ACTA MYCOLOGICA
VOL. XXII (1): 3–14
1986

Zmiany we florze porostów sosny (Pinus sylvestris L.) pod wpływem emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego

STANISŁAW CIEŚLIŃSKI, EWA JAWORSKA

Cieśliński S., Jaworska E.: (Department of Botany, Institute of Biology, Teacher Training College, 25-518 Kielce, Rewolucji Październikowej 33, Poland). *Changes in the lichen flora of pine-tree (Pinus sylvestris L.) under the effect of emissions of cement-lime industrial works and lime-pits.* Acta Mycol. XXII (1): 3–14, 1986.

The effect of emissions of cement-lime industrial works and lime-pits upon the flora of pinaceous lichens is presented.

WSTĘP

Różnorodne czynniki wynikające z gospodarczej działalności człowieka w coraz większym stopniu kształtują współczesne oblicze szaty roślinnej wielu regionów. W odniesieniu do porostów szczególnie niekorzystny wpływ wywierają wszelkiego rodzaju emisje przemysłowe, zwłaszcza zawierające w swoim składzie substancje toksyczne, jak dwutlenek siarki, fluorowodór, tlenki azotu i inne. Duża wrażliwość tych roślin na zanieczyszczenia atmosferyczne sprzyja wykorzystywaniu ich w praktyce jako biologiczne wskaźniki do oceny skażenia środowiska (Świeboda, Kalemba 1978, 1983; Fabiszewski, Brej, Bielecka 1983 i cytowana w tych pracach literatura).

Dotychczas w bardzo niewielkim stopniu podejmowano badania nad wpływem na porosty, podobnie jak na inne grupy roślin, zanieczyszczeń emitowanych przez przemysł cementowo-wapienniczy i towarzyszące im zakłady kopalnictwa surowców skalnych (przemysł wydobywczy, Liberska-Szmidt 1983). Procesom wydobywczym i przetwórczym towarzyszy emisja pyłów. Są one głównym zagrożeniem dla środowiska biologicznego, tym bardziej że ilość emitowanych substancji przekracza zwykle dopuszczalne normy. Wpływ pyłów cementowo-wapienniczych na występowanie i przestrzenne rozmieszczenie porostów na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych (tzw. Białe Zagłębie) przedstawili: Cieśliński, Toborowicz (1980); Cieśliński, Toborowicz, Sepski (1982).

Wstępne wyniki tych badań wskazują, że emisje z zakładów cementowo-wapienniczych wywierają destrukcyjny wpływ na zbiorowiska porostów epifitycznych. Jednak charakter dokonywujących się przeobrażeń jest odmienny w stosunku do zmian we florze porostów spowodowanych oddziaływaniem zanieczyszczeń pochodzących z zakładów przemysłowych o innym profilu produkcji, bądź aglomeracji miejskich. Niniejsza praca jest kontynuacją poprzednich. Stanowi kolejny przyczynek do bliższego poznania zależności między zmianami zachodzącymi w korze drzew w wyniku oddziaływania emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego a stopniem dokonywujących się przeobrażeń w składzie gatunkowym porostów epifitycznych. Zagadnienia te rozpatrywano na przykładzie flory porostów sosny.

MATERIAŁ, METODY I ZAKRES BADAŃ

Materiał (próbki kory, plechy porostów) pobrano z sosen rosnących w odmiennych warunkach siedliskowych, o niejednakowym stopniu skażenia środowiska, a mianowicie:

1. Rezerwat Białe Ługi. Obiekt ten zawiera dobrze zachowane kompleksy torfowiska wysokiego i przejściowego. Na jego obrzeżach znajdują się zbiorowiska leśne, w tym borowe ze związku *Dicrano-Pinion*. Przyjmuje się, że lasy te w niewielkim stopniu odbiegają od obrazu roślinności naturalnej. Od kombinatu cementowo-wapienniczego w Nowinach rezerwat położony jest około 23 km w kierunku południowo-wschodnim (ryc. 1). Materiał zebrano z drzew w obrębie następujących zbio-

Ryc. 1. Lokalizacja badanych stanowisk
Site of localities under study

rowisk leśnych: boru chrobotkowego (*Cladonio-Pinetum*), boru świeżego (*Leucobryo-Pinetum*), boru bagiennego (*Vaccinio uliginosi-Pinetum*).

