

AMELIA KAWECKA

Próby kształtowania fitocenozy w warunkach działania emisji związków azotu

Попытки формирования фитоценозов
в условиях воздействия эмиссии соединений азота

Attempts of the formation of phytocoenoses under conditions
of the impact of the emission of nitrogen compounds

I. WSTĘP

Destrukcja zbiorowisk leśnych w sąsiedztwie Zakładów Azotowych w Puławach ujawniła się wyraźnie już w 1969 r. Z upływem czasu proces obumierania drzewostanów sosnowych i zmiany w zbiorowiskach nasilały się (3, 4). Szczególnie silną reakcją na emisję związków azotu wykazały zbiorowiska boru świeżego i boru mieszanego świeżego. W 1971 r. w promieniu około 1 km od Zakładów Azotowych odnotowano wyraźne zmniejszenie udziału w runie mchów i gatunków zielnych charakterystycznych dla klasy *Vaccinio-Piceetea*. Na zrębach w przereźających się drzewostanach sosnowych pojawiły się eutroficzne gatunki nieleśne — rośliny ruderalne i chwasty (4). Utrzymywały się jednak przy życiu pochodzące z samosiewu gatunki liściaste: osika, kruszyna i brzoza.

W dalszej odległości od emitora gatunki charakterystyczne dla boru przetrwały. Jednocześnie obserwowano bujny rozwój w warstwie ziół gatunków eutroficznych, np. *Moehringia trinervia*, *Rubus idaeus*, *Rubus* sp. oraz w podszyści: dębu, kruszyny i berberysu.

Zmiany zachodzące w zbiorowiskach roślinnych wskazywały na tworzenie się nowych układów ekologicznych. Podjęto badania, które miały na celu wykazanie możliwości sterowania i przyspieszenia zmian siedliska i fitocenozy przez prowadzenie zabiegów melioracyjnych.

Zabiegi te polegały na wprowadzeniu liściastych gatunków drzew i krzewów przy jednoczesnym użyźnianiu gleby. Spodziewano się, że wprowadzone substancje organiczne i mineralne polepszą właściwości sorbcyjne gleby i zwiększą jej pojemność wodną.

II. METODYKA

Jesienią 1972 r. wysadzono 12 gatunków drzew i krzewów na dwóch powierzchniach w borze świeżym — *Vaccinio myrtilli-Pinetum*. Powierzchnia A została zlokalizowana w oddziale 120 nadl. Puławy, w odległości 1300 m od emitora, powierzchnia B w oddziale 116, w odległości 2700 m od emitora.

Sadzonki 3 i 4-letnie wysadzono w zmieszaniu jednostkowym na działkach 12×12 m, po uprzednim usunięciu z nich drzew. Na każdej z dwóch powierzchni znajdowało się 6 działek. Jedna połowa każdej działki stanowiła poletko kontrolne, druga połowa — wariant doświadczenia. Otaczający drzewostan sosnowy osłaniał przed nadmiernym nasłonecznieniem i częściowo przed działaniem zanieczyszczeń powietrza.

Zastosowano dwa zestawy gatunków i dwa warianty melioracyjne. Zestaw I obejmował gatunki *Tilia cordata*, *Quercus rubra*, *Alnus incana*, *Padus serotina*, *Ribes alpinum* i *Berberis vulgaris*. W skład zestawu II wchodziły: *Acer negundo*, *Quercus robur*, *Rhus typhina*, *Symphoricarpos racemosus*, *Cornus stolonifera* i *Ligustrum vulgare*.

W wariacie pierwszym torfowano dołki przed posadzeniem roślin. W wariacie drugim, oprócz torfu, zastosowano dodatkowo zaprawianie dołków glebą z pól uprawnych o składzie mechanicznym gliny piaszczystej. Ponadto po posadzeniu sadzonek nasypywano wokół nich warstwę gleby próchnicznej i warstwę ściółki z grądu *Tilio-Carpinetum* po 5 cm grubości. Na wiosnę 1973 r. rozsypano na poletkach 3-centymetrową warstwę mady z doliny Wisły i rozścielono warstwę żytniej słomy o grubości 10 cm.

W wariacie pierwszym zastosowano obydwie zestawy drzew i krzewów, w wariacie drugim tylko zestaw I.

Na wszystkich działkach, również na poletkach kontrolnych, wysiewano w latach 1972, 1973 i 1974 nawozy mineralne Ca, P i K.

