

## ZMIANY W SKŁADZIE LICHENOFLORY NA OBSZARACH LEŚNYCH W REJONIE ODDZIAŁYWANIA EMISJI Z ELEKTROWNI „DOLNA ODRA”

*Barbara Marska, Andrzej Łysko*

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza w Szczecinie  
Katedra Ekologii i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza w Szczecinie

### Wstęp

Porosty ze względu na swoją dużą wrażliwość na obecność dwutlenku siarki oraz szybką reakcją na wzrost zanieczyszczeń zajmują szczególne miejsce wśród bioindykatorów czystości powietrza atmosferycznego. Skonstruowana przez HAKSWORTHA i ROSE'A [1970] skala porostowa, zmodyfikowana do warunków polskich przez KISZKĘ [1984], pozwala na określenie poziomu stężenia dwutlenku siarki w powietrzu na podstawie zestawu występujących w terenie gatunków epifitycznych. Zaletą tej metody bioindykacji jest niski koszt wykonania testu oraz możliwość odzwierciedlenia dynamiki zmian stężenia dwutlenku siarki w określonym czasie na wybranym terenie badań.

W rejonie Szczecina na obszarach leśnych narażonych na emisje przemysłowe, od około 25 lat prowadzone są badania mające na celu identyfikację zmian w składzie i zdrowotności porostów epifitycznych i naziemnych. Badaniami objęte są między innymi lasy okolic Elektrowni „Dolna Odra”. Na obszarze tym zalega pokrywa utworów czwartorzędowych związanych z ostatnim zlodowaceniem bałtyckim. W strefie oddziaływania elektrowni przeważają gleby 6 kompleksów przydatności rolniczej. W skład drzewostanu niewielkich lasów powstałych na terenach porolnych w okolicy elektrowni wchodzi głównie sosna (*Pinus sylvestris* L.). Klimat północno-zachodnich krańców Polski ma cechy klimatu oceanicznego, napływają tu prawie przez cały rok masy powietrza znad Atlantyku, powodując łagodne zimy i chłodne lata. Średnia roczna suma opadów w okresie wielolecia wynosi 550 mm, a wilgotność względna powietrza od 75% do 90%.

Elektrownia „Dolna Odra” pracuje w oparciu o węgiel kamienny, w którym zawartość siarki w okresie wielolecia wahała się od 1,97% do 0,7%. Ilość emitowanych związków siarki w latach 1976–1990 wynosiła 80–90 tys. ton na rok, a po 1991 roku spadła do ok. 55 tys. ton na rok.

### Materiał i metody

Obserwacje zmian w występowaniu porostów epifitycznych i naziemnych, jako jeden z elementów badań, prowadzone są od roku 1976 na 8 stałych powierzchniach. W roku 1997 badania rozszerzono i prowadzone są obecnie na 13

Tabela 1; Table 1

Zmiany flory porostowej na terenie narażonym na emisję z Elektrowni „Dolna Odra” z wybranych lat w okresie 1976–2000  
Changes of lichenoflora on the area influenced by industrial emission from Dolna Odra Power Station  
from selected years between 1976–2000

Gatunek; Species	Powierzchnia badawcza; Investigation area																																
	I			II			III			IV			V			VI			VII			VIII											
	Rok; Year																																
	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	76	80	91	00	
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	26	27	28	29	30	31	32	33	
Porosty nadrzewne; Epiphytic lichens																																	
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (ACH.) CHOISY				+																	+											+	
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) NYL.				+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+			+	+	-	-	+	+	-	-	+		
<i>Lecanora carpinea</i> (L.) VAIN.	+	-	-	-												+				+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+		
<i>Lecanora conizaoides</i> NYL. in CROMB.				+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	+	
<i>Lecanora subrugosa</i> NYL.																									+	+	-	-	+	+	+		
<i>Lecanora varia</i> (EHRH.) ACH.				+																													
<i>Lepraria incana</i> (L.) ACH.				+				+								+				+				+			+					+	
<i>Parmelia sulcata</i> TH. TAYL.																	+				+											+	
<i>Parmelia tubulosa</i> (SCHAER.) BITT.																		+	-	-	-				+	-	-	-					
<i>Physcia adscendens</i> (FR.) OLIVER												+				+								+									
Porosty naziemne; Ground lichens																																	
<i>Cladonia botrytes</i> (HAG.) WILLD.					+	-	-	-															+	-	-	-							
<i>Cladonia cariosa</i> (ACH.) SPRENG.					+	+	-	-																									
<i>Cladonia cenotea</i> (ACH.) SCHAER.																	+																
<i>Cladonia chlorophaea</i> (FLK.) ZOPF																+						+	+	-	-	-							
<i>Cladonia coccifera</i> (L.) WILLD.																+						+	-	-	+								

