

УДК 582.29

ЛИШАЙНИКИ — БИОИНДИКАТОРЫ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

LICHENS ARE BIOLOGICAL INDICATORS OF ATMOSPHERIC POLLUTION

В. С. НОВРУЗОВ, доктор биологических наук
Ф. М. ИСАЕВА, диссертант
 Гянджинский госуниверситет

V. S. NOVRUZOV, doctor of biological sciences
F. M. ISAEVA, competitor for dissertation
 Ganja state university

Изучение экологического состояния урбанизированных территорий — одна из актуальных проблем. Лишайники, произрастающие в урбоэкосистемах, подвергаются усиленному антропогенному воздействию окружающей среды. В результате в населенных пунктах изменяются многие показатели развития лишайникового покрова.

Впервые выявлены основные индикаторные виды эпифитных лишайников. Изучена их чувствительность к различному уровню антропогенного воздействия. Установлена взаимосвязь атмосферного загрязнения с отдельными показателями, характеризующими эпифитный лишайниковый покров. Осуществлена лишеноиндикационная оценка атмосферного загрязнения.

Ключевые слова: лишайники, биоиндикация, урбоэкосистемы, лишенобиота.

As a result of the study of lichens in Ganja city it was revealed that their quantity, distribution and species composition have a natural character across the city. Its environmental situation of the area, especially the pollution level of the atmosphere is related to specification, cyclicity and intensity of production. Lichens and lichen synusiae grown in urboecosystems have been exposed to strong anthropogenic impacts. Lichens consist of 65 species with 12 families and 21 genera. Crustose (39), foliose and fructicose (56-60) lichens occupy the main place among the morphological groups.

Key words: lichenes, bioindication, urboecosystems, polytolerance, lichenobiota.

Для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха окружающей среды уже несколько десятилетий используется метод лишеноиндикации [1, 4, 5, 6]. В результате многочисленных полевых и лабораторных исследований было доказано, что ключевым фактором уничтожения и замедления процесса развития и размножения лишайников в городах с высокой плотностью населения, является загрязнение атмосферного воздуха [6]. Изменение микроклиматических условий и температур-

ного режима, наступление засухи, уменьшение или увеличение количества росы, ослабление солнечной радиации отрицательно влияют на распространение и полноценное развитие лишайников.

В последние годы исследованы особенности биоиндикации лишайников в Англии, Америке, Прибалтике [1, 5, 6]. Выявлено, что спектр влияния современных промышленных центров на природу относительно высок. Результаты нерациональной и нецеленаправленной деятельности человека привели к значительному загрязнению атмосферного воздуха. В связи с этим наглядно прослеживается нарушение экологического равновесия в социальном и экономическом развитии общества.

В Азербайджане использование лишайников в качестве лишеноиндикаторов проводится впервые. Несмотря на изучение таксономической структуры лишайников [Бархалов, Новрузов, Алвердиева, Зарбалиев, Байрамова, Ганбаров] еще мало сведений о возможностях их применения в качестве биомониторинга в таких развитых промышленных центрах Азербайджана, как Мингечаур, Гянджа, Евлах, Дашкесан, Газах, Ширван [Новрузов, Исаева, 2015, 2016]. Город Гянджа — сложная урбоэкосистема, формирующая свою среду, которая влияет на эпифитную лишенофлору в лишеносинузии.

В Гяндже на развитие и размножение лишайников отрицательно влияют алюминиевый, автомобильный, бетонный, стекольный и кирпичный заводы. Влияние автомобильного транспорта на загрязнение атмосферного воздуха города относительно высоко.

В связи с развитием и расширением промышленности и роста городов вместо естественной группировки возникают урбоэкосистемы. В экосистеме города ведущую роль также играют привезенные из иностранных зон интродуцированные деревья. Они подвергаются сильному влиянию различных природных факторов. Существенное влияние на формирование лишенофлоры урбанизированной территории оказывает атмосферное загрязнение.

Эпифитные лишайники обладают металло-аккумулирующей способностью. Содержание тяжелых металлов в их слоевищах находится в непосред-

редственной зависимости от концентрации этих металлов в воздухе.