Obserwacje i pomiary przeprowadzono w latach 1973, 1974, 1978. W tych samych terminach wykonano na wszystkich poletkach zdjęcia fitosocjologiczne metodą Brauna-Blanqueta.

III. WYNIKI BADAŃ

1. Stopień przetrwania drzew i krzewów oraz uszkodzenia pędów i liści

Stopień przetrwania wysadzonych drzew i krzewów różnił się znacznie na obydwu powierzchniach (tab.).

Na powierzchni A, którą w 1978 r. otaczał rozległy zrab, niektóre gatunki: *Ligustrum vulgare*, *Acer negundo*, *Cornus stolonifera* i *Rhus typhina* przepadły niemal zupełnie. Najlepiej przetrwały na tej powierzchni: *Padus serotina*, *Quercus rubra*, *Ribes alpinum*, *Berberis vulgaris* i *Quercus robur*. Wszystkie egzemplarze, które pozostały przy życiu, miały uszkodzone pędy i liście. Wystąpiły przebarwienia, nekrozy i deformacje liści. Części obumarłe nie przekraczały jednak 10% sumarycznej powierzchni liści. Obumieranie i usychanie pędów wystąpiło w najwyższym stopniu u *Acer negundo*, *Ligustrum vulgare*, *Rhus typhina* i *Symphoricarpos racemosus*. Stosunkowo najmniej uszkodzone pędy miały: *Padus serotina*, *Berberis vulgaris*, *Ribes alpinum*, *Alnus incana* i *Quercus robur*. Nie zaobserwowano zależności między stopniem uszkodzenia pędów i liści a sposobem melioracji gleby.

Na powierzchni B, osłoniętej w 1978 r. drzewostanem sosnowym, ubytki sadzonek oraz uszkodzenia pędów i liści były niewielkie. Wydaje się, że nie były one spowodowane bezpośrednim oddziaływaniem zanieczyszczeń powietrza, lecz zachwianiem obiegu składników pokarmowych w glebie (2).

Ubytek drzew i krzewów w latach 1972—1978 w %

Gatunek	Wa- rianty	do roku 1974		do roku 1978	
		Pow. A	Pow. B	Pow. A	Pow. B
Zestaw I					
<i>Alnus incana</i>	K	3,7	0,0	14,8	18,5
	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	55,5	0,0	66,7	0,0
<i>Berberis vulgaris</i>	K	3,7	0,0	14,8	7,4
	1	0,0	5,5	22,0	11,1
	2	0,0	0,0	11,1	11,1
<i>Padus serotina</i>	K	7,4	0,0	7,4	3,7
	1	5,5	0,0	5,5	0,0
	2	11,1	0,0	11,0	0,0
<i>Tilia cordata</i>	K	0,0	0,0	33,3	0,0
	1	12,5	0,0	37,5	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Quercus rubra</i>	K	25,0	25,0	25,0	25,0
	1	37,5	0,0	50,0	0,0
	2	50,0	0,0	50,0	11,1
<i>Ribes alpinum</i>	K	0,0	0,0	8,3	0,0
	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0
Zestaw II					
<i>Symphoricarpus racemosus</i>	K	3,7	0,0	44,4	0,0
	1	3,7	7,4	22,2	11,1
<i>Ligustrum vulgare</i>	K	55,5	29,6	92,6	37,0
	1	22,2	11,1	70,3	37,0
<i>Rhus typhina</i>	K	7,7	7,4	76,9	7,4
	1	0,0	3,7	55,5	7,4
<i>Cornus stolonifera</i>	K	14,8	0,0	85,2	11,1
	1	0,0	0,0	66,7	14,8
<i>Quercus robur</i>	K	8,3	16,6	16,7	16,6
	1	0,0	0,0	8,3	16,7
<i>Acer negundo</i>	K	0,0	0,0	75,0	8,3
	1	0,0	0,0	75,0	16,7

