

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ РАСТЕНИЙ-ИНДИКАТОРОВ

Созыкина И. И., Чекмарева О. В., к. т. н.

Оренбургский государственный университет г. Оренбург

В настоящее время люди активно переселяются из посёлков в города, что приводит к увеличению автотранспорта, строительству новых промышленных предприятий или модернизации уже имеющихся предприятий с целью предоставления дополнительных рабочих мест и увеличению количество производимой продукции. Урбанизация приводит к большим выбросам в атмосферный воздух различных смесей газов.

Растения играют огромную роль в городской среде. Зеленые растения смягчают сухость, жару, защищают от палящего солнца и сильных ветров. Так же повышают ионизацию воздуха, выделяют фитонциды, обладают большой звукоотражающей способностью (до 75 %), поглощают до 50-60 % токсичных газов из атмосферы. При этом некоторые вещества связываются цитоплазмой и преобразуются в неактивные, другие превращаются растениями в нетоксичные продукты и используются растениями в процессе метаболизма.

Экологически важны в жизни растений различные примеси, содержащиеся в воздухе, многие из них губительно действуют на растения, например, сернистый газ, который встречается в атмосфере над промышленными центрами, близ железных дорог, т.е. в местах интенсивного использования угля. Этот газ крайне негативен для растений. Попадая в их клетки, он нарушает ферментативную деятельность, вызывает свертывание коллоидов плазмы, нарушает обмен веществ [1].

Растения по-разному реагируют на характер и степень загрязнения атмосферы. Одни растения более устойчивы к загрязнителям это связано с проявлением приспособлений для защиты от неблагоприятных экологических факторов. Другие растения более чувствительны к различным загрязнениям атмосферы, способные переносить неблагоприятные условия, подвергаясь различным повреждениям. Это означает, что они могут служить живыми индикаторами состояния среды. Индикаторные растения могут использоваться как для выявления отдельных загрязнителей воздуха, так и для оценки качественного состояния природной среды. Обнаружив по состоянию растений присутствие в воздухе специфических загрязнителей, приступают к измерению количества этих веществ различными методами, например, испытанием растений в лабораторных условиях.

На уровне вида и сообщества о состоянии природной среды можно судить по показателям продуктивности растений. Индикаторами присутствия сернистого газа являются лишайники и хвойные породы, наиболее сильно страдающие от загрязнений. Во многих промышленных городах вокруг заводов возникают зоны, где лишайники вообще отсутствуют – «лишайниковые пустыни». Хвоя сосны образует на своей поверхности тем более толстый слой

воска, чем выше концентрация или продолжительнее действие на нее сернистого газа. На этом основании был разработан метод индикации в атмосфере сернистого газа – «тест помутнения по Гертелю». Суть метода заключается в том, что определенное количество хвои кипятят в воде. Принимается, что степень помутнения экстракта прямо пропорциональна количеству воска, покрывающего хвою. Чем выше мутность, устанавливаемая с помощью приборов, тем больше концентрация сернистого газа в воздухе.

Другой признак действия двуокиси серы на растения – снижение рН содержимого клеток. Весь комплекс экологических факторов сказывается на биосинтезе пигментов, изменяя окраску различных частей растения. Этот биоиндикатор может оказаться наиболее информативным. Тяжелые металлы могут накапливаться в растениях, и по их содержанию можно оценить экологическую обстановку территории. Загрязнение медью сказывается на росте растений, цинком – приводит к отмиранию листьев у растений, кобальтом – к ненормальному развитию и т.д. [1,2].

Вредное влияние загрязненного воздуха на растения происходит, как путем прямого действия газов на ассимиляционный аппарат, так и путем косвенного воздействия через почву. Причем прямое действие кислых газов приводит к отмиранию отдельных органов растений, ухудшению роста и урожайности. Накопление же вредных веществ в почве способствует уменьшению почвенного плодородия, своеобразному засолению почв, гибели полезной микрофлоры, нарушению роста, отравлению корневых систем и нарушению минерального питания.

Разрушительное действие NO_2 на растения усиливается в присутствии диоксида серы. Это подтверждено на опытах, проведенных со следующими породами деревьев: тополь черный (*Populus nigra*), береза плакучая (*Betula pendula*), ольха белая (*Alnus incana*), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill). Эти газы обладают синергизмом, и в атмосфере зачастую присутствуют вместе. В то время как действие одного диоксида азота многие растения переносят в концентрации до $0,35 \text{ мг/м}^3$, в присутствии диоксида серы такое же количество NO_2 может нанести им ущерб [5].

Кислые газы, нарушая рост и развитие растений (неоднократная смена листьев, вторичный рост побегов, а иногда и вторичное цветение), могут снижать устойчивость их к другим неблагоприятным факторам; засухе, заморозкам, засолению почв. Повреждения делят по характеру их проявления и изменению физиолого-биохимических процессов у растений на: острые (катастрофические), хронические и невидимые. Различают пять степеней повреждения растений сернистым газом в зависимости от концентрации его и продолжительности поглощения листьями: отсутствие повреждений, скрытые, хронические, острые и катастрофические. Активации повреждаемости растений газами способствует повышенная температура, влажность воздуха и солнечная радиация, т.е. факторы повышающих газообмен и поглощение токсичных газов. При пониженной освещенности и ночью повреждаемость растений уменьшается. Прекращение газообмена зимой у хвойных пород также

предохраняет их от повреждений. Экологи выяснили, что зеленые растения более чувствительны к различным газам, чем животные и человек. Допустимая максимально-разовая концентрация SO_2 для растений оказалось равной $0,02 \text{ мг/м}^3$ (для животных и человека $0,05 \text{ мг/м}^3$). Большая чувствительность растений связана с большей скоростью проникновения газа и автотрофным характером их метаболизма. Процесс воздействия начинается с поступления загрязнителя в клетку, далее на растительный организм и, в конечном счете, на растительные сообщества в целом [4].

