

М.С. Зенцова, студент,

В.В. Маврищев, кандидат биологических наук, доцент,

БГПУ им. М.Танка, Marishka2002@mosk.ru

В настоящее время в ряде европейских стран, Японии и Канаде широкое применение находит комплекс методов биоиндикации атмосферных загрязнений, основанных на изучении урбанобриофлоры. Этому способствует издавна сложившаяся в Европе практика бриологических исследований.

Биоиндикация – это эффективный метод комплексной диагностики состояния городской среды с помощью мхов. В условиях мегаполиса биоиндикация имеет ряд преимуществ перед лишеноиндикацией – традиционной диагностикой атмосферного загрязнения при помощи лишайников.

Во-первых, в условиях сильного загрязнения лишайники бывают существенно угнетены и встречаются редко, а ряд урбанотолерантных мхов успешно произрастает в данных условиях. Во-вторых, работа со мхами предполагает более простую методику, не требующую сложной квалификации и сводящую к минимуму микроскопические исследования. В-третьих, бриофлора города отражает урбанизационные процессы как комплексное явление. Бриофиты фиксируют скорость происходящих в окружающей среде изменений, указывают пути и места скоплений различного рода загрязнений в экологических системах и возможные пути попадания этих веществ в организм человека. Еще одна ценная черта мхов как биоиндикаторов отмечена итальянскими исследователями: аккумуляция химических элементов у мхов менее зависит от климатических условий, чем у лишайников [1].

Значительное количество печатных работ посвящено исследованию эпифитных мохообразных, произрастающих в городской черте. Это связано с тем, что мхи рассматриваются как перспективный тест-объект для индикации атмосферного загрязнения. Бриологи, работающие в данной области, изучают эпифитную бриофлору в основном на ценопопуляционном и эколого-морфологическом уровнях. Наибольшее число исследований условий произрастания эпифитных мхов в городской среде проводится в Канаде и Японии, где разработаны методики диагностики атмосферного загрязнения. В Японии исследованием урбанобриофлор занимаются Х. Нехира, К. Таода, К. Уне. В Токио на основании полученных результатов проведено биоиндикационное картирование территории города [2-5].

Бриодиагностика позволяет определять влияние на городскую среду выбросов ряда промышленных предприятий. С помощью биоиндикации определяют наличие в атмосфере сернистого газа, реже тяжелых металлов [6], а в последние годы – и ряда токсичных органических соединений, особенно полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) [7]. Способность мхов концентрировать тяжелые металлы может использоваться для исторической реконструкции картины атмосферного загрязнения. Так было установлено содержание тяжелых металлов в гербарных образцах, собранных на протяжении XX века в северных и восточных районах Испании [8].

В 60-70-х годах XX в. проводились исследования воздействия атмосферного загрязнения на эпифитные мхи и лишайники в промышленных городах Канады – Виннипеге [9], Монреале [10, 11], Садбери [12] и других. В данных работах указаны облигатные и факультативные эпифиты, типичные для исследуемой городской среды,

и исследована динамика флористического состава в зависимости от степени урбанизации и содержания поллютантов в атмосфере. Количество видов, указанных для городской эпифитной флоры, колеблется от 4 (для Садбери) до 29 (для Виннипега) и 36 (для Монреаля). Все авторы отмечают закономерное уменьшение видового разнообразия, проективного покрытия и жизненности мохово-лишайникового покрова в градиенте урбанизации. В отношении некоторых участков городских территорий исследователи применяют термин «le desert d'epiphytes» – «эпифитная пустыня» [10], т. е. мхи и лишайники данной группы на указанной территории отсутствуют совершенно. Подобные «пустыни» наблюдаются и в ряде городов Европы и Северной Америки (Бирмингем, Осло, Хельсинки, Упсала, Цюрих, Монреаль).

Помимо непосредственного наблюдения за естественно произрастающими эпифитами, в бриодиагностике прочно утвердилось и экспериментальное направление: образцы коры с эпифитными мхами и лишайниками, взятые в интактной зоне, помещают в зоны атмосферного загрязнения разной интенсивности и по изменению видового состава, жизненности и репродуктивного состояния образцов делают выводы о степени загрязнения [12]. В центре крупных промышленных городов в течение вегетационного сезона обычно наблюдается практически полное отмирание мхов и лишайников на образцах коры; у оставшихся балл жизненности крайне низок; спороношения у мохообразных не наблюдается. Ближе к городским окраинам влияние атмосферного загрязнения ослабевает и описанные симптомы проявляются в более слабых формах.

