

УДК 574.3+582.29

**ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СТЕПЕНИ АЭРОТЕХНОГЕННОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ В УРБОЭКОСИСТЕМАХ НА ПРИМЕРЕ
XANTHORIA PARIETINA (L.) BELT.**

Ибрагимова Э.Э.

*РВУЗ «Крымский инженерно-педагогический университет», Симферополь, Украина
E-mail: evelina_biol@mail.ru*

Проведен сравнительный анализ состояния популяций *Xanthoria parietina* (L.) Belt. при разных уровнях аэротехногенного загрязнения. В районе автотрассы обнаружено ухудшение жизненного состояния талломов *X. parietina*, проявляющееся в снижении степени проективного покрытия, уменьшении площади талломов при увеличении степени их повреждения.

Ключевые слова: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., таллом, лишайник, проективное покрытие, аэротехногенное загрязнение.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время главным разрушающим фактором фитоценозов является антропогенный [1] и, прежде всего, техногенный фактор. Под влиянием газопылевых выбросов, загрязняющих атмосферный воздух и почву, происходит нарушение, и даже полное уничтожение естественных фитоценозов и образование техногенных геохимических провинций [2].

Одним из основных инструментов, позволяющих сохранить и обеспечить условия, необходимые для существования человека и других живых организмов, является экологический мониторинг. Существующая в настоящее время система мониторинга загрязнения окружающей среды базируется на использовании химических методов анализа, не позволяющих оценить истинную опасность различных загрязнителей на биоценологический компонент экосистем. В таких условиях все большее значение приобретают биологические методы, основанные на использовании биологических объектов и позволяющие получить интегральную оценку экологической ситуации [3]. В связи с этим разработанная в настоящее время концепция комплексного экологического мониторинга природной среды в качестве обязательного компонента включает в себя биологический мониторинг, основанный на оценке непосредственного воздействия загрязнителей природной среды на биоту [4].

Проблема загрязнения природной окружающей среды является актуальной для Крыма. До 70–80 % загрязнений атмосферы Крыма приходится на автотранспорт, выхлопные газы которого составляют продукты полного и неполного сгорания топлива автомобилей [5, 6] и поставляют в воздух более 200 различных веществ [7].

При оценке качества воздушного бассейна широко используется группа низших растений – лишайники [8–10], так как многие из них чувствительны к выбросам автотранспортных средств [11] и относительно низким концентрациям промышленных загрязнений, особенно двуокиси серы, оксидов азота, озона, фторидов [12, 13]. От состояния чистоты атмосферного воздуха зависит видовой состав и обилие лишайников на стволах деревьев. Лишайники относятся к организмам, чутко реагирующим на стрессовое воздействие. По данным Ходосовцевой Ю.А. из 134 видов лишайников, обнаруженных в урбанизированных экосистемах Ялтинского амфитеатра, в зонах выброса автотранспортных средств встречается 14 видов [11]. В связи с этим повышенная реакция лишайников на загрязнение воздуха положена в основу метода лишеноиндикации по обилию, проективному покрытию и видовому составу этих симбиотических организмов [14]. Изучение распределения лишайников по изучаемой территории позволяет сравнить видовой и качественный состав лишайников по степени удаленности от очагов загрязнения, что наглядно отражает распределение видов, степень их чувствительности, а значит и степень загрязненности территории [11, 15, 16].

В связи с этим целью нашего исследования явилась лишеноиндикация аэротехногенного загрязнения в урбоэкосистемах на примере *Xanthoria parietina* (L.) Belt.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось на территории г. Симферополя, где были выделены биотопы, характеризующиеся различной степенью аэротехногенного загрязнения. 1 биотоп – территория Гагаринского парка (условный контроль), 2 – ул. Кечкеметская, характеризующаяся высокой автотранспортной нагрузкой [17]. В указанных биотопах закладывали пробные площадки размером 20x20 м, на которых учитывали количество деревьев и степень проективного покрытия эпифитных лишайников. В качестве объекта исследования использовали ксанторию настенную, или стенную золотнянку – *Xanthoria parietina* (L.) Belt., так как данный вид широко распространен в урбоэкосистемах в силу своей полеотолерантности [9]. Определение лишайников и деревьев проводили по справочникам-определителям [18, 19]. Учет эпифитов осуществляли на деревьях среднего возраста, так как на молодых деревьях лишайники поселяются не сразу [9]. В указанных биотопах определяли количество талломов *X. parietina* на деревьях. Для сравнения степени загрязненности воздуха исследуемых территорий, был проведен подсчет количества лишайников, растущих на 1 м² площади боковой поверхности дерева. При учете степени покрытия лишайника-эпифита использовали сеточки-рамки размером 10x10 см. Покрытие лишайниками определяли от основания ствола до высоты 1,5 м с северной экспозиции. Учитывали следующие показатели:

