

Anna Matwiejuk*, Kamila Korobkiewicz*

**POROSTY JAKO WSKAŹNIKI STANU ZANIECZYSZCZENIA
POWIETRZA NA TERENIE NARWI (PODLASIE, PÓŁNOCNO-
-WSCHODNIA POLSKA)**

**LICHENS AS INDICATORS OF THE STATE OF AIR POLLUTION IN
NAREW (PODLASIE, NORTH-ESTERN POLAND)**

Słowa kluczowe: porosty jako wskaźniki zanieczyszczenia powietrza, Narew, lichenoidykacja, rozmieszczenie.

Key words: lichens as bioindicators of air pollution, Narew, lichenoidication, distribution.

Streszczenie

Na obszarze miejscowości Narwi prowadzono badania z wykorzystaniem porostów jako bioindykatorów zanieczyszczenia powietrza. Analizowano obecność i kondycję porostów epifitycznych i epilitycznych. Opracowano skalę porostową dla badanego terenu, na podstawie której wykreślono strefy lichenoidykacyjne. Nie stwierdzono „bezwzględnej pustyni porostowej”. Układ stref wegetacji porostów odzwierciedla sposób użytkowania miasta i stopień antropopresji. Najmniej korzystne warunki życia porostów odnotowano w centrum miasta, otwarte i lesiste rejony natomiast wykazały najbardziej korzystne oddziaływanie na lichenobiotę badanego terenu.

Summary

Monitoring with lichens as bioindicators of air pollution was conducted in Narew and the surrounding areas. Occurrence and condition of epiphytic and epilithic lichens was studied. The scale of lichen sensitivity has been developed and lichenoidication zones designated. The zone pattern was not of insular character and there was no “total lichen desert”. The distribution of lichen zones reflects the intensity of anthropogenic pressure within the town. The least favourable conditions of life for lichens were recorded in the town centre, while open and wooded areas showed the most beneficial impact on the lichen test sites.

* **Dr Anna Matwiejuk, Kamila Korobkiewicz – Zakład Botaniki, Instytut Biologii, Uniwersytet w Białymstoku, ul. Świerkowa 20B, 15-950 Białystok; tel.: 85 745 73 56; e-mail: matwiej@uwb.edu.pl**

1. WPROWADZENIE

Porosty (grzyby zlichenizowane) należą do królestwa grzybów Mycota. Są to organizmy symbiotyczne, powstałe w wyniku współżycia zielenic (Chlorophyta) lub sinic (Cyanophyta) i grzybów, głównie workowców (Ascomycota). Owa dualistyczna natura porostów wyraża się licznymi cechami. Jedną z nich jest szczególnie duża wrażliwość na zmiany warunków siedliskowych, wywołane przez czynniki naturalne i antropogeniczne [Fałtynowicz 1995]. Plechy porostów charakteryzują duże właściwości higroskopijne, pozwalające na pobieranie wody z atmosfery. W odróżnieniu od roślin, porosty odznaczają dużą odporność na takie czynniki, jak skrajne temperatury, brak wody i krótki okres wegetacyjny, a jednocześnie największa wrażliwość na zanieczyszczenie powietrza. Od ponad 140 lat porosty uznane zostały za jedno z najlepszych bioindykatorów zanieczyszczenia powietrza [Nylander 1866].

Jedną z metod bioindykacji, która wykorzystuje porosty jako organizmy bio wskaźnikowe, jest lichenindykacja. W metodzie tej ocena oddziaływania czynników abiotycznych na te organizmy oparta jest na metodach florystycznych (polegających na badaniu różnorodności i liczebności porostów), anatomiczno-morfologicznych (polegających na badaniu zmian w budowie morfologicznej i anatomicznej plech porostów), fizjologicznych (polegających na ocenie zmian aktywności procesów życiowych) bądź analityczno-chemicznych (polegających na analizie składu chemicznego porostów: tj. mikro- i makropierwiastków kumulowanych w ich strukturze biologicznej) [Kłós 2007].

