пособие. – М., Вологда: Инфра-Инженерия, 2021. – 408 с.

3. Ветошкин, А. Техника и технология обращения с отходами жизнедеятельности: учебное пособие: в 2 частях. – М.; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – Часть 1. Системное обращение с отходами. – 441 с.

4. Барцев И.А. Анализ европейского опыта управления отходами на примере Швеции // Международный научно-исследовательский журнал. – 2012. - №7-2(7) – С.4-5.

5. Лундквист Н. Факторы успешного управления ТКО в Швеции // Твердые бытовые отходы, 2018. - №3 (141). – С.46-49.

6. Sputnik Кыргызстан. В Бишкеке начали строить завод по переработке мусора - в чем уникальность, 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.sputnik.kg/20240329/bishkek-stroitelstvo-zavod-pererabotka-musora-unikalnost-1083823522.html

7. Новости Кыргызстан. Ала-Тоо 24. – 2023. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?v=uYhWrfL5XEw

8. Green AUCA. – 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.auca.kg/ru/auca_news/5067/

9. КГТУ им. И. Раззакова внедряет зеленые технологии. – 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ecostan.kg/ischezayuschiy-kyrgyzstan/287-kgtu-im-i-razzakova-vnedryaet-zelenye-tehnologii.html

10. Укрепление зеленой экономики в 3 странах Азии (EGEA). – 2024. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.iksu.kg/?page_id=2392

DOI: https://doi.org/10.69722/1694-8211-2025-60-56-60

УДК: 582.29

Джолдошбек кызы А., *магистрант*
ajperimadanova@gmail.com
ORCID: 0009-0004-4232-7105
ИГУ им. К. Тыныстанова,
г. Каракол, Кыргызстан

ЛИШАЙНИКИ - БИОИНДИКАТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В последнее время много внимания уделяется решению вопросов, связанных с загрязнением воздушной среды. Существуют различные методы исследования уровня загрязнения воздуха. Одним из доступных методов для оценки состояние воздушной среды является метод лихеноиндикации. Основой метода составляет мониторинг состояние лишайников, представителя группы ксерофитов, т.е. с помощью лишайников определяли состояние атмосферного воздуха изучаемого района.

В данной статье представлен разноаспектный анализ лишайников, произрастающих на территории г. Каракол Иссык-Кульской области. По данной тематике в течение года проводился ежемесячный мониторинг с мая месяца по октябрь.

По итогам мониторинга определена территория распределения лишайников, их состояния на сегодняшний день. Изучена причина сокращения колонии лишайников.

Результаты проведенного мониторинга могут быть использованн для разработки природоохранного мероприятия и составления прогноза экологического состояния города Каракол.

Ключевые слова: *мониторинг, лишайники, лихеноиндикация, биоиндикатор, окружающая среда, ксерофиты, поллютанты.*

Джолдошбек кызы А., *магистрант*
ajperimadanova@gmail.com
ORCID: 0009-0004-4232-7105
К. Тыныстанов ат. ЫМУ
Каракол ш., Кыргызстан

ЭҢИЛЧЕКТЕР – АЙЛАНА-ЧӨЙРӨНҮН БИОИНДИКАТОРЛОРУ

Акыркы убакта абанын булганышына байланыштуу маселелерди чечүүгө көп көңүл бурулууда. Абанын булганышынын деңгээлин изилдөөнүн ар кандай ыкмалары бар. Аба чөйрөсүнүн абалын баалоо үчүн жеткиликтүү ыкмалардын бири болуп эңилчек индикация ыкмасы саналат. Методдун негизи болуп ксерофиттердин тобунун өкүлү эңилчектердин абалына мониторинг жүргүзүү, б. а., эңилчектердин жардамы менен изилденген аймактагы атмосфералык абанын абалын аныктоо эсептелет. Бул макалада Ысык-Көл областынын Каракол шаарынын аймагында өскөн эңилчектерге көп аспектилүү талдоо берилген. Бул изилдөө боюнча жыл бою май айынан октябрга чейин ай сайын мониторинг жүргүзүлдү. Мониторингдин жыйынтыгы менен эңилчектердин таралуу аймагы жана бүгүнкү күндөгү абалы аныкталды. Эңилчектердин колонияларынын азайышынын себеби изилденди. Мониторингдин натыйжалары айлана-чөйрөнү коргоо боюнча иш-чараларды иштеп чыгууга жана Каракол шаарынын экологиялык абалынын болжолун түзүүгө пайдаланылышы мүмкүн.

