

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ БОТАНИЧЕСКИЙ САД



**СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БОТАНИЧЕСКИХ
САДОВ И ДЕРЖАТЕЛЕЙ
БОТАНИЧЕСКИХ КОЛЛЕКЦИЙ ПО
СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ
РАСТИТЕЛЬНОГО МИРА**

*Материалы Международной научной конференции,
посвященной 100-летию со дня рождения
академика Н.В. Смольского*

Минск, 27-29 сентября 2005 года

Минск
ООО «Эдит ВВ»
2005

УДК 58.006(476)(043.2)

ББК 42.37^6

С 56

Редакционная коллегия:

В.Н. Решетников, д-р биол. наук, акад. НАН Беларуси, проф. (гл. ред.);

Е.А. Сидорович, д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси, проф. (зам. гл. ред.);

И.К. Володько, канд. биол. наук; **С.И. Титанкова** (отв. секретарь);

А.П. Яковлев, канд. биол. наук

Рецензенты:

Б.И. Якушев, д-р биол. наук, чл.-кор. НАН Беларуси, проф.;

З.Я. Серва, д-р биол. наук, проф.

Материалы конференции изданы при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований.

Современные направления деятельности ботанических садов и держателей ботанических коллекций по сохранению биологического разнообразия растительного мира: материалы Междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. Н.В. Смольского, Минск, 27-29 сент. 2005 г. — Мн.: Эдит ВВ, 2005. — 306 с.

ISBN 985-90030-9-2.

В сборник включены материалы, отражающие научную, научно-организационную и общественную деятельность академика Н.В. Смольского. Показана его роль в развитии исследований по интродукции и акклиматизации растений, экологии и охраны окружающей среды, сохранению ботанических коллекций. Приведены результаты работы ученых и специалистов из ботанических садов ближнего и дальнего зарубежья по развитию традиционных и формированию новых направлений биологической науки.

УДК 58.006(476)(043.2)

ББК 42.37^6

ISBN 985-90030-9-2

© Центральный ботанический сад
НАН Беларуси, 2005

© Оформление. ООО «Эдит ВВ», 2005

Дефицит бора не сопровождался повышением активности ФАЛ у однодольных растений с низкой потребностью в боре, что находится в соответствии с меньшим подавлением ростовых процессов у этих растений.

Полученные данные свидетельствуют о том, что более глубокие нарушения ростовых процессов у двудольных растений по сравнению с однодольными при дефиците бора связаны с повышением активности ферментов фенольного обмена — фенилаланинаммиаклиазы и *в*-глюкозидазы, детерминирующем увеличение содержания фенолов.

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА ХВОЙНЫХ ЛЕСОВ БЕЛАРУСИ В ТЕХНОГЕННОЙ СРЕДЕ

С.А. Сергейчик, А.А. Сергейчик

Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, ул. Сурганова, 2в

Значительная часть территории Республики Беларусь подвержена прямому или косвенному влиянию антропогенных факторов, которое наиболее остро проявляется вблизи городов и промышленных центров. Техногенные источники нашей республики ежегодно выбрасывают в атмосферу около 1,5 млн загрязняющих веществ, среди которых преобладают газообразные соединения азота, серы, углеводороды, оксид и диоксид углерода. Леса Беларуси в зонах интенсивных техногенных нагрузок претерпевают различные дигрессивно-демутационные стадии, устойчивость хвойных лесов заметно снижается.

Сохранение среды обитания в пригодном для его нормальной жизнедеятельности состоянии в условиях техногенеза базируется на концепции охраны окружающей среды путем разумного управления использованием природных ресурсов и регулирования качества среды на основе экологического мониторинга, важнейшей частью которого является биологический мониторинг лесов.

Нами выполнены исследования динамики важнейших физиолого-биохимических параметров в древостоях сосны обыкновенной и ели обыкновенной в зонах распространения химических отходов крупнейших промышленных предприятий Беларуси и на заповедных территориях с целью выявления ранних критериев повреждения растений и диагностики состояния устойчивости хвойных фитоценозов.

Установлено, что хроническое загрязнение атмосферного воздуха токсичными эмиссиями промышленных объектов городов Гродно и Новополоцк (преимущественно диоксид серы, оксиды азота, аммиак, органические поллютанты) нарушает физиолого-биохимическое состояние ассимиляционного аппарата сосны и ели задолго до появления визуально различимых симптомов повреждения. Это нарушение заключается в существенном снижении концентрации каротиноидных пигментов и болков, подкислении клеточного содержимого, уменьшении буферной емкости цитоплазмы, активации пероксидазной и полифенолоксидазной активности тканей, ингибировании первичных световых реакций фотосинтеза (активность реакции Хилла, циклическое фотофосфорилирование, уменьшение степени сопряженности тока электронов в электронно-транспортной цепи с реакциями

ми фотофосфорилирования, повышения уровня аккумуляции серы за счет ее поглощения из атмосферного воздуха, дисбалансе накопления макро- и микроэлементов, пулов кислоторастворимых и кислотонерастворимых фосфорных соединений, азота и водорастворимых белков, хлорофилла и каротиноидов.