2. Sokołów. Niewielki zagajnik sosnowy położony na południe od wsi, a na północny zachód od kamieniołomu, przy lokalnej szosie Brzegi—Sokołów—Sobków. Kora drzew impregnowana jest tu pyłem i kurzem pochodzącym z kamieniołomu i z szosy. Zanieczyszczenia są więc pochodzenia mechanicznego. Materiał zebrano z sosen rosnących na skraju zagajnika w sąsiedztwie szosy. Odległość tego stanowiska od kombinatu cementowo-wapienniczego w Nowinach wynosi około 15 km w kierunku południowo-zachodnim (ryc. 1).

3. Nowiny. Materiał zebrano z drzew rosnących samotnie na terenie między cementowniami Nowiny I i Nowiny II a Zakładami Przemysłu Wapienniczego Kowala. Opad pyłu waha się tu w granicach 500-750 t/km^2/rok (Durczak, Siemieniuk 1978).

Przy sporządzaniu listy florystycznej porostów na danym drzewie uwzględniano stopień pokrycia poszczególnych gatunków, a także odnotowywano inne dane zgodnie z wymogami badań fitosocjologicznych (tab. 1). Dało to szerszy pogląd na stosunki ilościowe występujących gatunków oraz na stopień wykształcenia zbiorowisk porostów.

Próbki kory do analiz chemicznych pobrano z tych samych drzew i z tej samej powierzchni, z której odnotowywano występujące porosty. Zdejmowano cienkie, do 5 mm grubości, powierzchniowe płytki kory. Analizie chemicznej poddano próbki z 9 drzew (tab. 1), badając odczyn kory i zawartość następujących pierwiastków: Ca, Na, K, Mg, N (amonowy), P. Kwasowość (pH) zmierzono metodą potencjometryczną według Grodzińskiej (1971). Zawartość wymienionych pierwiastków określono stosując ogólne metody analityczne do badań materiału roślinnego (Kamińska, Kardasz, Strahl 1972). Procentową zawartość składników odnoszono do suchej masy kory (w 105°C). Wyniki analizy zawiera tabela 2. Badania laboratoryjne przeprowadzono w Stacji Chemiczno-Rolnej w Kielcach. Materiał zielnikowy znajduje się w Zielniku Zakładu Botaniki WSP w Kielcach. Obserwacje i badania terenowe przeprowadzono w 1980 roku.

WYNIKI

1. Analiza flory porostów sosny

W obrębie badanych stanowisk zebrano 26 gatunków porostów. Ich wykaz zawiera tabela 1. Zwraca uwagę bardzo duży stopień zróżnicowania flory porostów na korze tego samego gatunku drzewa. Wyodrębniają się dwie podstawowe grupy gatunków. Pierwsza z nich liczy 13 taksonów. Porosty te zebrano z drzew w obrębie rezerwatu Białe Ługi. Są to jednocześnie najczęściej rosnące porosty na korze sosen w zbiorowiskach borowych. W systemie fitosocjologicznym porostów epifitycznych są to głównie składniki zbiorowisk z rzędów: *Parmelietalia physodotubulosae* i *Le-*

Tabela 1 — Table 1

Skład gatunkowy flory porostów występujących na korze sosny
Species composition of the lichen flora occurring in pine-tree bark

