Wiadomości Botaniczne 36(1/2): 5–17,1992

PROBLEMY ZAGROŻENIA POROSTÓW W POLSCE

Problems of threatened lichenized fungi in Poland

Stanisław CIEŚLIŃSKI, Krystyna CZYŻEWSKA

Summary. The cause and effect of lichenized fungi (lichens) extinction and threat based on the red list, is analyzed. Every 25th species on the list of the Polish lichens is extinct, every 9th is endangered, and every 13th is vulnerable. The degree of threat of the epiphytic, epixylous, terrestrial, and epilithic lichens is discussed. The changes among lichens encountered in forests, towns, industrial regions, national parks and nature reserves are shown.

Key words. lichenized fungi (lichens), Poland, epiphytic, epilithic, epixylous, terrestrial lichens, threat, changes

Prof. dr Stanisław Cieśliński, Zakład Botaniki, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, ul. Warszawska 33, 25–518 Kielce
Dr Krystyna Czyżewska, Katedra Botaniki, Uniwersytet Łódzki, Zakład Geobotaniki i Ochrony Przyrody, ul. S. Banacha 12/16, 90–237 Łódź

WSTĘP

Około 60 lat temu Motyka [24] pisał: *Porównując dawne zestawienia i flory można bez żadnej przesady stwierdzić, że flora porostów zanika z niezwykłą szybkością.* W ciągu ostatnich trzydziestu lat proces wymierania porostów uległ przyspieszeniu, zarówno w skali lokalnej, jak i całego kraju, a tempo i zakres tych zmian jest szybsze niż możliwości rejestrowania tego zjawiska. Na „naszych oczach" ginie naturalny składnik wielu biocenoz, co zmniejsza ich różnorodność gatunkową i zmienia stan rodzimych zasobów roślinnych.

ROZMIARY ZAGROŻENIA

OCENA OGÓLNA

Florę porostów polskich szacujemy na 1600 gatunków. Z wielu powodów nie zostały one jeszcze poznane całkowicie ani pod względem taksonomicznym, ani procesów życiowych, zwłaszcza dotyczących symbiozy. Zgromadzone w ciągu kilkudziesięciu lat dowody wymierania tych organizmów przedstawia lista porostów zagrożonych [10, por. także 5, 6, 9]. Obecnie lista zawiera 602 taksony, czyli 37,6% ogólnej liczby flory krajowej, w tym: 60 gatunków (3,7% ogólnej flory) należy do kategorii wymarłych (Ex), 180 (11,2%) – do wymierających (E), 120 (7,5%) – do narażonych (V), 115 (7,2%) – to gatunki o nieokreślonym zagrożeniu (I), a 127 (8,0%) zalicza się do taksonów rzadkich (R). Nawet jeśli uwzględnimy fakt, że kategoria rzadkie nie jest liniową kategorią zagrożenia [por. 25], to i tak liczba porostów zagrożonych w Polsce wynosi 475 taksonów, czyli 29,7% ogólnej flory.

Zatem, w skali Polski średnio co dwudziesty piąty gatunek jest wymarły, co dziewiąty – wymierający, a co trzynasty jest narażony. Nie zna-

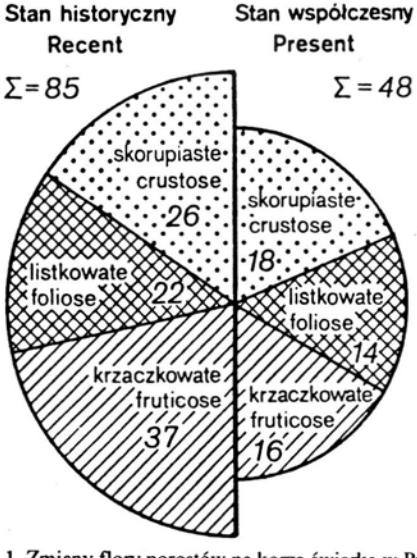
my statusu zagrożenia w odniesieniu do co dwunastego-piętnastego gatunku, choć dane pośrednie sugerują, że wiele z nich to taksony już wymarłe.

Cieśliński, Czyżewska i Fabiszewski [10] wskazują na następujące przyczyny zagrożenia: emisje przemysłowe, gospodarkę leśną, obumieranie górskich i wyżynnych ekotypów jodły i świerka, zmiany ekoklimatów i stosunków wodnych, chemiczne zanieczyszczenia wód, eksploatację skał i kopalnictwo odkrywkowe, urbanizację, motoryzację, intensywne rolnictwo, zbieractwo do celów leczniczych i kwiaciarskich.

Mimo ponadregionalnego, a często globalnego zasięgu wielu czynników niszczących, stopień zmian w kraju jest zróżnicowany. Mianowicie, obok regionów o katastrofalnym stanie tych roślin (Polska środkowa, południowo-zachodnia i południowa), znajdują się obszary o nieźle zachowanej florze, np. niektóre części Polski północnej i północno-wschodniej, wysokogórskie partie Tatr.

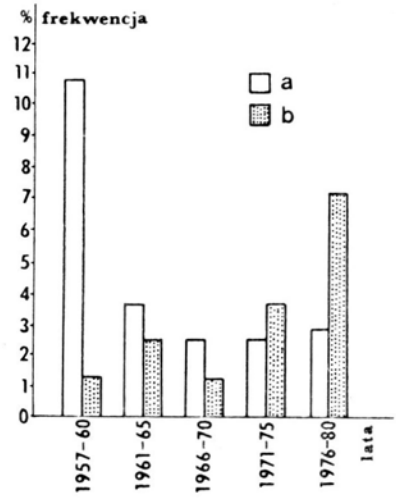
POROSTY EPIFITYCZNE

Epifity są najbardziej zagrożoną grupą ekologi-



Ryc. 1. Zmiany flory porostów na korze świerka w Puszczy Białowieskiej [wg 8].

Fig. 1. Changes of lichen flora on the spruce bark in the Białowieża Forest [after 8].



Ryc. 2. Zmiany we frekwencji *Usnea subfloridana* występującej na korze *Abies alba* (a) i *Betula pendula* (b) w Górach Świętokrzyskich [wg 4].

Fig. 2. Changes in frequency of *Usnea subfloridana* on the bark of *Abies alba* (a) and *Betula pendula* (b) at the Świętokrzyskie Mts [after 4].

czną. Stanowią one około 60% wszystkich gatunków zamieszczonych w czerwonej liście, a w kategorii wymierających (E) wskaźnik ten przekracza 80%. Za wymierające można obecnie uznawać całe grupy taksonomiczne, zwłaszcza takie, w których dominują epifityczne *macrolichenes*, np. rodzaje: *Usnea*, *Bryoria*, *Nephroma*, *Lobaria* i *Evernia*.

Zdecydowanie najsilniej zagrożone są porosty typowo leśne, a ich zanikanie jest dzisiaj wskaźnikiem niekorzystnych przeobrażeń jakim podlegają ekosystemy leśne. Sądzimy, że głównymi przyczynami ustępowania epifitów leśnych są: gospodarka leśna, a zwłaszcza zręby zupełne, obniżanie wieku rębności drzew, zmniejszanie się liczby starych drzew, zastępowanie różnogatunkowych drzewostanów liściastych i mieszanych monokulturami sosnowymi lub świerkowymi oraz zanieczyszczenia powietrza. Ten ostatni czynnik szczególnie wyraźnie oddziałuje w lasach graniczących z zakładami przemysłowymi i większymi miastami.

