

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

# УСТОЙЧИВОСТЬ И ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ АБОРИГЕННЫХ И ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ К ГАЗООБРАЗНЫМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ АТМОСФЕРЫ В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

*С.А. Сергейчик*

*Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Республика Беларусь, г. Минск*

Отмечая 100-летний юбилей со дня рождения академика Николая Владиславовича Смольского, следует подчеркнуть, что он был не только яркой личностью, замечательным талантливым человеком, выдающимся ботаником, внесшим значительный вклад в развитие интродукции и акклиматизации растений, формирование структуры и тематики научных исследований Центрального ботанического сада, но ему принадлежит также идея развития в ЦБС АН Беларуси нового научного направления — экологической физиологии и промышленной ботаники растений. Период деятельности Н.В. Смольского на посту директора ЦБС АН БССР совпадает с периодом наивысшего расцвета ботанического сада.

Николай Владиславович Смольский пригласил меня в аспирантуру, был научным руководителем кандидатской диссертации «Устойчивость древесных растений к сероуглероду, сероводороду, двуокиси серы и биологическая очистка атмосферного воздуха в условиях Беларуси» по специальности «Экология», так как считал, что изучение влияния техногенного загрязнения окружающей среды является необходимым фактором для оценки состояния и прогнозирования устойчивости растений местной и мировой флоры, зеленых насаждений и лесных экосистем, для разработки научных основ оптимизации окружающей среды средствами озеленения.

Научная работа в этой области была продолжена и увенчалась успешной защитой докторской диссертации на тему: «Устойчивость и поглотительная способность древесных растений к газообразным загрязнителям атмосферы» по специальностям 03.00.05 — «Ботаника» и 03.00.12 — «Физиология растений». На протяжении 30 лет в составе лаборатории экологической физиологии растений выполнялись интенсивные научные исследования по изучению различных аспектов газостойчивости, газопоглотительной способности, фитотоксичности загрязнителей атмосферы различной химической природы, экологического мониторинга лесов, специфики адаптационного процесса растений в техногенной среде, разработке ассортиментов газостойчивых растений для озеленения городов и промышленных объектов. По ряду направлений выполнялись исследования в рамках договоров о научном сотрудничестве с научными коллективами Российской Федерации, Украины, Прибалтики, Польши, Болгарии, Вьетнама и Германии. В содружестве с ГНУ «Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси» выполнены работы по спектрополяризационной диагностике повреждения хвойных пород токсичными ингредиентами кислотных дождей и по оценке

лазерного излучения на устойчивость хвойных и лиственных древесных растений. Разработаны и внедрены в различных министерствах, ведомствах и на химических предприятиях практические рекомендации по оптимизации промышленно-городской среды средствами озеленения. Эта работа отмечена Премией Национальной Академии наук Республики Беларусь.

В решении приоритетной задачи охраны окружающей среды в Республике Беларусь важная роль принадлежит зеленому строительству. Зеленые насаждения — неотъемлемый элемент промышленно-городской среды, выполняющий важные санитарно-гигиенические, структурно-планировочные и декоративно-художественные функции.

Озеленение городов и промышленных центров с их сложной экологической обстановкой предъявляет высокие требования к ассортименту деревьев и кустарников, создающих основу зеленых устройств. Для улучшения окружающей среды средствами озеленения важно подобрать такие виды аборигенных и интродуцированных растений, которые способны не только хорошо функционировать в условиях загрязнения атмосферного воздуха промышленными отходами, но и активно нейтрализовать эти выбросы. Подбор таких растений возможен на использовании ресурсов местной и мировой флоры. Рационально используя и размещая растения, можно значительно оптимизировать окружающую среду.

Зеленые насаждения любой категории (парки, скверы, уличные посадки, внутриквартальное озеленение) представляют собой сочетание различных посадок, кустарников, цветочных растений и газонных трав. Деревья и кустарники являются основным элементом ландшафта озеленяемой территории. При формировании парковых и других композиций приемы применения деревьев и кустарников довольно разнообразны: массивы, рощи, группы, одиночные деревья (солитеры), аллеи, живые изгороди, бордюры и вертикальное озеленение.