Nr zdjęcia No. of record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Stanowisko Locality	rez. Białe Ługi									Sokołów						Nowiny									
Gatunek drzewa Species of tree	*Pinus sylvestris*																								
Ekspozycja Exposition	S	S	W	W	W	NW	SW	NW	SW	SE	SW	SW	SW	SW	SW	W	NW	NW	W	W	W	W	W	N	W
Wysokość zdjęcia na pniu (cm)* Height of record at the trunk	60	60	60	80	60	60	60	60	60	20	10	0	0	0	0	50	50	60	40	50	50	50	40	50	50
Powierzchnia zdjęcia (dcm²) Surface of record	40	35	35	35	50	50	40	50	50	50	45	55	55	25	48	20	39	24	18	24	24	20	20	18	24
Liczba gatunków w zdjęciu Number of species in record	3	3	5	6	7	6	8	9	10	12	11	10	10	9	6	5	5	4	5	4	3	3	3	3	3
Próbki kory do analizy chemicznej — Samples of bark taken for a chemical analysis	×	×			×					×		×	×			×		×	×						
Lecidea scalaris	3	3	3	1	+	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Parmeliopsis aleurites	+	+	2	3	2	3	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia physodes	1	1	1	1	1	2	2	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
Pseudevernia furfuracea	.	.	.	+	3	2	+	3	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lepraria aeruginosa	.	.	1	2	+	.	.	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Usnea hirta	.	.	.	+	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Bacidia chlorococca	.	.	.	.	+	1	+	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia coniocraea	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Cetraria chlorophylla	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Chaenotheca melanophaea	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Hypogymnia tubulosa	.	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lecanora chlarona	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Cladonia digitata	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Candelariella xanthostigma	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia stellaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Buellia punctata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rinodina pyrina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	+	1	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia nigricans	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Lecanora umbrina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia orbicularis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Physcia ascendens	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	3	3	2	3	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Xanthoria parietina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	3	2	2	1	2	.	1	+	.	.	.	.	.	.	.	.
Caloplaca pyracea	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	2	2	2	3	2	.	+	+	+	+	.	.	+	+	+	.
Candelariella aurella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+	1	+	.	.	+	.
Lecanora hageni	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	1	1	2	1	4	4	5	4	4	4	5	3	4	4	.
Lecania cyrtella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	1	+	+	1	1	+	+	+	.	.

* mierzona do dolnej krawędzi
measured to lower margin

canoretalia variae, zwłaszcza zespołów: *Parmelietum furfuraceae*, *Parmeliopsidetum ambiguae* i *Psoretum ostreatae*. Pod względem ekologicznym są to zbiorowiska porostów wrażliwe na zanieczyszczenia atmosferyczne (Barkman 1958), rozwijające się na podłożu o odczynie kwaśnym, głównie na korze drzew iglastych oraz na brzozie.

Przeciwstawną pod względem składu florystycznego i wymagań ekologicznych grupę gatunków stanowią porosty rosnące na sosnach z okolic Sokołowa i Nowin. Są to rośliny, które z reguły rosną na korze drzew liściastych, głównie osik, wierzb, poza zbiorowiskami leśnymi, np. przy drogach, obok zabudowań lub nawet na podłożu skalnym, zwłaszcza na zaprawie murarskiej. Na szczególną uwagę zasługują porosty o wybitnie nitrofilnym charakterze, jak *Xanthoria parietina*, gatunki z rodzaju *Physcia*, *Caloplaca pyracea*, *Candelariella aurella* i inne, które na korze sosny w warunkach naturalnych nie występują. W omawianej grupie występuje dalsze zróżnicowanie flory epifitycznej. Na drzewach z okolic Sokołowa jest ona bogatsza, poza tym dominują gatunki o plesze listkowatej. Tworzą one zubożałą postać zespołu *Physcietum ascendentis*. W bezpośrednim sąsiedztwie kamieniołomu flora jest znacznie uboższa, zaś korę sosen pokrywa warstwa białego pyłu. Na drzewach będących pod bezpośrednim wpływem emisji z kombinatu cementowo-wapienniczego w Nowinach, flora porostów jest bardzo uboga, charakteryzuje się dominowaniem jednego gatunku — *Lecanora hageni*. Roślinie tej towarzyszy kilka dalszych gatunków o niskich stopniach pokrycia. Brak tu prawie zupełnie porostów o plesze listkowatej. W dalszej odległości od kombinatu flora porostów jest bardziej zróżnicowana i zbliżona swym składem do tej jaka występuje na sosnach w Sokołowie.