W przeszłości bogatą i urozmaiconą florą

wyróżniały się drzewa stojące samotnie i przydrożne, obficie pokryte porostami o dużych plechach, np. *Anaptychia ciliaris*, *Ramalina fraxinea*, *Melanelia acetabulum*, *M. subargentifera*, *Parmelina tiliacea*, *Physconia distorta*. Obecnie jedynie w Polsce północnej i północno-wschodniej flora porostów tych drzew jest jeszcze urozmaicona i zawiera wiele interesujących i rzadkich składników. W pozostałej części kraju drzewa przydrożne zostały wycięte w związku z modernizacją dróg, a tam gdzie jeszcze rosną, porosty giną z powodu dużej koncentracji zanieczyszczeń powietrza wzdłuż dróg.

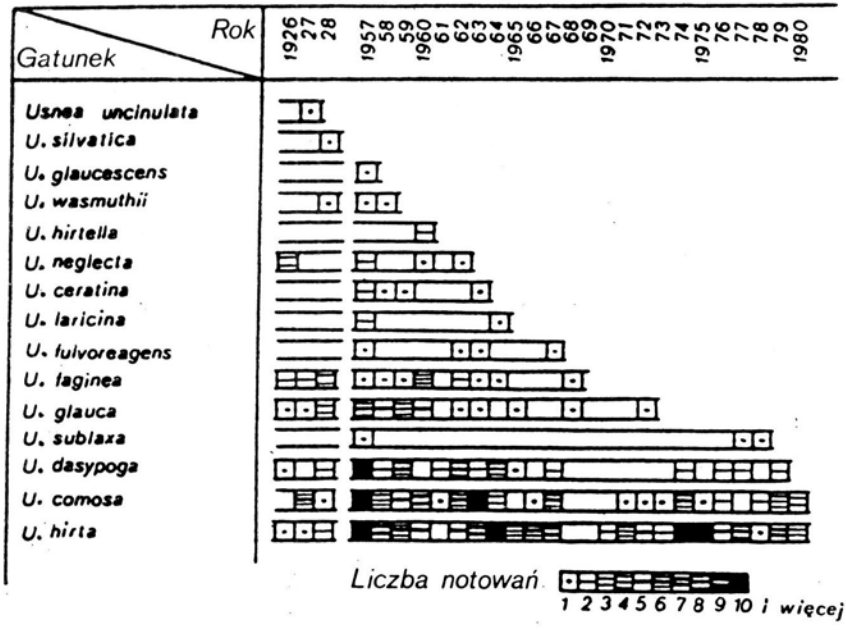
POROSTY EPIKSYLICZNE

Najmniej liczną grupą ekologiczną, choć silnie zagrożoną, są epiksylity. Bogata i zróżnicowana flora epiksyliczna utrzymuje się tylko w górach, Puszczy Białowieskiej i w innych dużych obszarach leśnych Polski północno-wschodniej. W pozostałych regionach Polski niżowej rejestrujemy gwałtowne zanikanie lub ubożenie stanowisk wielu gatunków związanych z murszejącym drewnem, jak: *Cladonia botrytes*, *C. parasitica*, *Icmadophila ericetorum*, *Chaenotheca brunneola*, *Calicium trabinellum*, *Lecidea turgidula* i in. W leśnych zbiorowiskach zastępczych flora murszejącego drewna jest bardzo uboga, ograniczona do niewielu szeroko rozprzestrzenionych gatunków, głównie z rodzaju *Cladonia*.

POROSTY NAZIEMNE

Porosty naziemne są mniej zagrożone. W piętrze halnym Tatr znajdują się nadal dobrze zachowane, bardzo interesujące zbiorowiska tych porostów, bez widocznych objawów ubożenia [26]. W większym stopniu niekorzystnym zmianom podlegają one w Karkonoszach [16]. Bardzo silnie zagrożone są natomiast epigeiczne porosty psammofilne i kserotermiczne, rosnące na nizinach i wyżynach Polski południowej.

Najczęściej porosty naziemne giną w wyniku bezpośredniego niszczenia stanowisk poprzez: eksploatację materiałów skalnych, zalesianie muraw (psammofilnych i kserotermicznych) oraz ugorów, nadmierne pozyskiwanie plech (np. *Cetraria islandica*) do celów farmakologicznych. Czasami bierna ochrona rezerwa-



Ryc. 3. Ubywanie gatunków rodzaju *Usnea* w Górach Świętokrzyskich [wg 4].

Fig. 3. Decrease of species of *Usnea* genera at the Góry Świętokrzyskie Mts [after 4].

towa muraw kserotermicznych, wyzwalająca procesy sukcesyjne, eliminuje niektóre gatunki roślin, w tym także porosty.

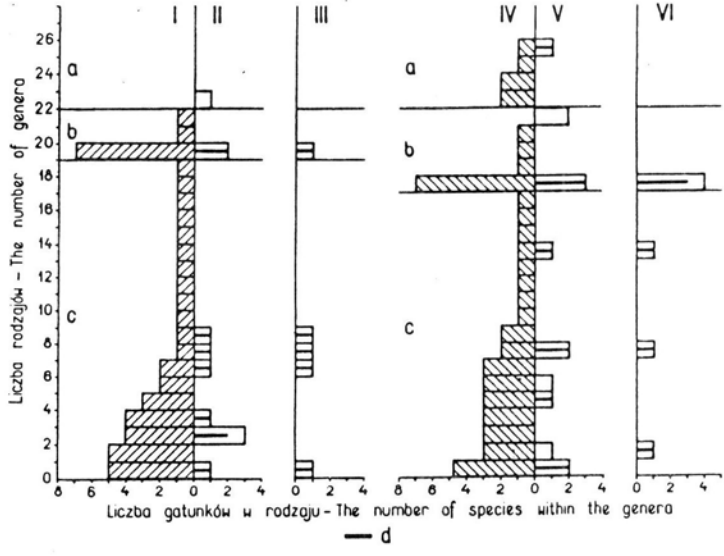
Poważnym zagrożeniem dla życia porostów naziemnych są zakłady przemysłowe i aglomeracje miejskie. W ich sąsiedztwie giną one z powodu nadmiernej koncentracji zanieczyszczeń powietrza i gleby oraz zmian fitoklimatu.

POROSTY NASKALNE

Grupą mniej zagrożoną są również epility. Często na tych samych stanowiskach bardzo długo utrzymuje się identyczny lub zbliżony stan gatunkowy. Między innymi przetrwało w niezmienionym składzie reliktowe wysokogórskie zbiorowisko porostów naskalnych, stwierdzone po raz pierwszy ponad 60 lat temu, w Górach Świętokrzyskich, na gołoborzach Łysej Góry [3, 23]. Budujące zbiorowisko gatunki, np. *Umbilicaria hyperborea*, *U. polyphylla*, *U. deusta*, *Brodoa atrofusca*, *Melanelia stygia*, *Xanthoparmelia incurva* tworzą tutaj niewielkie, izolowane populacje i są oddalone od najbliższych, tatrzańskich i sudeckich stanowisk o około 200–300 km. Nadal też utrzymują się stanowiska naskalnych taksonów porostów w Tatrach, Karkonoszach [16] i Pieninach.

