

ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ У ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В ЗОНЕ ДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

© 2010 О.А. Неверова¹, О.М. Легощина¹, А.А. Быков²

¹ Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово

² Институт угля и углехимии СО РАН, г. Кемерово

Поступила в редакцию 14.04.2010

Исследована интенсивность протекания окислительных процессов у древесных пород (березы повислой, рябины сибирской и ели сибирской), произрастающих в зоне доминирующего влияния выбросов промзоны г. Кемерово по содержанию малонового диальдегида (МДА) – продукта перекисного окисления липидов мембран. Установлена прямая зависимость комплексного показателя загрязнения атмосферы и содержания МДА вблизи источника выбросов.

Ключевые слова: *промышленные выбросы, моделирование атмосферного загрязнения, древесные растения, окислительные процессы*

Окислительные процессы в живых организмах в ряде случаев происходят при участии свободных радикалов. Индуцирование этих процессов часто обусловлено кислородными радикалами: супероксидным анион-радикалом, гидроперекисным радикалом, гидроксильным радикалом, стабильным продуктом восстановления кислорода – пероксидом водорода, а также синглетным кислородом. Возникновение этих активных форм кислорода связано как с процессами, происходящими в клетке в норме, так и в ответ на стрессовые воздействия, в частности при загрязнении окружающей среды промышленными выбросами. Причем при действии последнего фактора окислительные процессы в клетках усиливаются. Генерация активированных форм кислорода может вызывать повреждение в клетке, и в первую очередь повреждение мембранных структур. Причиной этих повреждений являются свободнорадикальные процессы, приводящие к перекисному окислению ненасыщенных жирных кислот липидов мембран.

Цель работы: оценить интенсивность протекания окислительных процессов у древесных пород, произрастающих в зоне доминирующего влияния выбросов промзоны г. Кемерово.

Материалы и методы. Проведено моделирование загрязнения на пробных площадках наблюдения и изучена интенсивность перекисного окисления липидов в листьях и хвое древесных растений. Для исследований выбраны 6 площадок наблюдения (ПН), расположенные по факельному следу распространения выбросов от промзоны (по преобладающему северо-восточному направлению ветров) (рис. 1).

Неверова Ольга Александровна, доктор биологических наук, профессор, заведующая лабораторией экологического биомониторинга. E-mail: nev11@yandex.ru
Быков Анатолий Александрович, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник лаборатории экологических и водных проблем
Легощина Ольга Михайловна, инженер лаборатории экологического биомониторинга

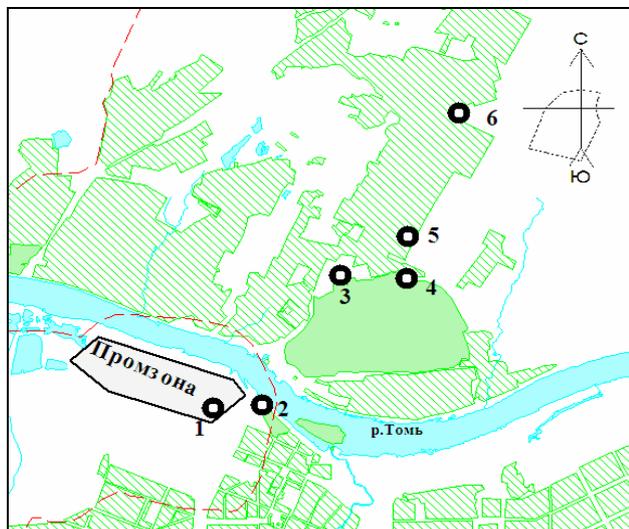
Промзона расположена на границе Центрального и Заводского районов города в непосредственной близости к жилым кварталам. Основные предприятия данной промзоны – Кемеровская ГРЭС, КОАО «Химпром», ОАО «Кокс», приоритетными выбросами которых являются оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, полиароматические углеводороды, в том числе бенз(а)пирен и взвешенные вещества.

