

Jan BYSTREK, Kazimierz KARCZMARZ

**Epifityczna flora i jej zanikanie pod wpływem zanieczyszczeń powietrza.  
Strefy skażeń środowiska w woj. chełmskim na podstawie licheno-  
i brioindykacji\***

Эпифитная флора и ее отмирание под влиянием загрязнений воздуха.

Зоны заражения среды в Холмском воеводстве на основании лишено- и бриоиндикации

Epiphytic Flora and Its Extinction through Air Pollution.

Contamination Zones in the Chełm Voivodship Based on Lichen- and Bryoindication

WSTĘP

Zalesienie woj. chełmskiego, jedno z najniższych w kraju, wynoszące ok. 21% całej jego powierzchni, składa się z kilku większych kompleksów leśnych, lokalnie z dobrze zachowanymi drzewostanami. Są to lasy okolic Krasnegostawu, Strzelc, Chełma, Rejowca, Sawina, Sobiboru, Sosnowicy i Włodawy oraz niewielkie młodniki sosnowe z nasadzeń kilkudziesięciu ostatnich lat na glebach najuboższych. Nadmierna eksploatacja i wzrost zanieczyszczenia powietrza to przyczyny ciągłego pogarszania się zdrowotności biologicznej lasów.

W północnej części województwa dominują bory sosnowe (*Vaccinio-Pinetum*) i mieszane z *Quercus sessilis* (*Pino-Quercetum sessiletosum*). Na bardziej żyznych glebach zachowały się fragmenty grądów (*Tilio-Carpinetum*). Na stosunkowo ubogim w lasy Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskim dominują bory typowe ze znaczną domieszką brzozy, a w rejonie Włodawy — także świerka. Na węglanowych łąkach i torfowiskach w Obniżeniu Dubienki wykształciły się zbiorowiska trzęślicowe, kłociowe i marzynowe. Występujące tu niewielkie kompleksy leśne, to głównie bory mieszane i lasy mieszane. Centralną część woj. chełmskiego charakteryzuje obecność różnej wielkości wzgórz o charakterze ostańcowym, zbudowanych w większości z opok i opok marglistych, zróżnicowanych w zależności od właściwości litologicznych skał budujących partie szczytowe, jak wyłącznie kredowe kopulaste wzgórza (Chełm i Wolwinów) oraz wzgórza „stołowe”, pokryte czapami piaskowców sarmackich (Ariańska Góra, Dziewcza Góra), albo formy zbudowane z utworów plejstocenijskich. Niewielki południowy i południowozachodni skrawek województwa, to obszary pokryte utworami lessowymi z lasami bukowymi i grabowymi. Na rędzinach, glebach utworzonych z piasków słabogliniastych i gliniastych oraz na łąkach pochodzenia rzecznego

\* Praca finansowana z funduszy Centralnego Programu Badań Podstawowych. Pośrednik: Ogród Botaniczny Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

zachowały się dość duże kompleksy leśne z *Tilio-Carpinetum* i *Quercu-Potentilletum albae*, miejscami *Pino-Quercetum* i *Vaccinio-Pinetum*, a na stokach zboczy — zarośla kserotermiczne.

Województwo chełmskie jest bogate w surowce mineralne, a zwłaszcza kredę i węgiel kamienny, surowce, na które wzrasta intensywnie zapotrzebowanie, a czynne tu zakłady oddziałują w różnoraki sposób niekorzystnie na szatę roślinną. Wywierają one główny wpływ na florę epifityczną.

#### ZNACZENIE EPIFITÓW W BIOINDYKACJI

Epifity, a zwłaszcza mszaki i porosty, są to organizmy, które dzięki właściwościom higroskopijnym uniezależniły się od wody zawartej w podłożu i swoje procesy fizjologiczne oparły o wodę atmosferyczną. Pozwoliło im to na opanowanie pionierskich siedlisk i jednocześnie uzależniło je od czystości wody zawartej w powietrzu. Odgrywają one bardzo ważną rolę w łańcuchu obiegu materii i energii w biocenozie lasu, a zwłaszcza w gospodarce wodnej zbiorowisk leśnych. Regulują wilgotność i temperaturę lasu, chronią pnie drzew przed przegrzaniem, przed szkodami mrozowymi w zimie. Żyjąc obficie na pniach i w koronach drzew gromadzą przejściowo bardzo duże ilości wody atmosferycznej. W pogodne dni, podczas pozbywania się jej, zwiększają wilgotność powietrza w koronach drzew, przez co chronią liście przed nadmierną utratą wody. Wysuszone, już wczesnym popołudniem, szybko chłoną wodę atmosferyczną. Doprowadza to w konsekwencji do przedłużenia czasu asymilacji  $\text{CO}_2$  przy jednoczesnym niewielkim pobraniu wody z podłoża.

Zaobserwowane od pewnego czasu wymieranie porostów i nadrzewnych mszaków, szczególnie intensywne w ostatnim 30-leciu, powodują różne czynniki. Decydującą rolę odgrywa wzrost zanieczyszczenia powietrza emisjami miejskimi i przemysłowymi, a zwłaszcza tlenkami siarki, azotu, fluorowodoru, tlenkami metali ciężkich i bezwodnikami kwasów, powodujących zakwaszenie wody atmosferycznej.

Informacje o tym negatywnym zjawisku pochodzą z różnych kontynentów. Wszędzie za główny czynnik eliminujący epifity z łańcucha obiegu materii i energii uznano wzrost zanieczyszczenia powietrza. Jednocześnie wykazano, że epifity, a szczególnie nadrzewne porosty, to organizmy, które reagują jako pierwsze na wzrost zanieczyszczeń powietrza, co wyraża się obniżeniem aktywności fotosyntezy, oddychania, obumieraniem poszczególnych komórek zielonego komponenta, a następnie wymieraniem gatunków bardziej wrażliwych. Zamieranie epifitów rozpoczyna się przy niskich stężeniach  $\text{SO}_2$  w powietrzu, nie przekraczających  $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  powietrza, a „pustynia” mszysto-porostowa występuje przy  $170 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  powietrza (28, 47). Ograniczenie intensywności asymilacji  $\text{CO}_2$  w warunkach laboratoryjnych rozpoczyna się w przypadku *Hypogymnia physodes* przy  $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  powietrza, a fotosynteza zupełnie ustaje przy stężeniach  $400 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$  powietrza. Jeśli czas działania jest dłuższy od czasu ekspozycji w warunkach laboratoryjnych, to obliczona wartość  $\text{SO}_2$

— odpowiednio niższa (24). W warunkach naturalnych *Hypogymnia physodes* nie występuje przy średnim stężeniu  $\text{SO}_2$  w powietrzu 70–130  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (28).

Wielokrotnie udowodniano, że absorbowany przez plechy kwas siarkowy hamuje intensywność procesów metabolicznych, zwłaszcza fotosyntezy i oddychania (24, 30, 54 i inne). Kwaśne deszcze powodują ponadto obumieranie plech z powodu poparzenia kwasem i zakwaszenia kory. Wykazano także, że istnieje ścisła odwrotna korelacja między intensywnością kumulacji metali ciężkich i siarki a odległością od emitora (1, 24).

Masowe wymieranie epifitów wystąpiło również w Polsce, a na obszarach uprzemysłowionych i zurbanizowanych przybrało katastrofalne rozmiary. Wymieranie nadrzewnych porostów i mszaków obserwuje się we wszystkich zbiorowiskach leśnych, w lasach naturalnych i sztucznych, w najstarszych i najmłodszych drzewostanach i na wszystkich gatunkach drzew. Procesy te zachodzą bardzo szybko na obszarach o intensywnej gospodarce leśnej oraz w miejscach szczególnie chronionych, w parkach narodowych i rezerwach, na nizinie i w górach, w mniejszym nieco stopniu na północy i północnym wschodzie Polski. Jedne gatunki giną bardzo wcześnie przy niskich stężeniach  $\text{SO}_2/\text{m}^3$  powietrza, inne znoszą większe stężenia trucizn.

#### ANALIZA FLORY EPIFITYCZNEJ

Negatywne zmiany we florze epifitycznej są obecnie najbardziej wyraźne na obszarze wyżynnym (tab. 1–6, ryc. 1).

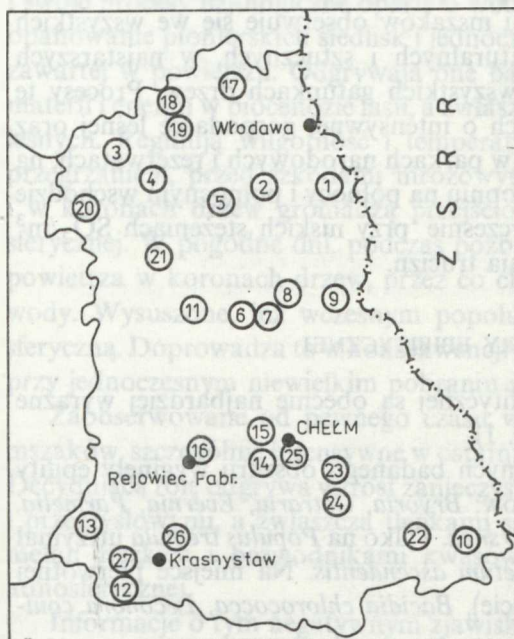
We wszystkich zbiorowiskach leśnych badanego obszaru wyginęły epifity w koronach drzew, porosty z rodzajów: *Bryoria*, *Cetraria*, *Evernia*, *Parmelia*, *Platismatia*, *Pseudevernia*, *Ramalina* i *Usnea*. Tylko na *Populus tremula* utrzymał się po dzień dzisiejszy zespół *Physcietum ascendentis*. Na miejsce pierwotnej flory weszły: *Protococcus viridis* (obficie), *Bacidia chlorococca*, *Leconora conizaeoides* i *L. conizaea*.

Jednocześnie na pniach drzew zmniejszyła się liczba gatunków, wymarły bardziej wrażliwe, uważane powszechnie za rośliny miejsc o czystym i wilgotnym powietrzu.

Do minimum zredukowała się liczba stanowisk gatunków bardzo pospolitych, rosnących w dużej liczbie okazów na każdym stanowisku. Plechy epifitycznych gatunków mają bardzo słabą kondycję, są przeważnie drobne, znacznie mniejsze od form żyjących w lepszych, optymalnych warunkach, tworzą zmienione formy morfologiczne, trudne do identyfikacji bez szczegółowych badań porównawczych. Wykazują wiele objawów chorobowych: posiadają duży procent martwych komórek zielonego komponenta, liczne martwe części lub całe odcinki, plamy pozbawione żywych komórek, brunatno zabarwiony miąższ (np. *Parmelia sulcata* i inne). Mszaki natomiast nie tworzą organów płciowego rozmnażania i rozmnażają się tylko wegetatywnie.