O wiele bardziej zagrożone są epility rosnące na wyżynach. Zanikają także porosty zasiedlające głazy polodowcowe na nizinach, np. na Pomorzu Zachodnim są to: *Aspicilia gibbosa*, *Porpidia macrocarpa*, *Lecanora campestris*, *Rhizocarpon geographicum* i in. [18]. Niszczeniu epilitów sprzyja eksploatacja skał oraz zmiany warunków siedliskowych.

Zanieczyszczenia wód są z kolei źródłem zagrożenia dla porostów rosnących na głazach za-



Ryc. 4. Zanikanie porostów epifitycznych pod wpływem antropogenicznej degeneracji (pinetyzacja) lasów liściastych w Puszczy Pilickiej [wg 13]. Rozmieszczenie gatunków i rodzajów porostów wg grup morfologicznych na grabach (I, II, III) i dębach (IV, V, VI) w *Tilio-Carpinetum typicum* (I, IV) i w drzewostanach sosnowo-grabowych oraz sosnowo-dębowo-grabowych na siedliskach grądu (II, III, V, VI); I and IV – drzewa ponad 100-letnie, II i V – drzewa około 100-letnie, III i VI – drzewa 50–70 letnie; a – porosty krzaczkowate, b – porosty listkowate, c – porosty skorupiaste, d – gatunki wspólne.

Fig. 4. Disappearance of epiphytic lichens influenced by anthropogenic degeneration (pinetization) of deciduous forests in Pilica Forest (Central Poland) [after 13]. Distribution of species and genera of lichens according to morphological groups on hornbeams (I, II, III) and oaks (IV, V, VI) in *Tilio-Carpinetum typicum* (I and IV) and on scotch pine-hornbeam and scotch pine-oak-hornbeam stands in *Tilio-Carpinetum* habitat (II, III, V, VI); I and IV – trees over 100 years, II and V approx. 100 years, III and VI – 50–70 years; a – fruticose lichens, b – foliicolous lichens, c – crustaceous lichens, d – common species.

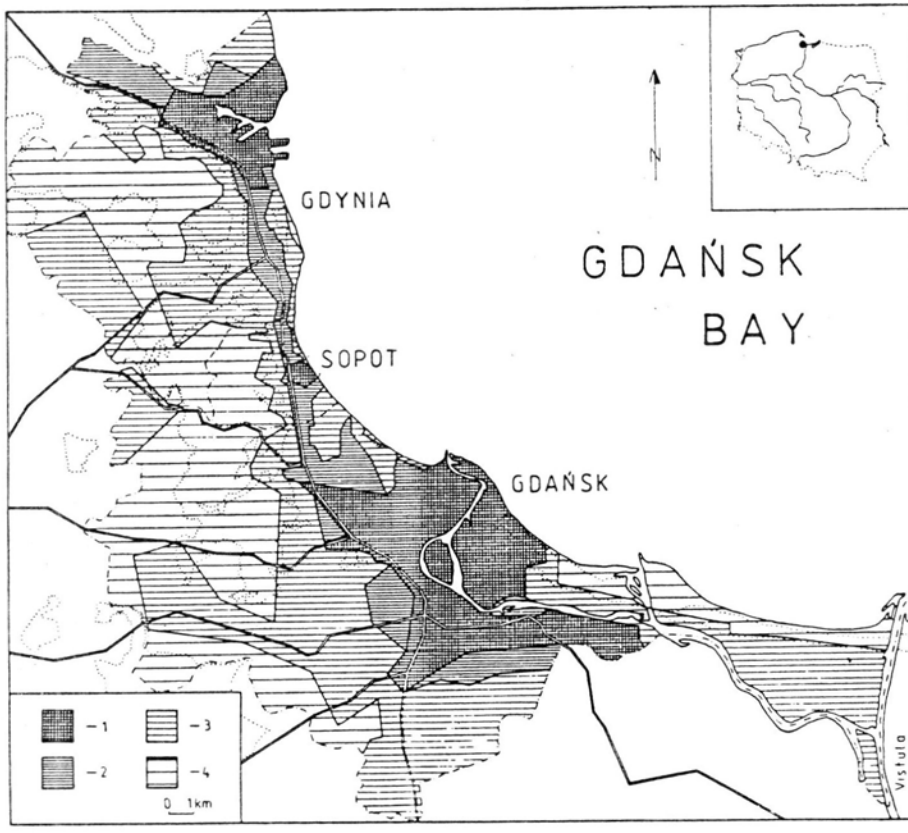
nurzonych bądź spryskiwanych wodą. Ustępują wówczas takie gatunki, jak: *Collema flaccidum*, *Dermatocarpon miniatum*, *Porina chlorotica*, *Verrucaria laevata* i in. [por. 18].

PRZEOBRAŻENIA FLORY POROSTÓW

Dla poszczególnych regionów Polski można obecnie przyjąć, że średnio co trzeci lub co czwarty takson nie jest już składnikiem flory lokalnej, zaś co piąty-dziesiąty – ma status taksonu wymierającego. Zjawisko to ilustrują dane z Pomorza Zachodniego [18], gdzie 25,1% flory porostów posiada tylko stanowiska historyczne, zaś 8,5% to gatunki z przewagą stanowisk historycznych.

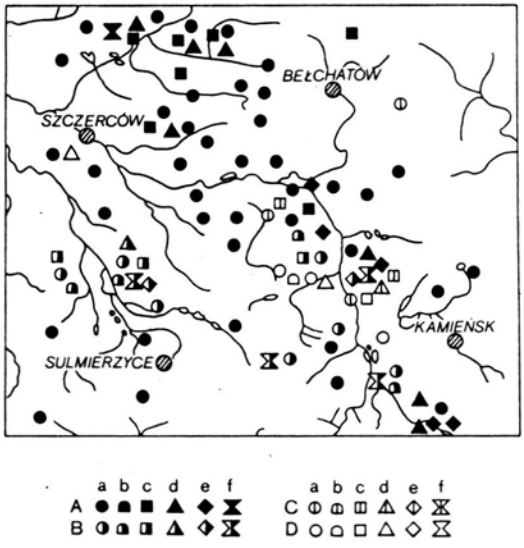
POROSTY LEŚNE

Z dotychczasowych danych wynika, że w lasach naturalnych na niżu i w górach największe straty ponosi flora porostów drzew iglastych (ryc. 1, 2). Giną jednocześnie taksony towarzyszące różnym zbiorowiskom leśnym i gatunkom drzew w reglowych lasach karpackich, np. porosty związane z bukiem: *Pyrenula nitida*, *P. nitidella*, *Graphis scripta*, *Thelotrema lepadi-*



Ryc. 5. Strefy występowania porostów w Gdańsku, Sopocie i Gdyni [wg 19]. 1 – bezwzględna pustynia porostowa, 2 – względna pustynia porostowa, 3 – strefa osłabionego wzrostu porostów, 4 – strefa normalnego wzrostu.