На XII ботаническом конгрессе было подчеркнуто, что для прогресса человечества необходимо обеспечить сосуществование биологических и технических структур, систем биосферы и техносферы, ускорять ход формирования зрелой ноосферы. Следует руководствоваться научно обоснованной стратегией управления обеих суперсистем, предусматривающей защиту растительного мира и его планомерную реконструкцию с повышением биологической продуктивности. Стратегия устойчивого развития Республики Беларусь предполагает изучение влияния глобального, регионального и локального загрязнения окружающей среды на растения и их комплексы, рациональное использование растительных ресурсов для решения экологических проблем. В результате исследований влияния техногенного загрязнения окружающей среды на растения нами впервые дана сравнительная характеристика устойчивости 250 видов и форм древесных растений к дифференцированному и комплексному воздействию диоксида серы, сероводорода, сероуглерода, диоксида азота, аммиака, формальдегида с учетом зон химизма и интенсивности загрязнения воздуха и опыта интродукции в Республике Беларусь.

Изучена поглощательная способность древесных растений по отношению к  $\text{SO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  (40 видов),  $\text{NO}_2$  (100 видов)  $\text{NH}_3$  (95 видов). Выявлена сущность структурно-функциональных изменений различных по газостойчивости видов в условиях промышленно-городской среды. На основании комплексного изучения закономерностей изменения 70 физиолого-биохимических, 40 анатомических и ультраструктурных показателей состо-

яния жизнедеятельности выявлены пути реализации защитно-приспособительных возможностей растений в экстремальных условиях произрастания. Предложены критерии ранней диагностики фитотоксического действия промышленных газов. Установлен характер нарушения азотного, фосфорного, углеводного метаболизма, обмена металлов, активности ферментальной системы, жирнокислотного состава липидов, структурно-функциональная характеристика фотосинтетического аппарата древесных растений в условиях промышленно-загрязненной среды. Изучены закономерности адаптационного неадаптации древесных растений в условиях техногенеза, что является вкладом в развитие общей теории устойчивости организмов к неблагоприятным факторам среды. Разработаны ассортименты растений, перспективных для фитомелиорации неозокотопов в условиях Беларуси.

Промышленные газы ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CS}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ , формальдегид) оказывают преимущественно депрессирующее воздействие на ростовые процессы, нарушают структурно-функциональное состояние ассимиляционных органов.

Древесные растения на территории и в окрестностях промышленных предприятий обладают уникальной фильтрующей способностью, очищают приземный слой воздуха, поглощают из воздуха и нейтрализуют в тканях органические и неорганические аэротехногенные поллютанты. Видовые различия в уровнях поглощения и аккумуляции различных по химизму загрязнителей очень велики и это обстоятельство следует учитывать при разработке ассортиментов устойчивых растений газопогложительного назначения.

Устойчивость растений к промышленным газам базируется на структурно-функциональных особенностях, затрудняющих поглощение вредных соединений, а также активации процессов их детоксикации. Приспособление к фактору загрязнения воздуха достигается способностью растений к глубокой перестройке физиолого-биохимических процессов, связанных с изменениями на молекулярном, субклеточном, клеточно-тканевом уровнях, усилением мультифункциональности. В частности, в зоне техногенного загрязнения воздуха у устойчивых растений увеличивается активность ключевого фермента редукции нитратов — нитратредуктазы и терминальных оксидаз (пероксидаза, полифенолоксидаза), что имеет защитное значение. У неустойчивых видов активность данных ферментов снижается.

