

П.Е. Мохначев¹, А.М. Потапенко², И.Е. Корчагин³

P.E. Mohnachev¹, A.M. Potapenko², I. E.Korchagin³

¹Учреждение Российской академии наук

Ботанический сад Уральского отделения РАН, Екатеринбург

Institute Botanic Garden UB RAS, Ekaterinburg

mohnachev74@mail.ru

²ГНУ «Институт леса Национальной академии наук Беларуси», Гомель,

Республика Беларусь

SSE "Institute of Forestry of the National Academy of Sciences of Belarus", Gomel,

Republic of Belarus

anto_ha86@mail.ru

³ ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет», г.

Екатеринбург

The Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg

vankorch92@yandex.ru

Сосна обыкновенная как биоиндикатор аэротехногенного загрязнения среды

Scots pine as a bioindicator of the aerotechnogenic pollution

Аннотация. Проведены исследования состояния культур сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в условиях аэротехногенных выбросов магнезитового производства. Показано, что даже слабый уровень загрязнения негативно влияет как на вегетативную, так и на генеративную системы сосны. Сделан вывод о высокой чувствительности данного вида хвойных к щелочным аэрополлютантам.

Abstract. The investigations of the conditions of the Scots pine stands in the conditions of the aerotechnogenic emissions of the magnesite industry were provided. It is shown that the weak level of pollution had an negative impact on both the vegetative and generative system of Scots pine. It is concluded that the pine species had high sensibility to the alkaline aeropollutants.

Ключевые слова: *аэротехногенное загрязнение, сосна обыкновенная, биоиндикация*

Key words: *anthropogenic pollutions, Scots pine, bioindication*

Городские промышленные центры оказывают многостороннее негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей. В современных условиях в окружающую среду попадают сотни тысяч химических соединений, токсикологические характеристики которых в ряде случаев неизвестны [5]. Имеются данные, что более 182 тысяч веществ, вводимых в среду, имеют генотоксический и мутагенный характер [4]. В настоящее время в качестве тест-объектов по выявлению степени техногенной нагрузки на окружающую среду часто используются древесные растения. Особое внимание уделяется исследованию хвойных видов [1-3, 6-9, 11,12 и др.]. Перспективным видом для контроля загрязнения окружающей среды является сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Наряду с высокой чувствительностью к техногенной нагрузке, сосна удобна для анализа цитологических, морфологических и биохимических критериев [14].

Каждое промышленное предприятие имеет свой спектр загрязняющих окружающую среду веществ. Наши исследования проводились в районе г. Сатка Челябинской области в зоне влияния аэротехногенных выбросов комбината «Магнезит». Комбинат «Магнезит» - это крупнейшее предприятие огнеупорной промышленности России с более чем вековой историей развития (основан в 1901 г.). Специфика воздействия выбросов комбината на биологические объекты заключается в совместном действии высокощелочной магнезитовой пыли и газов, основными из которых являются окислы углерода и серы.

Целью данной работы являлся анализ состояния культур сосны обыкновенной в градиенте аэротехногенного загрязнения комбината «Магнезит».

Объектами исследования были культуры сосны обыкновенной, произрастающие в условиях влияния выбросов магнезитового производства.

Культуры созданы в 1980–1983 гг. в разных зонах магнетитового загрязнения двухлетними саженцами, выращенными из семян местного происхождения. Опытные участки (ОУ) расположены в секторе основного сноса выбросов, в сходных лесорастительных условиях. ОУ-2 расположен в зоне сильного уровня загрязнения на расстоянии 1 км от источника выбросов, ОУ-5 - в зоне среднего уровня загрязнения (3 км), ОУ-4 - в зоне слабого уровня загрязнения (10 км), ОУ-К представляет условия фона, расположен в 20 км от комбината.

Визуальную оценку степени повреждения древостоев проводили с использованием общепринятой методики [13]. Для каждого дерева определяли дефолиацию кроны, срок жизни хвои и категорию состояния. По категориям состояния деревьев определяли индекс повреждения древостоя [10].