W miastach Polski do oceny stanu środowiska przy użyciu porostów najczęściej stosowano jedną z metod florystycznych – skalę porostową, polegającą na określeniu rozmieszczenia na badanym terenie wybranych, nadrzewnych gatunków wskaźnikowych, które wyróżniają strefy o odmiennym stopniu zanieczyszczenia [np. Zurzycki 1950; Wilkoń-Michalska i in. 1968; Cieśliński 1974; Kiszka 1977, 1990, 1999; Kiszka i Kościelniak 1996; Fałtynowicz i in. 1991; Kepel 1999; Matwiejuk 2007].

Skale porostowe wiążą występowanie danych gatunków porostów z jakością powietrza na badanym obszarze. Pierwszą skalą wrażliwości porostów była skala opracowana dla Wysp Brytyjskich [Hawksworth i Rose 1970]. Na podstawie występowania poszczególnych gatunków porostów epifitycznych występujących na drzewach o dwóch odmiennych rodzajach kory – zeutrofizowanej i niezeutrofizowanej – Hawksworth i Rose [1970] wyróżnili 10 stref, którym przyporządkowali odpowiednie średnie wartości stężeń SO_2 w miesiącach zimowych. Dzięki tej skali stało się możliwe porównywanie rozmieszczenia poszczególnych stref na różnych obszarach lub analiz ich zmian w czasie. W Polsce skala biologiczna Hawkswortha i Rose [1970] została zmodyfikowana i zastosowana do warunków południowej Polski przez Kiszkę [1990, 1999], dla województwa krakowskiego i Przemyśla. Kepel [1999] opracował skalę lichenindykacyjną dla miasta Poznania, z uwzględnieniem gatunków zasiedlających podłoże nieorganiczne

(betonowe słupy) i umieścić je jako gatunki wskaźnikowe w poszczególnych strefach lichenoidykacyjnych.

Celem tej pracy jest ocena stanu środowiska Narwi na podstawie skali porostowej i wyznaczenie stref lichenoidykacyjnych.

2. OPIS TERENU BADAŃ

Miejscowość Narew położona jest na Podlasiu, krainie rozciągającej się po obu stronach środkowego Bugu i górnej Narwi. Początki miejscowości – dawnego miasta królewskiego – sięgają średniowiecza. Miasto zostało założone w 1514 roku przez starostę Olbrachta Gasztołda na polecenie króla Zygmunta Starego, z którego to rąk Narew otrzymała prawo chełmińskie. W 1934 roku Narew utraciła prawa miejskie. Główną tego przyczyną był upadek gospodarczy starostwa i brak inwestycji na jego terenie [Michaluk 1996]. Obecnie Narew liczy 1500 mieszkańców i jest siedzibą władz gminy.

Układ przestrzenny centrum Narwi, który istniał w XIX i na początku XX wieku zachował się do dnia dzisiejszego i jest on wpisany do rejestru zabytków województwa podlaskiego. W centrum miejscowości znajduje się rynek, po środku którego znajduje się park, a także duży plac, gdzie odbywają się festyny ludowe. Rynek w Narwi otaczają dwie najważniejsze ulice tej miejscowości, tj. ul. Bielska (droga wojewódzka) oraz ul. Mickiewicza (droga gminna), od których odbiegają inne ulice – drogi gminne [Plan odnowy... 2009].

System komunikacyjny gminy Narew stanowi sieć drogowa oraz komunikacja autobusowa PPKS [Kurdybelska i in. 1999]. Głównym szlakiem komunikacyjnym miejscowości jest droga wojewódzka nr 685 o nawierzchni bitumicznej, asfaltowej, która w granicach miejscowości Narew ma długość około 3400 mb (średni ruch drogowy w pojazdach rzeczywistych na dobę (p/d) na drodze 685 w gminie wynosił w 1995 r. – 1300 p/d). Droga nr 685 dzieli się w Narwi na dwa odcinki: ulicę Bielską, która jest jedną z dwóch najważniejszych ulic miejscowości, oraz obwodnicę miejscowości w kierunku Hajnówki. W miejscowości Narew znajduje się także krótki odcinek drogi powiatowej nr 03643, prowadzącej z Narwi do Bielska Podlaskiego, o długości około 200 mb i nawierzchni bitumicznej. W Narwi są ponadto 33 ulice będące drogami gminnymi, o łącznej długości około 12 km [Plan odnowy... 2009].

