

## BADANIA NAD WPŁYWEM ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA LASY W WIELKOPOLSCIE

Stefan Białobok

Instytut Dendrologii PAN w Kórniku

Prowadzone przez naukowców poznańskich badania nad niszczącym wpływem emisji pyłowych i gazowych na drzewa i ekosystemy leśne, są wynikiem troski o systematycznie pogarszający się stan drzewostanów w tutejszym regionie. Z czasem badania reakcji biologicznych drzew na toksyczne zanieczyszczenia powietrza objęły również okręgi przemysłowe środkowej i południowej Polski.

Badania podstawowe nad wpływem zanieczyszczeń powietrza na organizm rośliny, dotyczyły głównie sosny zwyczajnej, która jest naszym najważniejszym gatunkiem lasotwórczym. Poszukiwano również metod rekultywacji zniszczonej szaty roślinnej wokół zakładów przemysłowych. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na sosnę zwyczajną powodował postępujące uszkodzenia, a następnie zamieranie aparatu asymilacyjnego, zasychanie pędów i wreszcie całych koron drzew. Następował spadek przyrostu masy i przeredzanie drzewostanu, jak również zauważono znaczne zmiany w składzie gatunkowym i strukturze podszytu i podrostu [20, 42]. Stwierdzono też obniżenie naturalnej odporności drzew na choroby i szkodniki [25]. W związku z pracami nad odnowieniem zagrożonych i zniszczonych przez zanieczyszczenia powietrza lasów rozwinęły się też badania nad wpływem toksycznych emisji na gleby.

Jak wykazali Mucha i in. [31, 33, 36] oraz Mucha [32] zanieczyszczenia powietrza mogą zakłócać rozwój gleb, jak też powodować destrukcję ich naturalnej struktury, co powoduje niekorzystny układ stosunków wodno-powietrznych [33]. Powstające przy udziale  $SO_2$  i  $NO_x$  kwaśne deszcze, powodują zwiększenie kwasowości gleb, co ma ujemny wpływ na chemizm gleb i żywotność drzew.

Emitowane przez zakłady przemysłowe pyły i gazy zmieniają skład chemiczny rozтворów glebowych i wód gruntowych i wpływają na rozmieszczenia i stężenia niektórych pierwiastków chemicznych w glebie i roślinach [26, 32]. Pyły zawierają nie-

kiedy znaczne ilości metali ciężkich, które są przenoszone do gleb i wpływają niekorzystnie na rozwój drzew [32, 35].

Badania Muchy i in. [36] przyczyniły się do poznania rozmieszczenia związków fluoru w różnych warstwach lasu, składającego się z kilku gatunków drzew. Oziubek [9] badał też destrukcyjną rolę związków fluoru w środowisku.

Zanieczyszczenie powietrza powoduje m.in.: obniżenie produktywności drzewostanów, gleb leśnych, technicznych właściwości drewna, żywicy oraz plenności runa leśnego. Zmusza również do przedwczesnego wycięcia drzew i przebudowy drzewostanów oraz ograniczenia funkcji rekreacyjnych lasów. Obiektywne określenie tych szkód jest bardzo trudne, a stosowane w naszym kraju metody mają na uwadze przede wszystkim interesy przemysłu a nie gospodarki leśnej.

Opracowaniem naukowych metod określenia wysokości strat, na podstawie wzorów zaczerpniętych z innych krajów, zajął się początkowo Molenda [29], a następnie Podgórski i in. [39], podejmując próbę wyceny wartości pozagospodarczych lasu na przykładzie Wielkopolskiego Parku Narodowego.

Prace dotyczące wyceny szkód, których inicjatywa zrodziła się w Wielkopolsce, i które dałyby leśnikom najważniejsze argumenty w walce o ochronę lasu, zostały, niestety, zaniechane.

Prowadzone w Wielkopolsce badania nad rekultywacją gleb i roślinności dotyczą głównie nieużytków przemysłowych (hałdy, piaskownie itp.), które proponuje się obsadzić specjalnie dobranymi gatunkami drzew i krzewów, odznaczających się dużą tolerancją na toksyczne emisje gazowe i pyłowe.

Wśród metod rekultywacji gleb Mucha i in. [33, 34] proponują m.in. „rozrzedzenie” trujących substancji w glebie poprzez głębokie uprawy i wapnowanie. Opracowane też zostały metody zwiększenia żyzności ubogich gleb leśnych dzięki zastosowaniu popiołów, otrzymanych po spaleniu węgla brunatnego [34].