Fig. 5. Zones of lichen occurrence in Gdańsk, Sopot and Gdynia [after 19] 1 – total lichen desert, 2 – relative lichen desert, 3 – stunted growth zone, 4 – normal growth zone.



Ryc. 6. Rozmieszczenie wybranych gatunków porostów i zmiany wywołane budową Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego [wg 14]. Stanowiska: A – istniejące w latach 1984–1985, B – istniejące w latach 1984–1985, lecz wyraźnie zagrożone, C – zniszczone częściowo, D – zniszczone całkowicie; a – *Pseudevernia furfuracea*, b – *Usnea hirta*, c – *Platismatia glauca*, d – *Cetraria chlorophylla*, e – *C. sepincola*, f – *C. pinastri*.

Fig. 6. Distribution of selected lichen species and their changes by Bełchatów Industrial Region (Central Poland) [after 14]. Localities: A – existing in years 1984–1985, B – existing in years 1984–1985, however, evidently threatened, C – partially destroyed, D – totally destroyed; a–f see above.

num, *Lobaria pulmonaria*, *Cetrelia olivetorum*, *Opegrapha* sp. div., *Pertusaria* sp. div.

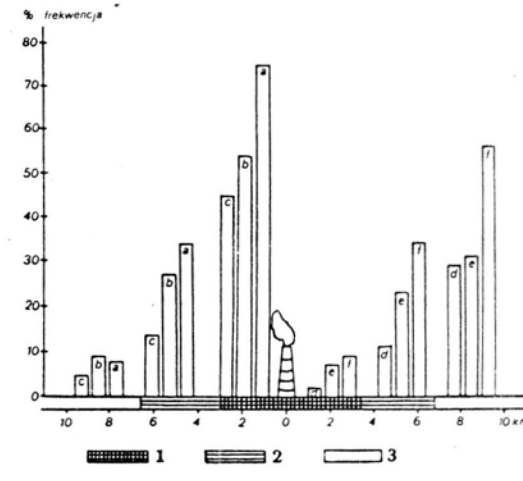
Różnorodność gatunkowa epifitów zmniejsza się również w najlepiej zachowanych na niżu Europy Środkowej zbiorowiskach leśnych Puszczy Białowieskiej. W lasach tych obecnie nie odnaleziono ponad 10% stanu porostów [8], np. z występujących dawniej 22 gatunków z rodzaju *Usnea* obecnie odnaleziono zaledwie 9. Jeszcze większe straty wśród brodaczek stwierdzono w Górach Świętokrzyskich (ryc. 3.).

Flora porostów zwykle nie odzyskuje swego pierwotnego składu tam, gdzie pospolite są leśne zbiorowiska zastępcze, rozwijające się na siedliskach lasów liściastych po zrębach zupełnych lub częściowych, np. w Polsce Środkowej (ryc. 4.). Zręby zupełne powodują oczywiście zanik epifitów w sposób drastyczny. Zręby częściowe i introdukcja sosny (pinetyzacja) redukują liczbę gatunków od 40 do 80–90%, w zależności od stopnia degeneracji lasu [13]. Zanikają wówczas epifity stenotopowe (skiofity, aerohigrofity, nawet mezofity), a zjawisku temu towarzyszy rozprzestrzenianie się niewielu gatunków eurytopowych (w tym heliofitów i kserofitów).

POROSTY W MIASTACH I REJONACH PRZEMYSŁOWYCH

Najbardziej zniszczoną i zmienioną florę porostów mają obszary dużych miast, np. Krakowa, Łodzi, Warszawy oraz rejony przemysłowe Górnego i Dolnego Śląska.

We wszystkich większych miastach Polski oraz w sąsiedztwie źródeł emisji przemysłowych wykształciły się różnej wielkości strefy bezporostowe („pustynia porostowa") (ryc. 5) i o bardzo zubożałym składzie gatunkowym



Ryc. 7. Zmiany we frekwencji wybranych gatunków porostów rosnących na korze *Pinus sylvestris* w różnych odległościach od źródeł emisji cementowni „Nowiny" koło Kielc [wg 12]. 1, 2, 3 – strefy; a – *Lecanora hagenii*, b – *Caloplaca holocarpa*, c – *Lecania cyrtella*, d – *Pseudevernia furfuracea*, e – *Hypocenomyce scalaris*, f – *Hypogymnia physodes*.

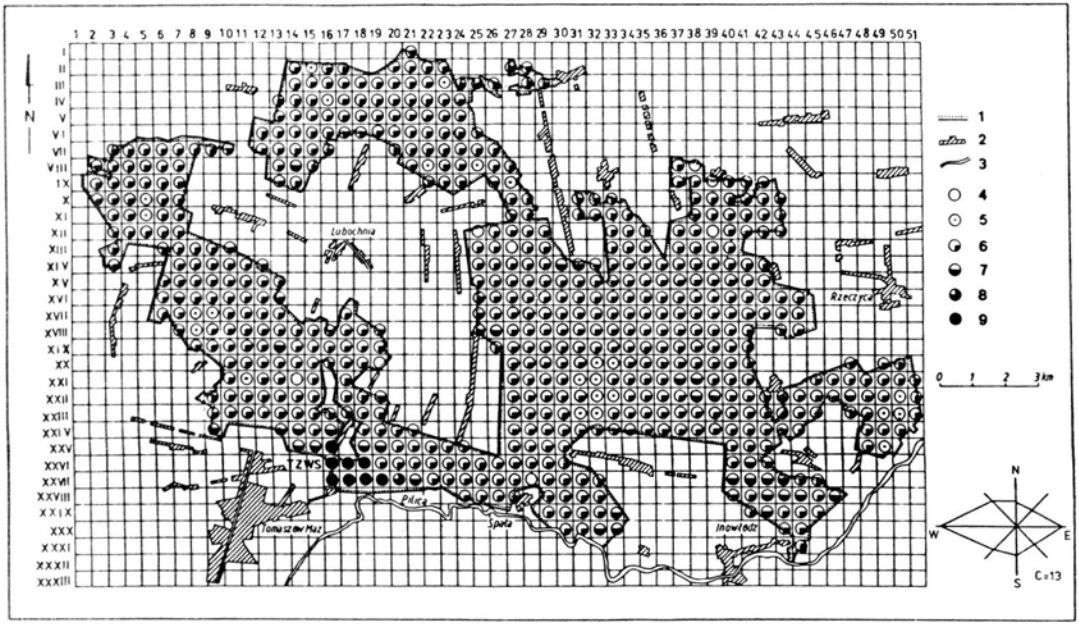
Fig. 7. Changes in the frequency of selected epiphytic lichen species on the bark of *Pinus sylvestris* at different distances from the emission sources of the cement-lime industrial work „Nowiny" near Kielce (Central Poland) [after 12]. 1, 2, 3 – zones; a–f see above.

(„strefa walki"). Strefy normalnego rozwoju porostów są oddalone o wiele kilometrów od centrum miast lub od źródeł emisji.