Zmiany w składzie gatunkowym oraz morfologiczno-anatomiczne nie występują w jednakowym stopniu na wszystkich obszarach badanego terenu.

Najbardziej zniszczoną florę epifityczną, zbliżoną do strefy bezporostowej, a nawet mszysto-porostowej, stwierdza się w miastach (Chełm, Krasnystaw, Rejowiec, Włodawa), większych osadach, przynajmniej w centralnej części, posiadającej zwartą zabudowę, oraz w lasach bezpośrednio graniczących z miastami, zakładami przemysłowymi i przy drogach publicznych. Najmniej zmienioną florę epifityczną obserwuje się w lasach odległych od największych skupisk ludności i zakładów przemysłowych (ryc. 1 i 2, tab. 1–6).



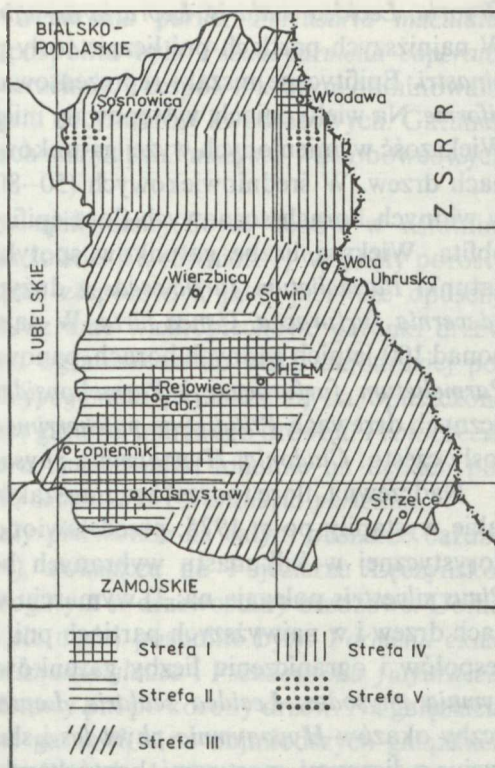
Ryc. 1. Rozmieszczenie badanych stanowisk

Distribution of investigated localities

- 1 — Sobibór, 2 — Okuninka, 3 — Sosnowica, 4 — Zagłębcze, 5 — Kołaczce, 6 — Sawin, 7 — Bachus (rezerwat i otulina — reserve and envelope), 8 — Malinówka, 9 — Wola Uhruska, 10 — Strzelce, 11 — Syczyn k. Wierzbicy, 12 — Białka k. Krasnegostawu, 13 — Łopiennik, 14 — Zawadówka, 15 — Pawłów k. Chełma, 16 — Rejowiec, 17 — Kaplonosy, 18 — Lubień, 19 — Zahajki, 20 — Stary Orzechów, 21 — Urszulin, 22 — Białopole, 23 — Kamień, 24 — Pobołowice, 25 — Chełm, 26 — Krasnystaw, 27 — Niemienice k. Krasnegostawu

Epifityczna flora woj. chełmskiego była stosunkowo bogata w gatunki i przeważnie obfita. Na podstawie dotychczasowych badań (9, 32–35, 37, 55) stwierdzono ponad 160 gatunków epifitów, w tym ponad 130 gatunków porostów nadrzecznych, 22 gatunki mchów, 6 gatunków wątrobowców. Było wśród nich kilka osobliwości, jak: *Bryoria setacea*, *Br. implexa*, *Coniocybe sulphurea*, *Evernia mesomorpha*, *Cetrelia cetrarioides*, *Lecanora glabrata*, *Menegazzia terebrata*, *Nephroma parile*, *Parmelia trichotera*, *Pertusaria pertusa*, *Ramalina obtusata*, *Usnea ceratina*, *U. sublaxa*, a z mszaków: *Anomodon longifolius*, *A. viticulosus*, *Leucodon sciurooides*, *Neckera complanata*, *N. pennata*, *Platygyrium repens* oraz *Porella platyphylla*.

Epifity stwierdzano na każdym gatunku drzewa, również w podroście, na krzewach i krzewinkach we wszystkich zbiorowiskach leśnych oraz na drzewach



Ryc. 2. Strefy zniszczenia flory epifitycznej; I — strefa bezporostowa, II — pełne zubożenie, III — wyraźne zmiany, IV — częściowe zubożenie, V — stan dobry  
Zones of destruction of epiphytic flora; I — lichenic desert, II — full impoverishment, III — distinct changes, IV — partial impoverishment, V — good condition

rosnących wśród pól, łąk, nad rzekami i brzegami jezior, na drzewach owocowych. Była to flora zróżnicowana, a poszczególne gatunki rosły najczęściej w znacznej liczbie okazów, od podstawy pni po najmłodsze gałązki. Ich zwarcie na pniach osiągało, a często przekraczało 100%. Tworzyły one na korze drzew kilkanaście zespołów porostowych, mszysto-porostowych i mszystych. Liczba gatunków na poszczególnych drzewach była najczęściej duża i wahała się od kilkunastu do kilkudziesięciu, w zależności od gatunku i wieku drzewa, a także od warunków mikroklimatycznych, głównie wilgotności i ocienienia.

Na *Pinus silvestris* była przed r. 1975 flora epifityczna uboga w gatunki, lecz przeważnie obfita, z wyjątkiem nasadzeń ostatnich 10 lat. W młodnikach 10–25-letnich notowano pospolicie u podstawy pni i na najniższych gałązkach *Hypogymnia physodes*, miejscami również *Bacidia chlorococca*, *Lecanora pinastri*, *L. conizaea* (zwłaszcza na gałązkach martwych) oraz *Usnea hirta*, *Pseudevernia furfuracea* i *Hypogymnia tubulosa*. Brak jednak na nich epifitycznych mszaków. W 30–40-letnich sośninach, zwłaszcza w źle oczyszczonych, obok obficie rosnącej *Hypogymnia physodes* i gatunków wymienionych wyżej, stwierdzono pospolicie na wszystkich badanych stanowiskach: *Platismatia glauca*, *Parmeliopsis aleurites*, *Evernia mesomorpha*, kilka gatunków rodzaju

*Bryoria*, *Lecidea scalaris*, *Lepraria aeruginosa* i sporadycznie *Usnea dasypoga*. W najniższych partiach pni licznie rosły plechy *Cladonia* i miejscami *Cetraria pinastri*. Epifityczne mszaki reprezentowane były tylko przez *Hypnum cupressiforme*. Na wielu pniach występowały inicjalne stadia *Parmelietum furfuraceae*. Większość wymienionych wyżej gatunków, zwłaszcza *Usneaceae*, rosło w koronach drzew. W średniowiekowych (50–80-letnich) drzewostanach sosnowych, w widnych borach sosnowych flora epifityczna w koronach drzew była mniej obfita. Większą liczbę gatunków spotykano na pniach drzew, dominowały gatunki *Parmelietum furfuraceae* z dużym udziałem *Platismatia glauca*, *Pseudovernia furfuracea*, *Usnea hirta*. W najstarszych drzewostanach sosnowych, ponad 100-letnich widnych borach, panowały gatunki 2 zespołów porostowych: *Parmelietum furfuraceae* i *Parmeliopsidetum ambiguae*, a z mszystych – na licznych drzewach *Ptilidietum pulcherrimae*, w którym na zbitej darni *Ptilidium* rosły często: *Cladonia*, *Hypogymnia physodes* i *Pseudoparmelia caperata*.

Nadrzewną florę porostów i mszaków na *Pinus silvestris* oraz zmiany, jakie wystąpiły po r. 1975, przedstawiono w tab. 1 i 2 na podstawie analizy florystycznej w kilkunastu wybranych kompleksach leśnych. Zmiany te na *Pinus silvestris* polegają na: 1) wymarcu wielkoplechowych porostów w koronach drzew i w najwyższych partiach pni; 2) degeneracji, a następnie rozpadzie zespołów i ograniczeniu liczby gatunków do najbardziej pospolitych: *Hypogymnia physodes*, *Lecidea scalaris*, *Lepraria aeruginosa*; 3) zmniejszeniu się liczby okazów *Hypogymnia physodes* i słabej kondycji plech pozostałych przy życiu, z licznymi martwymi komórkami symbiotycznego glonu i obumarłą częścią centralną plechy; 4) powstaniu strefy bezporostowej; 5) wejściu na opuszczone przez pierwotne plechy gatunków zastępczych, epiksylicznych: *Bacidia chlorococca*, *Lecanora conizaeoides*, *L. conizaea* i obficie glonu *Protococcus viridis*.

Nadrzewna flora *Quercus robur* i *Q. sessilis* była na całym obszarze znacznie bogatsza niż na sosnach i reprezentowana przez ponad 100 gatunków, w tym 6 wątrobowców i 22 gatunki mchów. Większe niż na *Pinus* wystąpiły zmiany w ostatnich 20 latach (tab. 3–4).

Znaczna liczba epifitów na *Quercus* to gatunki bardzo pospolite we wszystkich zbiorowiskach leśnych, stwierdzone na każdym badanym stanowisku w bardzo dużej liczbie okazów, zarówno w młodszych jak i starszych drzewostanach. Tworzyły one mozaikę, której pokrycie przekraczało najczęściej 100%, a ich ugrupowania miały strukturę kilkuwarstwową, przy czym najwyższą stanowiły wielkoplechowe *Parmeliaceae* i *Usneaceae*, a najniższą – porosty skorupkowate. W niższych partiach pni i na wiekowych przestojach rosła wielowarstwowa darni mszysta złożona z dużych gatunków mchów i wątrobowców, a jej płyty zajmowały powierzchnię często przekraczającą kilkadziesiąt decymetrów kwadratowych. Na pniach dębów stwierdzono kilka gatunków bardzo rzadkich: *Bryoria implexa*, *Br. setacea*, *Evernia mesomorpha*, *Lobaria*

*pulmonaria*, *Menegazzia terebrata*, *Nephroma parile*, *Pertusaria maculata*, *P. pertusa*, *Usnea ceratina*. Bardzo pospolita była *Pseudoparmelia caperata*, której plechy zajmowały znaczną powierzchnię, a zespół, w którym dominowała, tworzył płyty o wielkości kilkudziesięciu decymetrów kwadratowych. Gatunek ten był stale towarzyszącym w zespołach mszystych i mszysto-wątrobowcowych na dębach.

