

KHẢ NĂNG SỬ DỤNG THỰC VẬT XỬ LÝ KHÍ NO_x VÀ SO₂

Huỳnh Thị Minh Hằng, Đào Phú Quốc
Viện Môi trường & Tài nguyên, ĐHQG-HCM

(Bài nhận ngày 13 tháng 11 năm 2006, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 17 tháng 01 năm 2007)

TÓM TẮT: Kết quả nghiên cứu ban đầu của Viện Môi trường và Tài nguyên về "Khả năng sử dụng thực vật giám sát ô nhiễm không khí", triển khai từ năm 2005, trên cây sanh và cây keo lá tràm đã xác định khả năng sử dụng thực vật thân gỗ thanh lọc các khí ô nhiễm NO_x, SO₂, là các khí ô nhiễm đặc trưng của hoạt động giao thông và hoạt động công nghiệp. Kết quả nghiên cứu đã xây dựng được mô hình thực nghiệm khảo sát đánh giá khả năng sử dụng thực vật thân gỗ trong thanh lọc các khí ô nhiễm nói trên.

Kết quả nghiên cứu này mở ra khả năng giải quyết vấn đề ô nhiễm không khí do giao thông đô thị bằng việc chọn lựa các giống cây có khả năng thanh lọc khí ô nhiễm để phát triển hệ thống cây xanh đô thị.

1. MỞ ĐẦU

Trong hoạt động đô thị và hoạt động công nghiệp NO_x và SO₂, là các khí ô nhiễm phổ biến, trong đó hoạt động giao thông là nguồn phát thải quan trọng. Cho đến nay, các giải pháp kiểm soát NO_x và SO₂ đã được triển khai và đạt được kết quả nhất định đối với các nguồn ô nhiễm dạng điểm và cố định (nguồn ô nhiễm công nghiệp); tuy nhiên đối với các nguồn ô nhiễm di động (ô nhiễm giao thông) sự thành công vẫn còn rất hạn chế. Do vậy ô nhiễm không khí do hoạt động giao thông vẫn còn là vấn đề bức xúc của quá trình đô thị hoá, không chỉ ở Việt Nam, mà còn ở cả các nước đang phát triển trên thế giới.

Trong những năm gần đây, trên thế giới đang phát triển hướng ứng dụng các giải pháp sinh học trong xử lý chất ô nhiễm và cải tạo môi trường và đã đạt được nhiều thành công đối với môi trường nước và môi trường đất. Tuy nhiên đối với môi trường không khí, cho đến nay đây vẫn còn là vấn đề bỏ ngỏ, đặc biệt là ở Việt Nam. Trên thế giới những nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của không khí bị ô nhiễm đến hệ thực vật, mới tập trung chủ yếu vào nhóm rau màu (thực vật thân thảo), và hầu như chưa có những nghiên cứu trên các thực vật thân gỗ. Tuy nhiên những kết quả nghiên cứu đã được công bố đã tạo cơ sở để Viện Môi trường và Tài nguyên xây dựng đề tài "Nghiên cứu khả năng sử dụng thực vật giám sát ô nhiễm không khí", triển khai từ năm 2005, tập trung vào NO_x, SO₂ và CO, là các khí ô nhiễm phổ biến do hoạt động giao thông. Một phần kết quả nghiên cứu được giới thiệu trong bài báo, tập trung vào các khí NO_x và SO₂.

1.1. Cơ sở phương pháp luận

Căn cứ vào phản ứng của thực vật đối với khí NO_x và SO₂ cho phép chia thực vật thành hai nhóm, một bên là những giống cây có khả năng chống chịu các khí ô nhiễm nói trên, tạm gọi là cây chống chịu (tolerant), có khả năng thanh lọc NO_x và SO₂, và một bên khác là các cây dễ bị tổn thương bởi các khí ô nhiễm nói trên (cây nhạy cảm), có khả năng phát hiện sự có mặt các khí ô nhiễm nói trên trong môi trường không khí. Bài báo tập trung vào nhóm cây chống chịu, có khả năng sử dụng để thanh lọc NO_x và SO₂ trong không khí.

