

УДК: 502.52:581.5

**РАСТЕНИЯ-ИНДИКАТОРЫ СОСТОЯНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (НА ПРИМЕРЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА)**

**Я.Э. Лорсанова**

*ГОУ ВПО «Чеченский государственный университет»,  
г. Грозный*

*Рецензент Н.С. Попов*

**Ключевые слова:** сернистый газ; хвоя; лишайник; кислые газы; индикаторы; хлор; высшие растения.

**Аннотация:** В статье даны основные показатели загрязнения атмосферы различными газами и их влияние на различные растения. Составлена таблица основных растений-индикаторов из числа древесных пород и сельскохозяйственных и растений. Рассмотрены индикаторы присутствия различных газов в атмосфере, а также наиболее и наименее устойчивые породы к газовым загрязнениям.

Атмосфера, как определенная оболочка Земли, крайне важна для жизни. Она предотвращает резкие колебания температуры, поступление ультрафиолетового излучения, является источником снабжения растений углекислым газом для фотосинтеза и кислородом для дыхания, оказывает косвенное воздействие на растения, меняя распределение температур и света, служит средой для распространения пыльцы, спор, семян и плодов.

Чистый и сухой атмосферный воздух представляет собой смесь нескольких газов. Воздух никогда не бывает сухим, в нем всегда есть водяной пар. Иногда его количество в воздухе достигает 4 %, а иногда оно равно лишь 0,01 % от общего объема.

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].

Некоторые растения наиболее чутко реагируют на характер и степень загрязнения атмосферы. 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. Индикаторами присутствия фтора являются чувствительные растения, накапливающие его и реагирующие на этот фитотоксикант некрозом листьев (гладиолусы, фрезия) [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, а также качества сельскохозяйственной продукции. 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. Аккумуляция газа в экосистеме идет с участием трех компонент: растительности, почвы и влаги. В зависимости от погодно-климатических условий, солнечной радиации и влажности почв может изменяться поглотительная способность и удельный вес этих компонент. Загрязнение атмосферы приводит к значительному повреждению растительности [4].

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. Исследования показали, что зеленые растения более чувствительны к различным газам, чем животные и человек. Допустимая максимально-разовая концентрация  $SO_2$  для растений оказалось равной 0,02 мг/м<sup>3</sup> (для животных и человека 0,05 мг/м<sup>3</sup>). 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 хвои сосны в зонах сильного загрязнения сернистым газом составляет один год, тогда как в норме 3-4 года. Путем учета продолжительности жизни хвои 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. Это обстоятельство послужило основанием для разработки присутствия в атмосфере данного соединения. 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.

Лох узколистный (*Eleagnus angustifolia L.*), шелковица (*Morus L.*), акация белая (*Acacia Wild*) способны накапливать в своих органах до 1 % хлора, оставаясь неповрежденными. Основными источниками загрязнения атмосферы в подавляющих промышленных районах являются электростанции, работающие на угле, предприятия угольной промышленности, строительно-сборочные заводы, работающие на известковом сырье, нефтеперерабатывающие и другие заводы, отопительные системы, а также транспорт [5].

Большая опасность попадания в природную среду ядовитых веществ возникает в процессе проведения военных операций. 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.

Сильное воздействие оказывают на растения так называемые «выхлопные» и «дымовые газы». Разные растения неодинаково реагируют на вредные газы и примеси. Наименее устойчивы хвойные породы: пихта (*Abies Mill*), ель (*Picea Dietr*), сосна (*Pinus L.*), лиственница (*Larix L.*), можжевельник казацкий (*Juniperus Sabina L.*), туя западная (*Thuja occidentalis L.*).

Более устойчивы – листопадные деревья и кустарники: бук (*Fagus L.*), дуб (*Quercus L.*), клен (*Acer L.*), липа (*Tilia L.*), ясень (*Fraxinus L.*), груша (*Pyrus L.*), вяз (*Ulmus L.*), береза (*Betula L.*), рябина (*Sorbus L.*), тополь канадский (*Populus deltoids Marsh*), акация (*Akacia Wild*) [2,3].