Zmiany, jakie zaobserwowano w epifitycznej florze dębów w ostatnim 20-leciu, następowały podobnie jak na sośnie. Tu również: 1) wyginęły porosty w koronach drzew, 2) nastąpił rozpad zespołów, a jako pierwsze opuściły siedliska *Parmeliaceae* i *Usneaceae* oraz inne wielkoplechowe gatunki drzew liściastych, 3) flora epifityczna została ograniczona do kilku najbardziej pospolitych, 4) jako ostatnia zginęła *Hypogymnia physodes*, 5) na opuszczone przez pierwotną florę siedliska wchodzi gatunki martwego drewna: *Protococcus viridis*, *Bacidia chlorococca*, i *Lecanora conizaeoides*, lokalnie na dębach pojawiają się wtórnie: *Physcia dubia*, *Ph. orbicularis* i *Xanthoria parietina*.

*Betula pendula* i *B. pubescens* miały pierwotnie na całym obszarze bardzo bogatą florę nadrzewną (tab. 5 i 6), zwłaszcza na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim, obszarze szczególnie bogatym w drzewostany brzożowe. Dominowała *Hypogymnia physodes*. Niewiele mniej pospolite były: *Parmelia exasperatula*, *P. fuliginosa*, *P. sulcata*, *Platismatia glauca* i *Pseudevernia furfuracea*. Tworzyły one zwarte kobierce od podstawy pni po korony drzew. Na gałęziach, poza wymienionymi, rosły liczne inne gatunki, a na najmłodszych gałązkach *Cetraria sepincola* i *Lecanora hageni*. Wśród ok. 90 gatunków (tab. 5 i 6) notowano kilka rzadkich: *Bryoria setacea*, *Br. subcana*, *Br. positiva*, *Evernia mesomorpha*, *Ramalina farinacea* var. *pendulina*, *Usnea comosa*, *U. dasypoga*, *U. fulvoreaegens*, *U. hirta* ssp. *villosa*, *U. laricina*. Epifityczną florę mszaków reprezentowały licznie, obecnie ginące, wątrobowce: *Frullania dilatata* i mchy: *Orthotrichum affine*, *O. speciosum*, *O. stramineum*, *Ulota crispa*.

Na brzożach pozornie nie nastąpiły zbyt duże zmiany. Zwarcie epifitów na pniach jest w dalszym ciągu bardzo duże i utrzymują się one jeszcze na obszarach, w których na innych drzewach obserwuje się strefę bezporostową lub ostatnie stadium degeneracji epifitów. Najczęstszym epifitem jest *Hypogymnia physodes* var. *labrosa*. Inne gatunki wymarły znacznie wcześniej. Jednak kora brzoż, jak się wydaje, jest siedliskiem sprzyjającym epifitom na obszarach działania umiarkowanych imisji, nawet dla gatunków bardziej wrażliwych. Świadczy o tym obecność (na pojedynczych stanowiskach): *Bryoria crispa*, *Br. subcana*, *Hypogymnia tubulosa*, *Platismatia glauca*, *Pseudoparmelia caperata*, *Usnea comosa*, *U. dasypoga* w lasach, w których brak już tych gatunków na innych gatunkach drzew, a także występowanie na gałęziach brzoż *Hypogymnia physodes* i kilku innych epifitów na obszarach, gdzie korony innych drzew są pozbawione porostów.

Bogata w gatunki była nadrzewna flora na *Carpinus betulus*, zwłaszcza

Tab. 1. Epifityczna flora porostów na  
Epiphytic flora of lichens on *Pinus*

Gatunki	Wyniki z lat															
	Stanowiska															
	1935-1975															
	1															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Lecidea scalaris</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Lepraria aeruginosa</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Bacidia chlorococca</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecanora conizaea</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecanora conizaeoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypogymnia physodes</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
<i>Parmeliopsis aleurites</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1
<i>Usnea hirta</i> ssp. <i>hirta</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+
<i>Cladonia digitata</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
<i>Cladonia cenotea</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+
<i>Lecanora pinastri</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Platismatia glauca</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	+	1	
<i>Bryoria subcana</i>	1	1	1	1	1	x	x	x	x				1	+	+	+
<i>Usnea hirta</i> ssp. <i>villosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	
<i>Evernia mesomorpha</i>	+	+	+	+	x	x				+						
<i>Bryoria implexa</i>	+	+	+	+	x	x	x	x	x	+		+				
<i>Bryoria crispa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
<i>Bryoria motykana</i>	x	x	x	x	x	x				x		x				
<i>Bryoria positiva</i>	x	x	+		+					+		+				
<i>Bryoria setacea</i>	x		x									x				
<i>Bryoria tatariewiczii</i>			x													
<i>Usnea dasypoga</i>	x	x	x	x	x	x				x		x				
<i>Hypogymnia bitteriana</i>	x															
<i>Lecidea symmicta</i>		x	x			x										
<i>Caloplaca pyracea</i>																
<i>Physcia dubia</i>																
<i>Physcia orbicularis</i>																
<i>Physcia ascendens</i>																

Objaśnienia: x – gatunek sporadyczny + – gatunek na całym obszarze rozproszony, stwierdzany pojedynczo na wszystkich badanych stanowiskach, 1 – gatunek stwierdzany we wszystkich stanowiskach przynajmniej w kilkudziesięciu okazach, 2 – gatunek pospolity na większości drzew, zawsze w znacznej liczbie okazów, 3 – gatunek bardzo pospolity na każdym drzewie obficie. 1935–1975 – wyniki z lat 1935–1975 opublikowane i na podstawie materiałów nie opublikowanych w tym zielnikowych, 1985–1986 – dane z badań terenowych prowadzonych w latach 1985–1986.

Wykaz stanowisk: 1–27 – nazwa miejscowości poprzedzona numerem dotyczy obszarów leśnych związanych z tą miejscowością lub siedzibą nadleśnictwa, a zestawienia w tabelach są średnią stanu flory na danych obszarze (ryc. 1).

w starych drzewostanach grabowych i grabowo-dębowych w Białce koło Krasnegostawu, Niemienicach, Pobołowicach i w okolicach Adampola. Oprócz gatunków pospolitych, jak: *Bacidia chlorococca*, *Buellia punctata*, *Evernia prunastri*, *Graphis scripta*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Lecanora carpinea*,



*Pinus silvestris* na wys. 60–200 cm  
*silvestris* 60–200 cm above ground

1985–1986																											
1														2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
2		2	2	2	2	1	2	2	2	1	×	1	×	×	×	2	2	2	2	2	+	1	1	×	×	×	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	+	2	+	+	+	2	2	2	2	2	2	+	+	+	+	+	
1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	
+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
3		3	2	3	3	3	3	2	2	1	×	1				2	2	2	3	3	+	1	1				
1		1	1	1	+	+	+	+		×						+	+	+	1	+		×	+				
1		1	1	1	+	+	+	+	+							+	+	+	1	+							
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+							×	×	×	+	+	×	×	×				
+	+	+	+	+	+		×	×	×								×	×	×	+	+	+	+	+			
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×								×	×	×	×	×	×	×	×			
×	×	×	×	×	×	×	×	×	×										×	×	×	×	×	×			
×	×	×	×																	×							
			×	×																							
×	×	×	×																			×					
×																											
					×																				×		
										×		×	×	×													
								×		×		×	×	×													
										×		×		×													
				×																							

Explanation: × – sporadic species, + – species dispersed in the whole area, found as single specimens in all localities under investigation, 1 – species found in all localities at least in several dozen specimens, 2 – species commonly found on most trees, always in a large number of individuals, 3 – species very common on every tree, growing abundantly. 1935–1975 – data for 1935–1975 based on published and unpublished material. 1985–1986 – data based on field investigations conducted in 1985–1986.

List of stands: 1–27 name of locality preceded by a number refers to forest communities around the locality or seat of forest inspectorates, and specifications in tables show the mean forest condition in a given community (Fig. 1).

*L. chlorona*, *L. varia*, *Lecidea elaeochroma*, *L. glomerulosa*, *Opegrapha viridis*, *Parmelia exasperatula*, *P. fuliginosa*, *P. subaurifera*, *P. sulcata*, *Pertusaria amara*, *P. coccodes*, *P. discoidea*, *P. phymatodes*, *Phlyctis argena*, *Platismatia glauca*, kilku gatunków *Physcia*, *Pseudoparmelia caperata*, *Ramalina farinacea*, *R. pollinaria*, rosnę kilka gatunków bardzo rzadkich: *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile*,

Tab. 2. Epifityczna flora mszaków na  
Epiphytic flora of Bryophytes on *Pinus*

Wyniki z lat	1935 - 1975																
	Stanowiska																
	1																
Gatunki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6	
<i>Hepaticae</i>																	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	3	3	2	1	2	2	2	+	+	1	+	+	+	+	+	+	
<i>Musci</i>																	
<i>Dicranum scoparium</i>	2	2	1	+	+	1	1			+		+					
<i>Orthodicranum montanum</i>	3	3	3	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2	2	2	+	1	1	1	+	+	1	1	1	+	+	1	1	
<i>Leucodon sciuroides</i>	+																
<i>Plagiothecium laetum</i>	+	+	+														
<i>Pohlia nutans</i>	+	+	+				+	+		+							

Objaśnienia jak w tab. 1.  
Explanation see Table 1.

*Pyrenula nitida*, *Pertusaria leioplaca*, *P. pertusa*, *Ramalina obtusata*, *Thelotrema lepadinum*, *Usnea ceratina*, *U. faginea*, *U. fulvoreagens*, *U. sublaxa*. Epifityczna flora grabu miała 2 typy zbiorowisk mszaków. Pierwsze to wątrobowcowe zbiorowisko *Frullania dilatata*-*Radula complanata* i zespół *Metzgerietum furcatae*. Tworzyły je głównie wątrobowce mocno przylegające do kory pnia. Drugi — mszysto-wątrobowcowy z zespołem *Madotheceto-Leskeetum nervosae* i mieszany *Neckereto-Isothecietum myosuroidis*.

Obecnie kwaśne deszcze spływające po gładkiej korze grabów spowodowały całkowity zanik epifitycznej flory, zwłaszcza zanik porostów. Identyczny stan flory porostów występuje obecnie na pniach buków, w lasach bukowych południowej Chełmszczyzny.

*Populus tremula*, występująca w domieszce w różnych zbiorowiskach borowych, posiada swoistą florę porostów. Na pniach, a zwłaszcza w koronach drzew rosną gatunki 2 zespołów porostowych: *Lecanoretum carpineae* i *Physcietum ascendentis*. Obecnie nie zaszły wielkie zmiany we florze epifitycznej osiki. Zmniejszyła się liczba gatunków o wielkoplechowe *Ramalina*. Mniejszy jest udział *Hypogymnia physodes* lub jej brak, oraz *Parmelia sulcata*.