W Trójmieście (Gdańsk, Sopot, Gdynia) w ciągu stu lat zginęło 85 gatunków porostów, a wiele dalszych jest zagrożonych wymarciem [19]. W Krakowie liczba gatunków porostów zmniejszyła się o ponad 37% [21].

Przeobrażenia flor lokalnych wywoływane są także przez kopalnie odkrywkowe węgla brunatnego. Niszczenie gatunków i stanowisk na znacznym obszarze występuje najpierw w wyniku budowy kopalni i elektrowni oraz oddziaływania leja depresyjnego (ryc. 6), a dopiero później ujawnia się wpływ zanieczyszczeń powietrza. W Bełchatowskim Okręgu Przemysłowym ten drugi etap zmian rozpoczął się około dwa, trzy lata po uruchomieniu elektrowni. Jako pierwszy symptom zarejestrowano masowy pojaw *Cetraria islandica* var. *sorediata*, którą wcześniej w takiej odmianie notowano bardzo rzadko (6 rozproszonych stanowisk z pojedynczymi plechami). Innym gatunkiem, wykazującym wyraźną progresję w swoim rozprzestrzenianiu, był epiksyliczno-epilityczny *Thelocarpon laureri* [14].

Zjawisko progresji porostów występuje również w obszarach pozostających pod wpływem emisji cementowo-wapienniczych. Znamienny jest w takich przypadkach brak „pustyni porostowej". Przeobrażenia dokonują się w wyniku alkalizacji kwaśnej kory *Pinus sylvestris*, co prowadzi do zastępowania się ekologicznych grup gatunków (ryc. 7). Zmiana warunków siedlisko-



Ryc. 8. Rozmieszczenie toksytolerancyjnej *Lecanora conizaeoides* na *Pinus sylvestris* w rejonie Tomaszowa Mazowieckiego [wg 15]. TZWS – Tomaszowskie Zakłady Włókien Sztucznych WISTOM (emisje: SO_2, H_2S, CS_2). Kwadrat 500 x 500 m. 1 – granice lasów, 2 – miejscowości, 3 – rzeki, 4 – gatunek nie występuje, 5 – gatunek pokrywa do 5% badanej powierzchni pnia drzewa, 6 – od 5 do 25%, 7 – od 25 do 50%, 8 – od 50 do 75%, 9 – od 75 do 100%.

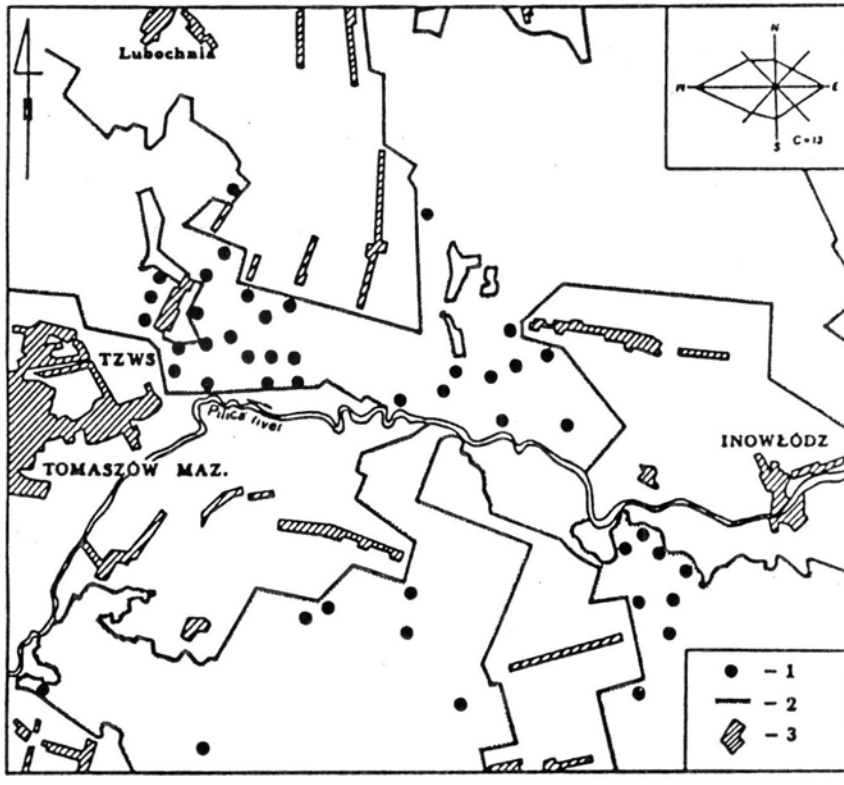
Fig. 8. Distribution of *Lecanora conizaeoides* (resistance species to air pollution) on *Pinus sylvestris* at the forests of Tomaszów Mazowiecki Region (Central Poland) [after 15]. TZWS – Tomaszów Factory of Man–Made Fibres WISTOM (emissions SO_2, H_2S, CS_2). The basic square area is 500 x 500 m. 1 – limits of the forests, 2 – places, 3 – rivers, 4 – lacking species, 5 – species covers up to 5% of sample on the tree–trunk, 6 – from 5 to 25%, 7 – from 25 to 50%, 8 – from 50 to 75%, 9 – from 75 to 100%.

wych sprzyja rozwojowi specyficznej, nie spotykanej w warunkach naturalnych, flory i zbiorowisk porostów nitro- i koniofilnych, m. in. masowe występowanie *Lecanora hagenii* i kilku innych gatunków [7, 12, 27].

Proces alkalizacji gleby sprzyja także zwiększaniu się udziału niektórych kalcyfilnych porostów naziemnych na siedliskach borowych, np. częste występowanie *Collema tenax* wokół cementowni „Nowiny" koło Kielc.

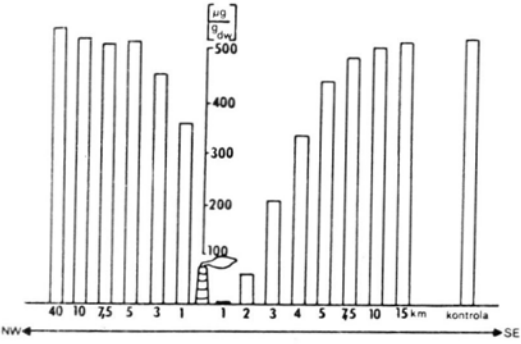
Brak „pustyni porostowej" w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł emisji można obserwować w wypadku umiarkowanego lub malejącego skażenia powietrza. Proporcjonalnie do natężenia zanieczyszczeń powietrza zaznacza się wówczas wyraźnie tylko zjawisko symplifikacji, czyli uproszczenia składu gatunkowego i degresji, czyli zmniejszania się liczby gatunków oraz obecności taksonów toksytolerancyjnych w strefie najbliższej źródeł emisji, tj. *Lecanora conizaeoides* (ryc. 8) i *Scoliciosporum chlorococcum* [15]. Gatunkiem toksytolerancyjnym jest także *Thelocarpon laureri* (ryc. 9). Ten drobny, kwasolubny epiksylit wykazuje wyraźną kumulację stanowisk w pobliżu źródeł emisji oraz w obszarze intensywniejszego przesuwania się zanieczyszczeń w kierunku wschodnim.