2. Odczyn kory sosny

Kora sosen wykazuje wysoką kwasowość. Dla drzew z Puszczy Białowieskiej wartość pH waha się od 2,8 do 3,4 (Grodzińska 1971). Według Swiebody i Kalemby (1979) odczyn kory sosny w środowisku nieskażonym wynosi 2,9. Zbliżone dane otrzymano dla drzew rosnących w rezerwacie Białe Ługi. Kwasowość kory sosen waha się tu w granicach 3,7-4,0, średnio 3,87 i dane te są zbieżne z pomiarami Filipka i Drogosza (1977). Zupełnie odmienne wartości pH otrzymano dla drzew z okolic Sokołowa i Nowin. W rejonie kombinatu cementowo-wapienniczego odczyn kory sosen wynosi średnio 6,03 i waha się u badanych drzew od 5,9 do 6,2. Podobne wartości otrzymano dla sosen z okolic Sokołowa, narażonych na pyły powstałe podczas mechanicznego urobku materiału skalnego. Średnia wartość pH dla drzew z tego stanowiska wynosi 6,05. Kwasowość kory zmienia się tu w zależności od odległości od kamieniołomu. W bezpośrednim jego sąsiedztwie pH wynosi 6,07, zaś na skraju młodnika od strony wsi Sokołów — 5,33. Między tymi punktami kwasowość kory sosen przybiera wartości pośrednie. Z wykonanych pomiarów wynika, że wahania odczynu próbek pochodzących z drzew z okolic Sokołowa i Nowin są bardzo niewielkie. Mimo więc odmiennego pochodzenia zanieczyszczeń, skutki ich oddziaływania na odczyn kory sosen są podobne.

3. Zawartość wybranych pierwiastków w korze sosny

Średnie zawartości Ca, Na, K, Mg, N, P w korze badanych drzew przedstawia tabela 2. Różnice w ilościowym występowaniu wymienionych pierwiastków w analizowanych próbkach są znaczne. W porównaniu z danymi z rezerwatu Białe Ługi bardzo wyraźnie zwiększa się zawartość Ca, Na i K na stanowiskach w Nowinach i Sokołowie. Największe dysproporcje dotyczą wapnia. Średnia zawartość tego pierwiastka w korze drzew z okolic Sokołowa jest 15-krotnie wyższa w porównaniu z korą sosen z rezerwatu Białe Ługi. Wahania te są jeszcze większe analizując zawartość Ca w korze poszczególnych drzew wziętych do badań. Z tabeli wynika, że udział wapnia w korze sosen z okolic Sokołowa jest większy w porównaniu z Nowinami. Pyły pochodzące z mechanicznego urobku materiału skalnego mają większy udział w akumulowaniu się wapnia w porównaniu z pyłami pochodzenia kominowego.

Wzrost zawartości azotu i fosforu w korze sosen na stanowiskach w Nowinach i Sokołowie w porównaniu z Białymi Ługami jest minimalny, a w odniesieniu do magnezu utrzymuje się na tym samym poziomie. Wyniki te są zbieżne między innymi z badaniami Brandta i Rhoadesa (1973). Autorzy wykazali, że na terenach w zasięgu emisji cementowych, zawartość tych pierwiastków w glebie nie zmienia się w stosunku do obszarów znajdujących się poza zasięgiem pyłów.

Tabela 2 — Table 2

Wyniki analizy chemicznej kory sosen (średnie arytmetyczne wartości dla badanych drzew)
Results of the chemical analysis of pine-tree bark samples (mean aritmetical values of examined trees)

Stanowiska Locality	pH	Zawartość pierwiastków w przeliczeniu na suchą masę w 105°C w % The amounts of elements under study in tems of dry mass contents at 105°C (%)					
Rez. Białe Ługi	3,87	0,347	0,070	0,013	0,083	0,440	0,030
Sokołów	6,05	5,125	0,135	0,056	0,100	0,535	0,040
Nowiny	6,03	3,680	0,133	0,046	0,083	0,576	0,043