Хвойные породы особенно сильно страдают от сернистого газа: пихта (*Abies Mill*), ель (*Picea Dietr*), сосна обыкновенная (*Pinus sivestris L.*), лиственница (*Larix L.*). Продолжительность жизни хвой сосны в зонах сильного загрязнения сернистым газом составляет один год, тогда как в норме 3-4 года. Путем учета продолжительности жизни хвой и характера некрозов можно определить степень поражения хвойных насаждений сернистым газом. Важным критерием для этого является также содержание хлорофилла. Хвоя сосны образует на своей поверхности тем более толстый слой воска, чем выше концентрация или продолжительнее воздействие на нее сернистого газа. Очень вреден для растений хлор, часто присутствующий в воздухе вблизи специализированных заводов. Отдельно взятые деревья ивы, тополя и ясени, имеющие как минимум 5 кг листьев, способны поглотить за вегетационный период 200-250 гр. хлора, кустарники – 100–150 гр.

Основными источниками загрязнения атмосферы в городах являются городские ТЭЦ, нефтеперерабатывающие и другие заводы, отопительные системы, а также автотранспорт.

Среди веществ, загрязняющих воздух, особенно большое значение имеют двуокись серы, галогены и их соединения, озон, окислы азота, окись углерода, сероуглерод, сероводород, аммиак, этилен, а также твердые пылевые частицы, содержащие металлы и их соединения.

Промышленные предприятия выбрасывают в атмосферу такое количество газов или мелких частиц во взвешенном состоянии, что под угрозой оказалось здоровье человека, природа и хозяйство. К примеру, зола, которая поступает в атмосферу выбросами ряда заводов, оказывает прямое воздействие на урожай сельскохозяйственных культур. Замечено существенное снижение урожая под действием промышленных выбросов у большинства изученных сельскохозяйственных культур и многих видов растений, которых специалисты делят на группы в зависимости от степени их чувствительности к тому или иному загрязняющему веществу.

Загрязнение окружающей среды медью резко сказывается на темпах роста растений, которые приобретают при этом карликовую форму. У некоторых из них окраска лепестков меняется на не характерную для них голубую или даже черную. У штокрозы (*Alcea*) в этом случае цветки с ненормально узкими лепестками. Резко тормозится прорастание семян под влиянием меди.

Некоторые растения, культивируемые в теплицах, оказались очень чувствительными к цинку. Выяснилось, что они накапливали этот элемент из дождевой воды, которой их поливали. Цинк попадал в воду из оцинкованных несущих конструкций оранжерей. Вполне естественно, можно попытаться использовать эти растения в качестве индикаторов загрязненности окружающей среды цинком. В природной обстановке у растений под влиянием избытка цинка отмирают кончики листьев, возникают уродливые формы. У мака (*Papaver*) цветки иногда становятся махровыми [5].

Симптомы повреждения растений томатов никелем очень специфичны: на листьях появляются различные по величине некротические пятна. Нередко на стеблях возникают побуревшие участки, происходит усыхание стеблей в форме перетяжки. Более высокие концентрации никеля приводят к подавлению роста стеблей и корней, отмиранию точек роста.

Смолевка, поглотившая много свинца, приобретает карликовую форму. Листья и стебли этого растения становятся темно-красными, а цветки мелкими и невзрачными.

При избытке кобальта наблюдается ненормальное развитие лиственницы (*Larix*). Аномалия проявляется в виде неоднократного появления шишек (2–3 раза за сезон).

Сильное воздействие оказывают на растения так называемые «выхлопные» и «дымовые газы». Реакция растений на газы и примеси неодинаковая. Наименее устойчивы хвойные породы: пихта (*Abies Mill*), ель (*Picea Dietr*), сосна (*Pinus L.*), лиственница (*Larix L.*).

Более устойчивы – листопадные деревья и кустарники: дуб (*Quercus L.*), клен (*Acer*), липа (*Tilia L.*), ясень (*Fraxinus L.*), груша (*Pyrus L.*), береза (*Betula L.*), рябина (*Sorbus L.*) [2,3].

Таким образом, наиболее чувствительными к различным загрязнителям воздуха являются хвойные породы, которые особенно страдают от диоксида серы. Из декоративных растений наиболее достоверными индикаторами на фтористый водород являются: тюльпан (*Tulipa L.*), нарцисс (*Narcissus L.*), ландыш (*Convallaria L.*). Хорошими индикаторами на наличие озона в воздухе служат наиболее чувствительные сорта табака, томаты, цитрусовые. Вышеприведенные биоиндикаторы можно использовать при контроле состояния окружающей среды и при природоохранных мероприятиях.

Список литературы

1. *Вронский, В.А. Прикладная экология / В.А. Вронский - г. Ростов – на – Дону, 1996 - 267с.*
2. *Викторов, С.В. Основы индикационной геоботаники / С.В. Викторов, Е.А. Востокова, Д.Г. Вышивкин - М., 1961 - 253с.*
3. *Гудериан, Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан, У. Мэннинг, Р. Шуберт – М.: «Мир», 1973 - 195с.*
4. *Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. - 278 с.*

5. Мелехова О.П., Сарапульцева Е.И., Евсева Т.И. и др Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений;/ под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. – 2-е издание, испр. – М.: Издательский центр «Академия», 2008- 180с.