Na osikach i topolach przydrożnych Chełmszczyzny obok gatunków zespołu *Physcietum ascendentis* duży udział miały: *Evernia prunastri*, *Parmelia saxatilis*, *P. sulcata*, *Ramalina baltica*, *R. farinacea*, *R. fastigiata*, *R. fraxinea*, *R. pollinaria* i *Anaptychia ciliaris*, z mchów — gatunki *Orthotrichum*.

Obecnie flora porostów jest na znacznych obszarach obfita na drzewach przydrożnych, lecz bez gatunków rodzaju *Ramalina*.

*Pinus silvestris* na wys. 60–200 cm  
*silvestris* 60–200 cm above ground

1985–1986																											
1														2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
1	1	1	1	1	1	1											+	+	+								
+				+	1	1	1					1	+	+			+		+			+	+	+		+	
1	1	1			1	1											+		+			1	1	1	1		+
1	1			+	2	2	1	+			+	2	+									1	2	1	+		
+						+	+																				
+	+	+					+	+	+								+		+	+	+	+	+	+	+	+	+

#### STREFY SKAŻEŃ

Rośliny epifityczne jako wskaźniki skażeń powietrza, a zwłaszcza rozmieszczenie kilkunastu gatunków — wybranych biotestów, dla których zostały poznane reakcje na progowe stężenia  $SO_2$ , ograniczające ich wzrost i rozwój, są użyteczne w badaniach bioindykacyjnych. Stosując je w badaniach monitoringu biologicznego można z dużą dokładnością określić strefy skażenia atmosfery wokół mniejszych lub większych emitorów, a także w skali regionu, z pominięciem badań chemicznych.

Porostami jako biotestami posłużyli się między innymi: De Sloover, Le Blanc (21), Gilibert (25, 26), Le Blanc (38), Hawksworth, Rose (28, 29) Morgan-Huws, Haynes (46), Fabiszewski, Brej, Bielecki (24), Trass (59), Martin (44) i wielu innych. Mszaków nadrzewnych jako biotestów skażeń środowiska użyli: Börtitz, Ranft (3), Le Blanc (38), Le Blanc, Comeau, Rao (39), Le Blanc, De Sloover (41), Ranft, Dässler (49), Taoda (58), Düll (22), Rasmussen, Foliansen (50), Winkler (61).

Opracowując strefy skażeń atmosfery w woj. chełmskim (tab. 7 i 8 oraz ryc. 2), przyjęliśmy za podstawę: występowanie lub brak danego biowskaźnika, jego stan zdrowotny, częstotliwość występowania, stopień degradacji zespołów, stadia ich rozpadu, udział gatunków wtórnie wkraczających na opuszczone siedliska. Wykreślenie danej strefy poprzedzone zostało szczegółową analizą porównawczą florystyczno-fitosocjologiczną nadrzewnych porostów i mszaków, uzupełnioną przez dane publikowane i nie publikowane z innych obszarów Polski.

Strefa „0” nie występuje w woj. chełmskim, nawet w miastach.



*Quercus robur* i *Q. sessilis* na wys. 60–200 cm  
*robur* and *Q. sessilis* 60–200 cm above ground

1985-1986																											
1														2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+	1	1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	+	+	+	+	x	x	x	x	+	+	+
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	x	+	+	+	+	+	+	x	x	x	+	+	+	+
1	1	1	1	1	1	+	+	+	+	+		x	x	+	+	+	+	+	+	x	x	+		+			
3	3	3	3	3	2	+	2	2	2	1		x		1	3	2	2	3	2	1	2	+					
3	3	3	3	3	2	+	2	2	2	+		x		2	2	2	2	2	1	1	1	+					
2	2	2	2	2	2	+	2	2	1	1		x		2	2	2	2	1	+	+	+	+					
2	2	2	2	2	1	1	x	1	1	+		x		1	1	1	1	1	1	+	+	+	+				
1	1	1	1	1	1	x	+	+	+	+		x		+	+	+	+	+	+	x	+	+	+				
1	1	1	1	1	1	x	+	+	+	+		x		+	+	+	+	+	+	x	+	+	+				
2	2	1	1	1	1	x	1	1	1	+		x		1	2	2	2	1	+	+	+	+	+				
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		+		1	1	1	1	1	+	+	1	+					
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		+		1	1	1	1	1	+	+	1	+					
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		x		+	+	+	+	+	x	x	x	x					
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	x	x	x	x			x		
1	1	1	1	1	1	x	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+								
x	x	x	x	x	x		x									x	x	x	x								
x	x	x	x	x	x																						
+	+	+	+	+	+		x	x	x					+	x	x	x	x									
+	+	+	+	+	+		x	x	x						x	x	x	x	x								
+	+	+	+	+	+		x	x	x						x	x	x	x	x	x							
x	x	x	x	x	x		x	x	x						x	x	x	x	x	x	x						
x	+	+	+	+			x	x	x						x	x	x	x	x	x							
x	x	x													x	x	x	x	x	x							

Wyniki z lat	1935-1975															
	Stanowiska															
Gatunki	I															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1	1	1	1	1	1	+	+	1	1	1	1	1	+	+	+
<i>Usnea comosa</i> ssp. <i>similis</i>	1	1	1	1	1	1	x	+	+	+	+					
<i>Physconia detersa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Anaptychia ciliaris</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Usnea dasypoga</i>	1	1	1	1	1	1	x	+	+	1		1				
<i>Usnea hirta</i>	1	1	1	1	1	1	+	+	+	1		1	+	+	+	+
<i>Lecanora pallida</i>	+		+									+				
<i>Lecanora expallens</i>	+	+	+	+	+	+				+		+	+			
<i>Pertusaria phymatodes</i>	+	+	+		+	+	+			+		+	+			
<i>Pertusaria maculata</i>	x	x	x		x							x				
<i>Pertusaria pertusa</i>		x			+					+		+				
<i>Evernia mesomorpha</i>	+		+			+				+		+				
<i>Ramalina fastigiata</i>	x		x		x	x							x			
<i>R. farinacea</i> v. <i>pendulina</i>	1	1	1	1	1	1	x	1		1					+	
<i>R. farinacea</i> v. <i>phalerata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Usnea ceratina</i>													+			
<i>Lobaria pulmonaria</i>						+						+		+		
<i>Nephroma parile</i>												+				
<i>Menegazzia terebrata</i>												+				
<i>Ramalina motykana</i>				+												
<i>Ramalina balitica</i>		+	+	+								+		+		
<i>Ramalina fraxinea</i>	+	+	+	+	+	+						+				

Objaśnienia jak w tab. I.

Explanation see Table I.

Strefę I charakteryzuje obfite występowanie *Protococcus viridis*, który rośnie od podstawy pni po najmłodsze gałązki na wszystkich gatunkach drzew. Ponadto liczne są: *Bacidia chlorococca*, *Lecanora conizaeoides*, a na dębach i brzożach również *Hypnum cupressiforme*. W tej strefie znajdują się miasta (Chełm, Krasnystaw, Rejowiec, Włodawa) i lasy graniczące bezpośrednio z tymi miastami. Na obszarze tym, pozbawionym pierwotnej flory epifitycznej, stwierdza się na pniach sosny, na odosobnionych stanowiskach, pojedyncze plechy *Caloplaca pyracea*, *Candelariella xanthostigma*, *Physcia orbicularis*, *Ph. tenella* i *Ph. dubia*. Ponadto na drzewach przydrożnych, zwłaszcza na osikach i topolach, w okolicach Rejowca i Chełma pospolicie rosną gatunki nitrofilne i pyłolubne z *Physciaceae* i *Teloschistaceae*.

Strefa II charakteryzuje się obecnością na sosnach, na odosobnionych stanowiskach, pojedynczych plech *Hypogymnia physodes*, *Hypnum cupressiforme* i *Lecidea scalaris*, a na pniach dębów, również na nielicznych stanowiskach: *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia fuliginosa*, *P. revoluta*, *P. sulcata*, a z mchów *Hypnum cupressiforme*, *Orthodicranum montanum*, *Py-*

Table 3 continued

1985-1986																											
1														2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
x	x	x				x																					
x	x	x	x			x																					
+	+	+				+											+				+	+	+				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x								x	x			x	x					
x	x																										
+	+	+	+	+			+	+																			
x		x																									
+	+	+	x	x																							
x					x																						

*laisia polyantha* i *Radula complanata*. Jest strefą przejściową między strefą bezporostową a strefą walki.

Strefa II na terenach wyżynnych tworzy mozaikę ze strefą I na obszarach najbardziej zagrożonych, w obrębie stref bezporostowych i w pasie lasów graniczących z drogami publicznymi (ryc. 2).

W strefie III nastąpił całkowity rozpad struktury zespołów epifitycznych na wszystkich prawie gatunkach drzew leśnych (z wyjątkiem osiki). Jest to typowa strefa walki, w której powstałe przy życiu gatunki mają bardzo słabą kondycję, a wiele plech pozostałych na pniach jest martwych albo (jak w przypadku *H. physodes*) żywych tylko w części obwodowej plechy. *Parmelia sulcata* w tej strefie ma brunatnoczerwony miąższ, pozbawiony ponad 80% żywych komórek glonu.

W strefie III znajdują się lasy strzeleckie, lasy okolic Białopola, Pobołowic, Kamienia, niektóre obszary lasów okolic Białki, Łopiennika, Sawina, Syczyna, Malinówki, Woli Uhruskiej, Lubienia, Zahajek, Wyryk i Kaplonosów.

