

ЭКОЛОГИЯ / ECOLOGY

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.122.64>

ОЦЕНКА ЗДОРОВЬЯ СРЕДЫ ЛЕСОПАРКА «СОСНОВАЯ РОЩА» Г. ЙОШКАР-ОЛЫ В РАЙОНЕ СТРОЯЩЕЙСЯ АВТОМАГИСТРАЛИ ПО ФИТОИНДИКАЦИОННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Научная статья

Турмухаметова Н.В.^{1,*}, Турмухаметов Д.Б.²¹ORCID : 0000-0001-6078-6998;^{1,2}Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (bonid[at]mail.ru)

Аннотация

В статье представлены результаты фитоиндикационной оценки состояния окружающей среды в районе строящейся автомобильной дороги на территории охраняемого лесопарка «Сосновая роща» в городе Йошкар-Оле. Была определена жизнеспособность 233 особей 10 основных видов деревьев. Серьезные повреждения были зафиксированы в посадках ели финской (*Picea X fennica* (Regel) Kom.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.). Было обнаружено высыхание ветвей в основном у хвойных деревьев из-за застоя паводковых вод в результате плохо проведенных дренажных работ. Индекс флуктуирующей асимметрии листовых пластинок деревьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) варьировал в пределах 0,036–0,039. По шкале стабильности развития состояние *B. pendula* оценивается как нормальное, что указывает на оптимальные условия окружающей среды на территории лесопарка.

Ключевые слова: фитоиндикация, жизнеспособность, флуктуирующая асимметрия, береза повислая.

ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL HEALTH OF THE FOREST PARK "SOSNOVAYA ROSHCHA" IN YOSHKAR-OLA IN THE AREA OF FREEWAY CONSTRUCTION ACCORDING TO PHYTOINDICATION PARAMETERS

Research article

Turmukhametova N.V.^{1,*}, Turmukhametov D.B.²¹ORCID : 0000-0001-6078-6998;^{1,2}Mari State University, Yoshkar-Ola, Russian Federation

* Corresponding author (bonid[at]mail.ru)

Abstract

The article presents the results of phytoindication assessment of the environmental conditions in the area of the freeway construction on the territory of the protected forest park "Sosnovaya Roscha" in Yoshkar-Ola. Viability of 233 specimens of 10 main tree species was determined. Serious damages were detected in plantings of spruce (*Picea X fennica* (Regel) Kom.), Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.). Branch desiccation was found mainly in coniferous trees due to stagnant flood waters as a result of poorly conducted drainage works. The index of fluctuating asymmetry of birch leaf blades (*Betula pendula* Roth) ranged from 0.036-0.039. On the scale of developmental stability, the state of *B. pendula* was assessed as normal, indicating optimal environmental conditions in the forest park area.

Keywords: phytoindication, viability, fluctuating asymmetry, European white birch.

Введение

Растения на антропогенно трансформированных территориях испытывают на себе отрицательное действие химических соединений, содержащихся в атмосферном воздухе и в почве, что приводит к ухудшению состояния растительности, поэтому оценка качества среды обитания по фитоиндикационным показателям помогает проводить фоновый мониторинг и анализ последствий различных видов антропогенных воздействий. Наглядным индикатором чистоты окружающей среды являются древесные растения. Состояние их ассимиляционных органов часто используют при фитоиндикации. Растения ведут прикрепленный образ жизни, поэтому могут отражать в себе весь комплекс воздействий различных факторов. На присутствие загрязняющих веществ в почве или воздухе растения реагируют различными морфологическими изменениями: проявление различных форм некрозов, изменение формы и окраски листовой пластинки, увядание и опадение листьев [1], [2].

При оценке жизненного состояния древесных растений используют определенные условные шкалы, которые позволяют визуально воспринимать состояние растения. Жизнеспособность особи характеризует степень стойкости живых организмов к нарушениям окружающей среды, либо понимается как мера соответствия условий данного фитоценоза потребностям популяции растений [3], [4].

Стабильность развития, как способность организма к развитию без нарушений и ошибок, считается чувствительным индикатором состояния природных популяций. Самым доступным и простым для использования способом оценки стабильности развития является определение величины флуктуирующей асимметрии (ФА) билатеральных морфологических признаков. Оценка величины ФА, лежащая в основе морфогенетического подхода в биоиндикации, в последнее время получила признание и обширное распространение как один из самых удобных методов, успешно интерпретирующих качество среды через оценку состояния организмов [5], [6].

Цель работы – охарактеризовать по фитоиндикационным показателям здоровье среды в районе строящейся на особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Сосновая роща» автомобильной дороги.

Методы и принципы исследования

ООПТ «Сосновая роща площадью 346,4 га расположена в лесопарковой зоне восточной части города Йошкар-Олы Республики Марий Эл. В лесопарке в основном произрастают березовые, липовые, осиновые и сосновые насаждения [7]. По данным экологического мониторинга лесопарк можно отнести к зоне наименьшего загрязнения [8]. В декабре 2019 года в лесопарке были начаты работы по строительству магистральной улицы – новой автомобильной развязки, соединяющей улицы Кирова и Строителей. Запланировано строительство трассы протяженностью около 4 км. В ходе исследований, проведенных авторами в летний период 2021 г., изучено жизненное состояние 10 основных лесообразующих видов деревьев, произрастающих вдоль автомобильной дороги. В результате оценено состояние 233 особей на опушке леса, по периметру шириной 10 м. При оценке использована шестибалльная шкала жизненности и индекс относительного жизненного состояния древостоя (ИС) [3].