Dzięki badaniom nad tolerancją drzew i krzewów na zanieczyszczenia powietrza, prowadzonym przez Instytut Dendrologii PAN [1, 6], opracowano propozycje właściwego doboru gatunków do obsadzania miast przemysłowych [5]. Kluczyński [17] na podstawie doświadczeń założonych w pobliżu Huty Aluminium w Koninie, ustalił gatunki drzew i krzewów (wierzby i topole) najbardziej tolerancyjnych na związki fluoru. Oleksyn i in. [38] oraz Białobok i inni zbadali wrażliwość klonów i modrzewia [2, 12] oraz sosny zwyczajnej na działanie HF. Kluczyński [16, 18] badał również wzrost i rozwój siewek różnych gatunków drzew i krzewów uprawianych na popiołach energetycznych oraz popiołach siarczanowo-wapniowych [14] oraz rozwój siewek drzew i krzewów uprawianych na piaskach poflotacyjnych [15], a Bugała i Kluczyński [8] prowadzili badania nad przydatnością różnych gatunków drzew i krzewów w rekultywacji skarp piaskowni w Szczakowej.

W Instytucie Dendrologii, dzięki doświadczeniom założonym w latach 1973-1978, w których badano 270 odmian drzew i krzewów [4] (w tym 120 odmian topoli i 24 odmiany wierzby), opracowano metodę doboru drzew i krzewów w rekultywacji roślinności zniszczonej przez toksyczne emisje z Huty Miedzi w Legnicy i w Głogowie. Są nimi m.in.: topola holenderska, topola włochata, robinia biała, olsza czarna, bez czarny i inne.

Pracownicy Instytutu Dendrologii współpracowali też przy opracowaniu zasad zagospodarowania Puszczy Niepołomickiej, której lite drzewostany sosnowe zostały w wysokim stopniu uszkodzone przez emisje z Nowej Huty [7].

Fizjologiczne badania wpływu dwutlenku siarki u sosny zwyczajnej prowadzone były w Instytucie Dendrologii PAN szczególnie intensywnie, ze względu na konieczność znalezienia testów przydatnych w selekcji drzew bardziej tolerancyjnych na szkodliwe działanie tego gazu [21, 37]. Wykazano w nich m.in., że zaburzenia jakie powodują  $SO_2$  i inne gazy w procesach fotosyntezy, oddychania ciemniowego i fotooddychania zależą między innymi od pochodzenia i wieku roślin, pory roku oraz od potencjalnej intensywności przebiegu tych procesów. Osobniki sosny zwyczajnej, charakteryzujące się wysoką intensywnością fotosyntezy, były z zasady wrażliwsze na  $SO_2$  niż te, które charakteryzowały się mniejszym natężeniem tego procesu.

Poznaniu wpływu fluorowodoru na fotosyntezę i fotooddychanie poświęcili też swe badania Lorenc-Plucińska i Oleksyn [22, 23] oraz Oleksyn i in. 38 a Krawiarz i in. [19] na topolach badał zmiany zachodzące w chlorofilu pod wpływem tego gazu.

Badania mechanizmów tolerancji sosny zwyczajnej na  $SO_2$  wykazały, że procesowi obniżenia natężenia fotosyntezy w wyniku działania gazu, towarzyszy również zmiana kierunku przemian z asymilowanego węgla poprzez ograniczenie szlaku wiązania węgla typu  $C_3$  i stymulacji przemian typu  $C_4$  [24]. Stwierdzono również, że czułym wskaźnikiem wrażliwości roślin drzewiastych na działanie  $SO_2$  jest poziom proliny i hydroksyproliny w liściach [11] oraz, że w warunkach laboratoryjnych istnieje możliwość regulowania stopnia uszkodzania roślin przez  $SO_2$ , dzięki zastosowaniu niektórych związków chemicznych, jak np. związków z grupy witamin [10]. Dobrym wskaźnikiem wrażliwości sosny zwyczajnej na  $SO_2$  jest także aktywność peroksydazy, która jest wyższa u osobników bardziej wrażliwych [13].

Dwutlenek siarki powoduje też głębokie zmiany histologiczne w igłach modrzewia japońskiego i sosny zwyczajnej. Komórki mezofilu cechują się wysoką wrażliwością na ten gaz. Stwierdzono w nich między innymi liczne zniekształcenia plazmolemy [41]. W ultrastrukturalnej organizacji igieł modrzewia następują pod wpływem  $SO_2$  głębokie zmiany, jak np. plazmoliza komórek, zlepianie chromatyny, degradacja tylakoidów i rybosomów oraz reticulum endoplazmatycznego [30].