Живые организмы, по наличию, состоянию и поведению которых можно судить о степени изменений окружающей среды, в том числе о присутствии загрязняющих веществ, являются живыми индикаторами. Живые индикаторы имеют существенные преимущества перед применением дорогостоящих и трудоемких физико-химических методов определения степени загрязнения среды: они суммируют все без исключения биологически важные данные о загрязнениях, указывают скорость происходящих изменений, пути и места скопления в экосистемах различного рода токсикантов, позволяют судить о степени вредности тех или иных веществ для живой природы и человека.

Антропогенное загрязнение влияет на высшие растения, часто приводя к окраске листьев, некрозу, опадению листьев, изменению формы роста и ветвления и др. Так, при загрязнении атмосферы диоксидом серы типичными признаками повреждения являются: у сосны обыкновенной (*Pinus silvestris L.*) побурение кончиков игл хвои, у ясеня американского (*Fraxinus Americana L.*) – обширное междужилковое обесцвечивание листьев и т.д.

На основе приведенных исследований составлена таблица 1, где даны основные растения-индикаторы загрязнения атмосферного воздуха различными компонентами (диоксид серы, фтористый водород, аммиак и т.д.) [3].

Полагается, что снижение урожая прямо пропорционально количеству погибшей листвы и может служить основанием для оценки величины компенсации за понесенные убытки.

Из таблицы видно, что 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 озон служат наиболее чувствительные сорта табака, томаты, цитрусовые. Вышеприведенные биоиндикаторы можно использовать при контроле состояния окружающей среды и при природоохранных мероприятиях, в частности, в лесном хозяйстве, с учетом влияния антропогенных загрязнений атмосферного воздуха [4].

**Основные растения-индикаторы загрязнения атмосферного воздуха**

Компоненты загрязнения	Важнейшие древесные породы	Сельскохозяйственные и декоративные растения
Диоксид серы	Ель (европейская, сербская), пихта европейская, сосна (обыкновенная, Банкса)	Пшеница, ячмень, гречиха
Фтористый водород	Ель европейская, Пихта европейская, Сосна обыкновенная, Орех грецкий	Виноград, абрикос, петрушка, гладиолус, ландыш, тюльпан, нарцисс, рододендрон
Аммиак	Граб обыкновенный, Липа сердцевидная	Сельдерей, Махорка
Хлористый водород	Ель европейская, пихта кавказская, лиственница европейская, ольха клейкая, лещина обыкновенная	Фасоль обыкновенная, шпинат, редис, смородина, клубника
Озон	Сосна Беймутова	Табак, картофель, соя, томаты, citrusовые
Тяжелые металлы	Теуга канадская, вяз гладкий, боярышник обыкновенный	Овсяница, орхидея, Бромелиевые

*Список литературы*

1. Вронский, В.А. Прикладная экология / В.А. Вронский – г. Ростов – на – Дону, 1996.
2. Викторов, С.В. Основы индикационной геоботаники / С.В. Викторов, Е.А. Востокова, Д.Г. Вышивкин – М., 1961.
3. Гудериан, Р. Загрязнение воздушной среды / Р. Гудериан, У. Мэннинг, Р. Шуберт – М. : «Мир», 1973.
4. Николаевский, В.С. Биологические основы газоустойчивости растений / В.С. Николаевский. – Новосибирск: Наука, 1979. – 278 с.
5. Протасов, В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов – М., 2000.

**Plants as Indicators of Environment Condition (illustrated by atmosphere influence)****Y.E. Lorsanova***Chechen State University, Grozny*

**Key words and phrases:** sulfur dioxide gas; acerous leaf; lichen; acid gas; indicators; chlorine; higher plant.

**Abstract:** The paper presents the main indexes of air pollution with different gases and their effect on various plants. The table of the main plants including wood tree species, agricultural crops and plants is made up. The indicators of different gases content in the atmosphere are considered; the most gas-resistible species are revealed.