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	26	27	28	29	30	31	32	33				
<i>Cladonia coniocraea</i> (FLK.) VAIN.					+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						
<i>Cladonia cornuta</i> (L.) SCHAER.													+	-	-	+								+	+	+	-	-								
<i>Cladonia cornutoradiata</i> (COEM.) VAIN.																+																				
<i>Cladonia crispa</i> (ACH.) FLOT.					+																															
<i>Cladonia degenerans</i> (FLK.) SPRENG.																+																				
<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) FR.									+				+			+	+	-	-	+				+									+			
<i>Cladonia floerkeana</i> (FR.) SOMMERF												+				+	+																			
<i>Cladonia furcata</i> (HUDS.) SCHRAD.					+											+	+							+					+	-	-	-				
<i>Cladonia glauca</i> FLK.									+			+	+	+	-	+							+	+												
<i>Cladonia gracilis</i> (L.) WILLD.																																				
<i>Cladonia impexa</i> HARM.						+	+	+	-				+																							
<i>Cladonia macilenta</i> (HOFFM.) NYL.																+								+	+	+	-				+	-	-			
<i>Cladonia rangiferina</i> (L.) WEB.						+	+	-	-				+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-									
<i>Cladonia scrabruscula</i> (DEL.) LEIGHT																																				
<i>Cladonia sylvatica</i> (L.) HOFFM.																	+																			
<i>Cladonia uncialis</i> (L.)																+	+	+	+																	
<i>Cladonia verticillata</i> HOFFM.													+	-	-	-																				
<i>Cetraria aculeata</i> ACH.																	+																			
<i>Peltigera canina</i> (L.) WILLD.						+																														
<i>Peltigera polydactyla</i> (NECK.) HOFFM.						+																														

I-VIII – powierzchnie badawcze; investigated areas

+ – gatunek obecny; present species

- – gatunek zaginiony; lost species

powierzchniach pomiarowych oddalonych od 0,8 km do 13,5 km od Elektrowni „Dolna Odra”. W chwili rozpoczęcia badań wybrano stanowiska (powierzchnie badawcze), na których znajdowało się pięć rosnących w pobliżu siebie drzew sosny (*Pinus sylvestris* L.). Powierzchnia całego obwodu każdego z pni od podstawy do wysokości 2 m stanowiła badany płat, z którego opisywano wszystkie występujące gatunki porostów epifitycznych. Porosty naziemne notowano z powierzchni ok. 9 m<sup>2</sup>, leżących pomiędzy wybranymi drzewami. Każda z w/w powierzchni była corocznie badana. Odległości i usytuowanie powierzchni badawczych od elektrowni były następujące: I – 0,8 km E, II – 2 km NE, III – 2,5 km E, IV – 3 km SE, V – 5 km NE, VI – 6 km N, VII – 6 km E, VIII – 13,5 km NE.

## Wyniki i dyskusja

Na badanych powierzchniach w 2000 roku odnotowano 31 gatunków porostów. Najliczniejsze to porosty naziemne (epigeiczne) 22 gatunki, w tym 19 taksonów z rodzaju *Cladonia* i *Cladonia*, dwa z rodzaju *Peltigera* i jeden z rodzaju *Cetraria*. Porosty nadrzewne (epifityczne) reprezentowane są przez 9 gatunków takich jak: pustułka pęcherzykowata (*Hypogymnia physodes* (L.) NYL.), krążniczka ostrygowata (*Hypocenomyce scalaris* (ACH.) CHOISY), misecznica grabowa (*Lecanora carpinea* (L.) VAIN.), misecznica proskowata (*Lecanora conizaeoides* NYL. in CROMB.), misecznica zmienna (*Lecanora varia* (EHRH.) ACH.), liszajec zwyczajny (*Lepraria incana* (L.) ACH.), tarczownica bruzdkowana (*Parmelia sulcata* TH. TAYL.), złotorost ścienny (*Xanthoria parietina* (L.) TH. FR.) oraz nieotowany wcześniej na powierzchniach badawczych w rejonie elektrowni obrost wzniesiony (*Physcia adscendens* (FR.) OLIVER) – tab. 1

