

УДК 628.395 : [635.054 / .055 : 54-43]

***О.А. Неверова, Е.Ю. Колмогорова***

Неверова Ольга Александровна родилась в 1959 г., окончила в 1981 г. Кемеровский государственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и микробиологии Кемеровского технологического института пищевой промышленности, руководитель группы биоиндикации окружающей среды Кузбасского ботанического сада (филиала ЦСБС СО РАН). Имеет около 40 печатных работ по проблеме биоэкологической оценки загрязнения окружающей среды и состояния наземных экосистем в Кузбассе.



Колмогорова Елена Юрьевна родилась в 1974 г., окончила в 1996 г. Кемеровский государственный университет, инженер Кузбасского ботанического сада (филиала ЦСБС СО РАН), аспирант Кемеровского технологического института пищевой промышленности. Имеет 2 научные статьи в области разработки основных принципов развития зеленого фонда г. Кемерово как важного фактора оздоровления городской среды.



**КСЕРОФИТИЗАЦИЯ ЛИСТЬЕВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ  
КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА  
(НА ПРИМЕРЕ г. КЕМЕРОВО)**

Установлено соответствие уровней загрязнения атмосферы города промышленными выбросами и степени изменения ряда анатомических характеристик. Сделан вывод о возможности использования данных показателей для индикации загрязнения воздуха и его влиянии на древесные растения.

древесные растения, липа мелколистная, рябина сибирская, ксерофитизация, фитоиндикация, загрязнение атмосферного воздуха.

Экологическая ситуация в г. Кемерово – крупном промышленном центре – сохраняется напряженной, несмотря на общее сокращение производства. Котловинное положение города с открытым выходом только на северо-запад при господствующих юго-западных ветрах, повторяемости слабых ветров (20 ... 40 %) и приземных инверсий (30 ... 45 %) определяет повышенный уровень загрязнения атмосферы. От стационарных источников загрязнения в атмосферу поступает 63,491 тыс. т (57,5 %) токсических веществ. В основном это выбросы предприятий энергетики (73,0 %), химической и нефтехимической промышленности (4,7 %), черной металлургии (7,8 %). К ним относятся диоксид азота (1,0 ПДК), формальдегид (4,33 ПДК), аммиак (2,0 ПДК), сероуглерод (1,0 ПДК), бензпирен (4,62 ПДК), фенол (0,66 ПДК) [5].

Общеизвестно, что действие токсических выбросов предприятий и транспорта опасно не только для населения, но и для зеленых насаждений, которые вследствие угнетения и повреждения ассимиляционных органов и крон имеют пониженную декоративность и не выполняют в полной мере экологических функций. Если для человека качество атмосферного воздуха регламентируют санитарно-гигиенические ПДК ингредиентов, то для зеленых насаждений они еще только разрабатываются. Учитывая высокую чувствительность растений к многим промышленным газам [ 1, 2, 4 ], можно обоснованно связывать плохое состояние зеленых насаждений города с характером загрязнения воздуха.

Ксерофитизация листьев в условиях промышленного загрязнения проявляется в уменьшении их размеров и числа на годичных побегах, утолщении листовой пластинки, увеличении числа устьиц на  $1\text{ мм}^2$  поверхности листа, уменьшении размеров клеток всех тканей листа. Наиболее удобным методом регистрации этих изменений у листьев растений является подсчет числа устьиц на  $1\text{ мм}^2$  поверхности [3].

Цель настоящей работы – исследовать влияние промышленных газов на некоторые анатомические показатели устьичного аппарата листьев древесных растений; выяснить степень зависимости исследуемых показателей у древесных растений от уровней загрязнения районов г. Кемерово; оценить возможность использования анатомических показателей состояния ассимиляционного аппарата древесных растений для индикации загрязнения воздуха и степени его влияния на древесные растения.

Объектом исследования служили лиственные породы – рябина сибирская и липа мелколистная, характеризующиеся высокой декоративностью и широко используемые в озеленении г. Кемерово. Возраст древесных растений составлял 30 ... 50 лет. Пробы растительных образцов отбирали в июле 1999–2000 гг.

Пробные площади были заложены на территории пяти существующих районов города – Ленинского, Центрального, Заводского, Кировского, Рудничного. В каждом районе исследовали растения парковых и магистральных посадок. Контрольные деревья произрастали на фоновых участках, расположенных в 30-километровой зоне северо-восточного направления от городской черты.

В качестве анатомической характеристики ассимиляционного аппарата использовали число устьиц на  $1\text{ мм}^2$  листовой поверхности и степень их открытости, которые определяли с помощью микроскопа и осветителя отраженного света ОИ-21. Исследования проводили в зимнее время на высушенных образцах, размоченных в воде в течение 24 ч.

Проведенные нами исследования показали, что в условиях города у липы мелколистной и рябины сибирской наблюдается увеличение общего числа устьиц на  $1\text{ мм}^2$ , а также процента закрытых. Отмечены различия в степени изменений изучаемых признаков у деревьев различных видов, а также у деревьев магистральных и парковых посадок. В городской среде число устьиц на  $1\text{ мм}^2$  поверхности листьев больше у липы мелколистной,