Загрязнение воздуха газообразными соединениями азота вызывает нарушение азотного метаболизма древесных растений до появления визуальных симптомов повреждения органов ассимиляции. Газоустойчивость растений обеспечивается активацией биосинтеза белков и изменением соотношения отдельных белковых фракций. У средне- и неустойчивых видов растений возможности регуляции обменных процессов и детоксикации поллютантов ограничены, что ведет к глубокому нарушению метаболизма азота и сопряженных с ним других биохимических циклов. В клетках и тканях при этом уменьшается накопление общего азота и белков, но значительно возрастает количество свободных аминокислот, нитратов, амидов, аммиачного азота, коэффициент соотношения пулов небелкового и белкового азота. Чем выше газочувствительность растений, тем более выражены нарушения содержания и соотношения фракций различных белков и небелкового азота.

Глубина нарушений фосфорного обмена токсическими газами зависит от видовой специфики растений. Устойчивые виды характеризуются значительным увеличением содержания общего фосфора, фосфолипидов, состав-

ляющих основу клеточных мембран, нуклеиновых кислот, кислотоорастворимых органических фосфорных соединений и ортофосфата, что имеет адаптивное значение. У среднеустойчивых и неустойчивых видов деревьев и кустарников резко падает уровень накопления кислотонерастворимых и кислоторастворимых фракций фосфорных соединений, нарушается соотношение пулов фосфорных соединений. Это приводит к разобщению процессов дыхания и фосфорилирования и формированию неустойчивой структуры цитоплазмы.

Загрязнение воздуха влияет на общее содержание и соотношение различных металлов в растениях. У устойчивых видов увеличивается общее содержание металлов, преимущественно Mn, Co, K, Mg, что можно рассматривать как проявление защитно-приспособительных возможностей растений, направленных на улучшение эффективности метаболизации газообразных соединений азота и повышение их газоустойчивости. У видов с повышенной газочувствительностью общее содержание металлов в листьях снижается, причем наиболее существенно снижается накопление K, Mg, Mn, Ca, Zn, а увеличивается Cu, Fe, Co. У всех исследованных растений нарушается относительное содержание элементов в общем фонде металлов, увеличивается соотношение пулов общего, небелкового азота и суммы металлов.

Под влиянием газообразных токсикантов нарушается обмен жирных кислот липидов. Констатируется большая чувствительность биосинтеза высокомолекулярных и ненасыщенных жирных кислот по сравнению с низкомолекулярными и насыщенными жирными кислотами.

Высокая газоустойчивость сопряжена с повышением уровня накопления хлорофилла и каротиноидов, повышением прочности связи хлорофилла с белок-липидным комплексом, а низкая — с деградацией фотосинтетических пигментов. Под влиянием аэротехногенных поллютантов нарушается организация пигментов в мембранах хлоропластов, снижается их фотосинтетическая активность. Зарегистрированы изменения соотношения длинно- и коротковолновых максимумов флуоресценции пигментов, свидетельствующие о нарушениях миграции энергии между структурно-функциональными группами мембран хлоропластов. Методами электрофореза обнаружены нарушения организации пигмент-белковых комплексов реакционных центров фотосистем I, II, светособирающего пула. Установлено преимущественное нарушение структуры ПБК РЦ ФС II. ПБК единиц светособирающего ансамбля можно расположить в следующий ряд по мере снижения их газочувствительности:  $LH_2 > LH_1 > LH_3$ .

Под влиянием загрязнения воздуха у газочувствительных видов редуцируется столбчатая и губчатая ткань, уменьшается толщина клеток эпидермиса и кутикулы, снижается уровень накопления хлорофилла в расчете на один хлоропласт, хлоропласты клетки и единицу площади мезофилла листа. Количество, объем и поверхность хлоропластов в клетке также уменьшаются. Загрязнение воздуха вызывает нарушение ультраструктуры хлоропластов. Деструктивные изменения органелл выражаются в набухании мембран, уменьшении количества гран и тилакоидов в гранах, образовании обширных вакуосом в ламеллярной сети, разрыве оболочек. Наряду с набуханием тилакоидов в строме хлоропластов наблюдается аккумуляция электронноплотного вещества, появление многочисленных осмиофильных глобул.