Во время исследований мы обнаружили, что уменьшение количества листоватых и кустистых лишайников связано не только с атмосферными загрязнениями, но и с увеличением антропогенного воздействия. Было установлено, что распределение эпифитных лишайников зависит от особенностей коры дерева, неравномерного распределения деревьев на территории города и атмосферных загрязнителей. При определении индивидуальных особенностей и чувствительности отдельных видов лишайников учитывали степень их устойчивости к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

В то же время причина редкой встречаемости отдельных видов связано либо с их высокой чувствительностью, либо с их биологическими особенностями, вызванными загрязненной атмосферой. В результате изучения лишайников в Гяндже было установлено, что флористический состав, распределение и морфологическое строение лишайников в пределах города носят закономерный характер и соответствуют его экологическому состоянию.

Степень загрязнения атмосферы связана со спецификой, периодичностью и интенсивностью производства. Лишайники и синузии лишайников, растущие в урбоэкосистемах Гянджи, были подвержены сильным антропогенным воздействиям. В результате многие показатели синузии лишайников структурно изменились.

По распределению эпифитных лишайников на территории Гянджи они подразделяются на несколько категорий:

к категории 1А относятся лишайники, находящиеся на территории промышленных учреждений, в зоне плотных построек и интенсивного автотранспортного движения. Отдаляясь от антропогенных территорий, эти виды встречаются реже;

к категории 1В относятся виды, находящиеся вдали от центра города;

к категории 2А относятся редко встречающиеся в центре города и на перифериях виды;

Виды, относящиеся к категории 2В, не встречаются в городском центре, а лишь на окраинах города;

к категории 3 относятся виды, встречающиеся на периферии.

На основании учета индекса чистоты атмосферы для каждой загрязненной зоны города Гянджи установили индикационные виды. Количество лишайников в каждой зоне меняется от 5 до 25.

К наиболее часто встречающимся городским лишайникам можно отнести следующие виды: *Xhantoria parietina*, *Parmeliopsis ambigua*, *Physconia pulverulenta*, *Ph. ciliata*, *P.stellaris*, *Physcia adscendens*, *Physconia distorta*, *Phaeophyscia orbicularis*,

Phaeophyscia ciliata, *Caloplaca cerina*, *C.holocarpa*, *Lecanora hagenii*, *Candelariella vitellina*.

Виды, наиболее чувствительные к атмосферным загрязнениям, относятся к 1—3 классам устойчивости. Они размножаются в естественных и слабо загрязненных загородных территориях. На территории средней и сильной степени загрязненности они не встречаются. Между чувствительными лишайниками на долю видов, встречающихся поодиночке, приходится 30% (15 видов). Виды, устойчивые к антропогенным воздействиям, относятся к 7—10 классам.

На жизнедеятельность лишайников больше всего влияет сернистый газ, оксид азота, фториды, озон, тяжелые металлы. Сернистый газ считается доминантным фактором, способствующим размножению эпифитных лишайников. Было установлено, что его концентрация в количестве 0,08—0,1 ммл³ отрицательно влияет на фотосинтез. В хлоропластах лишайников отслеживаются бурые пятна. Если РН находится на низком уровне, а атмосферная влажность составляет 3,4 — хлорофилл окисляется. Если же РН составляет 2—3, он превращается в феофетин.

Повышение влажности усиливает растворение SO₂ в кислой среде. Это служит причиной того, что лишайники при высокой влажности бывают неустойчивыми. Однако при повышенной концентрации SO₂, содержащейся в сухой атмосфере, они продолжают развиваться. В то же время известно, что молодые талломы по сравнению со старыми наиболее чувствительны.

В результате проведенных исследований выделено 4 группы устойчивости лишайников:

устойчивые (8 видов): *Candelaria concolor*, *Lecanora ambuci*, *Lecidella euphorea*, *Physcia adscendens*, *Physconia grisea*, *Ph.muscigena*, *Xanthoria parietina*;

чувствительные (15): *Caloplaca cerina*, *Candelariella aurella*, *Parmelia sulcata*, *Physconia distorta*;

наиболее чувствительные (20): *Buellia punctata*, *Lecania koerberiana*, *Lecanora chlorotera*, *Parmeliopsis ambigua*, *Usnea hirta*;

неустойчивые к атмосферному загрязнению (6): *Anaptychia ciliaris*, *Caloplaca lactea*, *Parmelia sulcata*, *Lobaria pulmonaria*, *Usnea longissima*, *Ramalina fraxinea*.