Zapoczątkowane przez Instytut Dendrologii PAN badania nad wpływem emisji gazowych na zmiany genetyczne w populacji drzew dotyczyły zwłaszcza sosny zwyczaj-

nej, modrzewia i świerka [2, 3, 12]. U sosny zwyczajnej stwierdzono dziedziczną zależność między stopniem uszkodzenia igieł drzew matecznych i ich potomstwa a działaniem na nie gazów  $SO_2$ ,  $NO_2$  i  $O_3$  [2]. Na tej podstawie zostały również wyselekcjonowane drzewa bardziej tolerancyjne na działanie różnych gazów w warunkach laboratoryjnych. Również w Górnośląskim Okręgu Przemysłowym dokonano selekcji osobników sosny zwyczajnej tolerancyjnych na emisje. Drzewa te następnie rozmnożono wegetatywnie.

Do nowych kierunków badań zapoczątkowanych również w Instytucie Dendrologii należy zaliczyć badania nad polimorfizmem genetycznym izoenzymów drzew leśnych, tolerancyjnych i wrażliwych na działanie gazów przemysłowych [27, 28]. Na przykładzie populacji sosny stwierdzono, że działanie emisji gazowych zmienia w niej częstotliwość występowania niektórych alleli. Jak wykazał Mejnartowicz [27] badając populację sosny zwyczajnej w Nadleśnictwie Babki, narażonej na silne działanie  $SO_2$  i fluorków, przy pomocy izoenzymów – jako markerów genetycznych – można lepiej poznać mechanizmy tolerancji drzew na gazy przemysłowe. Badając zmienność izoenzymów kwaśnej fosfatazy APT u sosny zwyczajnej Mejnartowicz ustalił, że wśród drzew wrażliwych na  $SO_2$  przeważał genotyp APH-B4/B6, natomiast u osobników tolerancyjnych pojawiał się często allel APH-B5. Szmidt [40] badając polimorfizm genetyczny katalazy w trzech populacjach sosny zwyczajnej na obszarach przemysłowych i pięciu populacji na terenach wolnych od zanieczyszczeń, stwierdził występowanie 7 fenotypów katalazy. Populacje drzew pochodzących z obszarów wolnych od zanieczyszczeń charakteryzowały się większym udziałem drzew homomorficznych o określonym typie zmienności enzymów, w porównaniu z populacjami z terenów będących pod wpływem emisji.

#### LITERATURA

1. Białobok S., 1984: Controlling atmospheric pollution. W-Air pollution and plant life. Red. M. Treshow. W-J. Wiley Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore, 451-478.
2. Białobok S., Karolewski P., Oleksyn J., 1980: Sensitivity of Scots pine needles from mother trees and their progenies to the action of  $SO_2$ ,  $O_3$  a mixture of these gases,  $NO_2$  and HF. Arbor. Kór., 25: 289-303.
3. Białobok S., Oleksyn J., Karolewski P., 1980: Zróżnicowanie wrażliwości na działanie dwutlenku siarki 6 polskich proveniencji świerka pospolitego (*Picea abies* L.) Karts. Arbor. Kór., 25: 305-310.
4. Białobok S., Rachwał L., 1976: Dobór właściwych gatunków drzew i krzewów w strefie oddziaływania Huty Miedzi, Legnica. (maszynopis).
5. Białobok S., Rachwał L., 1979: Tymczasowy dobór drzew i krzewów ozdobnych dla miast szybko rozwijających się i miast przemysłowych. Min. Adm. i Gosp. Teren. i Och. Środ., Warszawa.
6. Białobok S., Rachwał L., 1981: Studies on tolerance variability of trees and shrubs to air pollution and utilisation of the results in landscape establishment. Arch. Och. Środ., 2-4: 101-106.
7. Białobok S., Oleksyn J., Rachwał L., 1984: Selection of trees and shrubs for forest restructuring in industrial regions. W-Forest ecosystems in industrial regions. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 239-244.

