

УДК 630.18(476)

## **ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Сидорович Е.А., Арабей Н.М., Яковлев А.П.

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск, ул.  
Сурганова, 2в, [cbg@it.org.by](mailto:cbg@it.org.by)

## **Ecological Physiological Evaluation of the Modern State of Natural and Introduced Species of Arboreal Plants Under the Conditions of Industrial Technogenic Pollution**

Sidorovich E.A., Arabey N.M., Yakovlev A.P.

Central Botanical Garden of The NAS of Belarus, Minsk, Republic of Belarus, Surganova, 2v,  
[cbg@it.org.by](mailto:cbg@it.org.by)

The author presents the main directions of the research of the laboratory of ecological physiology of plants of the Central Botanical Garden of the NAS of Belarus in the sphere of influence of industrial pollution on the stability of forest ecosystems and introduced trees and shrubs.

Введение. Современный уровень развития производительных сил и состояния окружающей природной среды ставят решение вопросов экологии и охраны природы в один ряд с социальными и экономическими проблемами человечества. Рост промышленного производства, энергетики и автотранспорта приводит к прямому или косвенному влиянию антропогенных факторов на природную среду, которые наиболее остро проявляются вблизи городов и промышленных центров. В этой связи возникает необходимость комплексного изучения природных явлений с целью познания принципов естественной регуляции, обеспечивающих сохранение и воспроизводство сложных природных систем, создание научных основ экологического прогнозирования и оптимизации окружающей среды.

Оценка состояния природной среды, изучение ответной реакции живых организмов, экосистем в целом на те или иные факторы деятельности человека приобрели в настоящее время большое значение. Особое беспокойство вызывает загрязнение воздуха разнообразными вредными выбросами промышленных предприятий и транспорта, которые негативно влияют на здоровье населения, функционирование лесных экосистем и древесных интродуцентов. Главную опасность для растительности Беларуси представляют газообразные выбросы сернистого ангидрида, окислов азота, аэрозолей и тяжелых металлов.

В сферу влияния атмосферных загрязнителей неизбежно попадают и лесные ландшафты, находящиеся на различном удалении от источников загрязнения и в силу этого испытывающие нагрузки в той или иной степени. Естественно, в наименее выгодном положении находятся лесные массивы, непосредственно примыкающие к тем или иным промышленным центрам и расположенные на пути господствующих ветров. Наиболее чувствительны к газообразным загрязнителям техногенного происхождения, как показали многолетние наблюдения в ряде стран Европы, в том числе и Беларуси, хвойные леса (в особенности сосновые). В то же время возрастающий уровень антропогенной нагрузки требует насыщения биоценозов растительными видами, способными к адаптации и сохранению биопродуктивности. Подбор газоустойчивых ассортиментов растений местной и мировой флоры, обладающих емкостью поглощения и обезвреживания газообразных

токсикантов – актуальное направление исследований в области разработки научных основ оптимизации промышленной среды средствами озеленения.

Цель исследования. Исходя из вышесказанного, лабораторией экологической физиологии растений ЦБС НАНБ проводились научные исследования в следующих направлениях:

- оценка техногенного загрязнения лесных экосистем Беларуси сернистыми соединениями, окислами азота и тяжелыми металлами;
- изучение механизмов фитотоксического действия на различных ступенях организации растений и их сообществ (на уровне клетки, организма, популяции, экосистемы);
- выявление видов растений, способных поглощать и утилизировать токсические газы в сравнительно большом количестве;
- подбор газоустойчивых ассортиментов растений для санитарно-защитных зон в условиях промышленно-загрязненной среды и рекультивации техногенных ландшафтов.

Результаты и их обсуждение. Оценка современного состояния лесных ландшафтов свидетельствует, что вблизи городов областного значения, а также вокруг крупных промышленных центров (Новополоцк, Мозырь, Светлогорск) они ослаблены – снижается их прирост и ускоряется процесс отпада деревьев. Степень отрицательного влияния на лесные фитоценозы техногенных выбросов носит в целом умеренный характер, хотя хроническое воздействие даже небольших концентраций загрязнителей (главным образом соединений серы) приводит к постепенной деградации этих лесов.

Исследования показали, что концентрация серы в хвое сосны обыкновенной [*Pinaceae Pinus sylvestris* L. ] варьирует в пределах 0,06-0,15% на воздушно-сухое вещество. Исходя из полученных данных на территории Беларуси выделено четыре зоны, характеризующие различную степень загрязнения, как общей природной среды, так и лесных насаждений в частности. Первая зона – с содержанием серы в хвое мене 0,08%, вторая – 0,09-0,10, третья – 0,11-0,13 и четвертая зона – более 0,13% [1].