K — poletka kontrolne

1 — wariant z torfowaniem dołków

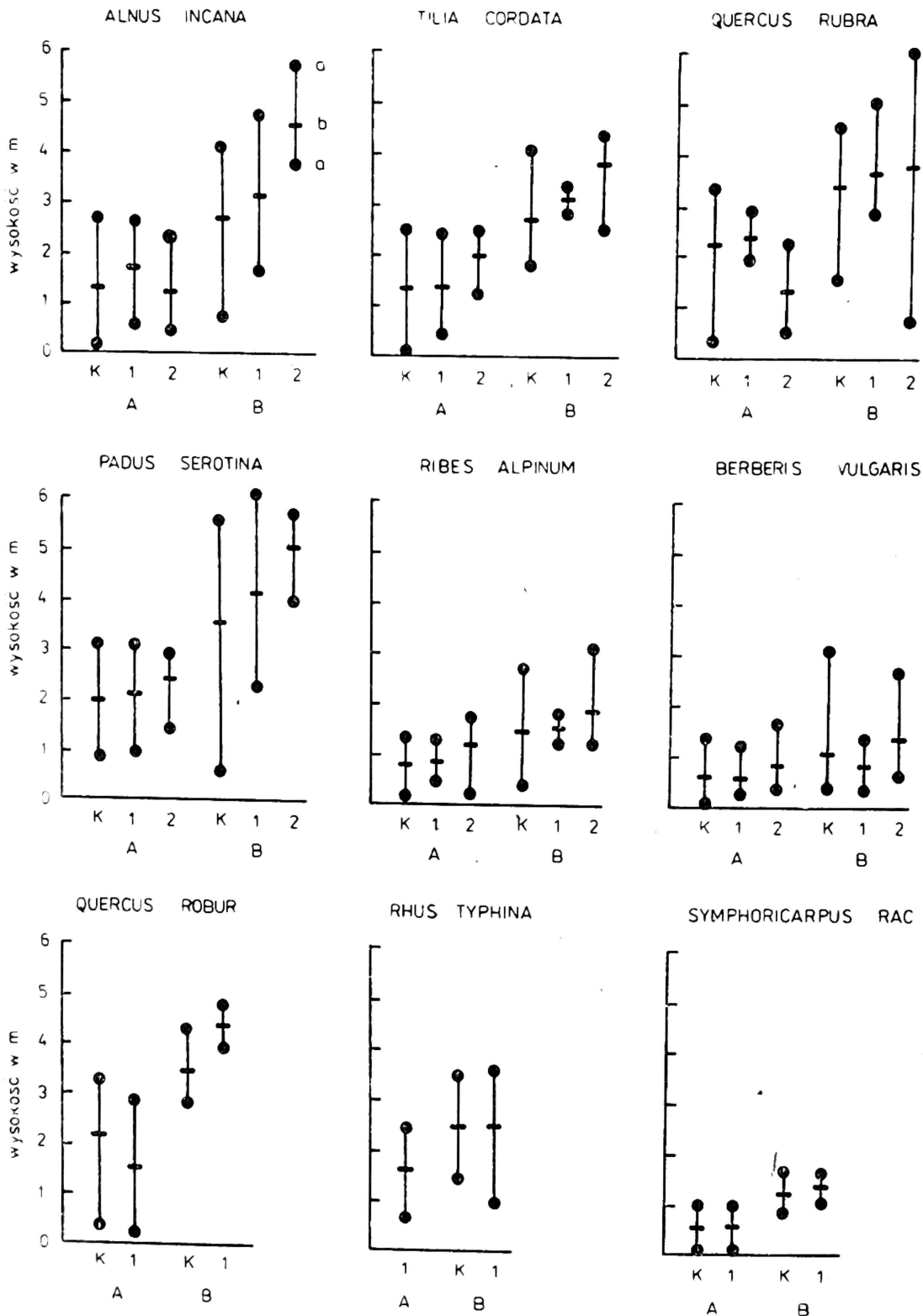
2. Wzrost drzew i krzewów

Wysokość drzew i krzewów oraz szerokość koron odnotowana w październiku 1978 r. wykazywały duże zróżnicowanie, nawet w obrębie tej samej powierzchni. Generalnie wartości te są o wiele wyższe na po-

wierzchni B, oddalonej od źródła emisji o 2700 m, niż na powierzchni A oddalonej o 130 m od emitora (ryc. 1 i 2).

Największe zróżnicowanie zaobserwowano u drzew. Średnie wysokości np. *Alnus incana* na powierzchni A wyniosły 0,4, 0,7 i 0,9 m, zależnie od stosowanej melioracji gleby. Na powierzchni B analogiczne średnie wyniosły 0,9, 1,0 i 1,6 m. U *Padus serotina* te same parametry kształtowały się następująco: powierzchnia A — 2,1, 2,0 i 2,4 m, powierzchnia B — 2,5, 2,9 i 4,2 m.

