объясняется наличием в непосредственной близости от парка автомагистрали с высокой интенсивностью транспортного потока.

При оценке роста и развития овса посевного, в сравнении с озимой пшеницей, установлено, что его надземная часть менее чувствительна к загрязнению окружающей среды. Несколько ниже высота ростков растений-индикаторов, выращенных на почвенных образцах с улицы Н. А. Назарбаева. Суммарная масса корней на контроле составила 2,20 г.

Наименьшая суммарная масса корней отмечалась на почвенных образцах, взятых в близости от магистрали с высокой плотностью транспортного потока – 60,80 % или 1,23 г (проспект Кадырова); 62,87 % или 1,27 г (ул. Шейха Али Митаева).

Суммарная масса корней на контроле составила 2,02 г. Оптимальные условия для развития растений овса посевного отмечены на почве, взятой в сквере им. Г. Алиева, где суммарная масса корней составила 2,00 г или 99,00 %. Несколько ниже данный показатель у растений, для которых в качестве субстрата использована почва из сквера Журналистов – 1,93 г (97,89 %).

Масса ростка на контроле – 4,90 г. Наименьшая масса ростка зафиксирована на образце почвы, взятом с проспекта Кадырова (2,35 г. или 47,35 %). Максимальным данный показатель зафиксирован на почвенном образце из сквера Журналистов – 4,80 г.

Таким образом, травянистые растения-индикаторы, как часть биологического ресурса городской территории, являются достаточно чувствительными к загрязненности окружающей среды, которая определяется различным уровнем транспортной нагрузки. Это проявляется в виде уменьшения высоты ростков и длины корней растений-индикаторов на данных территориях. Наиболее показательны проростки озимой пшеницы, рост которых замедлился в двухнедельном возрасте на 30,0 % [11, с. 280; 12, с. 82]. Проростки овса посевного наименее чувствительны к повышенному уровню загрязненности окружающей среды [2, 3].

Статистический анализ продемонстрировал наличие обратной корреляционной зависимости между уровнем освоенности территории и всхожестью семян растений-индикаторов [13, с. 110; 14, с. 133].

Заключение. Проведенное исследование показало высокую значимость воздействия техногенных факторов на состояние растений. В частности, доказано уменьшение высоты ростков и длины корней растений-индикаторов на ряде участков территории г. Грозный, активно подвергающихся влиянию транспортного потока и выбросов загрязняющих веществ от автомобилей. Результаты исследования можно использовать для выработки соответствующих экологических предложений и разработки природоохранных мероприятий, которые позволят нивелировать негативное воздействие транспорта на растительный покров урбаноземов.

Список литературы

1. Елина, Е. А. Оценка состояния почв методом биоиндикации с помощью универсального регистрирующего биоиндикатора / Е. А. Елина // Научные исследования и разработки молодых ученых. – 2016. – № 11. – С. 31 – 36.
2. Дымшакова, А. В. Использование методов биоиндикации в оценке состояния окружающей среды на примере почвы и атмосферного воздуха / А. В. Дымшакова, А. А. Левашова // Вестн. Курганского гос. ун-та. – 2015. – № 4 (38). – С. 53 – 55.
3. Голенков В.А., Воробьев С.А., Козлов Д.З. Применение методов биоиндикации для оценки качества окружающей среды / В. А. Голенков, С. А. Воробьев, Д. З. Козлов // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2013. – № 6 (302). – С. 130 – 136.
4. Фемистоклов, В. А. Разработка методов биоиндикации и биотестирования состояния почвы / В. А. Фемистоклов, Н. Е. Павловская // Животноводство России в условиях ВТО: от фундаментальных и прикладных исследований до высокопродуктивного производства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 9 – 11 апреля 2013 г., Орел. – Орел, 2013. – С. 401 – 403.
5. Свидетельство о гос. регистрации базы данных № 2020620373. Методы экологических исследований / З. П. Оказова, Ф. А. Агаева, Н. С. Медоева (РФ). – Зарегистр. в реестре баз данных. – 28.02.2020.
6. Свидетельство о гос. регистрации базы данных № 2019620769. Биомониторинг состояния окружающей среды / З. П. Оказова, Ф. А. Агаева, Н. Х. Кусова (РФ). – Зарегистр. в реестре баз данных. – 17.05.2019.
7. Ершова, Т. В. Фитотоксичность почв поселка Соловецкий / Т. В. Ершова // Молодой ученый. – 2019. – № 50 (288). – С. 67 – 70.
8. Kozlov, M. V. Drought is More Stressful for Northern Populations of Scots Pine than Low Summer Temperatures / M. V. Kozlov, P. Niemelä // *Silva Fennica*. – 2003. – Vol. 37, No. 2. – P. 175 – 180.