Cây chống chịu là cây có tỷ lệ rụng lá <10% khi bị phơi nhiễm trong không khí bị ô nhiễm với nồng độ NO, NO₂ là 30 µg/m³ và SO₂ là 20 µg/m³ hàng năm (phơi nhiễm "mãn tính") hoặc phơi nhiễm trong không khí có 1.6 - 2.6ppm NO, NO₂ trong 48 giờ hoặc 2ppm SO₂ trong 1 giờ (phơi nhiễm "cấp tính") (TLTK 5)

Có nhiều yếu tố liên quan đến khả năng chống chịu của cây, ở đây tập trung vào các yếu tố về đặc điểm của lá cây là yếu tố tương đối dễ khảo sát, do vậy phù hợp hơn trong giai đoạn thử nghiệm ban đầu.

Ngoài ra với định hướng chọn lựa các cây có thể phát triển thành hệ thống cây xanh đô thị, các yếu tố như tuổi thọ, khả năng chịu đựng mưa giông và đặc điểm thẩm mỹ cũng là các tiêu chí tham khảo quan trọng trong quá trình chọn lựa giống cây thử nghiệm.

Trên cơ sở các tiêu chí nêu trên, cây sanh và cây keo đã được lựa chọn cho bước nghiên cứu thử nghiệm.

1.2. Đặc điểm các cây thử nghiệm

1.2.1. Cây Sanh (*Ficus Sp.*) thuộc họ *Moraceae*

Thuộc về nhóm cây đại mộc có những đặc điểm như sau :

- Lá có biểu bì nhiều lớp (Katherine Esau, 1980), Mặt lá trơn láng ít giữ nước.
- Rễ phát triển rất khoẻ, có nhiều rễ khí sinh, có khả năng thích nghi với pH < 4, thích hợp với nhiều kiểu đất khác nhau, từ đất ẩm ướt ven sông đến đất gò đồi.

Nhìn chung họ cây này có khả năng chống chịu cao, thích hợp với môi trường sống khắc nghiệt, cây tương đối mau lớn (có thể cao đến 20m), có nhiều cành lá, tán tròn đẹp. Ngoài ra, ở Việt Nam cây sanh còn tượng trưng cho sức khỏe và tuổi thọ.

1.2.2. Cây keo lá tràm (*Acacia auriculaeformis A. cunn*), thuộc họ *trinh nữ (Mimosaceae, tên khác là tràm bông vàng*

Thuộc về nhóm cây đại mộc có những đặc điểm như sau :

- Lá có bề mặt trơn nhẵn, lớp cutin bề mặt lá dày, lá cây có tỷ lệ tích lũy lưu huỳnh (S) và nitơ (N) cao nhất (Rodin and Bazilevitch, 1967). Do vậy có thể có khả năng hấp thu một lượng lớn Nitơ (N) và Lưu huỳnh (S) từ môi trường sống.

- Rễ : Hệ rễ phát triển mạnh, có thể mọc tốt trên đất có pH =1, rễ cây có thể phát triển trên các địa hình khác nhau, dễ trồng.

1.3. Chọn lựa mô hình thực nghiệm :

1.3.1. Kiểu phơi nhiễm :

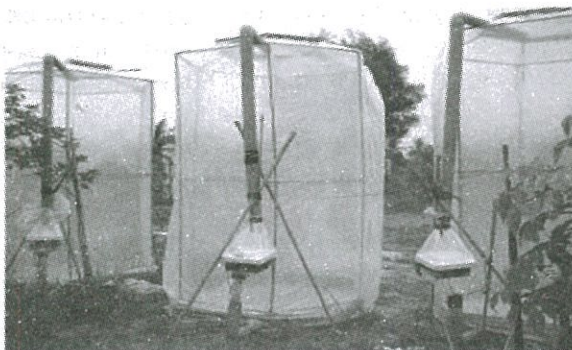
Kiểu phơi nhiễm cấp tính (phơi nhiễm trong nồng độ khí ô nhiễm cao, trong thời gian ngắn) . Đây là kiểu phơi nhiễm phù hợp cho giai đoạn nghiên cứu đánh giá ban đầu do kinh phí đầu tư thấp và kinh phí đầu tư hạn chế.

1.3.2. Phương pháp đánh giá :

Khả năng hấp thu trên cây phụ thuộc vào các yếu tố nội sinh và ngoại sinh, tuy nhiên ở đây khả năng hấp thu của cây được đánh giá thông qua đo trực tiếp hàm lượng khí thất thoát trong quá trình thí nghiệm. Bên cạnh đó là khảo sát mức độ ảnh hưởng thông qua những tổn thất trên cây sau quá trình phơi nhiễm.