Стабильность гомеостаза березы повислой (*Betula pendula* Roth) определяли по индексу флуктуирующей асимметрии листовой пластинки (ИФА) – относительного различия между сторонами листа, осредненного по пяти признакам [5]. Материал собирали на постоянной площади с 10 средневозрастных генеративных деревьев – по 10 листьев с укороченных побегов. На каждой листовой пластинке с правой и левой стороны выполнялось по 5 измерений. Всего было изучено 1000 признаков ФА с левой и правой половин листа.

Основные результаты и их обсуждение

Сильные повреждения были зафиксированы у насаждений лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), ели финской (*Picea X fennica* (Regel) Kom.), у большинства особей которых были отмечены до 60% мертвых или усыхающих ветвей в верхней части кроны (балл III); ИС составил 0,46 и 0,49 соответственно. К категории «поврежденные» по шкале с ИС от 0,5 до 0,79 были отнесены насаждения сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (ИС=0,53), дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) (ИС=0,77), липы сердцевидной (*Tilia cordata* Mill.) (ИС=0,78), большинство особей которых были ослаблены и имели до 30% усыхающих ветвей. При индексе от 1,0 до 0,8 жизненное состояние древостоя авторы оценили как «здоровое» у осины обыкновенной (*Populus tremula* L.) (ИС=0,81), *B. pendula* (ИС=0,83), клена остролистного (*Acer platanoides* L.) (ИС=0,92), вяза шершавого (*Ulmus glabra* Huds.), черемухи обыкновенной (*Padus avium* Mill.) (ИС=1,0).

Во время проведения начальных работ по строительству новой дороги естественный дренаж был нарушен, а искусственный не был реализован должным образом. В 2021 году вдоль строящейся дороги стояли паводковые воды вплоть до июня, что могло способствовать нарушению дыхания корневой системы растений. Особо чувствительными к данному воздействию оказались хвойные виды деревьев, у которых наблюдалось сильное усыхание кроны либо гибель дерева. Лиственные деревья лучше пережили данные неблагоприятные условия.

На территории постоянной пробной площади летом 2021 года ИФА листьев берёзы колебался от 0,036 до 0,039, что соответствует условной норме (балл I) по шкале стабильности развития для березы повислой [5]. Начиная с 2000 года на этой пробной площади мы проводим постоянное изучение стабильности развития *B. pendula* по морфогенетическим показателям ФА [9]. За этот период, включая последние исследования 2021 года, состояние модельных деревьев оценивается по шкале стабильности онтогенеза [5] как оптимальное. Это является индикатором оптимального состояния окружающей среды. По сравнению с ООПТ состояние городских экотопов, загрязнённых промышленными и автотранспортными выбросами, оценивается как неблагоприятное: ИФА составляет от 0,040 до 0,050 ($p < 0,05$) [10], что соответствует как незначительным, так и существенным нарушениям в развитии *B. pendula* (баллы II-IV) по шкале гомеостаза развития для данного вида древесного растения [5].

Заключение

Использование шкал жизненного состояния древесных растений и ИФА березы повислой позволило провести рекогносцировочную оценку изменения среды обитания на территории ООПТ. Оценка качества окружающей среды с помощью ИФА листовой пластинки деревьев *B. pendula* свидетельствует о достаточно благоприятных условиях произрастания. Жизнеспособность деревьев *B. pendula* также была оптимальной. В 2021 году в течение весенне-летнего периода отмечалось усыхание скелетных ветвей в основном у хвойных видов, что, по нашему мнению, связано с застоём паводковой воды в результате некачественных дренажных работ. Известно, что на территории ООПТ заболачивание низин идет не только за счет атмосферных осадков, но и в результате близкостоящих грунтовых вод (до 0,5 м). На возвышенных элементах рельефа грунтовые воды залегают глубоко (от 5 м и больше), на равнинной поверхности – в пределах 1-3 метров. На территории ООПТ существует система осушительных каналов, общей протяженностью 4 км [7]. Данная гидрологическая сеть находится в заросшем, захламлённом состоянии, что негативно влияет на регулирование поверхностных стоков и уровня грунтовых вод. Это приводит к гибели древесной растительности на заболачиваемых территориях. Мы прогнозируем, что при вводе в эксплуатацию автомобильной дороги, находящейся на территории лесопарка, кроме деструкции среды обитания здесь появится ингредиентное загрязнение – ухудшится жизненное состояние лесных деревьев и нарушится стабильность их развития.