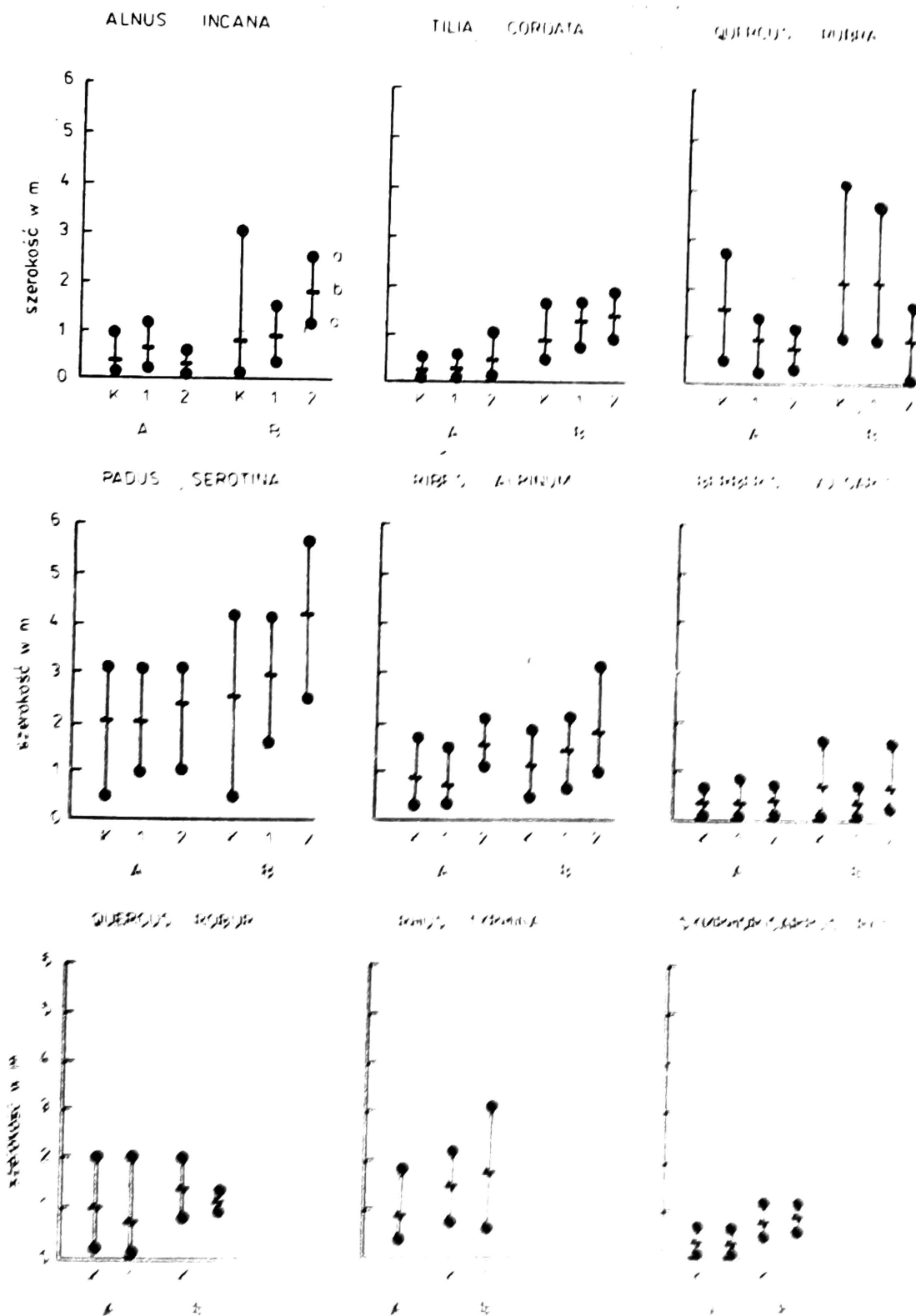
Najsłabiej przyrastały drzewa i krzewy na poletkach kontrolnych, najlepiej w wariacie drugim, o intensywnej melioracji gleby. Różnice były duże, zwłaszcza u drzew, znacznie większe na powierzchni B niż na powierzchni A.