1.3.3. Buồng thí nghiệm:

Kết quả khảo sát của hai đợt thí nghiệm, đợt 1 từ ngày 27 đến - 30/12/2005, và đợt 2, từ ngày 4 đến 6/7/2006) cho thấy, buồng thí nghiệm thích hợp là kiểu buồng hình trụ, có nắp đóng mở ở đỉnh (open top chamber). Đây là kiểu buồng thí nghiệm có khả năng tạo xoáy trộn không khí tốt (hình 1). Đây là kiểu thí nghiệm hình lục giác, mỗi cạnh dài 1m, cao 3m, nền tráng xi măng. Khí đưa vào ở đáy, bằng quạt hút thông qua hệ thống ống. Trong quá trình thí nghiệm, ba buồng thí nghiệm được triển khai đồng thời cho 3 giống cây (hình 2), để đánh giá khả năng chống chịu và tính nhạy cảm của các cây đối với các khí phơi nhiễm.



Hình 1. Hệ thống mô hình thí nghiệm



Hình 2. Sơ đồ di chuyển của khí thí nghiệm

2. CÔNG TÁC THỰC NGHIỆM:

2.1. Chọn cây và ổn định cây trồng

Số cây thí nghiệm là 12 cho mỗi giống cây. Số lượng này được xác định nhằm đảm bảo cho việc nghiên cứu đối chứng diễn biến của cây trong điều kiện có tác động của khí NO_x và SO₂ với điều kiện không có sự tác động của khí ô nhiễm ở cả trong không gian mở (ngoài trời) và trong buồng thí nghiệm.

Cây keo lá tràm 2 năm tuổi, trồng trong chậu, chiều cao trung bình 2m, chu vi thân (cách mặt đất 20cm), trung bình 13,7cm, số lá trung bình 428 lá.

Cây sanh 4 năm tuổi, trồng trong chậu, chiều cao trung bình 2m, chu vi thân (cách mặt đất 20cm), trung bình 24,24cm, số lá trung bình 885 lá.

2.2. Khảo sát khả năng hấp thu NO_x và SO₂ của các cây thử nghiệm

2.1. Lịch trình thí nghiệm :

Lịch trình thí nghiệm được mô tả trên bảng số 1, trong đó việc thử không được thực hiện hai lần, lúc bắt đầu và khi kết thúc đợt thí nghiệm, nhằm đánh giá phần trăm thất thoát khí trong quá trình thí nghiệm liên quan đến buồng thí nghiệm. Lượng khí thất thoát khí có cây lớn hơn lượng khí thất thoát của hai lần thử không sẽ được xem như là liên quan đến khả năng thanh lọc của cây.

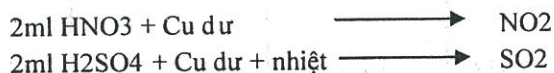
Ngày 15/09 là ngày thử nghiệm trên cây nhạy cảm, do vậy không đề cập trong bài báo.

Bảng 1. Lịch trình thí nghiệm

Ngày	Nội dung thí nghiệm	Khí thí nghiệm	Thời gian thí nghiệm	Nồng độ khí (mg/m ³) <i>ban đầu/kết thúc</i>	% khí mất so với ban đầu
12/09/2006	Thử không	NO _x , SO ₂	7g30 – 9g45	NO _x : 40.058 / 3.051 SO ₂ : 31.86 / 0.193	NO _x : 92.38 SO ₂ : 99.39
13/09/2006	Cây sanh	NO _x , SO ₂	7g30 – 9g45	NO _x : 14.281 / 0.387 SO ₂ : 19.712 / 0.112	NO _x : 97.29 SO ₂ : 99.48
14/09/2006	Cây keo lá tràm	NO _x , SO ₂	7g30 – 9g45	NO _x : 6.82 / 0.505 SO ₂ : 11.624 / 0.061	NO _x : 92.595 SO ₂ : 99.475
16/09/2006	Thử không	NO _x , SO ₂	7g30 – 9g45	NO _x : 37.111 / 3.238 SO ₂ : 29.82 / 0.160	NO _x : 91.27 SO ₂ : 99.46345

2.2. Khảo sát nồng độ khí thí nghiệm :

- Lượng khí thí nghiệm: được điều chế thống nhất trong suốt quá trình thí nghiệm, cụ thể như sau:



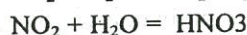
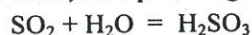
- Thiết bị lấy mẫu : Bơm SKC

- Cách thu mẫu khí : Mẫu khí được thu 3 lần/ đợt thực nghiệm, theo chu kỳ 45 phút/lần.