9. Ilnitsky, O. Investigation of Water Regime and Drought Resistance of Various Kinds of Plants Applying Phytomonitoring Methods / O. Ilnitsky, I. Paliy, T. Bystrova [et al.] // *Sodininkyste ir darzininkyste*. – Vol. 27, No. 2. – P. 169 – 177.

10. Корендясева, Е. В. Экологическое благоустройство города как основа комфортного проживания москвичей / Е. В. Корендясева // *Вестник МГУ*. – 2015. – № 1. – С. 48 – 51.

11. Решение экологических проблем урбанизированных территорий / В. А. Сафина, З. М. Боброва, О. Ю. Ильина, М. Я. Ямалова // *Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика*. – 2015. – Т. 1. – С. 278 – 281.

12. Знаменщикова, О. В. Оценка состояния почв городской среды методом биоиндикации / О. В. Знаменщикова, С. В. Резвякова // *Russian Agricultural Science Review*. – 2015. – Т. 5, № 5-1. – С. 80 – 83.

13. Шумилова, Л. П. Методы биоиндикации и биотестирования в оценке экологического состояния городских почв / Л. П. Шумилова, Н. Г. Куимова // М. В. Ломоносов – великий русский ученый-энциклопедист (300-летию со дня рождения посвящается) : материалы Амурской межвуз. науч.-практ. конф., 22–23 октября 2011 г., Благовещенск. – Благовещенск, 2011. – С. 108 – 114.

14. Оценка состояния почвы с использованием методов биотестирования и биоиндикации / А. И. Фокина, Л. И. Домрачева, Ю. Н. Зыкова [и др.] // *Экология родного края: проблемы и пути их решения* : материалы XII Всерос. науч.-практ. конф., 13–14 апреля 2017 г., Киров. – Киров, 2017. – С. 130 – 134.

References

1. Yelina Ye.A. [Assessment of the state of soils by the bioindication method using a universal recording bioindicator], *Nauchnyye issledovaniya i razrabotki molodykh uchennykh* [Scientific research and development of young scientists], 2016, no. 11, pp. 31-36. (In Russ.)

2. Dymshakova A.V., Levashova A.A. [The use of bioindication methods in assessing the state of the environment on the example of soil and atmospheric air], *Vestnik Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Kurgan State University], 2015, no. 4 (38), pp. 53-55. (In Russ., abstract in Eng.)

3. Golenkov V.A., Vorob'yev S.A., Kozlov D.Z. [Application of bioindication methods for assessing the quality of the environment], *Fundamental'nyye i prikladnyye problemy tekhniki i tekhnologii* [Fundamental and applied problems of technology and technology], 2013, no. 6 (302), pp. 130-136. (In Russ., abstract in Eng.)

4. Femistoklov V.A., Pavlovskaya N.Ye. *Zhivotnovodstvo Rossii v usloviyakh VTO: ot fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy do vysokoproduktivnogo proizvodstva* [Animal husbandry in Russia in the WTO: from fundamental and applied research to highly productive production], Proceedings of the International Scientific-Practical Conference, 9 - 11 April 2013, Orel, 2013, pp. 401-403. (In Russ.)