Финансирование

Грант № 2020-003А

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Funding

Grant no. 2020-003A

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Мелехова О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др. – М.: Академия, 2010. – 288 с.
2. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов и др. – М.: ЦЭПР, 2000. – 66 с.
3. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг, Л.Г. Наумова – М.: Наука, 1989. – 220 с.
4. Zakharov V.M. Assessment of Plant Status by Stability of Development in Natural and Anthropogenic Conditions (Fluctuating Asymmetry of Leaf Characters of Silver Birch, *Betula pendula* Roth). / V.M. Zakharov, E.G. Shadrina, N.V. Turmukhametova et al. // *Biology Bulletin*. – 2020. – № 47(2). – p. 186-190. – DOI: 10.1134/S1062359020020119
5. Turmukhametova N. Changes in the Fluctuating Asymmetry of the Leaf and Reproductive Capacity of *Betula pendula* Roth Reflect Pessimization of Anthropogenically Transformed Environment. / N. Turmukhametova, E. Shadrina // *Symmetry*. – 2020. – № 12 (12). – p. 1-18. – DOI: 10.3390/sym12121970
6. Turmukhametova N.V. Evaluation of the State of the Environment in Yoshkar-Ola Using Morphometric Indicators of *Betula pendula* Roth. / N.V. Turmukhametova // *Biology Bulletin*. – 2020. – № 47(2). – p. 191-197. – DOI: 10.1134/S1062359020020090
7. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев. / В.А. Алексеев // *Лесоведение*. – 1989. – № 4. – с. 51-57.
8. Еремеева А.С. Обзор методов биоиндикации и биотестирования для оценки состояния окружающей среды. / А.С. Еремеева, М.И. Донченко, В.С. Бучельников и др. // *Молодой ученый*. – 2015. – № 11 (91). – с. 537-540.
9. Отчет на выполнение работ по инвентаризации зеленых насаждений и проектирование мероприятий в границах ООПТ «Сосновая роща». – Йошкар-Ола, 2013. – 155 с.
10. Доклад об экологической ситуации в Республике Марий Эл за 2020 г. – Ижевск: Принт, 2021. – 180 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Melexova O.P. Biologicheskij kontrol' okruzhayushhej sredy': bioindikaciya i biotestirovanie [Biological control of the environment: bioindication and biotesting] / O.P. Melexova, E.I. Sarapul'ceva, T.I. Evseeva et al. – М.: Akademiya, 2010. – 288 p. [in Russian]
2. Zaxarov V.M. Zdorov'e sredy': metodika ocenki [Environmental health: assessment methodology] / V.M. Zaxarov, A.S. Baranov, V.I. Borisov et al. – М.: CE'PR, 2000. – 66 p. [in Russian]
3. Mirkin B.M. Slovar' ponyatij i terminov sovremennoj fitocenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology] / B.M. Mirkin, G.S. Rozenberg, L.G. Naumova – М.: Nauka, 1989. – 220 p. [in Russian]
4. Zakharov V.M. Assessment of Plant Status by Stability of Development in Natural and Anthropogenic Conditions (Fluctuating Asymmetry of Leaf Characters of Silver Birch, *Betula pendula* Roth). / V.M. Zakharov, E.G. Shadrina, N.V. Turmukhametova et al. // *Biology Bulletin*. – 2020. – № 47(2). – p. 186-190. – DOI: 10.1134/S1062359020020119
5. Turmukhametova N. Changes in the Fluctuating Asymmetry of the Leaf and Reproductive Capacity of *Betula pendula* Roth Reflect Pessimization of Anthropogenically Transformed Environment. / N. Turmukhametova, E. Shadrina // *Symmetry*. – 2020. – № 12 (12). – p. 1-18. – DOI: 10.3390/sym12121970
6. Turmukhametova N.V. Evaluation of the State of the Environment in Yoshkar-Ola Using Morphometric Indicators of *Betula pendula* Roth. / N.V. Turmukhametova // *Biology Bulletin*. – 2020. – № 47(2). – p. 191-197. – DOI: 10.1134/S1062359020020090
7. Alekseev V.A. Diagnostika zhiznennogo sostoyaniya derev'ev i drevostoev [Diagnostics of the vital state of trees and stands]. / V.A. Alekseev // *Lesovedenie* [Forest science]. – 1989. – № 4. – p. 51-57. [in Russian]
8. Eremeeva A.S. Obzor metodov bioindikacii i biotestirovaniya dlya ocenki sostoyaniya okruzhayushhej sredy' [Review of bioindication and biotesting methods for assessing the state of the environment]. / A.S. Eremeeva, M.I. Donchenko, V.S. Buchel'nikov et al. // *Molodoj uchenyj* [Young Scientist]. – 2015. – № 11 (91). – p. 537-540. [in Russian]
9. Otchet na vypolnenie rabot po inventarizacii zelenyh nasazhdenij i proektirovanie meropriyatij v granicah OOPT «Sosnovaya roshcha» [Report on the implementation of works on the inventory of green spaces and the design of measures within the boundaries of the protected area «Pine Grove»]. – Yoshkar-Ola, 2013. – 155 p. [in Russian]
10. Doklad ob ekologicheskoy situacii v Respublike Marij El za 2020 g. [Report on the environmental situation in the Republic of Mari El for 2020]. – Izhevsk: Print, 2021. – 180 p. [in Russian]