Анализ полученных данных показал, что основная часть лесных насаждений Беларуси (74%) имеет незначительный уровень загрязнения (0,05-0,07%). Локализованные участки (5% лесных экосистем) с максимальной концентрацией серы в фитоиндикационном материале, приближающиеся к пороговым значениям (0,16-0,20%), зафиксированы, главным образом, вокруг промышленных центров. Исходя из полученных результатов, можно констатировать, что загрязнение лесных ландшафтов Беларуси соединениями серы не превышает критических величин. Исключение составляют насаждения, сформированные в рекреационных зонах вокруг промышленных центров, где наблюдается снижение текущего годового прироста, изменение их структурно-функциональной организации и флористического состава.

Помимо этого осуществлено зонирование территории республики по уровню загрязнения ее 9 тяжелыми металлами (свинец, кадмий, никель, цинк, хром, медь, марганец, кобальт, стронций), что позволило выявить очаги повышенного накопления этих элементов, превышающего в той или иной степени фоновые показатели, а также масштаба рассеивания их в пределах Беларуси.

Выполнены работы по изучению устойчивости к двуокиси серы, сероводороду, окислам азота и органомогенным загрязнителям воздушной среды 128 видов и форм древесных и кустарниковых пород местной и мировой флоры. Результаты экспериментальных исследований показали, что приспособление к фактору загрязнения атмосферного воздуха достигается переориентацией уже существующих адаптаций, существенной перестройкой физиолого-биохимических процессов и структурной ориентации ассимиляционного аппарата, направленных как на снижение скорости поглощения вредных газов, так и на повышение эффективности их детоксикации [2].

На основании сравнительной оценки состояния растений в зоне техногенного загрязнения воздуха и под влиянием экспериментальной фумигации токсическими газами определена оценка их устойчивости в условиях Беларуси: I – устойчивые, II – относительно устойчивые, III – малостойчивые.

В итоге проведенных научно-экспериментальных работ был составлен «Ассортимент аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий, автомагистралей в зонах загрязнения воздуха газообразными соединениями азота, формальдегидом, бенз(а)пиреном, хлористым водородом» [3], предназначенный для специалистов зеленого строительства и лесного хозяйства.

С 2006 г. сотрудники лаборатории по заданию РУП "Белорусский дорожный инженерно-технический центр" Министерства транспорта и коммуникаций Республики Беларусь выполняют работы по изучению механизмов влияния остаточных количеств противогололедных материалов на состояние придорожных насаждений и разработке ассортимента древесно-кустарниковых пород, устойчивых к неблагоприятному действию выбросов автотранспортных средств.

Предварительные результаты исследований показали, что поражение хвойных и лиственных растений, произрастающих вдоль крупных автомагистралей республики, происходит по причине использования в качестве основного противогололедного материала – технической соли, содержащей свыше 90% хлорида натрия. Остаточные количества ПГМ с дорожного полотна смешиваются с мелкодисперсными частицами воды и в виде аэрозоли поднимаются с потоком движения автотранспортных средств, подхватываются воздушными массами и переносятся на значительные расстояния вглубь лесных массивов и придорожных посадок. Выявлена четкая закономерность, заключающаяся в том, что чем выше интенсивность движения транспортных средств, и чем большее количество противогололедных материалов использовалось в борьбе с наледями, тем выше концентрация токсических ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  оседает в виде мелкодисперсной аэрозоли на ассимилирующих органах хвойных растений. При этом большее количество токсических веществ переносится воздушным потоком на расстояние до 30 м, а не осаждается в непосредственной близости от края дорожного полотна.

Остаточные количества ПГМ оказывают, в первую очередь, токсическое действие на ассимилирующие и вегетативные органы исследуемых растений, что проявляется в изменении их морфологических структур, соотношения пигментного комплекса, величины буферной емкости цитоплазмы. Пигментная система устойчивых видов деревьев и кустарников на пробных площадях показывает незначительное отклонение от контроля (до 10%). Виды, проявляющие среднюю устойчивость к остаточным количествам ПГМ, характеризуются снижением содержания хлорофилла и каротиноидов на 11-30% по

отношению к контролю. У неустойчивых растений суммарное содержание фотосинтетических пигментов в опытном варианте ниже контроля более чем на 30%.

## **Литература**

1. Техногенное загрязнение лесных экосистем Беларуси /Под ред. Е.А.Сидоровича. Мн.: Навука і тэхніка, 1995. 319 с.
2. Сергейчик С.А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Мн.: Навука і тэхніка, 1994. 279 с.
3. Ассортимент аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий, автомагистралей в зонах загрязнения воздуха газообразными соединениями азота, формальдегидом, бенз(а)пиреном, хлористым водородом /Сост. С.А.Сергейчик (и др.); под ред. Е.А.Сидоровича. Мн.: Эдит ВВ, 2005. 48 с.