

развития. Одновременно проводившиеся исследования состояния еловых насаждений показали, что в выделенных нами экологических зонах со степенью загрязнения воздуха и состоянием лишенофлоры достаточно четко коррелируют: радиальный годичный прирост; возраст хвои; степень охвоенности боковых побегов; длина, толщина и сухая масса побегов по годам [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Атмосферные нагрузки загрязняющих веществ на территории СССР /В.Г. Василецко, И.М. Назаров, Ш.Д. Фридман и др. - М.: Гидрометеоздат, 1991.- 188 с. [2]. Бязров Л.Г. Видовой состав и распределение эпифитных лишайников в лесных насаждениях Москвы //Лесоведение.- М.: Наука, 1994.- № 1.- С. 45-56. [3]. Инсаров И.Д., Инсаров Г.Э. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха //Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т. 12.- Л.: Гидрометеоздат, 1989.- С. 113-115. [4]. Крючков В.В. Предельные антропогенные нагрузки и состояние экосистем Севера //Экология.- М.: Наука, 1991.- № 3.- С. 28-40. [5]. Николаевский В.С., Николаевская Т.В. Методика определения предельно допустимых концентраций вредных газов для растительности.- М.: МЛТИ, 1988.- 15 с. [6]. Николаевский В.С., Баканов А.В. Биоиндикация загрязнения окружающей среды и состояния лесных насаждений Сергиево-Посадского района Московской области: Отчет по НИР МНЦ ОВОС.- М., 1993.- С. 29.

Поступила 4 апреля 1995 г.

УДК 582.29:504.054

*А.Н. ЖИДКОВ*

ВНИИЛМ



Жидков Андрей Николаевич родился в 1966 г., окончил в 1990 г. Саратовский сельскохозяйственный институт, аспирант отдела экологии леса ВНИИЛМ. Имеет 10 печатных работ по использованию эпифитных лишайников в комплексной оценке состояния сосняков, подверженных промышленному воздействию.

## ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ СОСНЯКОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Изучены наиболее приоритетные для лихеноиндикации эпифитные лишайники сосновых лесов, их распространение, обоснованы величины допустимых выпадений поллютантов, усовершенствована оценка состояния фитоценозов.

Epiphyte lichens, the most priority ones for lichenindication of pine stands, have been studied as well as their habitat. The values of allowable fall-out of pollutants have been substantiated and the assessment of phytocoenosis state has been improved.

В центральной части европейской территории России, в зоне воздействия промышленных выбросов, наблюдается ухудшение состояния сосновых насаждений. До настоящего времени ведется поиск надежных индикаторов степени загрязнения, вызывающего гибель сосны. Установлено, что индикаторами техногенного воздействия на лесные экосистемы являются эпифитные лишайники.

Пагубное влияние загрязнения для эпифитных лишайников обусловлено следующими особенностями их строения и метаболизма:

1) высокой чувствительностью фикобионта и, возможно, в некоторых случаях грибного компонента к фитотоксикантам;

2) низкой регуляцией поглощения газов и жидкостей слоевищами лишайника;

3) очень медленным возобновлением лишайникового слоевища. Воздействие поллютантов вызывает такие повреждения, которые не исчезают вплоть до гибели таллома (в то время как у высших растений поврежденные ткани относительно быстро заменяются новыми);

4) практическим отсутствием выделения в среду впитавшихся элементов;

5) строгими требованиями к кислотности и химическому составу субстрата, изменение которых приводит к гибели лишайников;

6) предположительно особым взаимодействием между компонентами лишайника, повышающим чувствительность их к загрязнению [3, 5, 10, 11].

Цель наших исследований – изучить распространение эпифитных макролишайников сосновых лесов в загрязненных и фоновых районах Нижегородской области для обоснования допустимых объемов поллютантов и совершенствования оценки состояния сосновых фитоценозов в условиях техногенного воздействия.

Объектами исследования служили чистые сосновые насаждения 85 – 130-летнего возраста, наиболее типичные для данного региона, расположенные в Дзержинском, Балахнинском и Затонском лесхозах. Экологическую идентичность фитоценозов подтвердили геоботанические, агрохимические и гидрологические исследования, проведенные во ВНИИЛМе ранее.

В качестве контроля выбраны сосняки Затонского лесхоза, удаленные от Дзержинска на 70 км. Распространение лишайников в лесах данной климатической зоны является нормой.

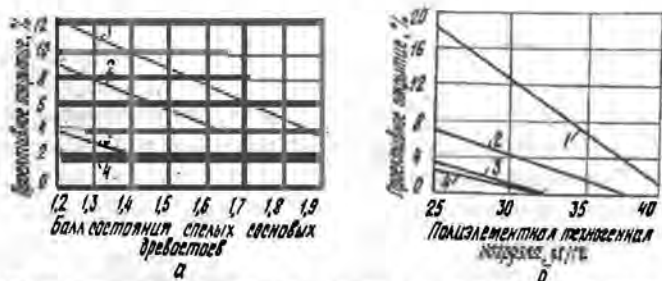
Промышленные предприятия г. Дзержинска Нижегородской области и автотранспорт выбрасывают до 150 наименований загрязняющих веществ, из них 79 % органических и 21 % неорганических; в среднегодовом объеме преобладает доля неорганических примесей (93 %). Дзержинск занимает первое место в Нижегородской области по выбросам диоксида азота, фенола, аммиака, хлора, хлороводорода, циклогексанола. Выбросы от автотранспорта составляют 17 % общего воздушного загрязнения [4, 9].