Na terenie miejscowości Narew dominuje zabudowa jednorodzinna, charakterystyczna dla małych miast. Zachowane historyczne budynki są drewniane. Na wschód i południe od głównego placu w Narwi zabudowa jest bardziej zagęszczona, posesje są mniejsze i znajdują się przy nich małe ogródki. Na wschód i północ od Kościoła przestrzeń Narwi ma cechy krajobrazu otwartego – znajdują się tu łąki nadrzeczne. Na południowo-zachodnim krańcu, przy ulicy Mickiewicza, zlokalizowana jest główna siedziba firmy PRONAR, producenta maszyn rolniczych. Przy ulicy Mickiewicza znajduje się także osiedle bloków mieszkalnych, a przy ulicy Białowieskiej, która stanowi naturalne przedłużenie ulicy Mickiewicza,

duże osiedle domów jednorodzinnych. Osiedle otacza obwodnica Narwi (droga wojewódzka), która także łączy się z ulicą Bielską [Plan odnowy... 2009].

Warunki klimatyczne gminy Narew odpowiadają warunkom panującym na Wysoczyźnie Białostockiej, Równinie Bielskiej i Puszczy Białowieskiej [Górniak 2000].

Istotną rolę w obszarze Narwi odgrywają jej przyrodnicze struktury funkcjonalno-przestrzenne, tworzące tzw. system ekologiczny gminy. Do głównych struktur tego systemu należą: dolina rzeki Narew, pozostałe mniejsze doliny cieków wodnych, a w szczególności Rudej i obniżen terenowych oraz kompleksy leśne [Kurdybelska i in. 1999]. Lekko pofalowana powierzchnia terenu miejscowości Narwi stanowi element środowiska przyrodniczego sprzyjający rozwojowi i funkcjonowaniu rolnictwa, a także ułatwia samoistne rozpraszanie ewentualnych zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego [Kurdybelska i in. 1999]. Gminę Narew charakteryzuje stosunkowo czyste powietrze atmosferyczne. Brak jest tu bowiem dużych emitorów zanieczyszczeń. Głównym źródłem zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego są kotłownie lokalne i paleniska indywidualne, transport (ciągi komunikacyjne, zanieczyszczenia powstające przy spalaniu paliwa samochodowego) i przemysł. Rodzaje i ilości zanieczyszczeń emitowanych do atmosfery powstają głównie w tej miejscowości w wyniku spalania różnego rodzaju paliw. Głównym źródłem energii cieplnej jest drewno – 68,83%, węgiel kamienny – 30% i olej opałowy 1,17%. Główne zanieczyszczenia powietrza to: dwutlenek siarki (emitowany przede wszystkim przez kotłownie lokalne i powstające przy spalaniu zanieczyszczonego węgla), dwutlenek azotu (pochodzący ze spalania węgla, koksu, gazu i benzyny w transporcie samochodowym) oraz pyły (emitowane do atmosfery wraz ze spalinami pochodzącymi ze spalania paliw stałych).

Średnie stężenie zanieczyszczeń emitowanych do powietrza jest w okresie zimowym wyższe niż w okresie letnim. Aktualnie zanieczyszczenie dwutlenkiem azotu i ołowiem wzdłuż trasy komunikacyjnej Hajnówka – Narew – Zabłudów jest znikome i nie stwarza zagrożenia dla środowiska przyrodniczego. Jednak w razie dalszego wzrostu liczby pojazdów mechanicznych i nasilenia ruchu drogowego może nastąpić pewne zagrożenie dla środowiska [Magrel i in. 2012].