Strefa IV charakteryzuje się dobrze zachowaną florą epifityczną, zwłaszcza na drzewach liściastych (tab. 7 i 8), gdzie obok *Hypogymnia physodes* i *Parmelia sulcata* pospolicie rośnie *Pseudevernia furfuracea*, *Evernia prunastri*, *Ramalina*

Tab. 4. Epifityczna flora mszaków na *Quercus*  
Epiphytic flora of Bryophytes on *Quercus robur*

Wyniki z lat	1935-1975															
	Stanowiska															
	1															
Gatunki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Hepaticae</i>																
<i>Frullania dilatata</i>	+	+	+			1	1			+			+			
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	+	+		+	1	2			+			2		+	
<i>Metzgeria furcata</i>	+					+	3			+			1			
<i>Porella platyphylla</i>							1						+			
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	1	1	1	1	1	1	1					+			+	
<i>Radula complanata</i>	2	2	2		1	3				2		1	1			
<i>Musci</i>																
<i>Brachythecium salebrosum</i>	2	2	1	+	1	+	2	1	1	+	1	1	1	1	1	+
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1
<i>Orthodicranum montanum</i>	2	2	2	1	2	1	2	+	+	1	+	1	2	+	1	+
<i>Hypnum cupr. v. cupressiforme</i>	3	3	3	1	1	1	3	1	2	2	1	1	2	1	1	1
<i>Leskea polycarpa</i>	1	1	1	+	+	+	2	+	1	x	+	+	1	+	+	+
<i>Orthotrichum stramineum</i>	1	+	+	+	+	+	+		+	+		+	+			
<i>Platygyrium repens</i>	1	1	+	1	1	1	1		+	+		+	+			
<i>Leskea nervosa</i>	1		1	+	+	+	1	+	+	x	+	+	1	+	+	+
<i>Isothecium myurum</i>	1	1	1	+	+	+	3	+	+	1	+	+	2	+	+	+
<i>Anomodon attenuatus</i>	2	2	2	1	1	1	2					1	2			
<i>Orthotrichum affine</i>	1	+	+	+	+	+	1					+	+			
<i>Pylaisia polyantha</i>	1	1	+	1	+	1	1			1		1	1			
<i>Leucodon sciuroides</i>	1	1	1	+	1	+	2		+	x		+	2	+	+	
<i>Orthotrichum speciosum</i>	1	+	+	+	+	+	1			+	+	+	+	+	+	
<i>Anomodon viticulosus</i>	3	1	1				2			1		+	2			
<i>Homalothecium sericeum</i>	1	+	+		x		1						+			
<i>Homalia trichomanoides</i>	1	+	+				3						2			
<i>Ulota crispa</i>	+	+	+	+	1	1	+			+		+	+			
<i>Neckera complanata</i>	1	+	+				2					+	+			
<i>Anomodon longifolius</i>	1	1					1						+			
<i>Dicranum scoparium</i>	+						+									
<i>Neckera pennata</i>							+									

Objaśnienia jak w tab. 1.

Explanation see Table 1.

*farinacea*. Stwierdza się tu na pojedynczych stanowiskach *Cetraria chlorophylla*, *Hypogymnia tubulosa* i *Platismatia glauca*. Na pniach sosny duży udział mają: *Usnea hirta*, *Parmeliopsis aleurites* i *Pseudevernia furfuracea*. Najbardziej reprezentatywnymi mszakami tej strefy na dębach są: *Homalia trichomanoides*, *Homalothecium sericeum*, *Leskea nervosa* i *Leucodon sciuroides*.

W strefie tej znajdują się częściowo obszary lasów okolic Sawina, Malinówki, Woli Uhruskiej i Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego na linii: Sosnowica-Zagłębcze-Wytyczno-Kołacze-Włodawa-Sobibór.



robur i *Q. sessilis* na wys. 60–200 cm  
and *Q. sessilis* 60–200 cm above ground

1985–1986																
1									2							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7
+	+	+			1	1										
+	+	+	+	x	1	2			1			+				
						2						+				
						x										
+				+		+										
+	+	+			+	2			1			+				
1	1	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	2	1	+	1	1	2	1	1	1	1	1	x	+	+	x	+
1	1	1	+	1	1	2	1	1	2	+	1	x	x	+	+	+
3	2	2	1	1	2	2	1	1	2		+	1	1	+	+	+
+	+	+	x	x	x	2		+	x		+	+				+
x	x	x	x	x	x	x		x								
+	+	x		+	x	x		x		1	1					+
x	x			x	x	1		+								+
1	1	x			+	2		x								x
1	x	x				2		+			x					
x			x	x	x	x										
1	+	+	+	+	+	1		x			+					+
1	+	+		x		1		x								
x	x	x			x	x					x					
x						2		x								
						+		x								
						2		x								
x																
1						1										
						+										
						x										

Strefa V charakteryzuje się mało zmienioną florą epifityczną, a w zespołach brak jest tylko najbardziej wrażliwych gatunków. Epifityczną florę stwierdza się tu również w koronach drzew. Plechy porostów zachowują normalny wzrost i rozwój. Charakterystycznymi gatunkami na pniach sosen są: *Bryoria crista*, *Br. subcana*, *Hypogymnia tubulosa*, *Parmeliopsis ambigua* i *Platismatia glauca*, a na pniach dębów: także *Cetraria chlorophylla*, *Parmelia saxatilis*, *P. dubia*, *Pseudoparmelia caperata*, *Usnea comosa*, a z porostów skorupkowatych *Per-tusaria leioplaca*, *P. pertusa*. Spotykanymi mszakami tej strefy są: *Anemodon*

Tab. 5. Epifityczna flora porostów na *Betula*  
Epiphytic flora of lichens on *Betula pendula*

Wyniki z lat	1935 1975															
	Stanowiska															
Gatunki	1															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Hypogymnia physodes</i>	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Lepraria aeruginosa</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Lecidea scalaris</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Parmelia sulcata</i>	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	1	2
<i>Parmelia exasperatula</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Parmelia fuliginosa</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Parmelia subaurifera</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Lecanora hageni</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecanora conizaeae</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecanora conizaeoides</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bacidia chlorococca</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Physcia ascendens</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Physcia tenela</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Physcia dubia</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Physcia orbicularis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Physconia farrea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Opegrapha rufescens</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecidea glomerulosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecidea elaeochroma</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cladonia bacillaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Evernia prunastri</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>Ramalina farinacea</i> var. <i>multifida</i>	2	2	2	2	2	1	+	2	2	2	1	1	1	1	1	1
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1
<i>Platismatia glauca</i>	2	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2
<i>Cetraria chlorophylla</i>	1	1	1	1	1	1	+	1	+	1	+	1	1	+	1	+
<i>Ramalina pollinaria</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Usnea hirta</i> ssp. <i>hirta</i>	1	1	1	1	1	1	+	+	1	1	+	1	+	+	+	+
<i>Cetraria sepincola</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pertusaria coccodes</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Lecanora chlorona</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parmeliopsis aleurites</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudoparmelia caperata</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Usnea comosa</i> ssp. <i>similis</i>	1	1	1	+	1	+	+	+	1	+	1	+	1	+	+	+
<i>Bryoria crispa</i>	1	+	1	1	1	+	+			1	+	1	+	+	+	+
<i>Bryoria subcana</i>	+	+	+	+	+	+		+		+		+				
<i>Bryoria implexa</i>	x	+	+	+	+	+				+		1				
<i>Evernia mesomorpha</i>	+	+	+	+	+	+	+			+		+	+			
<i>Parmelia dubia</i>	x	x	x	x	x	x		x		x		x	x	x		



Wyniki z lat	1935-1975															
	Stanowiska															
	1															
Gatunki	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Usnea dasypoga</i>	1	+	1	+	+	+	+	+		+		1	+			
<i>Usnea hirta</i> spp. <i>villosa</i>	1	1	1	1	1	+	+	+		+		+	+			
<i>Ramalina farinacea</i> v. <i>phalerata</i>	+	+	+	+	+	+	+			+		+				
<i>R. farinacea</i> v. <i>pendulina</i>	+	+	+	+	+	+	+			+		+				
<i>R. farinacea</i> v. <i>luxurians</i>	1	1	1	1	1	1	+	1	+	1	+	1	1	1		
<i>Bryoria positiva</i>		+	+	+	+					+		+				
<i>Pertusaria phymatodes</i>	x	x	x	x	x	x		x		+	+	+	+	+		
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	x	x	x	x	x	x		x				x				
<i>Pertusaria maculata</i>	x	x	x	x								x				
<i>Lecidea symmicta</i>	x	x	x	x				x				x	x			
<i>Usnea laricina</i>	+	+				+						+	+			
<i>Lecanora pallida</i>			+		+											
<i>Lecanora varia</i>	+	+	+	+	+	+	+					+	+			
<i>Parmelia olivacea</i>		+	+		+					+		+				
<i>Physconia enteroxantha</i>								x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Xanthoria parietina</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Caloplaca pyracea</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Objaśnienia jak w tab. 1.

Explanation see Table 1.

*attenuatum*, *A. viticulosus*, *Isothecium myurum*, *Metzgeria furcata*, a na sosnach pospolicie występuje *Ptilidium pulcherrimum*.

Na obszarze woj. chełmskiego tylko niewielkie fragmenty lasów mają tak dobrze zachowaną florę epifityczną. Stwierdzono je na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim w okolicach Sosnowicy, Zagłębcza, Włodawy i Sobiboru, w obszarach strefy IV.

Strefa VI obejmuje obszary o czystym i wilgotnym powietrzu, z obfitą nadrzewną florą mszystą i porostową, z porostami w koronach drzew. Nie występuje ona już w lasach woj. chełmskiego.

Za gatunki wymarłe na tym obszarze należy uznać: *Bryoria implexa*, *Br. motykana*, *Br. setacea*, *Br. tatariewiczii*, *Cetrelia cetrarioides*, *Hypogymnia bitteriana*, *Lobaria pulmonaria*, *Nephroma parile*, *Parmelia trichotera*, *Ramalina farinacea* var. *gracilentata*, var. *pendulina*, var. *phalerata*, *Ramalina pollinaria* var. *multipartita*, *Thelotrema lepadinum*, *Usnea ceratina*, *U. faginea*, *U. fulvovireagens*, *U. sublaxa*. Z mchów wyginęły gatunki *Neckera*.

#### PODSUMOWANIE WYNIKÓW

W badaniach bioindykacyjnych i monitoringowych główną rolę biotestów odgrywiają epifity drzew, a zwłaszcza porosty i wątrobowce. Reagują one, jako

Table 5 continued

1985-1986																												
1							2																					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7		
x		x																										
			x																	x								
			x			x															x							
x	x	x	x			x															x	x						
x	x	x	x			x																						
+	+							x		x		x								x								
+	+	+	+	+				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	x	x	x	x	+	+	+	+	+	+
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

pierwsze, na zmiany w mikroklimacie siedlisk oraz na wzrost zanieczyszczenia atmosfery i skażenia wody atmosferycznej.

W naszych warunkach klimatycznych gazowy  $\text{SO}_2$  utrzymuje się w powietrzu bardzo krótko, najwyżej przez kilka godzin. O wymieraniu epifitów decydują kwaśne deszcze, ich działanie na metabolizm organizmów oraz stężenie w plechach i łądkach mszaków. Na ilość kwasów w atmosferze wpływają różnorodne czynniki. Oprócz temperatury, znaczny wpływ mają rodzaje emitowanych pyłów oraz biologiczna aktywność substancji. Najbliżej Chelma i Rejowca, na obszarach będących pod wpływem działania emisji cementowni, nie bez znaczenia są pyły. One prawdopodobnie neutralizują znaczną część kwasów. Jednocześnie wiążą znaczne ilości wody atmosferycznej, co nie pozostaje bez wpływu na florę epifityczną.