Түйүндүү сөздөр*: мониторинг, эңилчектер, лихеноиндикация, биоиндикатор, айлана-чөйрө, ксерофиттер, поллютанттар.*

Dzholdoshbek kyzy A., *master student*
ajperimadanova@gmail.com
ORCID: 0009-0007-7776-5641
K. Tynystanov Issyk-Kul state university,
Karakol, Kyrgyzstan

LICHENS - BIOINDICATORS OF THE ENVIRONMENT

Recently, much attention has been paid to solving problems associated with air pollution. There are various methods for measuring air pollution levels. One of the methods for assessing the state of the air environment is the lichen indication method. The method is based on monitoring the condition of lichens, representatives of the group of xerophytes, i.e. Using lichens, the state of atmospheric air in the study area was determined. This article presents a multidimensional analysis of lichens growing in the Karakol region of the Issyk-Kul region. Monthly monitoring was carried out on this topic throughout the year from May to October. Based on the monitoring results, the distribution area of lichens and their current state were determined. The reason for the decline in lichen colonies has been determined. The monitoring results can be used to develop environmental protection measures and create a forecast of the state of the environment in the city of Karakol.

Key words: *monitoring, lichens, indication, bioindicator, environment, xerophytes, pollutants.*

В последние десятилетия антропогенное давление на окружающую среду резко возросло. В результате различных видов человеческой деятельности в воздух выбрасывается более 200 различных компонентов. Отсюда очевидна актуальность оценки экологического состояния территории городов и промышленных зон, ее дифференциация по этому признаку.

Условия экологического стресса оказывают значительное влияние на состояние растений, их реакцию и адаптацию.

Многие виды древесных и травянистых растений являются хорошими биоиндикаторами благодаря способности накапливать атмосферные поллютанты в течение длительного времени, что обуславливает выбор их в качестве биоиндикаторов для оценки состояния воздушной среды.

Охрана окружающей среды и контроль над уровнем ее загрязнения требует привлечения и недорогостоящих методов изучения природных комплексов. В настоящее время разработаны различные подходы к оценке экологического состояния окружающей среды, среди которых одним из перспективных направлений является биоиндикация загрязнений, основанная на изучении различных биологических, физиологических, анатомических и других отклонений в развитии организмов, а также их сообществ, возникающих под действием окружающей среды.

Актуальность данной статьи заключается в изучении и использованию организмов биоиндикаторов, определяющие состояние окружающей среды, в данном случае г. Каракол, произрастающих исключительно чистых местах. С помощью ксерофита – лишайников проводили мониторинг по состоянию атмосферного воздуха города Каракол.

Ксерофиты – это растения сухих мест обитания, способные переносить продолжительную засуху и воздействие высоких температур. Некоторые переживают экстремальные периоды в виде семян и спор, которые после выпадения дождя могут прорастать. Это приспособительные механизмы, связанные с уменьшением испарения влаги, уменьшенная листовая поверхность, большое число мелких устьиц и т (6).

В соответствии с классификацией П.А.Генкеля ксерофитам относят 6 групп: один из первых это – пойкилоксерофиты не имеют регуляции водного режима и засуху переживают в состоянии анабиоза, при котором обмен веществ либо прекращается, либо резко тормозится, однако вся организация жизни сохраняется: протопласт переходит в гель. Обезвоживание для них является не патологией, а нормальным физиологическим состоянием. К пойкилоксерофитам относятся многие водоросли, лишайники и некоторые высшие споровые и покрытосеменные [7].