Для проведения расчетов суммарных среднегодовых концентраций, создаваемых выбросами предприятий промзоны использовалась долгосрочная модель атмосферной диффузии [3], в основу которой положена модель Гауссовского факела [2] для расчета краткосрочных приземных концентраций при заданных метеоусловиях (направление ветра, скорость ветра и класс устойчивости атмосферы) с последующим осреднением в зависимости от климатической повторяемости метеоусловий в данном городе. Модель реализована как дополнительная утилита программного комплекса «ЭРА», который согласован на соответствие нормативной методике расчета концентраций в атмосферном воздухе ОНД-86 [4] и разрешен к применению в проектных расчетах (подробнее см. www.logos-plus.ru). При расчете учтены данные инвентаризации из свободного тома ПДВ [1] приоритетных выбросов предприятий промзоны – для оксидов азота, диоксида серы, оксида углерода, бенз(а)пирена и взвешенных веществ (зола, сажа и др.). В процессе моделирования рассчитывался условный безразмерный комплексный показатель (КП) суммарного среднегодового загрязнения атмосферы

$$КП = C_1 / ПДК_{c_1} + C_2 / ПДК_{c_2} + \dots + C_n / ПДК_{c_n},$$

где C – среднегодовая приземная концентрация, $ПДК_c$ – среднесуточная ПДК, а индексы 1, 2, 3, ..., n относятся к вышеперечисленным загрязняющим веществам. Данный показатель не является норма-

тивным гигиеническим критерием, поскольку далеко не все учтенные вещества обладают эффектом однонаправленного воздействия на человека. Он носит смысл «суммарной техногенной нагрузки», создаваемой промышленностью посредством атмосферного переноса загрязнения на ту или иную территорию города.



Обозначения: ПН: 1 – сквер у проходной ГРЭС (ул. Станционная, 17); 2 – парк им. Горького (вблизи спорткомплекса); 3 – территория станции Юннатов (пр. Шахтеров 10); 4 – территория санатория «Журавлик» (ул. Терешковой 7); 5 – сквер им. Шахтеров (между пр. Шахтеров и ул. Институтской); 6 – двор сельской больницы (ул. Авроры, 12); Расстояние от ПН 1 по прямой линии составляет: до 2 ПН – 1 км, до 3 – 3 км, до 4 – 4 км, до 5 – 4,5 км, до 6 – 6,5 км.

Рис. 1. Схема расположения площадок наблюдения в плане города Кемерово

В качестве объектов исследований выбраны 3 древесные породы, представленные в насаждениях исследуемых площадок наблюдения – ель сибирская, береза повислая и рябина сибирская среднеговозрастного генеративного состояния (g^2) [6].

Интенсивность перекисного окисления липидов оценивали по его основному продукту – малоновому диальдегиду (МДА) спектрофотометрическим методом с использованием 2-тиобарбитуровой кислоты [5]. Вышеназванный показатель определяли 3 раза за вегетацию – в середине июня, июля и августа. Для этих целей выбирали 3 дерева на каждой ПН удовлетворительного жизненного состояния. Отбор проб листьев

проводили в утренние часы, с южной стороны, с нижней части кроны с годовых побегов, у ели отбирали хвою второго года. Повторность опытов трехкратная. Математическая обработка результатов проведена с использованием статистического пакета «Statistica 5,5». Значения комплексного показателя загрязнения атмосферы (КП) на ПН представлены в табл. 1.

Данные таблицы показывают, что значения КП распределяются в порядке убывания при удалении от промзоны. Существенная разница между значениями КП отмечается между 1-4 ПН. Так от 1 к 4 ПН значения КП распределяются следующим образом: $17,97 > 10,43 > 8,13 > 6,87$. По мере удаления от промзоны, начиная с 4 по 6 ПН существенных различий в значениях КП не наблюдается, данный показатель варьирует в пределах 6,87-6,21.

Изучение перекисного окисления липидов показало, что у всех видов древесных растений наблюдается общая тенденция к увеличению количества МДА по мере приближения к источнику выбросов. Во всех случаях (у рябины, березы и ели) отмечается самое высокое содержание МДА на ПН №1 (рис. 2-4). Вместе с тем имеются различия в накоплении продукта перекисного окисления липидов по месяцам в течение вегетации, что, по-видимому, обусловлено видовыми особенностями растений.