Spśród epifitów będących wskaźnikami zanieczyszczenia powietrza, najliczniej występowały dwa taksony: *Lecanora conizaeoides* (gatunek występujący na wszystkich powierzchniach) i *Lepraria incana* (na 12 powierzchniach). Porosty te uważane są przez wielu autorów [BÖRLITZ, RANFT 1972; OLECH, DUDEK 1981; ŚPIEWAKOWSKI, IZYDOREK 1981; KISZKA 1984, 1985] za najbardziej tolerancyjne na podwyższone stężenie SO<sub>2</sub> w powietrzu atmosferycznym.

Rzadziej, zwykle jako pojedyncze plechy, występowały gatunki listkowate: *Hypogymnia physodes* i *Parmelia sulcata* oraz gatunek łusczkowaty *Hypocenomyces scalaris*. Badania KISZKI [1977], SKYE [1979], OLECH i DUDEK [1981] oraz MARSKIEJ [1988] i FAŁTYNOWICZA [1995] wskazują na zróżnicowaną wrażliwość gatunków *Hypogymnia physodes* i *Parmelia sulcata* na SO<sub>2</sub> w powietrzu, od średnio wrażliwych do dość odpornych. *Hypocenomyces scalaris* na północno-zachodnim terenie Pomorza Zachodniego zalicza się do dość odpornych [MARSKA 1988]. W porównaniu z 1976 rokiem, kiedy to notowano występowanie 28 gatunków porostów, w latach 1978–1980 nastąpiło gwałtowne zanikanie 10 spośród nich (3 nadrzewne i 7 naziemnych), a w okresie do 1987 r. skład gatunkowy porostów w rejonie elektrowni nie uległ większym zmianom.

Od roku 1988 i w latach następnych obserwuje się ponowne pojawienie się na niektórych powierzchniach mniej wrażliwego gatunku *Lecanora conizaeoides* i średni odpornego gatunku *Hypogymnia physodes*.

W latach 1994–1999 nastąpił wzrost liczby gatunków porostów lub ponowne pojawienie wcześniej obumarłych, co miało związek ze znacznym (o około 35%) ograniczeniem emisji SO<sub>2</sub> (z 83 tys. ton w latach 1985–1990 do 55 tys. ton w latach 1991–1997).

Zmiany te można uznać za sygnał dalszej poprawy jakości powietrza na badanym obszarze. Należy jednak nadmienić, że małe zróżnicowanie gatunkowe porostów epifitycznych, w szczególności brak gatunków krzaczkowatych i słaba kondycja plech porostów listkowatych, wskazuje na utrzymywanie się podwyższonych stężeń zanieczyszczeń w bezpośrednim sąsiedztwie Elektrowni „Dolna Odra”.

### Podsumowanie

Badania zmian składu gatunkowego porostów na wybranych powierzchniach leśnych w okolicach Elektrowni „Dolna Odra”, prowadzone w latach 1976–2000, potwierdzają raz jeszcze bioindykacyjne właściwości tych organizmów. Spośród stwierdzonych w chwili rozpoczęcia badań 28 gatunków porostów, w latach 1978–1980 zaniknęło 10 gatunków (3 epifityczne i 7 epigeicznych). Wzrost liczby gatunków oraz rozszerzenie się zasięgu występowania bardziej wrażliwych porostów notuje się od 1994 r., co jest niewątpliwie następstwem bardzo znacznego ograniczenia emisji  $SO_2$  z elektrowni.

Aktualnie w badanym rejonie Elektrowni „Dolna Odra” stwierdza się 31 gatunków porostów epifitycznych i epigeicznych. Małe zróżnicowanie gatunkowe i słaba kondycja plech porostów listkowatych wskazują na utrzymywanie się fitotoksycznych stężeń zanieczyszczających powietrze atmosferyczne w sąsiedztwie Elektrowni „Dolna Odra”.

