

Изучение возможностей использования ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в биоиндикации загрязнения воздуха

Ю.В. Ноздрина, Т.А. Симонова

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Проблема техногенного загрязнения природной среды в настоящее время является чрезвычайно актуальной. Активизация хозяйственно-производственной деятельности человека в современных условиях природопользования и глобальные масштабы ее антропогенного воздействия на главные составляющиеся биосферы создают ситуацию острого экологического кризиса, обусловленную деградацией объектов окружающей среды. В связи с этим для оптимизации условий взаимодействия человека с природой важной представляется роль всестороннего анализа окружающей природной среды, главными задачами которого является комплексная оценка экологического резерва биосферы и ее потенциальных возможностей к самовосстановлению и самоочищению, анализ широкого спектра различных типов воздействий на природные экосистемы и изучение специфических особенностей этих воздействий.

Хвойные древесные растения являются хорошими биоиндикаторами благодаря способности многолетней хвои накапливать атмосферные поллютанты в течение длительного времени. Наиболее широко распространена в России сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) и ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.). Хвоя проявляет высокую чувствительность к различным загрязнителям. По этим показателям и используют хвойные древесные растения в качестве биоиндикаторов при оценке качества окружающей среды.

Токсические поллютанты оказывают разрушающее воздействие на фотосинтетический аппарат и деятельность устьиц, что является главной причиной ингибирования CO_2 – газообмена. Преимущество флуоресцентных методов исследования заключается в том, что информацию о содержании хлорофилла, организации фотосинтетического аппарата и его активности можно получить за очень короткий отрезок времени, как при контактном, так и бесконтактном способах измерения, что очень важно для решения экологических проблем.

Установлено, что повреждение в первую очередь проявляется на физиолого-биохимическом уровне, затем распространяется на ультраструктурный и клеточный, и лишь после этого развиваются видимые признаки повреждения – хлорозы и некрозы тканей листа, опадения листьев, торможение роста.

Одно из приспособлений древних растений к переживанию неблагоприятных условий зимнего периода – их способность переходить в состояние зимнего покоя. Техногенное загрязнение атмосферы изменяет многие эволюционно сложившиеся комплексы приспособительных реакций живых организмов к условиям существования. Одним из возможных проявлений такого воздействия может быть нарушение естественной динамики перехода древесных растений в состояние покоя и выхода из него. При изучении этого явления хорошо зарекомендовала себя регистрация термоиндуцированных изменений нулевого уровня флуоресценции (ТИНУФ).

В качестве объектов исследований использовались деревья сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.).

Для исследования было взято 2 площадки, расположенных на территории г.Красноярска и его окрестностей.

Площадка №1 – расположена за чертой города Красноярска. Станция Лесная.

Площадка № 2 (Советский район) – расположена в городе, на пересечении улицы Краснодарская и проспекта Metallургов, испытывает влияние сильного потока автотранспорта. Деревья визуально не повреждены. Хвоя запылена.

Для оценки накопления продуктов, образованных в результате загрязнения кислыми газами провели анализ смыва неорганических соединений с поверхности хвои

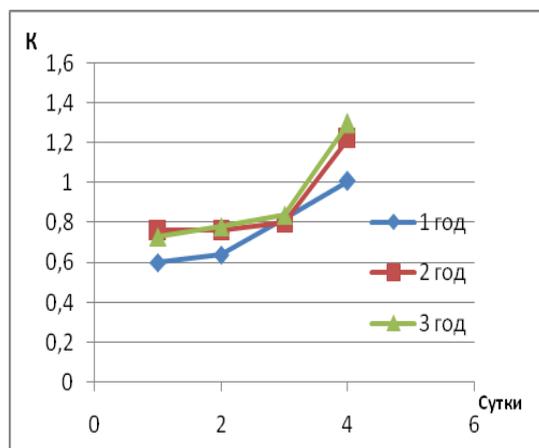
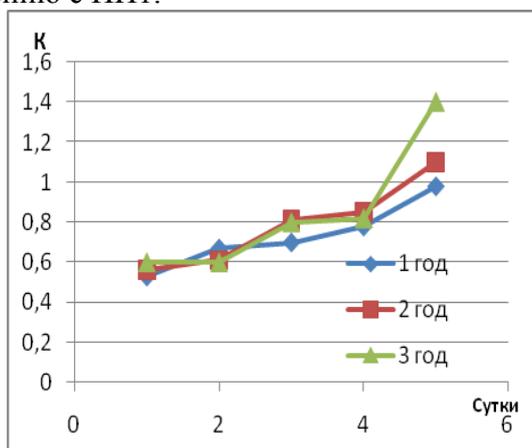
исследуемых растений. Побеги для определения соединений серы и азота собрали в феврале, до начала обтаивания ветвей, что позволило предотвратить потери растворимых соединений. Для смыва брали навеску 100 г хвои и 50 мл бидистиллированной воды.