Было установлено, что с возрастанием уровня загрязнения достоверно увеличивается (при $p < 0,001$) индекс повреждения древостоя и дефолиация кроны, сокращается срок жизни хвои (табл. 1, 2).

Таблица 1. Состояние деревьев сосны обыкновенной в условиях аэротехногенного загрязнения комбината «Магnezит»

Опытный участок / расстояние до источника загрязнения, км	Индекс повреждения древостоя, балл	Дефолиация, %	Срок жизни хвои, лет
ОУ-2/1	4,63±0,11	68,97±1,48	2,46±0,06
ОУ-5/3	3,03±0,08	49,51±1,86	2,77±0,06
ОУ-4/10	2,17±0,16	32,76±3,56	3,34±0,10
ОУ-К/20	2,08±0,15	27,16±2,29	3,52±0,07

Таблица 2. Значение t-критерия Стьюдента и достоверность различий между ОУ

t-критерий Стьюдента	Индекс повреждения древостоя, балл	Дефолиация, %	Срок жизни хвои, лет
t ОУ-2/ОУ-5	9,30*	1,86*	6,56*
t ОУ-2/ОУ-4	8,08*	1,56*	8,04*
t ОУ-2/ОУ-К	8,58*	2,37*	11,17*
t ОУ-5/ОУ-4	5,18*	1,02*	6,47*
t ОУ-5/ОУ-К	5,73*	1,6*	9,39*
t ОУ-4/ОУ-К	1,37	0,56	3,48

*p<0,001

Данные рис. 1-2 свидетельствуют о том, что с увеличением техногенной нагрузки снижается доля деревьев сосны, участвующих в репродукции, а также уменьшается количество шишек, формирующихся на них.