5. Okazova Z.P., Agayeva F.A., Medoyeva N.S. *Metody ekologicheskikh issledovaniy* [Methods of environmental research], Russian Federation, 2020, Certificate of state registration database No. 2020620373. (In Russ.)

6. Okazova Z.P., Agayeva F.A., Kusova N.Kh. *Biomonitoring sostoyaniya okruzhayushchey sredy* [Biomonitoring of the state of the environment], Russian Federation, 2019, Certificate of state registration database No. 2019620769. (In Russ.)

7. Yershova T.V. [Phytotoxicity of soils in the village of Solovetsky], *Molodoy uchenyy* [Young scientist], 2019, no. 50 (288), pp. 67-70. (In Russ.)

8. Kozlov M.V., Niemelä P. Drought is More Stressful for Northern Populations of Scots Pine than Low Summer Temperatures, *Silva Fennica*, 2003, vol. 37, no. 2, pp. 175-180.

9. Il'nitskiy O., Paliy I., Bystrova T., Radchenko S., Radchenko N. Investigation of Water Regime and Drought Resistance of Various Kinds of Plants Applying Phytomonitoring Methods, *Sodininkyste ir darzininkyste*, vol. 27, no. 2, pp. 169-177.

10. Korendyaseva Ye.V. [Ecological improvement of the city as the basis for comfortable living of Muscovites], *Vestnik MGU* [Bulletin of Moscow State University], 2015, no. 1, pp. 48-51. (In Russ.)

11. Safina V.A., Bobrova Z.M., Il'ina O.Yu., Yamalova M.Ya. [Solution of ecological problems of urbanized territories], *Ekologiya i nauchno-tehnicheskij progress. Urbanistika* [Ecology and scientific and technical progress. Urban studies], 2015, vol. 1, pp. 278-281. (In Russ., abstract in Eng.)

12. Znamenshchikova O.V., Rezyvakova S.V. [Assessment of the state of soils of the urban environment by the bioindication method], *Russian Agricultural Science Review*, 2015, vol. 5, no. 5-1, pp. 80-83. (In Russ.)

13. Shumilova L.P., Kuimova N.G. *M. V. Lomonosov - velikiy russkiy uchenyy-entsiklopedist (300-letiyu so dnya rozhdeniya posvyashchayetsya)* [M.V. Lomonosov - the great Russian scientist-encyclopedia (dedicated to the 300th anniversary of his birth)], Proceedings of the Amur Interuniversity Scientific-Practical Conference, 22-23 October, 2011, Blagoveshchensk, 2011, pp. 108-114. (In Russ.)

14. Fokina A.I., Domracheva L.I., Zykova Yu.N., Leonova K.A., Kazakova D.V., Skugoreva S.G. *Ekologiya rodnogo kraya: problemy i puti ikh resheniya* [Ecology of the native land: problems and ways of solving them], Proceedings of the XII All-Russian Scientific-Practical Conference, 13-14 April, 2017, Kirov, 2017, pp. 130-134. (In Russ.)

The Use of Grain Seeds in Environmental Assessment of Urban Soils Depending on the Level of Anthropogenic Load

A. Z. Makaeva, Z. P. Okazova, A. V. Kozachek

*Chechen State Pedagogical University, Grozny, Chechen Republic, Russia;
Tambov State Technical University, Tambov, Russia*

Keywords: bioindication; biomonitoring of the state of the environment; indicator plants; level of territory development.

Abstract: The possibilities of using bio-indication methods in assessing urban soils in Grozny have been studied. The study was carried out according to the methodology for assessing the total phytotoxicity of the Parker C. soil in the period 2016 – 2019. Soil samples were taken layer by layer on the territory of Grozny. It has been established that herbaceous plants, as a part of the biological resource of an urban area, are quite sensitive to environmental pollution, which is determined by different levels of development of the territory. This is manifested in the form of a slowdown in the growth of both the aboveground and underground parts of plants. Statistical analysis showed the presence of an inverse correlation between the level of development of the territory and the germination of seeds of indicator plants.

© А. З. Макаева, З. П. Оказова, А. В. Козачек, 2020