Song song với việc thu và đo đạc mẫu khí thí nghiệm, các thông số môi trường (như cường độ bức xạ, độ ẩm và nhiệt độ) bên trong lồng thí nghiệm và môi trường không khí bên ngoài cũng đã được đo đạc.

Các yếu tố ảnh hưởng đến kết quả đo đạc khí ô nhiễm bao gồm :

+ *Độ ẩm môi trường*: Khi độ ẩm môi trường cao, một phần các khí SO₂, NO_x sẽ bị hoà tan trong hơi nước, theo phản ứng hoá học như sau.



Như vậy khi độ ẩm trong môi trường càng cao thì lượng khí SO₂, NO_x thu được càng thấp

+ *Hoạt động hô hấp của cây* : Hoạt động hô hấp của cây sẽ làm tăng độ ẩm của môi trường, do vậy SO₂, NO_x trong môi trường có nhiều cây xanh độ ẩm môi trường càng tăng, kết quả làm cho một phần quan trọng của các khí trên sẽ bị hoà tan vào hơi nước bám ở thành của lồng thí nghiệm, do vậy nồng độ SO₂, NO_x trong không khí của buồng bị giảm.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Kết quả thí nghiệm

3.1.1. Diễn biến nồng độ SO₂ và NO_x trong quá trình thí nghiệm

Diễn biến nồng độ SO₂ và NO₂ trong quá trình thí nghiệm (bảng 2) được xem xét đồng thời với các số liệu đo đạc các thông số môi trường và quan sát sự tích lũy hơi nước trong các buồng thí nghiệm.

Sự chênh lệch về % thất thoát khí của 2 lần thử không (đầu và cuối của quá trình thử nghiệm) nằm trong giới hạn cho phép (# 1%), cho thấy tính ổn định của buồng thí nghiệm là chấp nhận được.

Bảng số 2. Diễn biến nồng độ SO₂ và NO_x trong quá trình thí nghiệm

Khí thí nghiệm	Lần đo thứ 1	Lần đo thứ 2	Lần đo thứ 3	Tỉ lệ lần1/lần 2	Tỉ lệ lần 2/lần3	Tỉ lệ lần 1/lần 3
NO _x mẫu không lần1	40.058	7.742	3.051	5.174	2.5375	13.1294657
SO ₂ mẫu không lần1	31.86	1.072	0.19	29.72	5.5544	165.07772
NO _x mẫu cây sanh	14.28	0.747	0.387	19.12	1.9302	36.9018088
SO ₂ mẫu cây sanh	19.71	0.264	0.102	74.666	2.588	193.254902
NO _x mẫu cây keo	6.82	0.633	0.505	10.77	1.253	13.5049505
SO ₂ mẫu cây keo	11.62	0.204	0.061	56.980	3.344	190.557377
NO _x mẫu không lần 2	37.11	7.347	3.238	5.051	2.269	11.4610871
SO ₂ mẫu không lần 2	29.82	0.887	0.16	33.6189	5.543	186.375

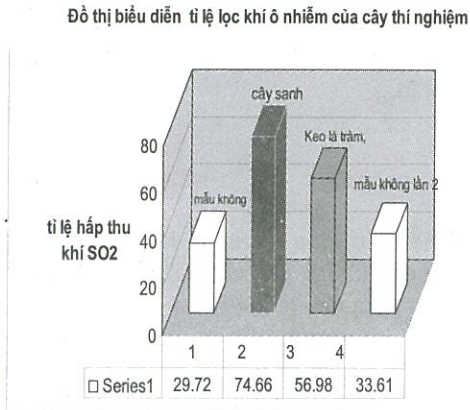
Kết quả cho thấy :

- Độ ẩm trong buồng khi có cây tăng cao hơn khi thử không, phản ảnh qua số liệu đo độ ẩm và qua số lượng hơi nước bám vào thành vách của buồng đo. Lượng hơi nước này đã tạo nên sự chênh lệch rất lớn về nồng độ khí NO_x và SO₂ trong buồng giữa lần thử không và những lần thử có cây, mặc dù lượng khí điều chế đưa vào buồng không đổi .