Согласно полученным данным, в зонах распространения эмиссий Новополоцкого нефтеперерабатывающего комбината (НПК) в хвое сосны обыкновенной накапливается значительно больше серы, чем в контрольной зоне Березинского биосферного заповедника. Аккумуляция в двухлетней хвое сосны обыкновенной 0,117-0,157% серы в результате поглощения газообразных сернистых токсикантов из атмосферного воздуха негативно влияет на физиолого-биохимические процессы древесных растений.

Фотосинтетический аппарат клеток высоко чувствителен к газообразным токсикантам, которые могут нарушать световую и темновую стадии фотосинтеза, воздействуя на состояние пигментов, активность ферментов, ЭТЦ и ламеллярную структуру гран. Большинство газообразных токсикантов после поглощения их клетками локализуется в хлоропластах, вызывая депрессию или полное прекращение фотосинтеза, свободнорадикальное фотодинамическое окисление и разрушение клеточных структур. В зоне хронического загрязнения воздуха диоксидом серы (содержание серы в хвое 0,157%) содержание хлорофилла А снижается на 24,2%, хлорофилла В — на 17,1%, каротиноидов — на 28,3%.

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о снижении активности ФХА хлоропластов и нециклического фосфорилирования в хвое сосны обыкновенной соответственно на 16,2% и 19,2%. Следовательно, фотосинтез может блокироваться в техногенной среде уже на уровне электронного транспорта. Подавление образования АТФ и восстановителя (НАДФ*H₂) создает дефицит энергообеспеченности и детерминирует ингибирование ряда биосинтезов. В зоне загрязнения снижается уровень содержания белков (на 45%), происходит подкисление клеточного содержимого и нарушение по сравнению с контролем соотношения элементов-биофилов: N/S, P/S, N/P. Загрязнение воздуха вызывает резкое усиление активности пероксидазы в хвое сосны. Если значение этого показателя на территории Березинского биосферного заповедника составляло 3,567 D/г массы сырого вещества * с⁻¹, то в зоне распространения токсических эмиссий Новополоцкого НПК — 5,155 — 6,935 D/г массы сырого вещества * с⁻¹. В хвое ели обыкновенной активность пероксидазы в контрольной зоне была равна 1,156, а на загрязненной территории — 3,535 D/г массы сырого вещества * с⁻¹.

Взаимосвязь трансформации соединений серы и азота обнаруживается уже на ранних стадиях их ассимиляции растениями (S- и N- восстанавливающие системы в ЭТЦ хлоропластов). Следовательно, поглощение и аккумуляция оксидов азота и серы сопровождается изменением показателей азотного обмена.

В соответствии с полученными результатами, загрязнение воздуха эмиссиями Новополоцкого НПК негативно влияет на ключевые показатели азотного обмена сосны и ели до появления визуальных симптомов повреждения. Это выражается в изменении содержания общего азота в хвое, подавлении синтеза белков, активизации протеолитических ферментов, резком возрастании пула азотсодержащих небелковых соединений, дисбалансе соотношения пулов белкового и небелкового азота. Нарушение азотного обмена органов ассимиляции главных лесообразующих пород Беларуси выражено тем в большей мере, чем выше уровень загрязнения воздуха и бли-

же расстояние от источников эмиссии. Так, на удалении 2 км от Новопо-
лоцкого НПК среднесезонное содержание общего азота в двухлетней хвое
сосны обыкновенной уменьшается на 23,8% по сравнению с контролем.
Уровень белкового азота при этом падает на 35,8%, а небелкового — суще-
ственно возрастает (на 68,2%). Соотношение белковый азот /небелковый
азот составляет 3,26 против 8,22 в контроле. Увеличивается гидролитичес-
кая направленность протеиназ: 276,5% относительно контрольного уровня.
Аналогичная закономерность трансформации азотного обмена на данном
экологическом полигоне характерна и для ели обыкновенной, но с мень-
шей амплитудой колебаний исследуемых показателей. Среднесезонное со-
держание общего азота в двухлетней хвое ели обыкновенной составило 92,7%,
белкового азота — 81,2%, небелкового азота — 191,3%, коэффициента соот-
ношения белковый азот/небелковый азот — 43,2% по отношению к контро-
лю. Высокое содержание общего азота в хвое деревьев весной снижается по
мере накопления элементов в одревесневших побегах. Минимальное его
количество наблюдается в осенне-зимний период. Подавляющее количе-
ство азота представлено белковыми фракциями, содержание которых также
уменьшается от весны к осени.