Для урбоэкосистемы города Гянджа наиболее информативны и показательны лишеноиндикационная карта количества видов и карта на основе индекса устойчивости, построенные с использованием количественного состава и фона.

Значительная территория урбоэкосистемы города Гянджа (примерно до 70% площади) характеризуется высоким уровнем атмосферного загрязнения. Здесь встречаются не более 4 видов эпифитных лишайников, а индекс полеотолерантности превышает 8 баллов.

Впервые выявлены основные индикаторные виды эпифитных лишайников урбоэкосистемы города Гянджи. Была изучена их чувствительность к различному уровню антропогенного воздействия. Установлена взаимосвязь атмосферного загрязнения с отдельными показателями, характеризующими эпифитный лишайниковый покров. Осуществлена лишеноиндикационная оценка атмосферного загрязнения города. По распространению лишайников он был разделен на 5 зон, различающихся по степени загрязнения:

1. Селитебные зоны (многоэтажные здания);
2. Техногенные зоны (амбары, промышленные учреждения, железнодорожные вокзалы, шоссе-ные дороги);
3. Урбоаграрные зоны (нижняя часть железной дороги, садопарки, городской парк, тротуары, лесопарки, Центральный парк Гейдара Алиева);
4. Семетерная зона (окрестности кладбищ);
5. Аквальные зоны (естественные и искусственные бассейны и их берега).

Лишенобиота города Гянджи состоит из 65 видов лишайников, относящихся к 12 семействам и 21 роду. Виды семейств Parmeliaceae, Lecanosporeae, Physciaceae, Telosehiaceae составляют 80% всех видов городской лишенобиоты. Среди морфологических групп основное место занимают корковидные (39%), листоватые и кустистые лишайники (50—60%).

На основе полученных данных о распространении и обилии лишайников для города Гянджи вычислен индекс полеотолерантности (IP).

Для лишенофлоры города выделено 10 географических элементов:

- мультирегиональный элемент с голарктическим (15 видов) и неморальным (13) типами ареала;
- неморальный с паннеморальным типом ареала (7);

бореальный с панбореальным типом ареала (8);

евриголарктический с евразоафриканским (4), евроамериканским (3) и евроазиатским (1) типами ареала;

монтальный элемент с европейским типом ареала (1);

Эпифитная с голарктическим типом ареала (5); ното-бореальный (4);

неморальный.

Двенадцать видов эпифитных лишайников (16,1% от общего количества) встречаются во всех зонах города. Остальные виды и образуемые ими лишеносинусии проявляют приуроченность только к определенным зонам города, что позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов.

По мере отдаления от центральной зоны города и уменьшения атмосферного загрязнения происходит увеличение проективного покрытия эпифитных лишайников.

● ЛИТЕРАТУРА

1. Малышева Н. В. Лишайники города Пскова. 2. Распределение эпифитных лишайников // Ботанический журнал, 2004. — Т. 89. — № 8. — С. 1276—1283.
2. Новрузов В. С., Исаева Ф. М. The Biological Diversity of lichens in Azerbaijan and their protection некоторых SEAB, 2015.
3. Новрузов В. С., Исаева Ф. М. Лишенобиота и полеотолерантность промышленных городов Азербайджана (Газах, Дашкесан). Материалы Международной конференции по актуальным проблемам Биологии и Химии. Гянджа, 2016. — С. 40—43.
4. Пауков А. Г. Лишенофлора урбоэкосистем. Автореф. диссертации канд. биол. наук. — Екатеринбург, 2001. — 18 с.
5. Романова Е. В. Лишайники городов-спутников г. Новосибирска // Растительный мир азиатской России, 2008. — №2. — С. 3340.
6. Пчелкин А. В. Использование водорослей и лишайников в экологическом мониторинге и биоиндикационных исследованиях // Московская городская станция юных натуралистов. — М. МГСЮН, 2004.
7. Hawksworth D.L., Kirk P.M., Sutton B.S., Pegler D.N. Ainsworth et Bisby, s Dictionary of the Fungi. — 8 th Edition. — Egham.

e-mail: vnovruzov1@rambler.ru