DYSKUSJA

Badania nad zmianami właściwości fizyczno-chemicznych kory drzew w zasięgu oddziaływania emisji przemysłowych mają już bogatą dokumentację naukową. Wielu badaczy przyjmuje, że może ona służyć jako dobry wskaźnik (test biologiczny) przy ocenie stopnia i zasięgu skażenia środowiska (Grodzińska 1971, 1983; Świeboda, Kalemba 1979, 1983 i cytowana w tych pracach literatura). Wyniki uzyskane z analizy składu chemicznego kory sosny w zasięgu emisji przemysłu cementowo-wapienniczego i kopalnictwa surowców skalnych potwierdzają rezultaty dotychczasowych badań. Zawartość analizowanych składników w korze sosny koreluje ze składem chemicznym pyłów cementowych (Durczak, Siemieniuk 1978). Impregno-

wanie kory substancjami o dużej zawartości pierwiastków alkalicznych, głównie wapnia, zmienia jej pierwotny skład chemiczny, wynikiem czego jest zmniejszająca się kwasowość kory sosen z odczynu kwaśnego (rezerwat Białe Ługi) do prawie obojętnego (Nowiny, Sokołów). W zasięgu emisji cementowo-wapienniczych zachodzą więc zjawiska odwrotne niż w przypadku skażenia środowiska związkami siarki, pod wpływem których kora drzew zwiększa swoją kwasowość (Grodzińska 1978; Fabiszewski, Brej, Bielecki 1983).

Zmiany w odczynie i składzie chemicznym kory drzew w przypadku sosny prowadzą do daleko idących przeobrażeń w zbiorowiskach porostów. (tab. 1). Jednak emisje pyłów cementowo-wapienniczych, w przeciwieństwie do zanieczyszczeń gazowych zawierających między innymi SO_2, nie eliminują całkowicie porostów. Nawet w sąsiedztwie zakładów utrzymuje się skąpa flora epifityczna. Ograniczona jest ona do kilku gatunków, przy masowym występowaniu jednego z nich — *Lecanora hageni*. Tylko w bezpośrednim sąsiedztwie emitorów, gdzie opad pyłów przekracza niekiedy wartość 10 tys./t/km^2/rok, drzewa są zwykle pozbawione porostów. Podobnie jednogatunkowe synuzje mszaków oraz skupienia roślin naczyniowych obserwowano wokół zakładów, których emisje powodują alkalizację gleby (Liberska-Szmidt 1983; Świeboda 1970).

Istota dokonujących się przeobrażeń w zbiorowiskach porostów w zasięgu oddziaływania pyłów cementowo-wapienniczych polega na zastępowaniu się ekologicznych grup gatunków. Ustępują porosty acidofilne (występujące między innymi na sosnach w rezerwacie Białe Ługi), na ich miejsce wkraczają gatunki wymagające podłoża o wysokich wartościach pH, stąd w naturalnych warunkach brak ich na korze sosen.

Wyjaśnienie przyczyn tego procesu wymaga dalszych badań. Wśród wycofujących się gatunków jest między innymi *Hypogymnia physodes*. W okolicach Nowin pojawia się na drzewach dopiero w odległości około 4 km w kierunku południowo-wschodnim i 2,5 km w kierunku północno-zachodnim od źródła emisji (Cieśliński, Toborowicz, Sepski 1982). Ten najpospolitszy porost wykazuje tym samym dużą wrażliwość na emisje zakładów cementowo-wapienniczych. Gatunek ten wykorzystywany jest powszechnie jako test biologiczny przy badaniach szkodliwego wpływu zanieczyszczeń atmosferycznych na organizmy. Ostatnio Fabiszewski, Brej, Bielecki (1983) na przykładzie *Hypogymnia physodes* udowodnili, że głównym czynnikiem ograniczającym występowanie porostów wokół Huty Miedzi Legnica jest SO_2, w mniejszym stopniu pyły zawierające w swoim składzie znane ze swej toksyczności metale ciężkie. Autorzy wykazali, że osadzające się pyły z wymienionej huty mają również właściwości alkaliczne. Sądzić więc można, że proces wycofywania się *Hypogymnia physodes* i innych gatunków porostów z obszarów skażonych emisjami cementowo-wapienniczymi ma charakter bardziej złożony, uwarunkowany działaniem wielu czynników.