### Literatura

- BÖRLITZ S., RANFT H. 1972. *Zur  $SO_2$  und HF- Empfindlichkeit von Flechten und Moosen*. Biol. Zbl., 91: 613–625.
- FAŁTYNOWICZ W. 1995. *Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza*. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno: 24–41.
- HAKSWORTHIA D., ROSE B. 1970. *Changes in lichen flora of England and Wales attributable to pollution of the air by sulphur dioxide*. Air pollution and lichens. Athlone Press. London: 330–367.
- KISZKA J. 1977. *Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów (Lichenes) Krakowa i Puszczy Niepołomickiej*. Wyd. Nauk. WSP, Kraków: 133 ss.
- KISZKA J. 1984. *Methods of lichenoindicational studies in south Poland*. International school on lichen indication. Tallin: 75–101.
- KISZKA J. 1985. *Badania nad porostami (Lichenes) miejskiego województwa krakowskiego*. Stud. Ośr. Dok. Fizjogr. PAN 8: 245–266.
- MARSKA B. 1988. *Wpływ wieloletniego oddziaływania emisji przemysłowych na florę porostów zagrożonych obszarów leśnych województwa szczecińskiego*. Wydawnictwa Akademii Rolniczej w Szczecinie: 123 ss.
- OLECH M., DUDEK K. 1981. *Porosty epifityczne Skawiny*. Zeszyty Naukowe UJ, Prace botaniczne 2.8: 173–189.
- SKYE E. 1979. *Lichens as biological indicators of air pollution*. Annu. Rev. Phytopa-

thol. 17: 325–341.

ŚPIEWAKOWSKI E.R., IZYDOREK I. 1981. *Porosty Słupska na tle warunków ekologicznych miasta*. WSP, Słupsk: 117 ss.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia przemysłowe, bioindykatory, porosty epifityczne

### Streszczenie

Elektrownia „Dolna Odra” zlokalizowana jest w województwie zachodniopomorskim, w odległości 22 km na południowy zachód od Szczecina. Celem prowadzonych od 1976 roku badań była identyfikacja zmian w składzie i zdrowotności flory porostów epifitycznych i naziemnych na wybranych powierzchniach badawczych, pozostających pod wpływem emisji przemysłowych. W skład występujących w lasach sosnowych porostów, zaliczanych do średnio wrażliwych i tolerancyjnych na SO<sub>2</sub>, wchodziło 28 gatunków. W latach 1978–1980 zaginęło 10 gatunków, a w kolejnych latach badań ich skład pozostał na zbliżonym poziomie. Największy wzrost liczby gatunków nastąpił w latach 1994–2000 i obecnie wynosi 31 gatunków. Rozszerzył się zasięg występowania bardziej wrażliwych epifitów, takich jak: *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Hypocenomyces scalaris*. Miało to związek z ograniczeniem o około 35% emisji SO<sub>2</sub> z Elektrowni „Dolna Odra”.

### CHANGES OF LICHENOFLOTA COMPOSITION ON FOREST AREA IN THE REGION OF POWER STATION „DOLNA ODRA” EMISSION

Barbara Marska<sup>1</sup>, Andrzej Łysko<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Physiology, Agricultural University, Szczecin

<sup>2</sup> Department of Ecology, Agricultural University, Szczecin

**Key words:** epiphitic lichens, industrial pollution, bioindicators

### Summary

Power Station „Dolna Odra” is located in West Pomeranian Region 22 kilometers away, in south-western direction from Szczecin. The main goal of examination, started in 1976, is to specify changes in composition and salubrity of epiphitic and over-ground lichenoflora on selected control areas. Lichens, which appear on these areas are average sensitive and tolerant to SO<sub>2</sub> pollutions. Their composition, at the beginning of examination consisted of 28 kinds, during 1978–1980 ten kinds have died out (3 over-tree and 7 over-ground ones), and between 1981 and 1987 only small changes have been noticed. Since 1988 lichens *Lecanora conizaeoides*, *Hypogymnia physodes* could be again observed on some examination areas. The highest increase of kinds' number has been noticed during 1994–2000. At present, positive changes of lichenoflora have been noticed on all examined areas. After the time of lichen die-out, at the beginning of 80-

ties, the increase of their number has begun, to reach 31 kinds in 2000. The area of appearance of more sensitive lichens like *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Hypocenomyces scalaris* has also widened. It was connected to considerable (by 35%) limitation of SO<sub>2</sub> emission from „Dolna Odra” Power Station.

Dr hab. Barbara **Marska**  
Katedra Fizjologii Roślin  
Akademia Rolnicza  
ul. Słowackiego 17  
71-434 SZCZECIN