Ryc. 1. Wysokość drzew krzewów: a — wartości ekstremalne, b — wartości średnie, k — poletko kontrolne 1 — wariant z torfowaniem dołków, 2 — wariant z intensywną melioracją gleby, A i B — powierzchnie badawcze

Podobne tendencje zaznaczyły się w szerokości koron drzew i krzewów, choć obserwowane odchylenia od prawidłowości, zwłaszcza u krzewów, ze względu na wpływ ocienienia wyżej wyrastających drzew i znaczne zwarcie.

Szczególnych informacji o wartościach liczbowych dostarczają ryc. 1 i 2. Najbujniej wyrosła *Padus serotina*. Niektóre jej egzemplarze osiągnęły na powierzchni A wysokość 3 m, a na powierzchni B — 5,5 m. Na uwagę zasługuje także rozwój obydwu gatunków dębu. W 1978 r. osiągnęły one na powierzchni A wysokość 3 m, a na powierzchni B — 6 m.



Ryc. 2. Szerokość koron drzew i krzewów. Oznaczenia jak w ryc. 1

3. Zmiany w fitosocjologicznym charakterze roślinności

W chwili zakładania doświadczenia zbiorowisko leśne na powierzchni A było już zniekształcone wskutek działania emisji. Drzewostan sosnowy był silnie przerzedzony, a w runie obumierały gatunki charakterystyczne dla klasy *Vaccinio-Piceetea*: *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Entodon Schreberi*, *Dicranum undulatum*. Występowały gatunki nieleśne: *Chenopodium album*, *Spergula arvensis*, *Erigeron canadensis*. Na powierzchni B zbiorowisko leśne nie wykazywało w tym czasie odchylenia od zespołu *Vaccinio myrtillii-Pinetum*.

W latach 1973 i 1974 pojawiły się na obu powierzchniach gatunki porębowe i chwasty: *Senecio silvaticus*, *Galinsoga parviflora*, *Stellaria media* i *Chamaenerion angustifolium*. Spowodowane to było prześwietleniem drzewostanu wskutek wycięcia licznych drzew i wzruszeniem gleby przy sadzeniu drzew i krzewów.

W 1978 r., a więc po 6 latach od założenia doświadczenia, skład gatunkowy warstwy ziół i mchów był odmienny od stanu z lat 1972—1974 i różny na obu powierzchniach.

Na powierzchni A znikły zupełnie gatunki borowe. Warstwę ziół tworzyły głównie trawy: *Calamagrostis epigeios*, *Festuca ovina* i *Agrostis vulgaris*. Znaczny udział w tej warstwie wykazywał również *Rumex tenuifolius*, *Senecio silvaticus*, a niektóre poletka zostały opanowane przez jeżyny — *Rubus* sp. Odnotowano tylko jeden gatunek mchu — *Pohlia nutans*. Nie stwierdzono różnic w budowie warstwy runa między poletkami kontrolnymi a torfowymi.

W wariacie z intensywną melioracją warstwa ziół charakteryzowała się odmienną kombinacją gatunków. Zastosowanie torfu, mady, gleby z pól uprawnych, próchnicy i ścióły z grądu oraz słomy spowodowało podwyższenie troficzności i wilgotności gleby. Nasiona i kłaczka niektórych gatunków dostały się tu razem z zastosowanymi substratami. Część gatunków odnotowanych w 1974 r. następnie wyginęła; były to: *Ranunculus repens*, *Malachium aquaticum*, *Rumex crispus*, *Galeopsis pubescens*, *Chaerophyllum temulum*, *Lapsana communis*. Przetrwały natomiast: *Anemone nemorosa*, *Scrophularia nodosa*, *Urtica dioica*, *Glechoma hederacea*. Pojawiły się także gatunki nowe, których nie notowano w 1974 r.: *Rubus caesius*, *Carex hirta*, *Achillea millefolium*, *Convolvulus arvensis*, *Chelidonium maius*, *Euphorbia helioscopia*, *Dryopteris spinulosa*.