Некоторые представители групп пойкилоксерофитов являются индикаторами природы. Биоиндикаторы – виды группы видов или сообщества, по наличию, степени развития, изменению морфологических, структурно - функциональных, генетических характеристик которых судят о качестве и состоянии экосистем. Это живые организмы, такие как растения, планктон, животные, различные микроорганизмы, рачки (дафнии), рыбы, икра рыб, жесткокрылые, дождевые черви, которые используют для проверки состояния природной среды [1]. Все они позволяют определить загрязнения окружающей среды: воды, почвы, воздушного бассейна и т.д. Например, ряд растений – индикаторов определенным видимым образом реагирует на повышенные или пониженные концентрации микро- и макроэлементов в почве. Это явление используется для предварительной оценки почв, определения возможных мест поиска полезных ископаемых [8].

Применяя биоиндикационный метод, изучили состояние экологической ситуации города. В качестве биоиндикаторов часто выступают лишайники для определения состояние атмосферного воздуха, в водных объектах – бактерии, фито-, зоопланктон, зообентос и т.д.

Для мониторинга состояния атмосферного воздуха нами были изучены состояние лишайников произрастающие на территории города Каракол. Лишайники представляют собой группу организмов, образованных симбиозом гриба и водоросли. Лишайники относятся группе пойкилоксерофитов, т.е. очень устойчивы к климатическим факторам и чувствительны к загрязнениям. Поэтому они являются активными биоиндикаторами окружающей среды и все чаще используются для получения информации о степени загрязнения воздуха в городах и промышленных районах, где сосредоточены загрязняющие предприятия и транспортные средства. Лишайников насчитывают более 25 000 видов. Лишайники встречаются везде, в условиях вечной мерзлоты или на голых

скалах, могут расти на стволах деревьев и почве (3).

С каждым годом территория города расширяется, увеличивается численность населения 91,000 (2024 г.) человек. Город имеет статус «город туризма». Расширением территории г. Каракол, вопросы озеленения приобретают все большую значимость в связи с быстрым ростом населения города, увеличением количества предприятий? усилением в городе транспортной плотности (5).

Усложняется экологическая ситуация, увеличивается количество автотранспорта, вырубается древесно – кустарниковые растения, выбрасывается огромное количество отходов и вредных веществ, как сажа, свинец и его соединения, радиоактивные материалы, оксиды азота, уголь и др. все это приводит загрязнению окружающей среды (5).

Различают накипные, кустистые, листовые лишайники. Листовые формы лишайников обитают в условиях достаточного освещения на коре деревьев, в горных породах и других неподвижных субстратах. Кустистые лишайники выглядят как небольшие кустики или деревца. Они поднимаются вверх, если растут на почве, или свисают сверху вниз, если прикреплены к стволам деревьев.

Строение накипных лишайников: слоевище накипного лишайника представляет собой корочку, прочно сросшуюся с субстратом – корой дерева, древесиной, поверхностью камней. Его невозможно отделить от субстрата без повреждения.

В ходе исследования определен основной представитель группы лишайников, накипные или корковые. Таллом таких лишайников представляет собой корочку («накипь»), его нижняя поверхность плотно срастается с субстратом и не отделяется без значительных повреждении. Накипные лишайники могут жить на крутых склонах гор, деревьях и даже на бетонных стенах. В наших случаях часто встречали на бетонных стенах и редко на старых пеньках деревьев.

Современное состояние воздушного бассейна в г. Каракол сравнительно с другими городами оценивается удовлетворительно. Это обусловлено тем, что в городе нет таких крупных промышленных объектов, основными источниками загрязнения воздуха являются сезонные миникотельные, сжигание мусора и автотранспорт.

В ходе проведения мониторинга обнаружили колонию накипных лишайников на камнях и бетонных стенах, в районе административных зданий, парков, зоопарка города Каракол. Воздух оказалось более чистым, так как на территории оказалось большое количество зеленых насаждений. Из выше перечисленных трех видов, на территории города доминировали накипные лишайники. Вдоль дорог, где больше машины и др. лишайников почти не обнаружено. В центре города их нет, так как воздух загрязнен токсичными газами. Исследования в этой области продолжается.