Średnie roczne stężenia zanieczyszczeń badanych w ostatnich latach przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną i P.I.O.Ś w Białymstoku są dużo niższe niż wartości dopuszczalne.

3. METODY I MATERIAŁ BADAŃ

Badania terenowe prowadzono w latach 2010–2011, na 85 stanowiskach badawczych. Badaniami objęto zarówno samą miejscowość, jak i najbliższą okolicę (np. położone poza granicami cmentarze czy fragmenty lasów). Szczegółowa analiza florystyczna zespołów gatunków epifitycznych rosnących na korze drzew i gatunków epilitycznych zasiedlających podłoża betonowe (słupy, mury) oraz dane dotyczące ich rozmieszczenia stanowiły

podstawę do opracowania skali porostowej i wyznaczenia stref lichenoindykacyjnych dla Narwi. Przy wyborze gatunków i przyporządkowaniu ich do poszczególnych stref kierowano się szczegółową analizą ich występowania i rozmieszczenia na terenie Narwi oraz uszeregowaniem według ich wrażliwości przez innych autorów [Hawksworth i Rose 1970; Kiszka 1990, 1999].

W skali lichenoindykacyjnej badanego terenu uwzględniono za Kepelem [1999] gatunki naskalne preferujące podłoże betonowe. Nomenklaturę porostów przyjęto za Fałtynowiczem [2003], z wyjątkiem następujących taksonów *Melanohalea exasperatula* [Blanco i in. 2004] i *Melanelixia fuliginosa* [Arup i Sandler Berlin 2011].

4. WYNIKI

Środowisko badanej miejscowości rozpatrywane w kategoriach wegetacji porostów objęte jest strefą II, która występuje tylko punktowo na jednym stanowisku oraz czterema strefami lichenoindykacyjnymi – III, IV i V, które występują przestrzennie (tab. 1, rys. 1).

STREFA II – względna pustynia bezporostowa. Strefę tę odnotowano tylko na jednym stanowisku, na którym brak jest porostów epifitycznych. Strefa została wyznaczona na podstawie obecności porostów epilitycznych zasiedlających podłoże betonowe.

STREFA III – wewnętrzna strefa ograniczonej wegetacji. Strefa obejmuje swym zasięgiem centrum miejscowości, gdzie panuje największe natężenie ruchu samochodowego. Występuje tu zwarta zabudowa, utrudniająca przewietrzanie terenu i powodująca stagnację powietrza. W strefie tej odnotowano obecność głównie nitrofilnych i pyłolubnych porostów o plechach listkowatych, takich jak: *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia dubia*, *P. adscendens*, *Xanthoria parietina*, *X. polycarpa* oraz o plesze łuskowatej *Hypocenomyce scalaris*.

Porosty tworzą niewielkie plechy i pokrywają korę drzew w niewielkim stopniu. W centrum miejscowości, jest niewiele drzew w porównaniu z jej obrzeżami, powierzchnie betonowe zaś stanowią większy odsetek podłoża kolonizowanych przez porosty. W strefie tej na konstrukcjach betonowych rosną licznie plakodiowe plechy: *Caloplaca decipiens*, *C. saxicola* i *Protoparmeliopsis muralis*.

STREFA IV – środkowa strefa ograniczonej wegetacji. Strefę IV charakteryzuje mniej zwarta zabudowa niż w strefie III, co powoduje, że teren jest bardziej przewiewny, a ewentualne zanieczyszczenia powietrza są naturalnie rozpraszane. Występują tu: *Hypogymnia physodes* (odnotowana na 23 stanowiskach), *Melanelixia fuliginosa* (6) *Melanohalea exasperatula* (4), *Physconia enteroxantha* (3), *P. grisea* (2). W miejscach, gdzie brak było drzew lub nie stwierdzono na nich porostów, strefę wyznaczono na podstawie gatunków zasiedlających podłoże betonowe.