Об интенсивности направления превращения азотистых соединений
можно судить по изменению активности протеолитических ферментов. Про-
теазы катализируют расщепление пептидных связей в белках на пептиды
меньшей молекулярной массы или до свободных аминокислот. Протеоли-
тические ферменты принимают участие в регуляции двух важнейших эта-
пов усвоения азота растениями — ассимиляции и диссимиляции аминокис-
лот и белков. В процессе ассимиляции поглощенный растениями аммиак
при ферментативном взаимодействии с кетокислотами образует аминокис-
лоты (прямое аминирование). В результате прямого аминирования образу-
ются такие аминокислоты, как L-аланин, аспарагиновая, глутаминовая и
другие. Противоположный по направленности процесс — диссимиляция на-
чинается с гидролитического расщепления белка, происходящего также под
воздействием протеиназ и сопровождающейся образованием пептидов и сво-
бодных аминокислот.

Это вторичный путь образования аминокислот, важным этапом кото-
рых является их дезаминирование с выделением свободного аммиака. Про-
теазы, тапким образом, обладают обратимым характером действия. Сдвиг
равновесия в сторону синтеза достигается тем, что продукты реакций (ами-
нокислоты, белки) выводятся из реакционной среды и используются в
процессах метаболизма клеток. Нами установлено, что в зоне загрязнения
воздуха эмиссиями Новополоцкого НПК (10-20 км от НПК) увеличивается
гидролитическая направленность протеолитических ферментов: активность
протеиназ хвои сосны возрастает на 188-229%, а ели — 164-174%.

Для познания механизмов действия поллютантов на растения значи-
тельный интерес представляют исследования аминокислотного обмена.

Повышенное содержание свободных аминокислот в осенние месяцы
увеличивает фонд осмотически активных веществ в хвое, что способствует
сохранению гидратационного баланса тканей и способствует повышению
устойчивости растений. Кроме того, при образовании свободных аминокис-
лот в результате реакций прямого аминирования или переаминирования
связывается аммиак, содержание которого в хвое в условиях техногенно-
го воздействия резко возрастает. Загрязнение воздуха изменяет содержание
отдельных групп аминокислот в двухлетней хвое сосны обыкновенной
(табл.). В зоне интенсивного загрязнения воздуха Новополоцкого НПК
весной и осенью в двухлетней хвое сосны более, чем в 2 раза возрастает

количество серосодержащих аминокислот при снижении в летний период. По нашему мнению, увеличение пула серосодержащих аминокислот в зоне загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы связано с его поглощением клетками мезофилла хвои, метаболизации и детоксикации серосодержащих соединений. Так, содержание цистеина увеличилось в 2,2 раза, а метионина — более чем в 21 раз.

Таблица

Содержание отдельных групп аминокислот в двухлетней хвое сосны обыкновенной на территории Березинского биосферного заповедника и Новополоцкого НПК в разные сроки вегетации

Содержание аминокислот, $5 \cdot 10^{-3}$ массы сухого вещества					
Серосодержащие	Гетеро-Циклические	Орнитинового цикла	Гамма-амино-Масляная	Аспарагиновая+Глютаминавая	Сумма Аминокислот
Березинский биосферный заповедник					
Май					
4,47	5,34	2,44	1,10	1,01	59,56
Август					
8,10	5,30	2,93	0,25	4,17	44,82
Сентябрь					
18,46	19,56	3,50	3,89	15,22	128,26
Среднее					
10,34	10,06	2,95	2,12	6,80	78,03
Новополоцкий НПК, 2 км от источника эмиссии					
Май					
9,82	11,62	2,52	1,47	7,60	71,57
Август					
5,14	26,36	4,20	0,52	6,76	110,76
Сентябрь					
45,00	53,84	11,03	4,30	17,26	240,7
Среднее за сезон					
19,98	30,60	5,91	2,09	10,54	140,87

Результаты проведенных исследований свидетельствуют о снижении устойчивости ассимиляционного аппарата хвойных лесобразующих пород Беларуси в техногенной среде, необходимости принятия превентивных мер по защите лесных экосистем и перспективности использования физиолого-биохимической диагностики состояния древесных растений в процессе биомониторинга лесов.