1. степень покрытия. Покрытие определяли по 5-балльной шкале: 1 балл – 1-5%; 2 балла – 6–20%; 3 балла – 21–40%; 4 балла – 41–65%; 5 баллов – 66–100% [9];
2. площадь таллома, так как рост лишайников – очень чувствительный индикатор состояния воздуха [20].

3. степень повреждения таллома. За критерий токсического действия аэропеллютантов принимали долю поврежденной части таллома (%) от его общей поверхности. Отмершие части определяли по изменению окраски таллома в белый и серый цвет, так как погибшие талломы лишены зеленых и сине-зеленых пигментов [21].

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по Плохинскому Н.А. [22] с помощью пакета прикладных программ «Microsoft Excel 2000».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ количественного состава исследованного вида лишайника показал, что в изученных биотопах в качестве субстрата предпочтение отдается листовенным, а не хвойным породам. Среди листовенных пород наибольшим проективным покрытием характеризовались представители семейства *Aceraceae*. Аналогичная закономерность отмечена в ряде работ. В частности установлено, что развитие лишайниковых сообществ может зависеть от места произрастания дерева или куста и доминирующими видами по степени проективного покрытия являются осина (*Populus tremuloides* и *P. tremula*), клен (*Acer circinatum*), слива (*Prunus spinosa*), ива (*Salix* spp. и *S. caprea*) [23–26].

На пробной площади в контрольном биотопе произрастало 26 деревьев, на 18 из которых обнаружены талломы *X. parietina*, из них 11 деревьев явились представителями рода *Acer* L., 3 – *Juglans* L., 3 – *Fraxinus* L., 1 – *Salix* L. Частота встречаемости *X. parietina* в контрольном биотопе составила 69,23 %. Все деревья характеризовались высокой степенью проективного покрытия – 47–85 %, что соответствует 4–5 баллам по 5-балльной шкале оценивания. Площадь таллома колебалась в пределах 4,52–24,62 см². Лишайники, растущие в парковой зоне, имели ярко-желтую окраску таллома, в центре которого были сосредоточены многочисленные апотеции.

В опытном биотопе, по сравнению с контрольным, были зарегистрированы существенные отличия, как по степени проективного покрытия, так и по площади талломов (табл. 1).

Таблица 1
Сравнительные показатели *Xanthoria parietina* (L.) Belt., произрастающих в экотопах с различной степенью антропогенного загрязнения

Вариант исследования	Степень проективного покрытия, %	Балл	Площадь таллома, см ²	Степень повреждения таллома, %
Контроль	60,13±3,02	4	17,80±1,68	0,34±0,09
Трасса	13,69±1,55*	2	4,06±0,70*	14,00±2,79*

Примечание: отличия от контроля достоверны при * – p<0,001.

На пробной площади произрастало 17 деревьев, на 9 из которых обнаружен исследуемый вид эпифита. Частота встречаемости *X. Parietina* составила 52,94 %.

Как и в контрольном экотопе доминирующими видами явились представители рода *Acer* L. – 5 деревьев, *Juglans regia* L. – 2, *Armeniaca vulgaris* L. и *Prunus divaricata* Ledeb. – по 1 экземпляру. Степень проективного покрытия низкая, составляла в среднем 13,69 %, что соответствует 2 баллам по 5-балльной шкале оценивания. Площадь талломов колебалась в диапазоне 1,13–5,31 см². Лишайники характеризовались очень мелкими, угнетенными талломами со значительной долей повреждения (5,0–22,5 %). Следует отметить, что лишайники, растущие на деревьях вдоль автотрассы, отличались грязно-желтой или серой окраской и имели трудно отделимые от коры деревьев, ломкие талломы. Данное явление, по-видимому, является результатом отрицательного влияния аэрополлютантов, содержащихся в выбросах автотранспортных средств.