Stosując rozmieszczenie wybranych gatunków biotestów lub całych grup ekologicznych (np. epifitów), ich udział w biocenozie lasu w różnych warunkach zagrożenia rejestruje reakcja samych roślin. Jednocześnie tylko na podstawie analizy florystycznej i ekologicznej można określić obszar działania emisji, wskazać na najbardziej uciążliwego emitora — źródła najbardziej szkodliwych skażeń. Znając wrażliwość typowych biotestów (*Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*), także z dużym przybliżeniem określić można ilość  $\text{SO}_2$  w powietrzu w poszczególnych strefach skażeń.

Opracowując strefy skażeń (ryc. 2), nie dysponowaliśmy wynikami badań

Tab. 6. Epifityczna flora mszaków na *Betula*  
Epiphytic flora of Bryophytes on *Betula pendula*

Wyniki z lat	1935-1975																
	Stanowiska	1															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6
<i>Hepaticae</i>																	
<i>Frullania dilatata</i>	1	+	+		+	+	+							+			
<i>Lophocolea heterophylla</i>	+	+	+			+	+										
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	2	1	1		+	+	2	+		+				+			
<i>Radula complanata</i>	1	+	1		+	+	1	+		+				+		+	
<i>Musci</i>																	
<i>Brachythecium salebrosum</i>	+	+	+			+	1		+		+	+	+	+	+	+	
<i>Dicranum scoparium</i>	1	+	1				1			+							
<i>Hypnum cupressiforme</i>	2	2	2	+	1	+		+	+	+	+	+					
<i>Orthodicranum montanum</i>	1	1	1		1		1	+	+	+	+	+				+	
<i>Orthotrichum speciosum</i>	+	+	+				+										
<i>Platygyrium repens</i>	+	+					+										
<i>Pohlia nutans</i>	+	+	+				+										
<i>Ulota crispa</i>	+	+	+				1										

Objaśnienia jak w tab. 1.

Explanation see Table 1.

fizykochemicznych. Juda\* (1986) podaje dla woj. chełmskiego ilości  $\text{SO}_2$  w powietrzu w granicach 10–32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Flora epifityczna jest na znacznej części województwa odzwierciedleniem tego stanu. Wyjątek stanowią okolice Chełma, Rejowca i Krasnegostawu, obszary wchodzące w skład chełmsko-krasnostawskiego zagłębia przemysłowego z całą infrastrukturą, stanowiące strefę bezporostową (strefy I i II). Są to tereny, na których, naszym zdaniem, ilość  $\text{SO}_2$  jest znacznie wyższa, a ponadto podwyższone wartości  $\text{SO}_2$  i innych trucizn występują zarówno w lecie, jak i w zimie. Na pozostałych obszarach tylko w okresie, kiedy dochodzą emisje komunalne. W strefie I i II, częściowo i w III nakładają się na ogólne skażenia atmosfery lokalne emisje przemysłowe i komunalne. Natomiast w strefach IV i V lokalnie dochodzą tylko emisje komunalne, znacznie podwyższone w chłodnych okresach, zwłaszcza w zimie, a minimalne są w lecie.

Z naszych badań wynika, że gwałtowne wymieranie epifitów w woj. chełmskim nastąpiło w ostatnim 20-leciu. Przyczynił się do tego intensywny rozwój gospodarczy regionu, rozwój przemysłu i budownictwa, korzystających z opalania węglem, intensywny rozwój motoryzacji i transportu oraz chemizacja i mechanizacja rolnictwa.

\* Mapa stężeń  $\text{SO}_2$  na obszarze Polski.

*pendula* i *B. pubescens* na wys. 60–200 cm  
and *B. pubescens* 60–200 cm above ground

1985–1986																											
1														2													
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	
+	+	+																									
+	+	+				+	1																				
2	2	+	+	+	+	+	+				+																
1	1	1		+	+	1	+		+		+							+	+	+		+					
+	+	+		+		1			+			+		+		+		+			+						
+	+	+							+												+						
2	2	2				2			+		+	+	+							+		+		+	+	+	
1	1	1				1			+	1	+	+	+						+		+			+	+	+	
+																											
	+					+																					
	+		1			+																					
	+	+				+																					

Tab. 7. Strefy lichen- i brioindykacyjne na podstawie epifitycznych gatunków na *Pinus silvestris*  
Contamination zones based on epiphytic index species on *Pinus silvestris*

Strefa Zone	Gatunki wskaźnikowe Index species
0	Epifitów brak No epiphytes
I	<i>Protococcus viridis</i> (obficie – abundant) V, <i>Bacidia chlorococca</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> i <i>L. conizaea</i> IV. Epifitycznych Bryophyta brak (no epiphytic bryophytes) Lokalnie (Locally): <i>Caloplaca pyracea</i> ×, <i>Catillaria denigrata</i> ×, <i>Physcia dubia</i> ×, <i>Ph. orbicularis</i> ×, <i>Xanthoria parietina</i> ×
II	<i>Hypogymnia physodes</i> + I, <i>Lecidea scalaris</i> + – I II, <i>Lepraria aeruginosa</i> IV, <i>Hypnum cupressiforme</i> + I oraz gatunki strefy I (and species zone I)
III	<i>H. physodes</i> 1–3 III–IV, <i>L. scalaris</i> + – I II–III, <i>L. aeruginosa</i> IV, <i>Parmeliopsis aleurites</i> + II–III, <i>Lecanora pinastri</i> + I, <i>L. conizaea</i> + – I III, <i>L. conizaeoides</i> + – I III, <i>P. viridis</i> V, <i>Cladonia coniocraea</i> + – I III (podstawa pni – trunk base), <i>H. cupressiforme</i> + II, <i>Orthodicranum montanum</i> + II, <i>Ptilidium pulcherrimum</i> + I, <i>Bacidia chlorococca</i> IV Lokalnie (Locally): <i>Usnea hirta</i> ×
IV	<i>H. physodes</i> + – 4 IV–V, <i>L. scalaris</i> + – 4 IV–V, <i>L. aeruginosa</i> IV, <i>U. hirta</i> + II–IV, <i>P. aleurites</i> + – I II–IV, <i>Pseudevernia furfuracea</i> + – I II–IV, <i>Cetraria pinastri</i> × (podstawa pni – trunk base), <i>Cladonia cenotea</i> + I, <i>Cl. digitata</i> + – I II, <i>L. conizaea</i> , <i>L. conizaeoides</i> i <i>P. viridis</i> + II–III, <i>L. pinastri</i> + I, <i>H. cupressiforme</i> 1 II–III, <i>O. montanum</i> + – I II–III, <i>Pt. pulcherrimum</i> + II, <i>Pohlia nutans</i> + I

Ciąg dalszy tab. 7 – Table 7 continued

Strefa Zone	Gatunki wskaźnikowe Index species
V	<p><i>H. physodes</i>, <i>L. scalaris</i> i <i>L. aeruginosa</i> + -4 IV-V, <i>P. aleurites</i> + -1 III-IV, <i>Ps. furfuracea</i> + -1 III-IV, <i>U. hirta</i> + -1 III-IV, <i>Parmeliopsis ambigua</i> + II, <i>Cladonia bacillaris</i> + I, <i>Cl. cenotea</i> + -1 II-III, <i>Cl. digitata</i> + -1 II-III, <i>B. chlorococca</i>, <i>L. conizaea</i>, <i>L. conizaeoides</i> I. <i>P. viridis</i> + I, <i>L. pinastri</i> + I, <i>C. pinastri</i> + I (podstawa pni - trunk base). <i>Caliciaceae</i> + I-II (w najstarszych drzewostanach - in the oldest stand of trees), <i>H. cupressiforme</i> + -1 II, <i>Dicranum scoparium</i> + I, <i>O. montanum</i> + -1 III-IV, <i>Pt. pulcherrimum</i> 1-2 III, <i>P. nutans</i> + II-III</p> <p>U podstawy pni i w niższych partiach w starszych drzewostanach zespół <i>Parmeliopsisidetum ambiguae</i>, a w wyższych partiach pni zespół <i>Parmelietum furfuraceae</i></p> <p>At the trunk base and lower parts in old stand of trees association of <i>Parmeliopsisidetum ambiguae</i>, and in higher parts association of <i>Parmelietum furfuraceae</i></p> <p>Lokalnie gałązki sosny w podroście obficie porośnięte przez gatunki zespołu <i>Parmelietum furfuraceae</i></p> <p>Locally, pine branches in the undergrowth abundantly covered by species of <i>Parmelietum furfuraceae</i> association</p>
VI	<p><i>H. physodes</i> 1-4 IV-V oraz gatunki strefy V (and species of zone V). Ponadto (Moreover): <i>Hypogymnia tubulosa</i> + I-II, <i>Platismatia glauca</i> + -2 IV-V, <i>Bryoria crispa</i> + I-II, <i>Br. subcana</i> + I-II, <i>Br. implexa</i> + I-II, <i>P. ambigua</i> + -1 II-III. Mszaki jak w strefie V (Bryophytes as in zone V)</p> <p>Lokalnie (Locally): <i>Evernia prunastri</i> ×, <i>E. mesomorpha</i> + I-II, <i>Bryoria tatariewiczii</i> ×, <i>Br. setacea</i> ×, <i>Br. motykana</i> ×</p>

Objaśnienia: + - 5% pokrycia w skali 5°, × - gatunek rosnący sporadycznie, I-V - stałość.

Explanation: + - 5% of covering in 5° scale, × - sporadically growing species, I-V - constance.