Na powierzchni B, otoczonej dotychczas drzewostanem sosnowym w pierwszym stopniu zniszczenia, na poletkach kontrolnych i w wariacie z torfowaniem zachowała się do 1978 r. większość gatunków charakterystycznych dla klasy *Vaccinio-Piceetea*. Wśród licznej grupy gatunków towarzyszących znaczny stopień pokrycia wykazywał *Chamaenerion angustifolium*, *Solidago serotina*, *Rubus idaeus* i *Rubus* sp., kształtując, obok bujnie rozwijających się drzew i krzewów, fizjonomię zbiorowiska. Mniej licznie występowały ponadto: *Senecio silvaticus*, *Rumex tenuifolius*, *Chenopodium album*. Na jednym z poletek w wariacie z torfowaniem bujnie rozwinięły się: *Juncus effusus* i *Carex fusca*. Z gatunków leśnych w grupie towarzyszących należy wymienić: *Calluna vulgaris*, *Carex ericetorum*, *Peucedanum oreoselinum*. Występowały również trawy: *Festuca ovina*, *Agrostis vulgaris*, *Calamagrostis epigeios* i *Poa angustifolia*, jednak znacznie mniej licznie niż na powierzchni A.

W wariacie drugim z intensywną melioracją gleby z gatunków charakterystycznych dla klasy *Vaccinio-Piceetea* odnotowano w 1978 r. tylko *Entodon Schreberi* i *Dicranum undulatum*, które tworzyły niewielkie kępki. Natomiast wyłącznie w tym wariacie stwierdzono występowanie szeregu gatunków charakterystycznych dla klasy *Querco-Fagetea*: *Geum urbanum*, *Moehringia trinervia*, *Viola silvestris*, *Eurhynchium Zetterstedtii* i *Melica nutans*. W grupie gatunków towarzyszących główną rolę odgrywa *Rubus caesius*, *Chamaenerion angustifolium* i *Urtica dioica*. Ponadto odnotowano tu: *Poa trivialis*, *Glechema hederacea*, *Rumex tenuifolius*, *Agrostis vulgaris*, *Lappa* sp., *Geranium Robertianum* i *Oxalis acetosella*.

Różnice w składzie gatunkowym warstwy ziół między zastosowanymi dwoma zestawami drzew i krzewów sprowadzały się do większego udziału traw w zestawie I. Różnice te były szczególnie wyraźne na powierzchni A. Zarówno na poletkach kontrolnych jak i w wariacie z torfowaniem większość posadzonych drzew i krzewów zestawu II obumarła. Trawy pokrywały tu powierzchnię gleby w 50—80%. Bujny wzrost gatunków z zestawu I, głównie *Fadus serotina* i *Ribes alpinum*, spowodował ocienienie gleby i ograniczył w pewnym stopniu rozwój traw, które zajmowały zaledwie około 10% powierzchni.

Na powierzchni B drzewa i krzewy z zestawu II przetrwały w większości, jednak ich wzrost był z natury mniej bujny. Również na tej powierzchni występowało więcej traw na poletkach z II zestawem drzew i krzewów. Trawy pokrywały tu glebę w 20—40%. Na poletkach z gatunkami zestawu I pokrycie powierzchni przez trawy wynosiło kilka procent.

IV. DYSKUSJA

Istotne znaczenie dla zadowalającego rozwoju gatunków drzew i krzewów liściastych ma, obok stopnia koncentracji zanieczyszczeń powietrza, również troficznosc i sprawność gleby.

Zastosowanie torfu, gleby z pól uprawnych, próchnicy i ściółki z grądu, mady i słomy wpłynęło dodatnio na stopień przetrwania i rozwój drzew i krzewów. Intensywna melioracja miała na celu podwyższenie troficznosci gleby i jej właściwości sorbcyjnych.

W trzeciej strefie zniszczenia lasu, reprezentowanej przez powierzchnię A, skład roślinności na poletkach kontrolnych i w wariacie z torfowaniem wskazuje na tendencję wykształcania się zbiorowisk z dużym udziałem traw i rosnących w małym zwarcu krzaczastych form drzew liściastych i krzewów. Roślinność zielna w wariacie z intensywną melioracją gleby wskazuje na poprawę warunków wzrostu drzew i krzewów. Wydaje się jednak, że do sztucznego zainicjowania rozwoju fitocenozy lasu liściastego w strefie wysokich imisji jednorazowe zabiegi agrotechniczne są niewystarczające. Nawożenie mineralne i organiczne powinno być powtarzane co 2—3 lata. Wskazane byłoby również deszczowanie, przynajmniej w kilku pierwszych latach po posadzeniu drzew i krzewów (1).

W strefie zniszczenia drzewostanów sosnowych gatunki liściaste rozwijają się zadowalająco. Intensywna melioracja gleby wpłynęła na szybszy

wzrost i bujniejszy rozwój drzew i krzewów. W strefie tej wprowadzenie gatunków liściastych i jednorazowa intensywna melioracja gleby zapoczątkowały zmiany siedliska. Kierunek tych zmian prowadzi do wykształcenia się siedlisk lasowych.