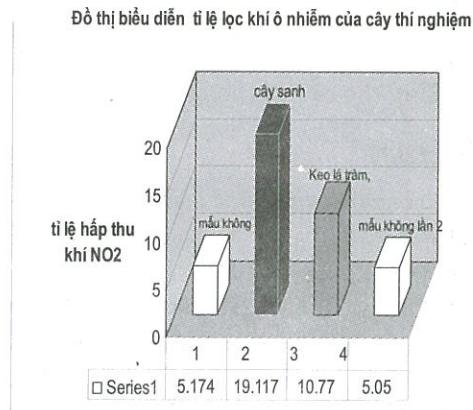
- So sánh với hai lần thử không, lượng khí NO_x và SO₂ trong buồng có cây tụt giảm mạnh hơn, đặc biệt là trong lần lấy mẫu thứ hai. Điều này cho phép đánh giá rằng một lượng khí đáng kể đã được hấp thu bởi các cây thử nghiệm.

- So sánh giữa 2 nhóm cây cho thấy : khả năng thanh lọc NO_x và SO₂ của cây sanh cao hơn cây keo lá tràm:

- + Đối với NO_x : cây sanh làm giảm được 19 lần và cây keo làm giảm được 10.7 lần;
- + Đối với SO₂ : cây sanh làm giảm được 74 lần và cây keo lá tràm làm giảm được 56.98 lần (hình 3 và 4).



Hình 3. Đồ thị biểu diễn tỉ lệ lọc khí SO₂



Hình 4. Đồ thị biểu diễn tỉ lệ lọc khí NO₂

3.1.2. Diễn biến sinh lý của cây sau phơi nhiễm:

Diễn biến sinh lý của cây thí nghiệm được theo dõi liên tục trong 45 ngày sau khi phơi nhiễm. Việc quan sát chỉ dừng khi cây có dấu hiệu phục hồi, bắt đầu cho ra lá mới . Kết quả cho thấy

- *Dấu hiệu tổn thương trên cây sanh:* khi bị phơi nhiễm SO₂, trên 40% lá cây có sự xuất hiện của những đốm trắng bạc từ 0,5 -2cm, tập trung ở phần mép lá (hình 5), sau đó (từ 2 đến 3 ngày) lá chuyển sang màu nâu vàng và bị rụng. Cây hồi phục sau 45 ngày).Đối với NO_x không có biểu hiện tổn thương.

- *Dấu hiệu tổn thương trên cây keo lá tràm:* khi bị phơi nhiễm SO₂, khoảng 5 % lá có biểu hiện tổn thương (hình 6).



Hình 5. Lá cây sanh sau phơi nhiễm SO₂



Hình 6. Lá cây keo lá tràm sau phơi nhiễm SO₂

Cây hồi phục sau 15 ngày. Đối với NO_x không thấy biểu hiện tổn thương.

3.2. Thảo luận. Kết quả của ba lần thí nghiệm cho thấy :

3.2.1. Về khả năng thanh lọc khí NO_x và SO₂:

Kết quả nghiên cứu ban đầu cho thấy, khả năng thanh lọc của cây sanh cao hơn keo lá tràm. Khả năng thanh lọc khí của các cây này có liên quan đến đặc điểm lá và rễ.

+ Lá cây sanh có biểu bì nhiều lớp, bề mặt lá trơn láng, không giữ nước, do vậy ít bị tác động bởi nước axit do hoà tan NO_x và SO₂. Rễ cây chịu được pH thấp, bên cạnh đó còn có thêm rễ khí sinh có khả năng hấp thu dinh dưỡng và nước, nên có thể góp phần thanh lọc không khí.

+ Lá cây keo lá tràm có lớp cutin dày, bề mặt lá trơn láng, nên cũng ít bị tác động bởi nước axit do hoà tan NO_x và SO₂; rễ cây cũng chịu được pH thấp. Ngoài ra lá cây còn có khả năng tích lũy lưu huỳnh (S) và nitơ (N) cao.