Jak już wcześniej wspomniano, źródłem skażenia środowiska w Nowinach są pyły głównie pochodzenia kominowego, zaś w Sokołowie powstają one podczas

mechanicznej przeróbki materiału skalnego i jego transportu. Charakter zmian w odczynie i składzie chemicznym kory sosen na obydwu stanowiskach jest zbieżny. Podobne wymagania ekologiczne posiada flora porostów sosen z okolic Nowin i Sokołowa. Jednak w rejonie zakładów cementowo-wapienniczych w Nowinach muszą działać dalsze czynniki, które eliminują niektóre gatunki porostów rosnące na drzewach w Sokołowie. Wyjaśnienie przyczyn daleko idącego zubożenia flory porostów epifitycznych na obszarach będących w zasięgu oddziaływania pyłów cementowych pozwoli w większym stopniu wniknąć w istotę ich szkodliwego działania na żywe organizmy.

Uzyskane materiały wskazują na bardzo ścisły związek między składem gatunkowym flory porostów a zmianami we właściwościach chemicznych kory drzew. Wzrost alkalizacji kory sosen prowadzi do osiedlania się bardzo swoistych pod względem wymagań ekologicznych gatunków. Podłoże o wyższych wartościach pH jest bardziej sprzyjające dla osiedlania się porostów. Nie wyklucza się bowiem neutralizującego działania obojętnego czy zasadowego podłoża na znajdujące się w powietrzu toksyczne związki siarki czy fluoru (Gilbert 1969; Hill 1971; Fabiszewski, Brej, Bielecki 1983 i in.).

Osadzające się pyły, poprzez alkalizację kory drzew, niwelują różnice we właściwościach fizycznych i chemicznych kory, wynikające z przynależności gatunkowej drzewa. Wpływa to na ograniczenie różnorodności siedlisk, następuje upodabnianie się flory porostów rozmaitych gatunków drzew i tym samym postępujące zmniejszanie się jej zróżnicowania ekologicznego. Charakter zmian siedliskowych preferuje określone gatunki, w związku z czym zwiększa się ich częstość i obfitość występowania. Na omawianych obszarach tendencje takie wykazuje między innymi *Caloplaca pyracea*, *Lecanora hageni*, *Lecania cyrtella*, czy występujące masowo na sosnach w okolicach Sokołowa — *Xanthoria parietina*, *Physcia ascendens*, *Ph. orbicularis* i inne. Przy dłuższym działaniu omawianych czynników i ich stabilizacji nie można wykluczyć wkraczania nowych gatunków, nie występujących obecnie na tych terenach. Z przedstawionych materiałów jednoznacznie wynika, że pyły zakładów cementowo-wapienniczych i kopalnictwa surowców skalnych stają się głównym czynnikiem ekologicznym kształtującym obraz flory porostów na obszarach będących w ich zasięgu. W zależności od odległości od źródła emisji, a tym samym ilości docierających emisji, stan flory porostów zmienia się, co daje podstawy do wydzielenia obszarów o niejednakowym stopniu skażenia środowiska. Dla Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych strefy takie zaproponowano w odrębnej pracy (Cieśliński, Toborowicz, Sepski 1982). Badania te wskazują na przydatność porostów w ocenie stopnia i zasięgu skażenia środowiska pyłami cementowo-wapienniczymi.

SUMMARY

Investigations upon the lichen flora were carried out in pine trees occurring in localities of a different degree of environmental contamination: the reserve called „Białe Ługi" (free from industrial contaminants), Sokołów (lime-pit dust) and Nowiny (emissions of cement works and

lime-kilns, Fig. 1). The species composition of lichens (Table 1), the reaction test and Ca, Na, K, Mg, N and P contents of pine bark samples were analyzed (Table 2).