Так, у березы повислой всех ПН в сравнении с другими породами отмечаются наиболее высокие показатели перекисного окисления липидов во все сроки наблюдений. Однако окислительные процессы в клетках листьев менее выражены в июне; при этом существенно высокое содержание МДА – более чем в 3 раза в сравнении с ПН №6 отмечается только на ПН №1. На ПН №2-6 содержание МДА в листьях березы варьирует в пределах 12,23-15,66 нмоль/г без выраженной направленности и достоверных различий не имеет. В июле и августе у березы отмечается существенное увеличение содержания МДА на ПН по мере приближения к промзоне в сравнении с ПН №6. При этом, особенно в июле отмечаются достоверное увеличение содержания МДА на ПН №2-5 в сравнении с ПН №6. Наиболее высокие значения процесса перекисного окисления липидов в листьях березы отмечаются в июле на 2 и 1 ПН – содержание МДА увеличивается на 182 и 398% соответственно относительно ПН №6.

Таблица 1. Значения комплексного показателя загрязнения атмосферы на исследуемых площадках наблюдения

№ п/п	Название ПН	Значение КП
1	сквер у проходной ГРЭС (ул. Станционная, 17)	17,968
2	парк им. Горького (вблизи спорткомплекса)	10,429
3	территория станции Юннатов (пр. Шахтеров 10)	8,132
4	территория санатория «Журавлик» (ул. Терешковой 7)	6,871
5	сквер им. Шахтеров (между пр. Шахтеров и ул. Институтской)	6,281
6	двор сельской больницы (ул. Авроры, 12)	6,208

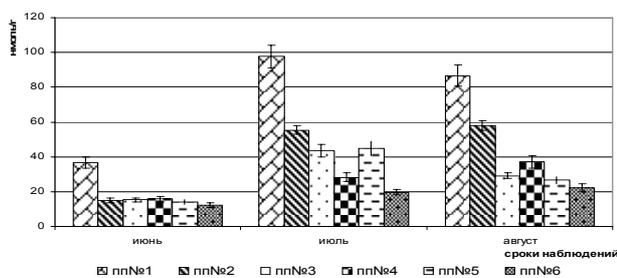


Рис. 2. Содержание МДА в листьях березы повислой

В листьях рябины сибирской в сроки наблюдений июнь-август содержание МДА на ПН №1 и №6 практически не меняется и лежит в пределах 33,03-34,42 и 8,2-10,72 соответственно. Увеличенные значения МДА выявлено в листьях деревьев, произрастающих на 2-5 ПН в июле и августе (относительно ПН №6), причем более существенное в августе: на ПН №2 и №4 количество МДА в листьях рябины увеличивается в 3 раза (рис. 3).

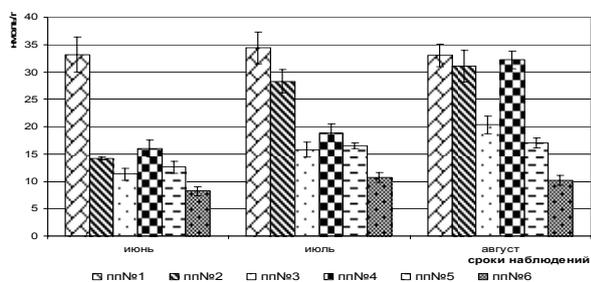


Рис. 3. Содержание МДА в листьях рябины сибирской

У ели более высокие значения МДА отмечены в июле и августе на всех ПН (значения лежат в пределах 7,64-44,36 нмоль/л). Однако более существенные различия значений МДА в сравнении с ПН №6 отмечены в июне на ПН №1 – выше на 542% и августе – на 289% (рис. 4).