STREFA V – zewnętrzna strefa ograniczonej wegetacji. Strefa V jest najczystsza strefą lichenoindykacyjną wyznaczoną na badanym terenie. Obejmuje swym zasięgiem

lasy oraz obszary pól i nadrzecznych łąk, gdzie panują warunki wilgotnościowe sprzyjające wegetacji i rozwojowi porostów. W strefie tej odnotowano gatunki epifityczne wielkoplechowe (listkowate i krzaczkowate), o plechach dobrze wykształconych, pokrywających znaczną powierzchnię pni drzew, takie jak: *Hypogymnia tubulosa* (występująca na 12 stanowiskach), *Ramalina fraxinea* (10 stanowisk), *Pseudevernia furfuracea* (7 stanowisk), *Ramalina farinacea* (5 stanowisk), *Usnea hirta* (4 stanowiska), *R. pollinaria* (2 stanowiska), *Anaptychia ciliaris*, *Cetraria chlorophylla*, *Pleurosticta acetabulum* i *Ramalina fastigiata* (po 1 stanowisku).

Strefa V występuje również punktowo w centrum miejscowości, na trzech stanowiskach: na skwerze wokół cerkwi pod wezwaniem Podwyższenia Krzyża Świętego oraz na dwóch stanowiskach zlokalizowanych przy małych uliczkach, na których ruch samochodowy jest znacznie mniejszy.

Dzięki wprowadzeniu do miasta sztucznych podłoży betonowych wapieniolubne epility zyskały szanse na zasiedlanie terenów niedostępnych do tej pory. Gatunki porostów epilitycznych, które przypisano do poszczególnych stref lichenindykacyjnych, podzielono według Wirtha [1995] na trzy kategorie pod względem preferencji siedliskowych:

- 1) kalcyfilne, obligatoryjne – przywiązane wyłącznie do podłoży wapiennych, zarówno naturalnych i sztucznych,
- 2) kalcyfile, fakultatywne – spotykane także na innych podłożach zasadowych oraz
- 3) porosty niekalcyfilne – o szerokiej skali ekologicznej, występujące zarówno na podłożach zasadowych i kwaśnych lub przechodzące na inne podłoża.

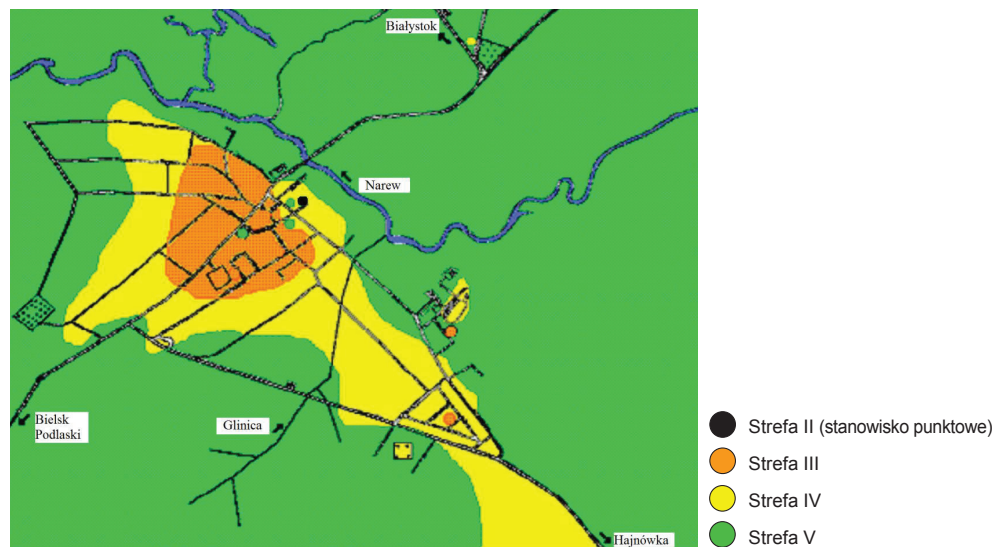
Wśród porostów zasiedlających konstrukcje betonowe dominują porosty kalcyfilne (fakultatywne) do których zaliczyć można: *Caloplaca citrina*, *C. holocarpa*, *Candelariella aurella*, *Lecanora albescens*, *L. dispersa*, *Phaeophyscia nigricans*, *Physcia caesia* i *Xanthoria elegans*. Porostem kalcyfilnym (obligatoryjnym) jest *Caloplaca decipiens* zaś niekalcyfilnymi są: *Caloplaca holocarpa*, *Physcia adscendens*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Protoparmeliopsis muralis* i *Xanthoria parietina*.