Закономерности существования мхов в городской среде, указанные для эпифитов, подтверждают общую тенденцию для всей бриофлоры. Более того, поскольку эпифиты практически целиком зависят от атмосферных параметров (в отличие, скажем, от напочвенных видов), они являются хорошим индикатором воздушных характеристик города и отчетливо реагируют на их изменения.

Практически во всех работах, посвященных индикационной роли мхов при диагностике атмосферного загрязнения, в качестве объекта использованы именно эпифиты. Однако с той же целью могут применяться и напочвенные виды, на что указывает О. Джилберт [13]. Использованию эпигейных видов для диагностики загрязнения атмосферы оксидом серы посвящена работа В. Виннера и Дж. Бьюли [14]. Интересен опыт исследования свойств водных мхов для определения содержания тяжелых металлов в речных водах [15, 16].

Таким образом, следует отметить, что использование биоиндикационных свойств бриофлоры является весьма перспективным и актуальным подходом к изучению степени антропогенизации природной среды урбанизированных экосистем.

Использование урбанбриофлоры для диагностики состояния окружающей среды признано высокоэффективным в мировых научных кругах, но, к сожалению, данные методики практически не были освещены в отечественной литературе и, тем более, не применялись в исследованиях. Следовательно, изучение экологических особенностей бриофлоры городов и диагностика загрязнения окружающей среды на основе бриоиндикации является малоизученным и перспективным направлением современной экологии применительно к региону Беларуси.

Литература:

- Adamo P. Weathering of rocks and neogenesis of minerals associated with lichen activity / P. Adamo and P. Violante // *Applied Clay Science*. – 2000. – Vol. 16 – P. 229–256.
- Nehira K. Reproductive processes of bryophytes in an urban environment / K. Nehira, N. Nakagoshi // *ecology population biology evolution unguiculata*. – 1987. – Symp. Biol. Hung. 35. – P. 269-278.
- Taoda H. Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes / H. Taoda // *Jap. J. Ecol.* 22. – 1972. – As2 – P.125-133.
- Taoda H. Bryometer, an instrument for measuring the phytotoxic air plution / H. Taoda // *Hikobia* 6. – 1973. – As2 pollution. – P.224-228.
- Une K. Sexual conditions of acrocarpous mosses / K. Une, M. Higuchi, N. Nishimura // *Bryophytes of the Hiruzen highlands*, 3. *Bull. Hiruzen Res. Inst.* 8. – 1983. – As2. – P.33-40.
- Steinnes E.A. critical evaluation of the use naturally growing moss to monitor the deposition of atmospheric metals / E.A. Steinnes // *Sci. Total environ.* – 1995. – Vol. 77. – P. 243–249.
- Bragazza L, Gerdol R. Are nutrient availability and acidity-alkalinity gradients related in Sphagnum-dominated peatlands? / L. Bragazza, R. Gerdol // *Journal of Vegetation Science*. – 2002. – Vol. 13. – P. 473-482.
- Penuelas, J. Deuterium labelling of roots provides evidence of deep water access and hydraulic lift by *Pinus nigra* in a Mediterranean forest of NE Spain / J. Penuelas, I. Filella // *Environmental and Experimental Botany*. – 2003. – Vol. 49. – P. 201-208.
- Hotz, Joyce M. Waffa social structure: The individual in the group / Joyce M. Hotz, Mary D. Stringer // In R. Daniel Shaw (ed.), *Kinship studies in Papua New Guinea*. – 1974. – P. 79-95.
- LeBlanc F. Influence de l'atmosphère polluée des grandes agglomérations urbaines sur les epiphytes corticoles / F. LeBlanc // *Rev. Canada Biol.* – 1961. – Vol. 20. – P. 823.
- LeBlanc F. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal / F. LeBlanc, J. De Sloover // *Rev. Canad. Biol.* – 1970. – Vol. 48. – P. 1485–1496.
- LeBlanc F. (1972). Indices of atmospheric purity and fluoride pollution pattern in Arvida / F. LeBlanc, D.N. Rao, G. Comeau // *Quebec. Canadian Journal of Botany*. – 1972. – Vol. 50. – P. 991-998.
- Gilbert O.L. Urban bryophyte communities in North-East England / O.L. Gilbert // *Trans. Br. Bryological Soc.* – 1970. – Vol. 6. – P. 306-316.