## Анатомические показатели листьев (средние данные за 1999–2000 гг.)

| Район                 | Число устьиц на 1мм <sup>2</sup> |             |             |
|-----------------------|----------------------------------|-------------|-------------|
|                       | общее, шт.*                      | открытых, % | закрытых, % |
| Липа мелколистная     |                                  |             |             |
| Контроль              | 108,0                            | 83,8        | 16,2        |
| Магистральные посадки |                                  |             |             |
| Ленинский             | 214,4                            | 64,7        | 35,3        |
| Центральный           | 220,7                            | 52,7        | 47,3        |
| Заводский             | 244,4                            | 44,2        | 55,8        |
| Кировский             | 254,3                            | 46,2        | 53,8        |
| Парковые посадки      |                                  |             |             |
| Ленинский             | 205,0                            | 74,7        | 25,3        |
| Центральный           | 221,6                            | 72,7        | 27,3        |
| Заводский             | 228,5                            | 64,2        | 35,8        |
| Кировский             | 235,7                            | 56,2        | 43,8        |
| Рябина сибирская      |                                  |             |             |
| Контроль              | 169,6                            | 54,0        | 46,0        |
| Магистральные посадки |                                  |             |             |
| Ленинский             | 228,5                            | 44,7        | 55,3        |
| Центральный           | 236,7                            | 32,7        | 67,3        |
| Заводский             | 244,1                            | 34,2        | 65,8        |
| Рудничный             | 241,8                            | 26,2        | 73,8        |
| Парковые посадки      |                                  |             |             |
| Ленинский             | 219,6                            | 54,7        | 45,3        |
| Центральный           | 236,3                            | 52,7        | 47,3        |
| Заводский             | 234,5                            | 44,2        | 55,8        |
| Кировский             | 244,4                            | 46,2        | 53,8        |
| Рудничный             | 242,3                            | 45,6        | 54,4        |

\* Отмечены достоверные отличия от контроля при  $P_{0,95}$ .

чем у рябины сибирской. У липы мелколистной оно увеличивается в магистральных посадках на 99 ... 135, в парковых на 90 ... 118 %, причем максимально в Заводском и Кировском районах (соответственно на 112 и 118 % в парковых и 126 и 135 % в магистральных посадках) – см. таблицу. В Рудничном районе не произрастает.

У рябины сибирской в условиях городской среды увеличение числа устьиц на 1мм<sup>2</sup> поверхности листьев выражено меньше, чем у липы, хотя различия с контролем достоверны. В целом по городу оно составило 29,5 ... 44,0 %. Различия этого показателя в парковых и магистральных посадках незначительны (см. таблицу). Максимально оно на поверхности листьев рябины Заводского, Рудничного и Кировского районов: в магистральных посадках Заводского и Рудничного районов превышение над контролем составляет соответственно 44,0 и 42,5 %, в парковых посадках Рудничного и Кировского районов 44,1 и 42,9 %.

По данным В.С. Николаевского [3], ксерофитизация ассимиляционных органов растений вызвана подавлением фазы растяжения клеток из-за недостатка ассимилятов (ингибирование фотосинтеза) и возможного нару-

шения гормональной регуляции роста. Поэтому листья на загрязненных территориях мелкие, у них мельче клетки тканей и больше устьиц на 1мм<sup>2</sup> поверхности. Следовательно, изменение числа устьиц может служить надежным показателем при использовании метода фитоиндикации загрязнения атмосферного воздуха в промышленных центрах и городах.

Результаты исследований показывают, что более всего промышленными выбросами загрязнена атмосфера Заводского, Кировского и Рудничного районов города.

По данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, на территории города в воздухе присутствуют более 20 ингредиентов, по 12 из которых превышены гигиенические ПДК. Наши данные согласуются с этими показателями. Наиболее загрязнена атмосфера Кировского района, где в воздухе присутствует диоксид азота (среднегодовая концентрация 1,4, максимальная 4,9 ПДК), оксид углерода (максимальная 3,8 ПДК), аммиак (средняя до 3,5, максимальная разовая 8,6 ПДК), диметиламин (максимальная 9,2 ПДК).

Вместе с тем Кировский район подвергается воздействию выбросов предприятий Заводского района при переносе их господствующими юго-западными ветрами. В Рудничном районе в воздухе преобладает формальдегид (средняя концентрация 1,5, максимальная разовая 4,9 ПДК), сероуглерод (соответственно 1,5 и 4,2 ПДК). В Заводском районе много пыли, хлористого водорода (максимальная концентрация 2,8 и 2 ПДК), аммиака (средняя 2 ПДК). Центральный район характеризуется высоким содержанием в воздухе оксида азота (максимальная концентрация 1,4 ПДК), сероуглерода (средняя 1,7 ПДК), фенола (среднегодовая 3,8 ПДК). В Ленинском районе отмечается повышенное содержание аммиака в воздухе (среднегодовая 1,5 ПДК) [5].

Таким образом, установлено некоторое соответствие между уровнями загрязнения атмосферы города промышленными выбросами и изменением изучаемых характеристик, что позволяет сделать вывод о возможности использования рассмотренных показателей как для индикации загрязнения воздуха, так и для оценки его влияния на древесную растительность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Николаевский В.С. Биологические основы газоустойчивости растений. – Новосибирск: Наука, 1979. – 278 с.
2. Николаевский В.С. Эколого-физиологические основы газоустойчивости растений. – М., 1989. – 65 с.
3. Николаевский В.С. Экологическая оценка загрязнения окружающей среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации. – М.: МГУЛ, 1998. – 193 с.
4. Николаевская Т.В. Эколого-физиологическая оценка устойчивости растений к трем газам (SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub>): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М.: ТСХА, 1992. – 17 с.

---

5. Состояние окружающей природной среды Кемеровской области в 1999 году: Доклад Госкомитета по охране окружающей среды Кемеровской области. – Кемерово, 2000. – 289 с.

Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности

Поступила 01.06.01

*O.A. Neverova, E.Yu. Kolmogorova*

**Xerophytization of Wood Plant Leaves as Index of Atmospheric  
Air Pollution (on the example of Kemerovo)**

Some accordance of atmosphere pollution levels by industrial emissions and degrees of changing a number of analytical characteristics has been established. A conclusion is drawn about the possibility of using the data for air pollution indication and its influence on trees.

---