Определение неорганических анионов (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}) проводили в Центре коллективного пользования СФУ на жидкостном хроматографе LC-20 Prominence, снабженном хроматографической колонкой Shodex IC SI-90 4E (4×25мм). В качестве элюента использовали смесь карбоната и гидрокарбоната натрия (1,8 мМ Na_2CO_3 +1,7 мМ NaHCO_3). Определение проводили по стандартной методике (ИСО 10304-1-92 «Качество воды. Определение растворенных фторида, хлорида, нитрита, ортофосфата, бромиды, нитрата и сульфата методом жидкостной ионной хроматографии. Часть 1. Метод для вод с малыми степенями загрязнения»).

Таблица 1. Анализ смыва неорганических соединений с поверхности хвои

	Cl^- , мг/кг	NO_3^- мг/кг	SO_4^{2-} мг/кг	PO_4^{3-} мг/кг
ПП1. сосна обыкновенная	2,9±0,9	28±8	32,7±9	–
ПП2. сосна обыкновенная	22±7	54±16	270±80	–
ПП1. ель сибирская	13±4	30±9	27±8	3,2±0,9
ПП2. ель сибирская	91,5±30,0	83,5±25	532±160	5,5±1,6

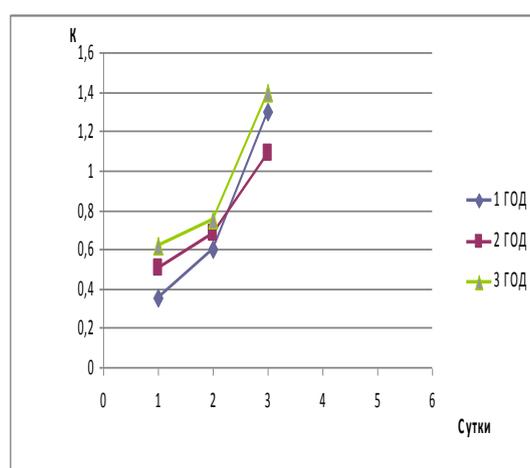
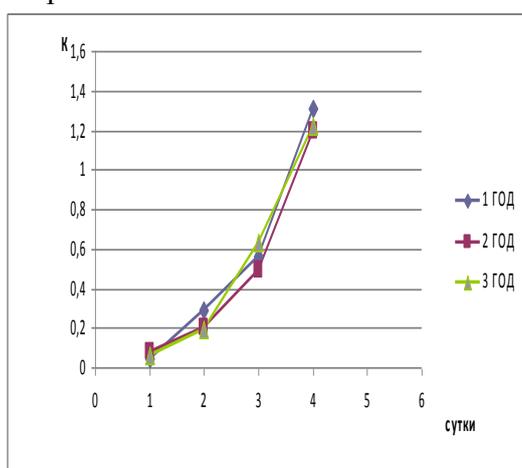
Анализ показал, что на ПП2 накопление продуктов в несколько раз больше по сравнению с ПП1.



А

Б

Рис.1. Динамика ТИНУФ хлорофилла хвои сосны обыкновенной (А – ПП1, Б – ПП2) в марте 2009 г.



А

Б

Рис.2. Динамика ТИНУФ хлорофилла хвои ели сибирской (А – ПП1, Б – ПП2) в марте 2009 г.

По результатам, представленным на рисунках 1 и 2, мы видим, что деревья произрастающие на ПП2, выходят из покоя быстрее чем с ПП1. По-видимому, меньшая глубина покоя являются универсальной реакцией древесных растений на увеличение уровня техногенного загрязнения. В результате незавершенности процесса подготовки к зиме, который, прежде всего, формирует условия по связыванию воды в тканях, растения на загрязненных территориях оказываются не готовы переносить воздействие низких температур и препятствовать возникновению водного дефицита в зимний период, при этом они оказываются более уязвимы для суровых внешних условий. В большей степени это относится к ели сибирской.

Ель, как и сосна, являются достаточно чувствительными к загрязнению воздуха, о чем свидетельствуют измеренные показатели. Это дает возможность использовать их в биоиндикации загрязнения воздуха.