Сравнивая полученные данные можно заключить, что экологическая обстановка в парковой зоне довольно благополучная. Экологическое состояние района автотрассы по ул. Кечкеметской намного хуже чем, состояние окружающего воздуха в контрольном биотопе, о чем свидетельствует ухудшение жизненного состояния талломов *X. parietina*, проявляющееся в снижении степени проективного покрытия, уменьшении площади талломов при увеличении степени их повреждения. Полученные данные согласуются с литературными. В исследованиях Суетиной Ю.Г. с соавторами [27] при анализе плотности и возрастной структуры популяций *X. parietina* в урбоэкосистемах было установлено, что изменение плотности популяции *X. parietina* отражает различную степень антропогенной нагрузки и является эффективным показателем при лихеноиндикационном зонировании территории.

ВЫВОДЫ

1. Выявлена значимая зависимость показателя степени проективного покрытия *Xanthoria parietina* (L.) Belt., площади талломов и степени их повреждения от уровня антропогенной нагрузки.
2. Угнетение жизненного состояния популяций *Xanthoria parietina* (L.) Belt., произрастающих на деревьях вдоль автотрассы по сравнению с контрольными, свидетельствует о ухудшении качества атмосферного воздуха.
3. Информация, полученная в отношении исследованного набора признаков, дает возможность охарактеризовать уровень состояния симбиотического организма в целом, а также оценить суммарное воздействие комплекса аэротехногенных поллютантов, что позволяет дать экологическую оценку качества окружающей природной среды.

Список литературы

1. Vegetation on hill slopes in southern Wello Ethiopia: Degradation and regeneration / K. Tekle, I. Backeus, J. Skoglund [et al.] // Nord. J. Bot. – 1997. – Vol.17. – № 5. – P. 483–493.
2. Hutchinson T.C. Persistence of metal stress in a forested ecosystem near Sudbury, 66 years after closure of the O'Donnell roast bed: [Pap.] Mining and Metals Environ.: 10 th Int. Conf., Hamburg, Sept. 18-21, 1995 / T.C. Hutchinson, S.M. Sheend // J. Geochem. Explor. – 1997. – Vol. 58, № 2–3. – P. 323–330.