Tab. 8. Strefy lichen- i brioindykacyjne na podstawie epifitycznych gatunków wskaźnikowych na *Quercus robur* i *Q. sessilis*  
Contamination zones based on epiphytic index species on *Quercus robur* and *Q. sessilis*

Strefa Zone	Gatunki wskaźnikowe Index species
0	<p>Porostów i mszaków epifitycznych brak, miejscami <i>Protococcus viridis</i> (No lichens and epiphytic bryophytes)</p> <p>Lokalnie (Locally): <i>Protococcus viridis</i></p>
I	<p><i>Protococcus viridis</i> (obficie - abundant) V, <i>Bacidia chlorococca</i> III-IV, <i>Leparia aeruginosa</i> II, <i>Lecanora conizaea</i> II-IV, <i>L. conizaeoides</i> II-IV, <i>Buellia punctata</i> + -1 II-III, <i>Hypnum cupressiforme</i> + I-II.</p> <p>Lokalnie (Locally): <i>Physcia dubia</i> ×, <i>Xanthoria parietina</i> ×, <i>Pertusaria coccodes</i> + I, <i>Phlyctis argena</i> +</p>
II	<p><i>Hypogymnia physodes</i> + -1 II, <i>Parmelia sulcata</i> + -1 I-II, <i>P. fuliginosa</i> + I-II, <i>P. exasperatula</i> + I, <i>P. revoluta</i> ×, <i>Lecanora carpinea</i> i <i>L. chlarona</i> + -1 I-II (głównie na dębach w podroście), <i>L. conizaea</i> i <i>L. conizaeoides</i> IV-V, <i>B. chlorococca</i> IV, <i>Pertusaria coccodes</i> + -1 I-III, <i>P. amara</i> ×, <i>P. discoidea</i> ×, <i>Evernia prunastri</i> + I-II, <i>H. cupressiforme</i> + -1 II, <i>Orthodicranum montanum</i> + -1 II, <i>Pylaisia polyantha</i> + I, <i>Radula complanata</i> + I, <i>P. viridis</i> (obficie - abundant).</p> <p>Lokalnie (Locally): <i>Xanthoria parietina</i> + I, <i>Physcia orbicularis</i> i <i>Ph. dubia</i> + I</p>



Ciąg dalszy tab. 8 – Table 8 continued

Strefa Zone	Gatunki wskaźnikowe Index species
III	<i>H. physodes</i> 1-4 IV, <i>Grahis scripta</i> + -2 III, <i>Pseudoparmelia caperata</i> + I, <i>Ramalina farinacea</i> var. <i>multifida</i> i var. <i>luxurians</i> + I, <i>E. prunastri</i> 1-2 II-III, <i>P. exasperatula</i> + I-II, <i>P. subaurifera</i> + I, <i>P. fuliginosa</i> + -2 II, <i>P. sulcata</i> 1-3 IV, <i>L. carpineae</i> + -1 II, <i>L. chlorona</i> + -1 II, <i>L. conizaeoides</i> + I-II, <i>L. conizaea</i> + I-II, <i>Pertusaria</i> grupa (group) <i>amarae</i> + -1 II-III, <i>P. coccodes</i> + -1 II, <i>Ph. argena</i> + I-II, <i>Dicranum scoparium</i> + I, <i>H. cupressiforme</i> var. <i>filiiforme</i> 1-2 II, <i>O. montanum</i> 1-2 II, <i>Frullania dilatata</i> + I, <i>R. complanata</i> 1-2 II-III. Całkowity rozpad zespołów epifitycznych (Total disintegration of epiphytic associations)
IV	<i>H. physodes</i> 1-4 V, <i>P. sulcata</i> 1-3 V, <i>P. dubia</i> + I, <i>P. exasperatula</i> , <i>P. subaurifera</i> i <i>P. fuliginosa</i> + -1 (2) III-IV, <i>P. caperata</i> + -2 II, <i>Pseudevernia furfuracea</i> + -1 II, <i>L. chlorona</i> i <i>L. carpineae</i> + -1 IV (głównie w młodszych drzewostanach i w podroście – mainly in younger trees and in undergrowth), <i>Pertusaria</i> grupa (group) <i>amarae</i> + -1 IV, <i>E. prunastri</i> + -2 II-IV, <i>Cetraria chlorophylla</i> + -1 II, <i>Platismatia glauca</i> + -1 I, <i>Hypogymnia tubulosa</i> ×, <i>Usnea hirta</i> + I, <i>R. farinacea</i> var. <i>multifida</i> i var. <i>luxurians</i> + -2 II-IV, <i>D. scoparium</i> + -1 II, <i>F. dilatata</i> + II-III, <i>H. cupressiforme</i> var. <i>filiiforme</i> 1-2 III, <i>O. montanum</i> + -1 III Lokalnie (Locally): <i>Homalia trichomanoides</i> 1-2 III, <i>Homalothecium sericeum</i> 1-2 III, <i>Leskea nervosa</i> + -1 II, <i>Leucodon sciuroides</i> 1-2 II, <i>Orthotrichum affine</i> + -11 II, <i>Bryum capillare</i> ×, porosty na najstarszych konarach, głównie z zespołu <i>Parmelietum furfuraceae</i> (lichens on the oldest branches, mostly of the <i>Parmelietum furfuraceae</i> association)
V	Oprócz gatunków strefy IV (Besides zone IV species): <i>Pertusaria pertusa</i> + I, <i>P. leioplaca</i> ×, <i>P. phymatodes</i> + I, <i>Ramalina pollinaria</i> + III, <i>Platismatia glauca</i> + -2 IV (zwłaszcza w starszych drzewostanach – in the old stand of trees), <i>C. chlorophylla</i> + IV, <i>Usnea comosa</i> ssp. <i>similis</i> + I, <i>Anomodon attenuatum</i> 1-2 IV, <i>A. viticulosus</i> + -1 II, <i>H. trichomanoides</i> 1-2 IV-V, <i>Isothecium nyurum</i> 11 II, <i>Metzgeria furcata</i> 1 II, <i>Ulota crispa</i> + II, <i>Orthotrichum stramineum</i> + I. Epifity na starszych konarach (Epiphytes on older branches)
VI	Oprócz gatunków stref IV i V (Besides species of zones IV and V): <i>R. farinacea</i> var. <i>gracilentata</i> , var. <i>pendulina</i> i var. <i>phalerata</i> + -3 II-III, <i>R. pollinaria</i> var. <i>multipartita</i> + -2 II-III, gatunki rodzaju <i>Usnea</i> + -2 II, <i>Anomodon longifolius</i> 1 II, <i>A. attenuatum</i> 1-2 III, <i>A. viticulosus</i> 1 II, <i>Neckera complanata</i> + -1 II, <i>N. pennata</i> ×, <i>Porella platyphylla</i> 1-2 II. Na pniach i w koronach drzew kilka zespołów porostowych, mszystych i mszysto-porostowych (On the trunks and crowns of the trees – several lichen associations, bryophytic and bryophytic-lichen)

Objaśnienia jak w tab. 7. Explanation see Table 7.

## PIŚMIENNICTWO

1. Bielecki K., Fabiszewski J., Warren M.: Zastosowanie porostów w ocenie skażenia powietrza na przykładzie Legnicko-Głogowskiego Okręgu Miedziowego [w:] Ocena degradacji naturalnego środowiska ziem południowo-zachodnich Polski. Konferencja Oddz. Wrocl. PAN, Wrocław 1979, 367-377.
2. Bljum B. O.: Wlijanije gazoobraznyh atmosfiernyh zagriazitatelej na liszajniki [w:] Miedzunarodn. szkoła po lichienoind. Tallin 1984, 35-51.

3. Börtitz S., Ranft H.: Zur SO<sub>2</sub> und Empfindlichkeit von Flechten und Moosen. Biol. Zbl. Leipzig **91**, 613–623 (1972).
4. Brodo I. M.: Lichen Growth and Cities. A Study on Long Island. Bryologist **69** (4), 427–429 (1966).
5. Brodo I. M.: Lichens and Air Pollution. Conservationist (N. Y.) **26**, 22–26 (1971).
6. Bystrek J.: Wrażliwość porostów na zanieczyszczenia atmosferyczne. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **29**, 413–419 (1974).
7. Bystrek J.: Zagrożenie rezerwatu leśnego na Bukowej Górze w Roztoczańskim Parku Narodowym. Chronimy przyr. ojcz. **32** (1), 34–35 (1976).
8. Bystrek J., Flisińska Z.: Porosty Wyżyny Lubelskiej. Fragm. Flor. Geobot. **26** (3–4), 239–260 (1980).
9. Bystrek J., Górzyńska K.: Porosty Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C **32**, 53–68 (1977).
10. Bystrek J., Karczmarz K.: Zmiany we florze porostów i mszaków nadrzewnych w rezerwacie leśnym na Bukowej Górze w Roztoczańskim Parku Narodowym. Parki Nar. i Rez. Przyr. **8** (2), 5–14 (1987).
11. Bystrek J., Pomian U.: Wykorzystanie porostów jako wskaźników zanieczyszczenia atmosfery na przykładzie lasów graniczących z Zakładami Azotowymi w Puławach. Folia Soc. Sci. Lubl. sect. Geogr. **23** (1/2), 7–16 (1981).
12. Cieśliński S.: Zmiany we florze porostów epifitycznych i epiksylicznych na obszarze Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Rocznik Świętokrzyski **12**, 125–142 (1985).
13. Cieśliński S., Toborowicz K.: Wpływ pyłów przemysłu cementowo-wapiennego na rozmieszczenie wybranych gatunków porostów w rejonie Białego Zagłębia koło Kielc. Studia Kieleckie **3** (27), 7–20 (1980).
14. Coker P. D.: The Effects of Sulphur Dioxide Pollution on Bark Epiphytes. Transact. Brit. Bryol. Soc. **5**, 341–347 (1967).
15. Comeau G., Le Blanc F.: Influence de l'ozone et de l'anhydride sulphureux sur le régénération des feuilles le *Funaria hygrometrica*. Hedw. Natural. Cand. **98**, 347–358 (1971).
16. Comeau G., Le Blanc F.: Influence du fluor sur le *Funaria hygrometrica* et l'*Hypogymnia physodes*. Canad. Journ. Bot. **50**, 847–856 (1972).
17. Czyżewska K.: Zanikanie porostów epifitycznych pod wpływem antropogenicznej degeneracji lasów liściastych w Puszczy Pilickiej. Phytocoenosis **5** (3–4), 363–375 (1976).
18. Dässler G. H., Ranft H.: Das Verhalten von Flechten und Moosen unter dem Einfluss einer Schwefeldioxidbelastung. Flora **158**, 454–461 (1969).
19. Dernelle S.: Les Lichens et la pollution atmospherique. Bull. Ecol. **9**, 87–128 (1978).
20. De Sloover J. R.: Végétaux épiphytes et pollution de l'air. Revue Quest. Sci. **25**, 531–561 (1964).
21. De Sloover J. R., Le Blanc F.: Pollutions atmosphériques et fertilité chez les mousses et chez les lichens épiphytiques. Bull. Acad. Soc. lorr. Sci. **9**, 82–90 (1970).
22. Düll R., Düll I.: Zur Bryogeographie und -ökologie des Burgholzes bei Wuppertal (MB 4708/4-Rheinland) und seiner näheren Umgebung. Jhbr. Naturwiss. Vereins in Wuppertal **30**, 21–48 (1977).
23. Eusgraber A.: Über den Einfluss der Austrocknung auf die Assimilation und Atmung von Moosen und Flechten. Flora **141**, 433–475 (1954).
24. Fabiszewski J., Brej T., Bielecki K.: Fitoindykacja wpływu huty miedzi na środowisko biologiczne. Prace Wrocł. Tow. Nauk., seria B. **207**, 1–110 (1983).
25. Gilibert O. L.: Bryophytes as Indicators of Air Pollution in the Tyne Valley. New Phytologist **67**, 15–30 (1968).
26. Gilibert O. L.: Further Studies on the Effect of Sulphur Dioxide on Lichens of Bryophytes. New Phytologist **69**, 605–627 (1970).