W miastach i rejonach przemysłowych porosty wykorzystywane są jako bioindykatory stanu środowiska przyrodniczego (ryc. 10, 11). Znane



Ryc. 9. Rozmieszczenie epiksylicznego *Thelocarpon laureri* w rejonie Tomaszowa Mazowieckiego [wg 15]. TZWS – Tomaszowskie Zakłady Włókien Sztucznych WISTOM; 1 – stanowiska *Thelocarpon laureri*, 2 – granice lasów, 3 – miejscowości.

Fig. 9. Distribution of epixylic lichen Thelocarpon laureri at Tomaszów Mazowiecki Region (Central Poland) [after 15]. TZWS – Tomaszów Factory of Man-Made Fibres WISTOM; 1 – localities of *Thelocarpon laureri*, 2 – limits of the forests, 3 – places.



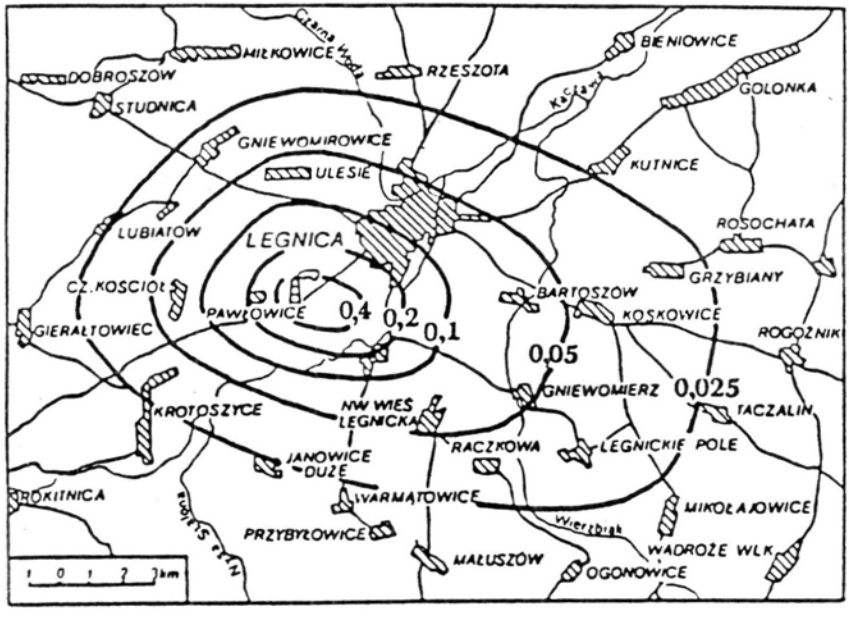
Ryc. 10. Zawartość chlorofili a i b w plechach porostu *Hypogymnia physodes* transplantowanych w różnych odległościach od emitora (huta miedzi „Legnica"), wzdłuż dwóch transektów po dwumiesięcznej ekspozycji [wg 17].

Fig. 10. Content of chlorophyl a and b in *Hypogymnia physodes* exposed for two months on transect from copper smelter „Legnica" (SW Poland) [after 17].

są również próby wyznaczania stref lichenoindykacyjnych (ryc. 12). Między innymi Kiszka [22] waloryzując metodą lichenoindykacyjną województwo krakowskie wyróżnił pięć stref. Strefa I, pozbawiona porostów epifitycznych, obrazuje bardzo silną degradację warunków życia. Nawet w strefie V, o znacznej różnorodności porostów epifitycznych, obserwowano rozmaite objawy degeneracji, świadczące o niekorzystnych warunkach wegetacji.

POROSTY W PARKACH NARODOWYCH I REZERWATACH PRZYRODY

Jest oczywiste, że w parkach narodowych i rezerwatach przyrody są obecnie najlepsze warunki rozwoju i zachowania całej różnorodności taksonomicznej porostów. Badania z ostatnich lat wskazują jednak na daleko posunięty proces ubożenia gatunkowego i syntaksonomicznego, a jego nasilenie jest uzależnione od położenia obiektu chronionego w naszym kraju. Sądzimy, że do ważniejszych niszczących czynników antropogenicznych można zaliczyć: intensyfikację globalnych i regionalnych zanieczyszczeń



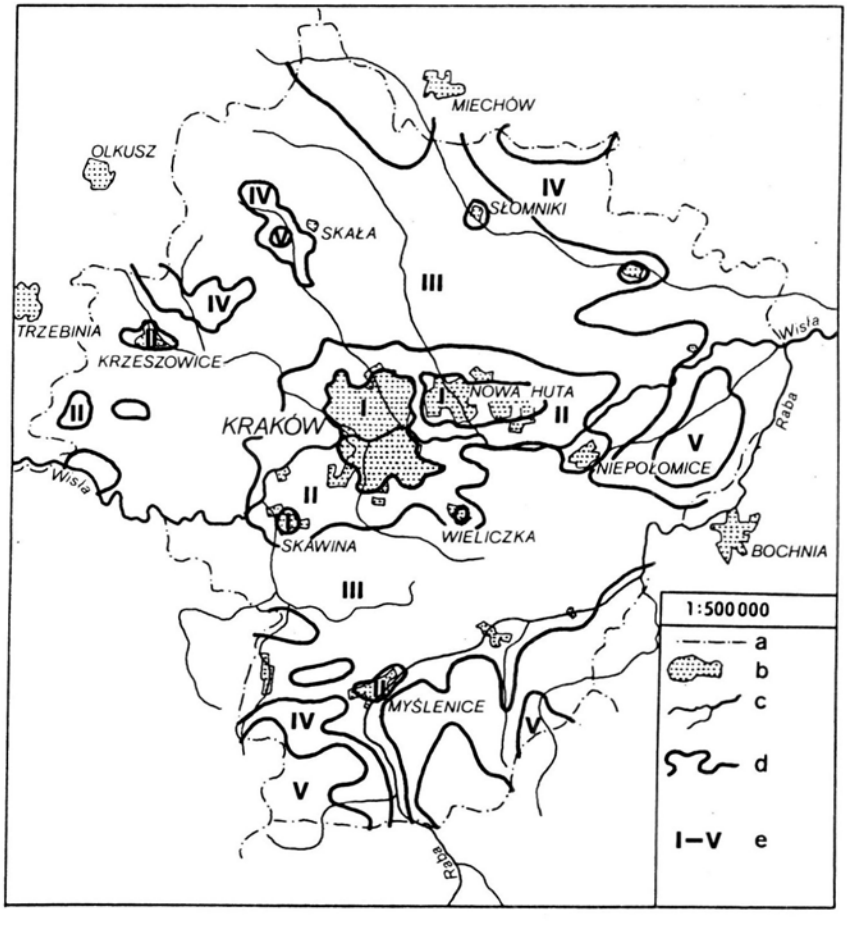
Ryc. 11. Izolinie stężeń SO_2 na obszarze huty miedzi „Legnica", wykreślone na podstawie zmian fotosyntezy u transplantowanego porostu *Hypogymnia physodes* [wg 17].

Fig. 11. Isolines of SO_2 concentration in the vicinity of copper smelter „Legnica" calculated from reduced photosynthesis intensity of transplantated *Hypogymnia physodes* [after 17].

powietrza, zmiany klimatów lokalnych, warunków wodnych i glebowych.