8. Bugała W., Kluczyński B., 1975: Badania przydatności wybranych gatunków drzew i krzewów do rekultywacji skarp piaskowni w Szczakowej. *Arbor. Kór.*, 20: 345-373.
9. Dziubek T., 1973: Fluor jako czynnik destrukcyjny w środowisku przyrodniczym. *Mater. Ses. Nauk. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. i AR Poznań*, 72-77.
10. Karolewski P., 1981: Influence of some chemical compounds on the sensitivity of Scots pine needles to sulphur dioxide treatment. *Arbor. Kór.*, 26: 181-187.
11. Karolewski P., 1982: Biochemiczne czynniki wrażliwości roślin na działanie dwutlenku siarki. Praca doktorska (maszynopis). UŚL. Katowice.
12. Karolewski P., Białobok S., 1979: Wpływ dwutlenku siarki, ozonu mieszaniny tych gazów i fluorowodoru na uszkodzenia igieł modrzewia europejskiego. *Arbor. Kór.*, 24: 297-304.
13. Kieliszewska-Rokicka B., 1979: Peroxidase activity in varieties of Weigela and Pinus silvestris resistant and susceptible to  $SO_2$ . *Arbor. Kór.*, 24: 313-320.
14. Kluczyński B., 1973: Badania wzrostu i rozwoju siewek niektórych gatunków drzew i krzewów na popiołach energetycznych dwóch typów. *Fol. Forest. Pol.*, Ser. A, 21: 79-104.
15. Kluczyński B., 1973: Rozwój siewek wybranych gatunków drzew i krzewów w doświadczeniu wazonowym na piasku poflotacyjnym cynkowym z Kombinatu Górniczo-Hutniczego „Orzeł Biały”. *Arbor. Kór.*, 18: 223-236.
16. Kluczyński B., 1979: Badania nad rozwojem i przydatnością wybranych gatunków drzew i krzewów do rekultywacji określonych składowisk popiołów energetycznych. *Arbor. Kór.*, 24: 217-282.
17. Kluczyński B., 1982: Tolerancja drzew i krzewów na działanie wysokich stężeń związków fluoru w warunkach Huty Aluminium Konin. *Arbor. Kór.*, 27: 235-264.
18. Kluczyński B., 1982: Przydatność wybranych drzew i krzewów do rekultywacji popiołów siarczano-wapniowych przy elektrowni Konin. *Arbor. Kór.*, 27: 265-283.
19. Krawiarz K., Oleksyn J., Karolewski P., 1979: Changes in chlorophyll a and b content in leaves of poplar Populus „Hybrida 275” subjected to action  $SO_2$  and in the needles of European larch treated with HF. *Arbor. Kór.*, 24: 321-328.
20. Lemke J., 1961: Wpływ dymów fabrycznych na przyrost podmiejskich lasów Poznań. *Sylvan*, 105: 9-22.
21. Lorenc-Plucińska G., 1978: The effects of  $SO_2$  on photosynthesis and dark respiration of larch and pine differing in resistance to this gas. *Arbor. Kór.*, 23: 121-131.
22. Lorenc-Plucińska G., 1980: Influence of hydrogen fluoride on the rate of  $CO_2$  exchange in Scots pine of different susceptibility to this gas. *Arbor. Kór.*, 25: 269-276.
23. Lorenc-Plucińska G., Oleksyn J., 1982: Effect of HF on photosynthesis, photorespiration and dark respiration in Scots pine. *Fluoride*, 50: 149-156.
24. Lorenc-Plucińska G., 1982: Influence of  $SO_2$  on  $CO_2$  assimilation and carbon metabolism in photosynthetic processes in Scots pine. *Arbor. Kór.*, 27: 285-310.
25. Mańka K., Bałazy S., 1982: Lasy Wielkopolski a ich zdrowotność. *Kron. Wielkop.*, 29: 104-118.
26. Maszner P., 1979: Wpływ emisji pyłów i gazów na gleby okolic Lubonia. *Rocz. Gleb.*, 30: 199-213.
27. Mejnartowicz L., 1978: Genetic characteristic of some Scots pine trees susceptible or somewhat resistant to the action of  $SO_2$ . *Ann. Rep. from Proj. PL-Fs-74. from U. S. Dep. of Agric. under PL-480.*
28. Mejnartowicz L., Białobok S., Karolewski P., 1978: Genetic characteristic of Scots pine specimens resistant and susceptible to  $SO_2$  action. *Arbor. Kór.*, 23: 233-238.
29. Molenda T., 1973: Metody szacowania pozagospodarczych funkcji lasu ze szczególnym uwzględnieniem rejonów przemysłowych. *Oddziaływanie przemysłu na lasy. Min. Leś. i Przem. Drzew.*, 6: 21-111.