Wśród wskaźnikowych porostów epifitycznych charakteryzujących poszczególne strefy w strefie II dominują gatunki odporne na związki fitotoksyczne, o plechach skorupiaстых i proskowatych: *Amandinea punctata*, *Lecanora conizaeoides*, *Lepraria* sp. i *Scoliosporum chlorococcum*. W strefie III korę drzew kolonizują gatunki porostów występujące w strefie drugiej oraz porosty nitrofilne, pyłolubne o plechach listkowatych, np. *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia dubia*, *Xanthoria parietina*, które na wielu stanowiskach rosną w dużych populacjach. Są to porosty, które często jako pierwsze wkraczają na korę drzew przydrożnych i drzew rosnących w miastach. W strefie IV dominują pospolite porosty o plechach listkowatych, jak *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata* i inne. W strefie V korę drzew kolonizują liczne porosty o plechach krzaczkowatych, jak *Ramalina fraxinea*, *R. farinacea*, *Evernia prunastri* i *Pseudevernia furfuracea*.

Tabela 1. Skala lichenindykacyjna opracowana dla Narwi i okolic

Table 1. Zone scale of lichen distribution in Narew and surrounding areas

Strefa	Wskaźnikowe gatunki rosnące na korze drzew	Wskaźnikowe gatunki rosnące na betonie	Uwagi o rozmieszczeniu
I	Zielenice (<i>Protococcus</i> sp.), brak porostów	brak porostów zasiedlających podłoże skalne	nie odnotowano na żadnym z przebadanych stanowisk
II	<i>Amandinea punctata</i> , <i>Lecanora conizaeoides</i> , <i>Lepraria</i> sp., <i>Scoliciosporum chlorococcum</i>	Gatunki nitrofilne i wapieniolubne preferujące podłoże skalne: <i>Lecanora dispersa</i> , <i>L. albescens</i> , <i>Candelariella aurella</i> , <i>Caloplaca citrina</i> , <i>C. holocarpa</i>	1 stanowisko
III	<i>Hypocenomyce scalaris</i> , <i>Phaeophyscia orbicularis</i> , <i>Physcia adscendens</i> , <i>P. dubia</i> , <i>Xanthoria parietina</i> , <i>X. polycarpa</i>	<i>Caloplaca decipiens</i> , <i>C. saxicola</i> , <i>Protoparmeliopsis muralis</i>	17 stanowisk
IV	<i>Candelariella xanthostigma</i> , <i>Hypogymnia physodes</i> , <i>Melanelixia fuliginosa</i> , <i>Melanohalea exasperatula</i> , <i>Parmelia sulcata</i> , <i>Physcopia enteroxantha</i> , <i>P. grisea</i>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> , <i>P. nigricans</i> , <i>Physcia adscendens</i> , <i>P. caesia</i> , <i>P. dubia</i> , <i>P. tenella</i> , <i>Xanthoria parietina</i>	37 stanowisk
V	<i>Anaptychia ciliaris</i> , <i>Cetraria chlorophylla</i> , <i>Hypogymnia tubulosa</i> , <i>Evernia prunastri</i> , <i>Pleurosticta acetabulum</i> , <i>Pseudevernia furfuracea</i> , <i>Ramalina farinacea</i> , <i>R. fastigiata</i> , <i>R. fraxinea</i> , <i>R. polinaria</i> , <i>Usnea hirta</i>	<i>Xanthoria elegans</i>	29 stanowisk