Emissions of cement-lime industrial works and lime-pits have not eliminated lichens completely. They contribute to alkalization of pine bark. Acidophilic lichens retire, whereas species requiring the substratum of higher pH values have an increasing share. The accumulating dust reduces differences in chemical properties of tree bark. The variety of habitats decreases, and consequently, the lichen flora of different tree species becomes convergent. Dust from cement-lime industrial works and lime-pits is becoming a main ecological factor governing the lichen flora occurring within the range of its influence.

LITERATURA

Barkaman J. J., 1958. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Assen-Netherlands.

Brandt C. J., Rhoades R. W., 1973. Effects of Limestone dust accumulation on lateral Growth of Forest Tress. Environ. Pollut, 4: 207-213.

Cieśliński S., Toborowicz K., 1980. Wpływ pyłów przemysłu cementowo-wapienniczego na rozmieszczenie wybranych gatunków porostów w rejonie „Białego Zagłębia" koło Kielc. Stud. Kiel. 3: 7-20.

Cieśliński S., Toborowicz K., Sepski S., 1982. Wpływ emisji przemysłu cementowo-wapienniczego na florę porostów epifitycznych na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. Rocz. Świętokrzyski, 10: 69-100.

Durczak S., Siemieniuk I., 1978. Opad pyłu w rejonie „Białego Zagłębia" w latach 1974-1976. Rocz. Świętokrzyski, 7: 19-45.

Fabiszewski J., Brej T., Bielecki K., 1983. Fitoindykacja wpływu huty miedzi na środowisko biologiczne. Pr. Wrocł. Tow. Nauk. ser. B, 207: 1-110.

Filipek Z., Drogosz S., 1977. Badania składu chemicznego kory martwicowej i lustrzanki młodych sosen (*Pinus silvestris* L.). Sylwan, 121: 15-25.

Gilbert O. L., 1969. The effect of SO_2 on lichens and bryophytes around Newcastle upon Tyne. In: Air Pollution. Proceedings ... 223-235, Wageningen.

Grodzińska K., 1971. Acidification of tree bark as a measure of air pollution in Southern Poland. Bull. Acad. Pol. Sci., Ser. Biol. II, 19: 189-195.

Grodzińska K., 1978. Acidity of tree bark as a bioindicator of forest pollution in Southern Poland. Water, Air Soil Pollution, 7: 3-7.

Grodzińska K., 1983. Mchy i kora drzew jako czułe wskaźniki skażenia środowiska gazami i pyłami przemysłowymi. In: Bioindykacja skażeń przemysłowych i rolniczych, pod red. J. Fabiszewskiego, Wrocław, Komisja Nauk o Ziemi, 67-86.

Hill D. J., 1971. Experimental study of the effect of sulphite on lichens with reference to atmospheric pollution. New Phytologist, 70: 831-836.

Kamińska W., Kardasz T., Strahl A., 1972. Metody badań laboratoryjnych w stacjach chemiczno-rolnych. II. Badanie materiału roślinnego. Inst. Uprawy Nawoż. i Glebozn., Puławy.

Liberska-Szmidt H., 1983. Wpływ zanieczyszczeń atmosfery z cementowni w Opolu na mchy. Opolskie Tow. Przyj. Nauk, Wydz. III Nauk Przyr. 1-70.

Świeboda M., 1970. Wpływ przemysłowych zanieczyszczeń powietrza na roślinność w otoczeniu fabryki supertomasyny „Bonarka" w Krakowie. Ochr. Przyr. 35: 161-200.

Świeboda M., Kalemba A., 1978. Thelichen *Parmelia physodes* (L.) Ach. as indicator for determination of the degree of atmospheric air pollution in the area contaminated by fluorine and sulphur dioxide emission. Acta Soc. Bot. Pol. 47: 25-40.

Świeboda M., Kalemba A., 1979. The bark of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) as a biological indicator of atmospheric air pollution. Acta Soc. Bot. Pol. 48: 539-549.

Świeboda M., Kalemba A., 1983. Zastosowanie wybranych testów biologicznych do oceny poziomu skażenia powietrza atmosferycznego związkami fluoru i dwutlenku siarki. In: Bioindykacja skażeń przemysłowych i rolniczych, red. J. Fabiszewski, Wrocław, Komisja Nauk o Ziemi, 87-105.