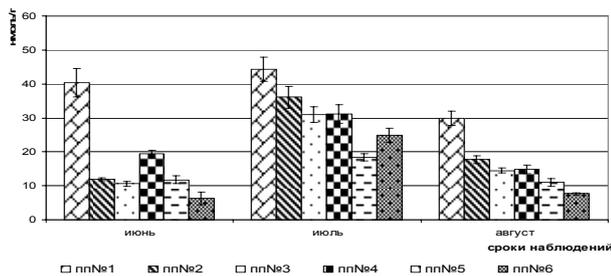


Рис. 4. Содержание МДА в хвое ели сибирской

Максимальная активация окислительных процессов у исследуемых видов вблизи источников промышленных выбросов (ПН №1) отмечается в разные сроки в течение вегетации: у ели и рябины в июне – в 6,4 и 4,0 раза соответственно, у березы – в июле (в 4,9 раза). Сравнительный анализ исследуемых характеристик показал, что в прямая

зависимость содержания продукта перекисного окисления липидов у исследуемых деревьев и показателя КП наблюдается только при высоких значениях КП – на 1-3 ПН. При показателях КП, существенно не различающихся между собой (4-6 ПН) не наблюдается прямой зависимости данного показателя с количеством образованного МДА в листьях и хвое исследуемых растений. Так, в большинстве случаев уровень МДА у исследуемых растений на 4 ПН выше в сравнении с 3ПН.

Выводы:

1. Экспериментально установлено, что выбросы предприятий промзоны г. Кемерово вызывают стимуляцию окислительных процессов в клетках листьев и хвои растений, что выражается в увеличении содержания МДА - продукта перекисного окисления липидов мембран.

2. Максимальная активация окислительных процессов у исследуемых видов вблизи источников промышленных выбросов (ПН №1) отмечается в разные сроки в течение вегетации: у ели и рябины в июне – в 6,4 и 4,0 раза соответственно, у березы – в июле (в 4,9 раза), что, по-видимому, объясняется видовыми особенностями растений.

3. Обнаружено, что прямая зависимость содержания продукта перекисного окисления липидов (МДА) у исследуемых деревьев и показателя КП наблюдается только при высоких значениях КП – на 1-3 ПН.

Работа выполнена в рамках интеграционного проекта №84 СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ажиганич, Т.Е. Проведение сводных расчетов загрязнения атмосферы г. Кемерово для нормирования выбросов и диагностических оценок / Т.Е. Ажиганич, Т.Г. Алексейченко, А.А. Быков и др. // В кн. «Экология города. Проблемы. Решения» – труды V городской научно-практической конференции. – Кемерово, 2003. – С. 41-45.
2. Атмосферная турбулентность и моделирование распространения примесей // под ред. Ф.Т. Ньюстадта. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 350 с.
3. Быков, А.А. Разработка и применение математических моделей для управления чистотой атмосферы по среднегодовым показателям. Автореферат канд. дисс. – М., Лаборатория мониторинга природной среды и климата Госкомгидромета и АН СССР, 1988. – 22 с.
4. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (общесоюзный нормативный документ). – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 93 с.
5. Малый практикум по физиологии растений / под ред. А.Т. Мокроносова. – М.: МГУ, 1994. – 183 с.
6. Смирнова, О.В. Популяционная организация растительного покрова лесных территорий (на примере широколиственных лесов Европейской части России) / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Р.В. Попатюк и др. – Пушино, 1990. – 92 с.

ESTIMATION OF OXIDATIVE PROCESSES INTENSITY AT WOOD PLANTS IN THE OPERATIVE RANGE OF INDUSTRIAL EMISSIONS

© 2010 O.A. Neverova¹, O.M. Legoshchina¹, A.A. Bykov²

¹Institutes of Human Ecology SB RAS, Kemerovo

²Institute of Coal and Coal Chemistry SB RAS, Kemerovo

Intensity of course the oxidative processes at tree species (*betula pendula*, *sorbus sibirica*, *picea obovata*), growing in zone of dominating emissions influence from Kemerovo industrial zone, under the maintenance of malonic dialdehyde (MDA) - product of membranes lipids peroxide oxidation is investigated. Direct dependence of complex air pollution index and maintenance of MDA near the source of emissions is established.

Key words: *industrial emissions, modeling of air pollution, wood plants, oxidative processes*

*Olga Neverova, Doctor of Biology, Professor, Chief of
The Ecological Biomonitoring Laboratory. E-mail:
nev11@yandex.ru*

*Anatoliy Bykov, Candidate of Physics and Mathematics,
Research Fellow at the Laboratory of Ecological and Water
Problems*

*Olga Legoshchina, Engineer of the Ecological Biomonitoring
Laboratory*