30. Młodzianowski F., Białobok S., 1977: The effect of sulphur dioxide on ultra structural organization of larch needles. Acta Soc. Bot. Pol., 46: 629-634.
31. Mucha W., 1969: Problemy leśnictwa rejonów przemysłowych w zakresie restytucji gleb leśnych. Min. Leś. i Przem. Drzew., 3: 257-271.
32. Mucha W., 1975: Oddziaływanie przemysłu na środowisko leśne. [W:] Gospodarka Leśna i Drzewna na tle Nowoczesnej Ochrony Środowiska. Roczn. AR Poznań, 22-27.
33. Mucha W., i inni, 1973: Metody badania gleb leśnych zniekształconych wpływem zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego i ogólne wskazania przeciwdziałania skutkom. Pol. Tow. Gleb. Warszawa.
34. Mucha W., Sienkiewicz A., Szymańska M., 1976: Efekt nawożenia upraw sosnowych popiołem po węglu brunatnym. [W:] Problemy ochrony i rekultywacji powierzchni ziemi w Polsce. NOT, Warszawa, 288-308.
35. Mucha W., Sienkiewicz A., Hromiak A., 1977: Zawartość mikroelementów (B, Zn, Mn, Cu, Mo) w leśnych porolnych glebach bielcowych wytworzonych z piasków luźnych. Pol. Tow. Gleb., Poznań, 183-190.
36. Mucha W., Sienkiewicz A., Hromiak B., 1977: Kumulacja fluoru w środowisku leśnym. Pol. Tow. Gleb., Poznań, 93-102.
37. Oleksyn J., 1981: Effect of sulphur dioxide on net photosynthesis and dark respiration on Scots pine individuals differing in susceptibility to this gas. Arch. Ochr. Środ., 2-4; 39-47.
38. Oleksyn J., Karolewski P., Krawiarz K., 1982: Wrażliwość niektórych gatunków drzew na działanie HF w warunkach laboratoryjnych. Metabolizm fluoru. PWN, Warszawa, 208-213.
39. Podgórski M., Sobański L., Szramka H., 1980: Próba wyceny wartości pozagospodarczych funkcji lasu na przykładzie Wielkopolskiego Parku Narodowego. Pozn. Tow. Przyj. Nauk. Pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś., 50: 121-125.
40. Szmidt A., 1978: Zmienność katalazy w populacjach sosny zwyczajnej znajdujących się pod wpływem zanieczyszczeń przemysłowych. [W:] Reakcje biologiczne drzew na emisje przemysłowe. Mater. Symp. Kór. 4-5 maj 1978.
41. Werner A., 1981: Histological changes induced in Weigela, Japanese larch and Scots pine leaves by SO<sub>2</sub>. Arbor. Kór., 26: 189-201.
42. Woropaj R., 1962: Badania wstępne nad wpływem aerozolu przemysłowego na florę lasów w otoczeniu Poznańskich Zakładów Nawozów Fosforowych w Luboniu. (maszynopis) WSR Poznań.

### С. Бялобок

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЛИЯНИЮ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ВОЗДУХА НА ЛЕСА В ВЕЛЬКОПОЛЬСКЕ

#### Р е з ю м е

В статье рассматривается следующая проблематика для области Велькопольски:

- влияние промышленных эмиссий на повреждения деревьев и снижение продукции биомассы,
- воздействие промышленных эмиссий на почвы и методы исследования почв,
- оценка хозяйственных потерь и экономических ценностей,
- рекультивация поврежденной растительности и исследования пригодности деревьев для этой цели,
- физиология влияния эмиссий SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HF и O<sub>3</sub> на газовый обмен у сосны обыкновенной,
- влияние газовых эмиссий на генетические изменения в популяциях деревьев.

S. Białobok

INVESTIGATIONS ON THE EFFECT OF AIR CONTAMINATIONS  
ON FORESTS IN THE WIELKOPOLSKA REGION

S u m m a r y

The following problems concerning the Wielkopolska region are presented in the paper:

- effect of industrial emissions on damages of trees leading to reduction of the biomass production,
- effect of industrial emissions on soils and the respective soil investigation methods,
- estimation of economic losses,
- recultivation of devastated vegetation and investigations on suitability of trees for this purpose,
- physiology of the effect of  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , HF and  $\text{O}_3$  on the gas exchange in Scots pine,
- effect of gaseous emissions on genetic changes in populations of trees.