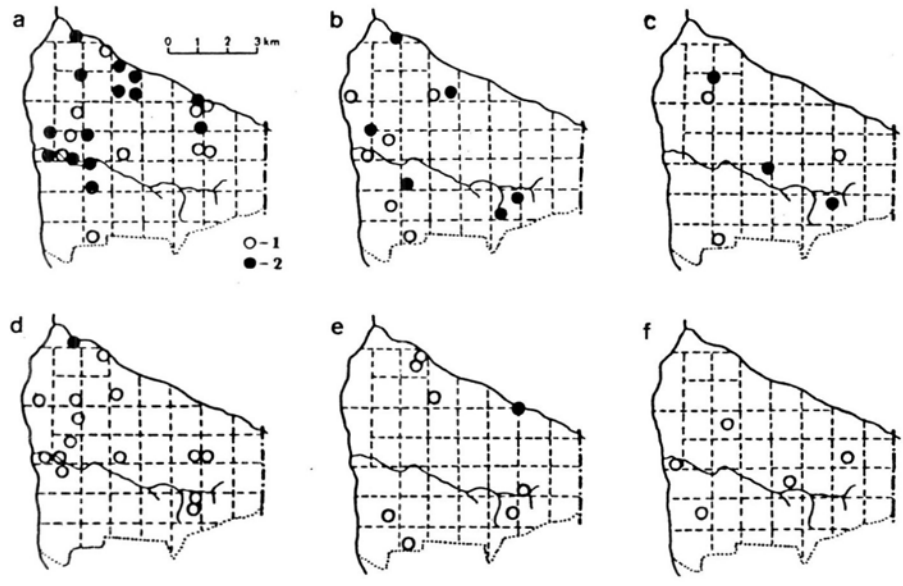
Największe zmiany zachodzą wśród epifitów, są to: zmniejszanie się liczby i zasobności stanowisk, obniżanie się żywotności lub całkowite wymieranie. I tak, w Ojcowskim Parku Narodowym w ciągu 100 lat ubyło 30% porostów [21], zaś w Świętokrzyskim Parku Narodowym straty w obrębie epifitów i epiksylitów wynoszą 23%, 13% jest zagrożonych wymarciem [2]. Od podobnych strat nie jest wolny także Białowieski Park Narodowy, w którym w ostatnich latach nie odnaleziono ok. 25 gatunków [8]. Część z nich niewątpliwie należy do wymarłych. Jeszcze w latach pięćdziesiątych rosły tam: *Usnea longissima*, *Bryoria furcellata*, *B. sarmentosa*, *Hypogymnia vittata*; obecnie gatunki te wyginęły w parku, a dwa pierwsze również w całej Polsce. Do taksonów wymierających w Białowieskim Parku Narodowym należą między innymi: *Lobaria pulmonaria*, *Evernia divaricata*, *Ramalina thrausta*, *Usnea florida* i *Icmadophila ericetorum* [11] (ryc. 13).

W Roztoczańskim Parku Narodowym, tylko



Ryc. 12. Strefy lichenoindykacyjne w województwie krakowskim [wg 22]. a – granice województwa, b – tereny zurbanizowane, c – rzeki, d – granice stref lichenoindykacyjnych, e – strefy lichenoindykacyjne.

Fig. 12. Lichenoindicative zones of Kraków voivodship [after 22]. a – limits of the voivodship, b – urbanized areas, c – rivers, d – limits of the lichenoindicative zones, e – lichenoindicative zones.



Ryc. 13. Stanowiska sześciu wybranych gatunków porostów na terenie Białowieskiego Parku Narodowego w okresie: 1 – 1953–1955 i 2 – 1982–1989 (wg [11], zmienione). a – *Lobaria pulmonaria*, b – *Evernia divaricata*, c – *Usnea florida*, d – *Bryoria subcana*, e – *Usnea fulvoreagens*, f – *Usnea longissima*.

Fig. 13. Localities of six lichen species in the Białowieża National Park from the period: 1 – 1953–1955 and 2 – 1982–1989 (after [11], modified); a–f see above.

w rezerwacie ścisłym „Bukowa Góra", we wczesnych latach siedemdziesiątych rosły na korze buków, jodeł i sosen 122 gatunki, a w 1986 roku już tylko 44 [1]. Totalnej zagładzie uległy porosty z rodzajów *Bryoria* i *Usnea*. Ponadto wymarły: *Cetrelia olivetorum*, *Evernia divaricata*, *E. mesomorpha*, *Lecanora intumescens*, *Lobaria pulmonaria*, *Menegazzia terebrata*, *Parmelina quercina*, *Hypotrachyna revoluta*, *Ramalina thrausta*, *Thelotrema lepadinum* i in.

Zjawisko degeneracji lub zanikania zbiorowisk epifitycznych, zwłaszcza *Pyrenuletum nitidae*, *Thelotremetum lepadini*, a nawet *Pseudevernietum furfuraceae* jest notowane od około dwudziestu lat w wielu rezerwatach leśnych na niżu Polski Środkowej.

W rezerwacie leśnym „Lipówka" w Puszczy Niepołomickiej (na E od Krakowa) Kiszka [20] ocenia straty wśród porostów epifitycznych na 11 gatunków, m. in. ustąpiły: *Flavoparmelia caperata*, *Punctelia subrudecta*, *Evernia prunastri* i *Pseudevernia furfuracea*.

ZAKOŃCZENIE

Zanikanie porostów polskich jest powszechnie wiązane z antropopresją. Również parki narodowe, rezerwaty przyrody i inne obiekty chronione poddawane są niekorzystnym wpływom czynników antropogenicznych o oddziaływaniu bezpośrednim i pośrednim, a przy tym w różnym stopniu uniwersalnym, co prowadzi do eliminacji gatunków.

Dla wielu najbardziej wrażliwych (stąd najbardziej zagrożonych) porostów, *Lobaria pulmonaria* czy wrażliwych gatunków z rodzajów *Sticta*, *Nephroma*, *Bryoria*, *Ramalina*, *Anaptychia* czy *Pertusaria*, maksymalne stężenie SO_2 w półroczu zimowym wynosi 30 $\mu g/m^3$ powietrza [por. 21]. Działanie synergistyczne SO_2 np. łącznie ze zmianami bądź zaburzeniami warunków siedliskowych i biocenotycznych, wielokrotnie zawęża „pole" życia gatunków lub ich populacji. Jednocześnie w całej Polsce utrzymuje się grupa porostów, którą można uznać za

umiarkowanie zagrożoną. Są wśród nich również epifity w różnym stopniu kwasolubne, np. *Pseudevernia furfuracea*, które wytrzymują średnie stężenie SO_2 około 60 $\mu g/m^3$ powietrza, a przy tym mają zapewniony duży areał siedliskowy (starsze monokultury sosnowe itp.).