Z Zakładu Ochrony Przyrody
Instytutu Badawczego Leśnictwa
w Białowieży

LITERATURA

1. Kawecka A.: Rozwój siewek drzew i krzewów w warunkach silnych zanieczyszczeń powietrza związkami azotu. Rocznik Dendrol. 1978 Vol. 31.
2. Kowalkowski A., Szczęsny P., Borzykowski J.: Wpływ emisji azotowej na sorbcyjne właściwości gleb leśnych w okolicy Puław. Roczn. Glebozn. 1977 T. 28 z. 1.
3. Sokołowski A. W., Kawecka A.: Skutki oddziaływania przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na roślinność leśną nadleśnictwa Puławy. Pr. IBL 1972 nr 433.
4. Sokołowski A. W.: Wpływ na roślinność leśną zanieczyszczeń powietrza emitowanych przez Zakłady Azotowe w Puławach. Sylwan 1971 R. 115 nr 7.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 26 grudnia 1979 r.

Краткое содержание

В целях исследования возможностей искусственного создания фитоценозов в условиях воздействия эмиссий соединений азота, осенью 1972 г. в лесу расположенном на ВСВ от Комбината азотных удобрений, были заложены две опытные площадки: «А» расположенная на расстоянии 1300 м и «В» на расстоянии 2700 м от источника эмиссий.

В основном насаждении в условиях местопроизрастания *Vaccinio myrtilli-Pinetum* была частично удалена ососна. На участках 12×12 посажено 12 пород деревьев и кустарников в единичном смешении. Применялись два состава пород и два варианта мелiorации почвы (табл.).

На площадке «А» большинство пород погибло почти совсем, у остальных в значительной степени были повреждены побеги и листья. С самой большой сопротивляемостью оказались породы: *Padus serotina*, *Berberis vulgaris*, *Ribes alpinum*, *Alnus incana* *Quercus robur*. На площадке В повреждения побегов и листьев были незначительные.

Интенсивная мелiorация почвы заключающаяся во введении торфа, плодородной глинистой почвы из возделываемых полей, перегноя и лесной подстилки из гряда *Tilio-Carpinetum* аллювиальных почв и ржаной соломы, положительно повлияла на степень сохранения и рост посаженных деревьев и кустарников (рис. 1 и 2). Состав травянистой растительности в этом варианте показывает более высокую трофичность почвы.

В зоне сильных концентраций эмиссий одноразовые мероприятия мелiorативные оказались недостаточными. Процесс стихийного формирования сообществ ведет

к возникновению свободных кустарниковых зарослей с большим участием трав в лесном напочвенном покрове.

В зоне слабых концентраций загрязнений введение лиственных пород и одно-разовая интенсивная мелиорация почвы ведут к формированию условий место-произрастания типа лес.

Summary

Two experimental areas, namely "A" — distant 1,300 m from emission source and "B" — distant 2,700 m from the emitter, were established during the autumn of 1972 in the forest situated to NEE from the nitrogen plant in order to examine the possibilities of an artificial formation of phytocoenoses under conditions of the emission of nitrogen compounds.

Pine was partially removed from the pine stand on the site of *Vaccinio myrtilli-Pinetum*. Trees and shrubs of 12 species were planted in a single mixture on 12 × 12 m plots. Two sets of species and two soil amelioration variants were applied (Table 1).

On the area A most species perished almost completely; remaining ones had shoots and leaves damaged to a serious degree. *Padus serotina*, *Berberis vulgaris*, *Ribes alpinum*, *Alnus incana*, and *Quercus robur* appeared to be the most resistant ones. Damage of shoots and leaves on the area B was insignificant.

Intensive soil amelioration consisting in the introduction of peat, fertile loamy soil from cultivated fields, humus and litter from *Tilio-Carpinetum* association, warp soil, and rye straw, favourably affected the survival and growth of the trees and shrubs planted (Figs. 1 and 2). Herb layer composition in this variant indicates a higher trophic capacity of soil.

Within the zone of high concentration of emissions single amelioration treatments turned to be insufficient. The process of spontaneous formation of association leads to the occurrence of scattered brushwood with a high proportion of grasses in its herb layer.

The introduction of deciduous species and single intensive soil amelioration within the zone of a low concentration of pollution leads to the formation of deciduous sites.