27. Grodzińska K.: Mchy i kora drzew jako czułe wskaźniki skażenia środowiska gazami i pyłami przemysłowymi. [w:] Bioindykacja skażeń przemysłowych i rolniczych. PAN. Kom. Nauk o Ziemi, Wrocław 1983, 67–86.
28. Hawksworth D. L., Rose F.: Qualitative Scale for Estimating Sulphur Dioxide Air Pollution in England and Wales Using Epiphytic Lichens. *Nature (London)* **227**, 145–148 (1970).
29. Hawksworth D. L., Rose F.: Lichen as Pollution Monitors. E. Arnold (ed.). *Studies in Biology*. London 1976.
30. Hill D. J.: Some Effects of Sulphide on Photosynthesis in Lichens. *New Phytologist* **73**, 1193–1205 (1973).
31. Hofman G. R.: Bark Samplers for Use in Air Pollution-epiphytic Cryptogamic Studies. *Bryologist* **74** (4), 490–493 (1972).
32. Karczmarz K.: Mchy Pojezierza Łęczyńsko-Włodawskiego. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C* **18**, 367–410 (1963a).
33. Karczmarz K.: Mchy zebrane na Pojezierzu Łęczyńsko-Włodawskim. *Fragm. Flor. Geobot.* **9** (1), 117–150 (1963b).
34. Karczmarz K.: Materiały do flory wątrobowców Lubelszczyzny. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C* **25**, 83–104 (1970).
35. Karczmarz K., Kuc M.: Mchy wschodniej części Wyżyny Lubelskiej. *Fragm. Flor. Geobot.* **8** (4), 483–508 (1962).
36. Kiszka J.: Korelacja pomiędzy występowaniem porostów rodzaju *Usnea* w okolicach Krakowa a zanieczyszczeniem powietrza dwutlenkiem siarki. *Acta Mycol.* **12** (2), 261–263 (1977).
37. Kwieciński F.: Roślinność gminy Hańsk powiatu Włodawskiego. *Pam. Fizjograf.* **14**, 27–61 (1896).
38. Le Blanc F.: Epiphytes and Air Pollution. *Air Pollut. Proc. Eur. Congr. Influence Air Pollut. Plants Anim.* 1968, 211–221 (1969).
39. Le Blanc F., Comanou G., Rao D. N.: Fluoride Injury Symptoms in Epiphytic Lichens and Mosses. *Canad. Journ. Bot.* **49**, 1692–1698 (1971).
40. Le Blanc F., Rao D. N.: Effects of Air Pollutants on Lichen and Bryophytes [w:] *Responses of Plants to Air Poll.* T. Kozlovsky, (red.) Academic Press, New York 1975, 237–272.
41. Le Blanc F., De Sloover J. R.: Relation between Industrialization and the Distribution and Growth of Epiphytic Lichens and Mosses in Montreal. *Canad. Journ. Bot.* **48**, 1489–1496 (1970).
42. Liberska-Szmid H.: Wpływ zanieczyszczeń atmosferycznych z cementowni w Opolu na mchy. *Opol. Tow. Przyj. Nauk. Wyd. Nauk Przyr.* Opole 1983.
43. Lisicka E.: Epiphytic Lichens in the Vicinity of a Nitrog. Fertil. Factory in South-west Slovakia [w:] *Zpr. Čs Bot. Společ.* Praha 1984, 52–52.
44. Martin J. L.: Lichenoindykacja sostojanija okružajuszcej sriedy [w:] *Wzaimodiejst. les. ekosyst. i zagriazn.* Cz. 1. Tallin 1982, 27–47.
45. Molski J.: Określenie stanu zagrożenia środowiska w skali kraju z wykorzystaniem *Pinus silvestris*. IPIS, PAN (maszynopis).
46. Morgan-Huwsn, Haynes F. N.: Distribution of Some Epiphytic Lichens around an Oil Refinery at Fawley, Hampshire [w:] *Air Pollution and Lichens*, Athlone Press, Ferry B. W., Baddeley M. S., Hawksworth D. L. (eds.) London 1973, 89–108.
47. Nash T. H.: Lichen as Indicators of Air Pollution. *Naturwissenschaften* **63**, 364–367 (1976).
48. Olech M., Dudek K.: The Influence of Industrial Air Pollution on the Epiphytic Lichens Vegetation in Skawina. *Abstract. XII Intern. Congr. Izd. Nauka, Leningrad* 1975, 66–68.
49. Ranft H., Dässler H. G.: Zur Rauempfindlichkeit von Flechten und Moosen ihrer Verwendung als Testpflanzen. *Arch. Natursch. Landschaftf.* **12**, 189–202 (1972).
50. Rasmussen I., Foliansen I.: Uptake of Minerals, Particularly Metals, by Epiphytic *Hypnum cupressiforme*. *Oikos* **27**, 484–487 (1976).

51. Richardson D. H. S., Nieboer E.: Lichens and Pollution Monitoring. *Endeavour* 5 (3), 127–133 (1981).
52. Rydzak J.: Lichen as Indicators of the Ecological Conditions of the Habitat. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C* 23, 131–164 (1968).
53. Rydzak J.: Flora i ekologia drzew przydrożnych. *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C* 25, 149–157 (1970).
54. Saunders P. J. W.: Air Pollution in Relation to Lichens and Fungi. *Lichenologist* 4, 337–349 (1970).
55. Sulma T.: Beiträge zur Kenntnis Flechtenflora des Lubliner Hügellandes. *Acta Soc. Bot. Pol.* 12, 39–67 (1935).
56. Świeboda K., Kalemba A.: Porosty — biologicznym wskaźnikiem zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego. *Wiad. Ekol.* 24, 209–224 (1978a).
57. Świeboda K., Kalemba A.: The Lichen *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 (1–2), 25–40 (1978b).
58. Taoda H.: Effects of Air Pollution on Bryophytes I. SO<sub>2</sub> Tolerance of Bryophytes. *Hikobia* 6 (3–4), 238–250 (1970).
59. Trass H.: Antropogennyje izmjenienija w lichenoflorie Estonii. *Folia Crypt. Eston.* 3, 25–27 (1978).
60. Türk R.: Monitoring of Air Pollutants by Lichen Mapping. [w:] Steubing L., Jäger H. J. (eds.): *Monitoring of Air Pollutants by Plants*. Junk Publ., Den Haag 1982, 25–27.
61. Winkler S.: Moose als Indikatoren bei SO<sub>2</sub>- und Bleibelastung. *Daten Dok. Umweltsch.* 19, 43–59 (1976).

## РЕЗЮМЕ

Эпифиты, а среди них лишайники, благодаря своим гигроскопическим свойствам, стали независимы от содержащейся в почве воды. Свои физиологические процессы они связали с атмосферной водой. Чистота воды и воздуха и ее количество определяют жизнь этой экологической группы.

Эпифиты играют очень большую роль в круговороте энергии и веществ и биоценозе леса, регулируют увлажнение и температуру, охраняют листья и стволы деревьев от перегрева. В результате это приводит к продлению времени ассимиляции CO<sub>2</sub> всех зеленых растений и одновременно к небольшому потреблению воды из почвы. Информации о вымирании эпифитов в Польше тревожны везде, это относится не только к промышленным и застроенным территориям. Деградации эпифитных сообществ можно наблюдать во всех натуральных и искусственных лесных ассоциациях и на всех видах деревьев.

В Холмском воеводстве наиболее отрицательные изменения произошли на возвышенной территории. Кроме того во всех лесных ассоциациях погибли эпифиты с крупными слоевищами в кронах деревьев (за исключением *Populus tremula*). Место первичной эпифитной флоры заняли эликсильческие виды (*Bacidia chlorococca*, *Lecanora conizaeoides*, а также водоросль *Protococcus viridis*). Одновременно уменьшилось число видов на стволах деревьев, в значительной степени уменьшилось также количество экземпляров на отдельных местах. На табл. 1–6 представлена и сравнена эпифитная флора с 27 местообитаний, а на рис. 2 на основании избранных коэффициентных видов, представленных на табл. 7 и 8, дано графическое представление нынешнего состояния эпифитной флоры.

Наиболее уничтоженную эпифитную флору на исследуемой территории (рис. 2) мы обнаружили в городах Холм, Реёвец, Красныстав, Влодава и в больших селениях — в центральной их части, где сплошные застройки, а также в лесах, граничащих непосредственно с городами и промышленными предприятиями. Наименее измененная флора наблюдается в лесах, расположенных далеко от самых больших скоплений народа и промышленных предприятий, в наиболее сохранных партиях лесов на Ленчинско-Влодавском поозерье.

#### SUMMARY

Epiphytes, especially arboreal lichens, became independent of ground waters owing to their hygroscopic properties and based their physiological processes on the atmospheric water. The purity of atmospheric water and its amount decide about the life of this ecological group.

Epiphytes play a significant part in the circulation of matter and energy in forest biocenosis, regulate humidity and temperature, protect leaves and tree trunk against overheating. This results in the prolonged time of  $\text{CO}_2$  assimilation of all producing agents while the water uptake from the soil is very low. News about epiphyte extinction in Poland is alarming everywhere, not only in industrial and urban areas. Degradation of the epiphytic environment can be observed in all forest communities, whether natural or artificial, and on all tree species.

In the Chełm voivodship the most negative changes occurred in the upland areas. Moreover, in all forest communities large-thallus epiphytes died out in tree-tops (except *Populus tremula*). Primary epiphytic flora was replaced by epixylic species (*Bacidia chlorococca*, *Lecanora conizaeoides* and algae *Protococcus viridis*). At the same time the number of species on tree trunk decreased and the number of specimens of surviving species in particular localities was greatly reduced. Tables 1–6 present and compare epiphytic flora in 27 localities while Fig. 2 demonstrates the present condition of epiphytic flora on the basis of selected index species presented in Tables 7 and 8.

The highest destruction of epiphytic flora in the studied area (Fig. 2) was reported in the towns of Chełm, Rejowiec, Krasnystaw, Włodawa and in larger settlements: in their centres with compact building and in the forests in the direct neighbourhood of towns and industrial plants. The smallest changes of epiphytic flora are reported in the forests far removed from the largest population centres and industrial plants, in the best preserved forest areas in the Łęczna-Włodawa Lake District.