Rys. 1. Mapa lichenindykacyjna Narwi i okolic

Fig. 1. A map of zones of lichens distribution in Narew and surrounding areas

5. DYSKUSJA I PODSUMOWANIE

Narew obok Białegostoku [Matwiejuk 2007] jest drugim miastem na Podlasiu, w którym wyznaczono strefy wegetacji porostów. Narew i Białystok wyróżnia wśród innych miejscowości Polski, w których prowadzono badania lichenindykacyjne, punktowe występowanie stref pustyni bezporostowej. Strefy bezporostowe w innych miastach zajmują znaczne powierzchnie. Pustynie bezporostowe wyodrębniono w Krakowie [Zurzycki 1950; Kiszka 1977; Kiszka i Kościelniak 1996], Toruniu [Wilkoń-Michalska i in. 1968], Radomiu [Cieśliński 1974], Warszawie [Zimny i Kucińska 1974], Łodzi [Kuziel i Halicz 1979], Szczecinie [Marska 1979], w miastach aglomeracji Trójmiasta [Fałtynowicz i in. 1991] i w Poznaniu [Kepel 1999]. Strefy bezporostowe w wielu miastach pokrywały się z obszarami o dużym skażeniu powietrza atmosferycznego. Tylko w trzech miastach nie odnotowano tej strefy: w Kielcach [Toborowicz 1976], Dreźnie [Lipnicki 1984] i Przemyśle [Kiszka 1999]. W wielu miastach stwierdzono, że przestrzenny układ stref wegetacji porostów jest związany z korzystnym wpływem kompleksów zieleni oraz przemieszczaniem się pyłów i gazów zgodnie z morfologią terenu, a zwłaszcza z przebiegiem dolin rzecznych i kierunkiem wiejących wiatrów.

Przeprowadzone badania lichenindykacyjne na terenie Narwi były próbą oceny skażeń powietrza atmosferycznego. Skala porostowa bowiem umożliwia określenie stref porostowych, tzn. obszarów charakteryzujących się występowaniem porostów nadrzecznych o znanej odporności na stężenie SO_2 . W strefie II skażenie wynosi około 170–100 mg SO_2 na m^3 , w strefie III: 100–70 mg SO_2 na m^3 , w strefie IV: 70–50 mg SO_2 na m^3 i w strefie V: 50–40 mg SO_2 na m^3 [Kiszka i in. 1999]. Niektórzy badacze jednak, np. Fałtynowicz [1995], uważają, że te wartości należy traktować jako przybliżone.

W Narwi nie ma możliwości odniesienia rozkładu stref porostów do tła zanieczyszczeń powietrza, ponieważ w samej miejscowości nie wykonywano takich pomiarów.

Jak wynika z analizy danych literaturowych skład gatunkowy w poszczególnych strefach może być nieco inny w różnych rejonach, np. nadmorskich i podgórskich lub w terenach otwartych i leśnych. Dlatego też istnieje konieczność modyfikacji skali porostowej do panujących warunków i składu lokalnej bioty porostów.

Skalę porostową opracowaną dla Narwi oparto na wskaźnikowych gatunkach epifitycznych i epilitycznych, charakterystycznych dla badanego terenu. Ograniczenie się do analizy występowania wskaźnikowych gatunków porostów nadrzecznych nie daje pełnego obrazu rozmieszczenia lichenobioty oraz sprawia, że wyniki badań w miastach są mało porównywalne z powodu niejednolitego zadrzewienia i różnego wieku drzew w różnych miastach.

Przeprowadzone badania lichenindykacyjne potwierdziły dużą przydatność porostów jako bioindykatorów, o czym świadczy strefowe rozmieszczenie porostów biotestowych na terenie Narwi. Strefy lichenindykacyjne Narwi pokazują, że stan środowiska badanego terenu położonego w pobliżu obiektu posiadającego unikalne walory przyrodnicze, jakim

jest Puszcza Białowieska, wskazuje, że jest to region o wysokich standardach jakościowych środowiska. Głównymi źródłami zanieczyszczenia powietrza jest tu emisja antropogeniczna, na którą składają się przede wszystkim emisja z sektora bytowego oraz emisja komunikacyjna.