3.2.2. Về khả năng chống chịu phơi nhiễm cấp tính:

- Đối với khí NO_x: cả hai giống cây đều có khả năng chống chịu trong điều kiện phơi nhiễm cấp tính.
- Đối với khí SO₂: cây keo lá tràm có khả năng chống chịu tốt hơn cây sanh; bên cạnh đó, cây keo lá tràm có khả năng thích nghi với điều kiện sống khắc nghiệt hơn, do vậy có thể đây là nhóm cây thích hợp cho các khu công nghiệp (gần nguồn ô nhiễm nặng)

4. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu bước đầu cho thấy:

- Việc sử dụng thực vật thân gỗ để thanh lọc khí ô nhiễm do giao thông và hoạt động công nghiệp là khả thi. Kết quả ban đầu này cho phép mở ra khả năng khống chế khí ô nhiễm liên quan đến nguồn mở và di động, vốn là vấn đề cho đến nay vẫn được xem là nan giải.
- Khi lựa chọn nhóm cây để phát triển mảng xanh đô thị, bên cạnh tính mỹ quan, cần phải chú ý thêm về khả năng thanh lọc khí ô nhiễm của các nhóm cây để bố trí hệ thống cây xanh sao cho có hiệu quả nhất về môi trường. Cây sanh và cây keo lá tràm đều có khả năng thanh lọc khí NO_x và SO₂. Do vậy đây là 2 giống cây cần được phát triển thành nhóm cây xanh đô thị chủ đạo theo mục tiêu làm giảm ô nhiễm không khí do giao thông và hoạt động công nghiệp. Ở góc độ mỹ quan, cây sanh có thể là giống cây thích hợp hơn cho hệ thống cây xanh đô thị.

Kết quả nghiên cứu ban đầu này cần được đầu tư tiếp tục nhằm làm rõ các vấn đề như sau :

- + Cơ chế thanh lọc khí ô nhiễm của các giống cây và mối liên quan của nó đến đặc điểm giải phẫu học của các giống cây thử nghiệm. Đây là cơ sở để tạo chủ động trong việc lựa chọn thêm các giống cây mới có khả năng thanh lọc tốt hơn các khí ô nhiễm, không chỉ đối với SO₂ và NO_x.
- + Quan hệ tương tác giữa các giống cây khi bị tác động của các khí ô nhiễm. Đây chính là cơ sở khoa học cho việc phát triển hệ thảm thực vật đô thị và khu công nghiệp.
- + Các mô hình thí nghiệm thích hợp cho phép khảo sát tác động mãn tính của các khí ô nhiễm lên thực vật.

USING WOODY PLANT IN PURIFYING THE AIR POLLUTED BY NO_x, SO₂

Huynh Thi Minh Hang, Dao Phu Quoc
Institute for Environment & Resources, VNU-HCM

ABSTRACT: *The preliminary result of the research on "the ability of using woody plant in purifying the air polluted by NO_x and SO₂" carried out by IER since 2005 proves that Ficus Sp, Moracea and Acacia auriculaeformis A. cunn, Mimosaceae to purify the air polluted by traffic and industrial activity, NO_x and SO₂. The model of experiment to test the ability of these trees has been set up.*

The result of research creates the potential of cleaning the polluted air caused by urban traffic through building up the appropriate trees for city parks.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Barker, John R., Ed., *Progress and Problems in Atmospheric Chemistry*, World Scientific, (1995)
- [2]. Jed P. Sparks, Russell K. Monson Kimberlee L. Sparks, *Manuel Lerdau Leaf uptake of nitrogen dioxide (NO₂) in a tropical wet forest: implications for tropospheric chemistry*
Received: 30 May 2000 / Accepted: 6 November 2000 / Published online: 19 January 2001 © Springer-Verlag 2001.
- [3]. Jeremy Colls, *Air pollution*, 2nd edition, Taylor and Francis Group, LLC (2006)
- [4]. Katherine Esau, *Giải phẫu thực vật*, NXB Đại Học Cần Thơ, (1980).
- [5]. Yunus, M. and Iqbal, M.: *Plant Response to Air Pollution*, John Wiley & Sons, Chichester. (1997)
- [6]. UNECE ICP, *Air Pollution and Vegetation*, Annual Report 2003/2004
- [7]. <http://www.nrdc.org/air/transportation/psulfur.asp>, *Subtracting Sulfur: Reducing Diesel Sulfur Levels to Reduce Urban Pollution*. Natural Resources Defense Council, February (2002).
- [8]. http://www2.state.id.us/dhw/BEHS/sulfur_dioxide.htm, *Sulfur Dioxide Fact Sheet*. Idaho Department of Health and Welfare, January (2001).
- [9]. <http://chemistry.rutgers.edu/genchem/nmSO2.html>, *Sulfur Dioxide SO₂*, Rutgers University General Chemical Laboratory, (1997).