3. Ибрагимова Э.Э. Фитоиндикация как перспективный метод в экологических исследованиях / Э.Э. Ибрагимова // Человек–Природа–Общество: теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. Выпуск 1. – Симферополь, 2008. – С. 46–49.
4. Бадтиев Ю.С. Биоиндикация – малозатратный и эффективный метод познания / Ю.С. Бадтиев, А.А. Кулемин // Экологический вестник России. – 2001. – № 1. – С. 38–41.
5. Шибанов С.Э. Основные экологические проблемы Крыма / С.Э. Шибанов // Матер. II Міжн. наук.-практ. конф. “Сучасні наукові дослідження – 2006”. – Т. 18. – Екологія. – Д.: Наука і освіта, 2006. – С. 24–26.
6. Экология Крыма. Справочное пособие / Под ред. Н.В. Багрова и В.А. Бокова. – С.: Крымское учеб.-педагогич. гос-ное изд-во, 2003. – 360 с.
7. География Крыма: Учеб. пособ. для учащ. общеобразоват. учеб. заведений / Л.А. Багрова, В.А. Боков, Н.В. Багров. – К.: Лыбидь, 2001. – 304 с.
8. Инсарова И.Д. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха / И.Д. Инсарова, Г.Э. Инсаров // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. – Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Т. 12. – С. 113–175.
9. Закутнова В.И. Лишайники в экологическом мониторинге Астраханского региона / В.И. Закутнова // Вестник ОГУ. – 2004. – № 4. – С. 100–108.
10. Мэннинг У.Дж. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У.Дж. Мэннинг, У.А. Федер. – М.: Гидрометеоздат, 1985. – 143 с.
11. Ходосовцева Ю.А. Ліхеноіндикаційне картування урбанізованих ландшафтів Ялтинського амфітеатру (Крим) / Ю.А. Ходосовцева // Чорноморський ботаничний журнал. – 2009. – Т. 5, № 2. – С. 207–218.
12. Bates J.W. Epiphyte recolonization of oaks along a gradient of air pollution in south East England, 1979 – 1990. / J.W. Bates, J.N.V. Bell, A.M. Farmer // Environmental Pollution. – 1990. – Vol. 68. – P. 81–99.
13. Бязров Л.Г. Эпифитные лишайниковые синузии в березовых лесах Восточно-уральского радиоактивного следа / Л.Г. Бязров // Экологические последствия радиоактивного загрязнения на Южном Урале. – М.: Наука, 1993. – С. 134–155.
14. Мониторинг природных сред и объектов / [Под ред. Т.Я. Ашихминой]. – Киров: Старая Вятка, 2006. – 252 с.
15. Лиштва А.В. Лихенология : учеб.-метод. пособие / Лиштва А.В. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 121 с.
16. Ходосовцева Ю.А. Ліхеноіндикаційна оцінка якості атмосферного повітря рекреаційних ландшафтів Ялтинського амфітеатру / Ю.А. Ходосовцева // Чорноморський ботаничний журнал. – 2009. – Т. 5, № 3. – С. 397–405.
17. Ибрагимова Э.Э. Влияние техногенного стресса на жизнеспособность пыльцы и семян Асера platanoides / Э.Э. Ибрагимова, Д.В. Балчишева // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), №2. – С. 17–25.
18. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР / [Л.В. Гарибова, Ю.К. Дундин, Т.Ф. Коптяева, В.Р. Филлин] – М.: Мысль, 1978. – 365 с.
19. Деревья и кустарники. Покрытосеменные. Справочник / [отв. ред. Л.И. Рубцов]. – К.: Наукова думка, 1974. – 592 с.
20. Масленникова Л.А. Состояние лишайников курорта Шмаковка Приморского края / Л.А. Масленникова, Н.Л. Гречко // Российская Академия Естествознания Научный журнал «Фундаментальные исследования». – 2008. – № 10. – Режим доступа к журн.: www.rae.ru
21. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Бязров Л. Г. – М.: Научный мир, 2002. – 336 с.
22. Плохинский Н.А. Биометрия / Плохинский Н.А. – М.: МГУ, 1970. – 367 с.
23. Benedict J.B. Radial Growth and Habitat Selection by Morphologically Similar Chemotypes of Xanthoparmelia / J.B. Benedict, T.H. Nash // The Bryologist. – 1990. – Vol. 93, No 3. – P. 319–327.
24. Kuusinen M. Epiphytic Lichen Diversity on Salix caprea and Populus tremula in Old-growth Forests of Finland / M. Kuusinen // Mitt. Eidgenoss. Forsch. anst. Wald schnee Landsch, – 1995. – Vol. 70, № 1. – P. 125–132.
25. Ferry B.W. Distribution and succession of lichens associated with Prunus spinosa at Dungeness, England / B.W. Ferry, E. Lodge // Lichenologist. – 1996. – Vol. 28, № 2. – P. 129–142.

26. Ruchty A. Changes in Epiphyte Communities as Shrub, *Acer circinatum*, Develops and Ages / A. Ruchty, A.L. Rosso, B. McCune // *The Bryologist*. – 2001. – Vol. 104, № 2. – P. 274–281.
27. Популяционное исследование *Xanthoria parietina* (L.) th. fr. в городах при разной степени загрязнения среды / Ю.Г. Суетина, Н.В. Глогов, Д.И. Милютина [и др.] // *Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Биология*. – 2005. – № 1. – С. 197–205.

Ібрагімова Е.Е. Ліхеноіндикації ступеня аеротехногенного забруднення у урбоєкосістемі на прикладі *Xanthoria parietina* (L.) Belt. / Е.Е. Ібрагімова // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 1. – С. 34-39.

Проведено порівняльний аналіз стану популяцій *Xanthoria parietina* (L.) Belt. При різних рівнях аеротехногенного забруднення. У районі автотраси виявлено погіршення життєвого стану талломов *X. parietina*, що виявляється в зниженні ступеня проєктивного покриття, зменшення площі талломов при збільшенні ступеня їх пошкодження.

Ключові слова: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., таллом, лишайник, проєктивне покриття, аеротехногенне забруднення.

Ibragimova E.E. Lichen indication of aerotechnogenic urboecosystem pollution degree in the example of *Xanthoria parietina* (L.) Belt / E.E. Ibragimova // Scientific Notes of Taurida V.I. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No 1. – P. 34-39.

There given a comparative analysis of *Xanthoria parietina* (L.) Belt. population at different levels of aerotechnogenic pollution. In the highway area there was found the worsening living conditions of thallus of *X. parietina*, manifested in the reduction of a projective cover and reducing of the size of thallus with the increasing of the degree of their damage.

Keywords: *Xanthoria parietina* (L.) Belt., thallus, lichen, projective cover, aerotechnogenic pollution.

Поступила в редакцію 17.02.2011 г.