Zjawisko wymierania gatunków nie jest – jak dotychczas – procesem jednokierunkowym. Redukcji gatunków bądź ich lokalnych populacji, w ograniczonym zakresie może towarzyszyć zjawisko rozprzestrzeniania się innych, np. *Caloplaca lobulata*, *Thelocarpon laureri*, wielu nitrofitów, a wśród nich porostów leśnych, m. in. *Porina aenea* [por. 18]. Zagadnienie rozprzestrzeniania się gatunków nie jest jeszcze dostatecznie poznane i wymaga dalszych badań.

Do grupy porostów rozpowszechniających się w Polsce należą także gatunki toksytolerancyjne. Odgrywają one szczególną rolę w obszarach zurbanizowanych i przemysłowych, gdzie jeszcze mogą rozwijać się i utrzymywać w dość skrajnych warunkach życiowych. Do gatunków najbardziej odpornych na stres środowiskowy zaliczane są: *Lecanora conizaeoides*, *Scoliciosporum chlorococcum* i *Thelocarpon laureri* [por. także 15, 18 i cytowaną tam literaturę].

W interesie nauki, jak też dla dobra człowieka, potrzebne jest zachowanie całej różnorodności genetycznej świata organicznego, w tym również porostów, unikatowej grupy organizmów reprezentujących niepowtarzalny w przyrodzie typ symbiozy.

Frapującym zadaniem badawczym będzie rozwiązanie zagadnienia regeneracji gatunków porostów, jeśli kiedykolwiek przestaną oddziaływać podstawowe czynniki niszczące ekosystemy lub tylko ich składniki, żywe bądź nieożywione.

LITERATURA

[1] Bystrek J., Karczmarz K. 1987. Zmiany we florze porostów i mszaków nadrzewnych w rezerwacie leśnym na Bukowej Górze w Roztoczańskim Parku Narodowym. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody* **8**(2): 5–14.

[2] Cieśliński S. 1985. Zmiany we florze porostów epifitycznych i epikysylicznych na obszarze Świętokrzyskiego Parku Narodowego *Roczn. Świętokrzyski* **12**: 125–142.

[3] Cieśliński S. 1991. Zmiany we florze porostów epilitycznych i naziemnych w Świętokrzyskim Parku Narodowym. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody* **10**(3–4): 125–136

[4] Cieśliński S., Bystrek J. 1982. Gatunki rodzaju *Usnea* Wigg. em. Mot. na obszarze Gór Świętokrzyskich i ich wymieranie. *Roczn. Świętokrzyski* **10**: 101–118.

[5] Cieśliński S., Czyżewska K. 1989. The threat to lichens in Poland and their conservation W: *19th International Phytogeographic Excursion, July 7–26, 1989 „Flora and vegetation of Poland – changes, management and conservation: 1928–1988"*, Kraków, ss. 28.

[6] Cieśliński S., Czyżewska K. 1991. Threatened lichens in Poland and their conservation. *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, **106**: 133–149.

[7] Cieśliński S., Jaworska E. 1986. Zmiany we florze porostów sosny (*Pinus silvestris* L.) pod wpływem emisji zakładów przemysłu cementowo-wapienniczego i wydobywczego. *Acta Mycol.* **22** (1): 3–14.

[8] Cieśliński S., Tobolewski Z. 1988. Porosty (Lichenes) Puszczy Białowieskiej i jej zachodniego przedpola. *Phytocoenosis* 1, *(N.S.) Suppl. Cartogr. Geobot.* 1: 1–216.

[9] Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. 1986. Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce. W: K. Zarzycki, W. Wojewoda (red.), *Lista roślin wymierających i zagrożonych w Polsce*. PWN, Warszawa, ss. 85–107.

[10] Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. 1992. Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce. W: K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Heinrich (red.), *Lista roślin zagrożonych w Polsce*. Wyd. 2. Instytut Botaniki PAN, Kraków, (w druku).

[11] Cieśliński S., Czyżewska K., Glanc K. 1992. Resources of lichens (lichenized fungi) at Białowieża National Park and their changes (NE Poland). *Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich*, (w druku).

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

[13] Czyżewska K. 1976. Zanikanie porostów epifitycznych pod wpływem antropogenicznej degeneracji lasów liściastych Puszczy Pilickiej. *Phytocoenosis* **5**(3–4): 363–375.

[14] Czyżewska K. 1988(1989). Changes in the lichen flora influenced by the Bełchatów Industrial Region. *Acta Mycol.* **24**(1): 93–100.

[15] Czyżewska K. 1992. The influence of industrial air pollution on forest lichen flora at Tomaszów Mazowiecki Region (Central Poland). *Acta Mycol.* (w druku).

[16] FABISZEWSKI J. 1985. Porosty. W: A. JAHN (red.), *Karkonosze polskie*, PWN, Wrocław, ss. 247–256.

[17] FABISZEWSKI J., BREJ T., BIELECKI K. 1983. Fitoindykacja wpływu huty miedzi na środowisko biologiczne. *Prace Wrocł. Tow. Nauk., Ser. B* **207:** 1–109.

[18] FAŁTYNOWICZ W. 1991. Porosty Pomorza Zachodniego – studium ekologiczno-geograficzne, Uniw. Gdański, Gdynia, ss. 187.

[19] FAŁTYNOWICZ W., IZYDOREK I., BUDZBON E. 1991. The lichens flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monogr. Bot.* **73:** 1–52.

[20] KISZKA J. 1978. Porosty rezerwatu leśnego Lipówka w Puszczy Niepołomickiej. *Studia Naturae, Ser. A* **17:** 149–158.

[21] KISZKA J. 1986. Współzależność pomiędzy stopniem skażenia atmosfery przez SO_2 a degradacją i obumieraniem flory porostów i poszczególnych, wrażliwych gatunków w obrębie wybranych obszarów w południowej Polsce. W: R. J. WOJTUSIAK (red.), *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt.* PWN, Warszawa-Kraków, ss. 123–133.

[22] KISZKA J. 1991. Strefy lichenoindykacyjne województwa krakowskiego. W: L. LIPNICKI (red.), *V Zjazd Lichenologów Polskich. Porosty (Lichenes) Pszczewskiego Parku Krajobrazowego.* IBEN, Gorzów Wlkp., ss. 87–92.

[23] KOBENDZA R., MOTYKA J. 1928. Führer durch die „Gołoborza" – Blockhalden des Łysogóry-Höhenzuges. Guide des excursions en Pologne 13, Orbis, Kraków, ss. 8.

[24] MOTYKA J. 1934. W sprawie ochrony porostów. *Ochr. Przyr.* **14:** 50–56.

[25] OLACZEK R. 1985. Kategorie zagrożenia ginących gatunków roślin i zwierząt. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* **41**(6): 5–12.

[26] OLECH M. 1985. Zbiorowiska porostów w wysokogórskich murawach nawapiennych w Tatrach Zachodnich. Rozprawy Habilitacyjne, Uniwersytet Jagielloński **90:** 1–132.

[27] ZALEWSKA A. 1991. Badania lichenoindykacyjne nad porostami sosny (*Pinus silvestris* L.) w okolicy cementowni „Wejherowo". W: L. LIPNICKI (red.), *V Zjazd Lichenologów Polskich. Porosty (Lichenes) Pszczewskiego Parku Krajobrazowego.* IBEN, Gorzów Wlkp. ss. 67–81.