Выбросы в объеме 37,6 % производятся через трубы высотой от 100 до 200 м, 62,2 % – от 50 до 100 м, 0,2 % – до 50 м. Наиболее опасными для лесов компонентами здесь являются диоксид азота, хлор и аммиак.

В лишеноиндикации сосняков мы использовали виды макролишайников, доминирующих в проективном покрытии стволов: *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Evernia mesomorpha* (Flot.) Nyl., *Usnea hirta* (L.) G. H. Web. emend. Mot., *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf. Распространение этих лишайников согласуется с расстоянием от источников выбросов и уровнем загрязнения среды обитания.

Уровень загрязнения лесных экосистем на пробных площадях определяли по методикам мониторинга снежного покрова [1], состояние сосновых древостоев – по рекомендациям ВНИИЛМ и шкале UN/ECE [2, 7, 8]. Определение элементов при химическом анализе проб по 21 соединению и элементу выполняли на плазменном спектрофотометре ICAP-500.

Состояние сосновых древостоев и лишайников (проективное покрытие) коррелирует с концентрацией поллютантов, содержащихся в снежном покрове и коре сосны в загрязненных и фоновых районах. Значения pH снежного покрова, концентраций аммония, меди и стронция образуют уравнения регрессии с приемлемыми коэффициентами корреляции. Сопоставляя состояние сосновых древостоев и распространение эпифитных лишайников, мы констатируем предельное значение последнего в спелых насаждениях – 1,9 балла (рис. а).



Проективное покрытие эпифитных лишайников в зависимости от состояния древостоев (а) и техногенной нагрузки (б): 1 – *Hypogymnia physodes*; 2 – *Evernia mesomorpha*; 3 – *Usnea hirta*; 4 – *Pseudoevernia furfuracea*

В условиях воздействия Дзержинского промышленного комплекса подкисления осадков не наблюдается. Напротив, талые воды имеют преимущественно нейтральную реакцию (рН 6,2 ... 6,9), более щелочную, чем у чистой дождевой воды (рН 5,6). Оптимум кислотности коры, по нашим данным, для стволовых лишайников сосновых фитоценозов составляет рН 3,5 ... 4,0. Подщелачивание коры сосны выше значений рН 4,5 в условиях воздействия Дзержинского комплекса предприятий энергетики и химической промышленности ведет к сокращению проективного покрытия и обилия видов лишайников. До 40 кг/га полиэлементной нагрузки за зимний период выдерживает *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., остальные виды более чувствительны (рис. б). Линейные корреляционные уравнения связи проективного покрытия с техногенной нагрузкой в течение зимнего периода имеют вид:

для *Hypogymnia physodes*

$$Y = 42 - 0,96 X; \quad r = -0,55; \quad F = 3,10; \quad t = -1,86;$$

для *Evernia mesomorpha*

$$Y = 36,76 - 1,2 X; \quad r = -0,72; \quad F = 7,52; \quad t = -2,74;$$

для *Usnea hirta*

$$Y = 32,38 - 1,2 X; \quad r = -0,98; \quad F = 19,4; \quad t = -4,40;$$

для *Pseudoevernia furfuracea*

$$Y = 32,38 - 1,16 X; \quad r = -0,84; \quad F = 2,34; \quad t = -1,64,$$

где  $r$  – коэффициент корреляции;

$F$  – критерий Фишера;

$t$  – критерий Стьюдента.

При полиэлементной нагрузке за зимний период от 40 до 60 кг/га отмечаются пятна деградированного покрова напочвенных лишайников родов кладин и кладоний.

Использование эпифитных симбиотрофов для определения состояния насаждений сосны позволит повысить точность при проведении мониторинга состояния сосновых экосистем в зоне промышленного воздействия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова. - Л.: Гидрометеоздат, 1985.-184 с. [2]. Временная методика по учету сосновых насаждений, подверженных влиянию промышленных выбросов. - М.: ВНИИЛМ, 1986. - 36 с. [3]. Горшков В.В. Влияние атмосферного загрязнения окислами серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных сосновых лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. - Л.: Наука, 1990. - С. 144-159. [4]. Доклад о состоянии окружающей природной среды в Нижегородской области в 1992 г. - Нижн. Новгород, 1993. - 194 с. [5]. Жидков А.Н. Эпифитные лишайники зоны широколиственных лесов в условиях промышленного загрязнения - М., 1994. - С. 1-24. - (Сер. Охрана и защита леса, механизация, лесные пользования: Обзор. информ./ ВНИИЦлесресурс; Вып. 9). [6]. Лихеноиндикация состояния окружающей среды. - Таллин, 1978. - 200 с. [7]. Международная совместная программа по оценке и мониторингу воздействий загрязнения воздуха на леса в