Многочисленные исследования в районах промышленных объектов, и прилегающих к ним территориях показывают прямую зависимость между загрязнением и сокращением численности определенных видов лишайников. Особая чувствительность лишайников объясняется тем, что они не могут выделять в среду поглощенные токсические вещества, которые вызывают физиологические нарушения и морфологические изменения (4).

Наиболее резко лишайники реагируют на диоксид серы. Концентрация диоксида серы 0,5 мг/м^2 губительна для всех видов лишайников. На территориях, где средняя концентрация SO_2 превышает 0,3мг/м^3, лишайники практически отсутствуют. В районах со средними концентрациями диоксида серы от 0,3 до 0,05мг/м^3 по мере удаления от источника загрязнения сначала появляются накипные лишайники, затем другие виды (4).

На городской территории выделяют три уровня встречаемости лишайников: 1) лишайники практически отсутствуют - это центральная часть города и промышленные районы с сильно загрязненным воздухом; 2) «Зона угнетения» - это участки города

средней загрязненности; 3) «Зона нормальной жизнедеятельности» - здесь встречаются видовое разнообразие. В данном случае наш исследуемый район можно отнести к «Зоне угнетения», так как здесь встречаются только накипные лишайники. Центральная часть города относятся к первой группе связи отсутствием исследуемого объекта из за загрязненности территории.

Таким образом, методы оценки загрязненности атмосферы по встречаемости лишайников основаны на следующих закономерностях:

1. Чем сильнее загрязнен воздух города, тем меньше встречается виды лишайников.

2. Чем сильнее загрязнен воздух, тем меньшую площадь покрывают лишайники на стволах деревьев.

3. При повышении загрязненности воздуха исчезают первыми кустистые формы, за ними - листовые, последними – накипные (4).

На основании этих закономерностей количественно оценили чистоту воздуха исследуемого района, на примере г. Каракол.

Рекомендуется:

- увеличить количество зеленых насаждений;
- рекомендуется высаживать кустарники по обочинам дорог и вдоль автотрассы.
- посадить широколиственные полудревесные разновидности растений. Растительность обладает также свойствами поглощать газообразные отходы вокруг автотрассы. Газозащитная роль растений зависит от степени газоустойчивости. Вблизи источников загазованности воздуха стоит сажать группы деревьев и кустарников с ажурными кронами.

При подборе деревьев для создания газо-пылезащитной зеленой полосы необходимо учитывать их устойчивость к действию выхлопных газов автомобилей. Растения для высаживания должны быть выносливы, неприхотливы, красивы.

Наибольшей устойчивостью обладают:

• хвойные породы: лиственница сибирская;

• лиственные породы: клен, липа, вяз, сирен, дуб;

•кустарники: бирючина, акация желтая, спирея, жимолость, шиповник [9].

Озеленение территории очищает и увлажняет городской воздух, создает естественное затенение в местах отдыха, и самое главное − очищает воздух.

Литература:

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем /Под ред. Р. Шуберт. -М.: Мир, 1998.

2. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан. - М.: Мир, 1979 - 200 с.

3. Экология и контроль состояния природной среды. Ю.А. Израэль, -Л.: Гидрометеоиздат, 1984.

4. Школьный экологический мониторинг. Под редакцией проф. Т. Я. Ашихминой, 2000.

5. Садыралиев Ж. Влияние экологической обстановки, ОС на уровень и качество жизни населения Кыргызстана. 2018.

6. Генкель П. А. Ксерофиты. -М.: Советская энциклопедия, 1973.

7. Тайсумов М. А., Магомадова Р. С. Классификация ксерофитов. АН Чеченской Республики, 2014.

8. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. - М.; Мир, 1988.

9. Автомобильные дороги. Озеленение и обустройство автомобильных дорог. Тематическая подборка, ГП Информавтодор, -М., 2004.