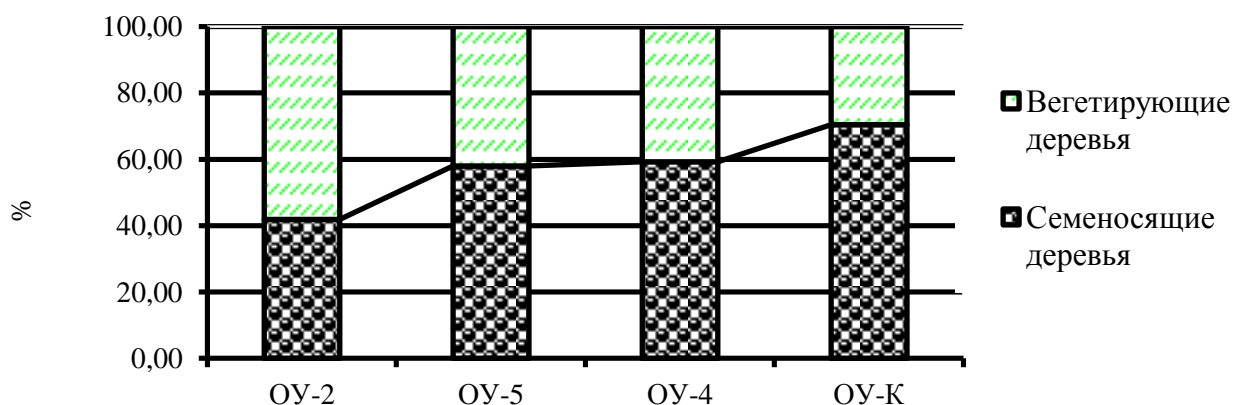


Рис. 1. Доля семеносящих деревьев на ОУ, %

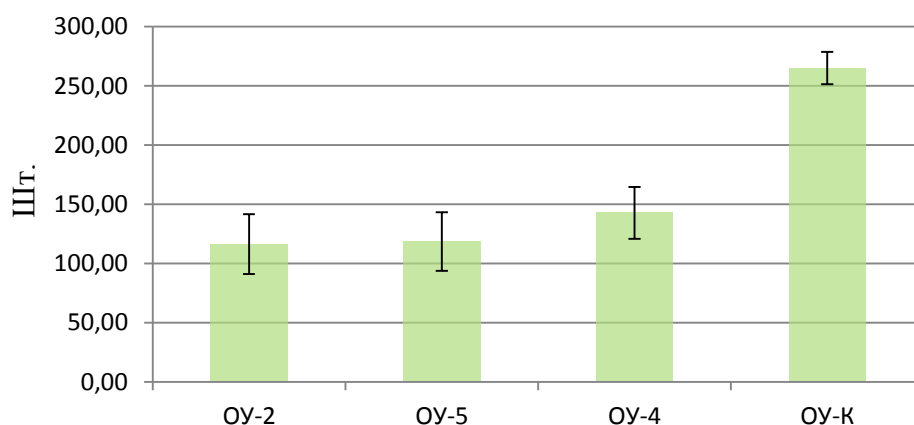


Рис. 2. Число шишек на деревьях, шт.

Таким образом, проведенное исследование показало, что выбросы комбината «Магнезит» оказывают негативное влияние как на вегетативную, так и на генеративную системы сосны. Воздействие регистрируется уже при слабом уровне загрязнения, что указывает на высокую чувствительность сосны обыкновенной к щелочным аэрополлютантам. Изучаемые показатели сосны могут быть использованы для биомониторинга уровня техногенного загрязнения среды, а также для оценки текущего состояния древостоев.

Список литературы

1. Аникеев Д.Р., Бабушкина Л.Г., Зуева Г.В. Состояние репродуктивной системы сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 2000. 81 с.
2. Гетко Н.В., Кулагин Ю.З., Яфаев Э.М. О газопоглощительной способности хвойных// Экология хвойных. Уфа, 1978. С. 112-120.
3. Григорьев В.П., Юргенсон Н.А. Адсорбционная способность соснового насаждения и его устойчивость к промышленным эмиссиям // Экология. 1982. №6. С. 14-21.
4. Дубинин Н.П. Некоторые проблемы современной генетики. М.: Наука, 1994. 224 с.
5. Дятлов С.Е. Роль и место биотестирования в комплексном мониторинге загрязнения морской среды // Экология моря. 2000. Т. 51. С. 83-87.
6. Казанцева М.Н. Особенности репродукции сосны обыкновенной в насаждениях города Тюмени и его зеленой зоне // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. 2005. № 5. С. 76-79.

7. Калашник Н.А. Хромосомные нарушения как индикатор оценки степени техногенного воздействия на хвойные насаждения // Экология. 2008. №4. С. 276-286.
8. Махнева С.Г. Состояние мужской генеративной системы сосны обыкновенной при техногенном загрязнении среды: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург: Рос. гос. проф.-пед. ин-т. 2005. 24 с.
9. Махнева С.Г., Мохначев П.Е. Качество семенных потомств сосны обыкновенной разных происхождений на выровненном экологическом фоне // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН: "Лесные биогеоценозы Бореальной зоны: география, структура, функции, динамика", Красноярск, 2014. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014 с. 343-346.
10. Менщиков С.Л. Методические аспекты оценки ущерба лесов, поврежденных промышленными выбросами на Среднем Урале // Леса Урала и хозяйство в них. Екатеринбург: УГЛТУ, 2001. Вып. 21. с. 243-251.
11. Менщиков С.Л., Ившин А.П. Закономерности трансформации предтундровых и таежных лесов в условиях аэротехногенного загрязнения. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 295 с.
12. Мохначев П.Е. Женская генеративная сфера сосны обыкновенной в условиях магнетитового загрязнения // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 70-летию создания Института леса им. В.Н. Сукачева СО РАН: "Лесные биогеоценозы Бореальной зоны: география, структура, функции, динамика", Красноярск, 2014. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014 с. 348-351.
13. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М.: Наука, 2006. 16 с.
14. Эрн А., Раук Ю. Хвойные деревья индикаторы техногенной нагрузки в промышленном ландшафте // Изв. АН ЭССР. Сер. биол. 1986. Т.35, №2. с. 131-141