PIŚMIENNICTWO

- ARUP U., SANDLER BERLIN E. 2011. A taxonomic study of *Melanelixia fuliginosa* in Europe. *Lichenologist* 43: 89–97.
- BLANCO O., CRESPO A., DIVAKAR P.K., ESSLINGER T.L., HAWKSWORTH D.L., LUMBSCH H.T. 2004. *Melanelixia* and *Melanohalea*, two new genera segregated from *Melanelia* (*Parmeliaceae*) based on molecular and morphological data. Cambridge University Press Copyright. *Mycol. Res.* 108(8): 873–84.
- CIEŚLIŃSKI S. 1974. Flora epifityczna porostów miasta Radom. *Biuletyn Kwartalny Radomskiego Towarzystwa Naukowego* 11 [3/4]: 169–189.
- FAŁTYNOWICZ W. 1995. Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza. Zasady, metody, klucze do oznaczania wybranych gatunków. Centrum Edukacji Ekologicznej Wsi, Krosno: 141.
- FAŁTYNOWICZ W. 2003. The lichens lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Krytyczna lista porostów i grzybów naporostowych Polski. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków: 435
- FAŁTYNOWICZ W., IZYDOREK I., BUDZBON E. 1991. The lichen flora as bioindicator of air pollution of Gdańsk, Sopot and Gdynia. *Monogr. Bot.* 73: 1–53.
- GÓRNIAK A. 2000. Klimat województwa podlaskiego. Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Białystok: 117.
- HAWKSWORTH D.L., ROSE F. 1970. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature* 227: 145–148.
- KEPEL A. 1999. Porosty Poznania jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery. Praca doktorska [manuskrypt] wykonana w Zakładzie Taksonomii Roślin Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu: 237.
- KISZKA J. 1977. Wpływ emisji miejskich i przemysłowych na florę porostów [*Lichenes*] Krakowa i Puszczy Niepołomickiej. Wyd. Naukowe WSP w Krakowie. *Prace Monograficzna* 19: 1–137.
- KISZKA J. 1990. Lichenoidykacja obszaru województwa krakowskiego. *Stud. Ośr. Dokument. Fizjogr.* 18: 201–212.
- KISZKA J. 1999. Porosty [*Lichenes*] oraz warunki bioekologiczne Przemysła. Arboretum Bolestraszyce. Zeszyt 6. Wydawnictwo Mercator, Przemysł: 1–86.
- KISZKA J., KOŚCIELNIAK R. 1996. Porosty miasta Krakowa oraz waloryzacja ich warunków bioekologicznych. *Stud. Ośr. Dokument. Fizjogr.* 24: 21–72.

- KŁOS A. 2007. Porosty – biowskaźniki i biomonitory zanieczyszczenia środowiska. *Chemia. Dydaktyka. Ekologia. Metrologia* 12; 1–2: 61–77.
- KONDRACKI J. 1994. *Geografia Polski. Mezoregiony fizyczno-geograficzne*. PWN, Warszawa.
- KUZIEL S., HALICZ B. 1979. Występowanie porostów epifitycznych na obszarze Łodzi, Łódzkie Towarzystwo Naukowe. Sprawozdanie z czynności i posiedzeń naukowych 33; 3: 1–8.
- KURDYBELSKA B., JANUSZEWSKI T., GAJEWSKA B., KRUSZEWSKI J., KRUSZEWSKA C., KĘPSKA E., ZANIEWSKA J., KONOPKA M. 1999. Stadium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gminy Narew. Załącznik Nr 3 do uchwały Nr IX/69/99 Rady Gminy Narew z dnia 7 grudnia 1999 r.: 9–82
- LIPNICKI L. 1984. Porosty miasta Drezdenka i najbliższej okolicy. *Fragm. Flor. et Geobot.* 28; 2: 221–239.
- MAGREL L., ŁADYŃSKI M.M., ILKOWSKA-ŁADYŃSKA U., HERMAN P. 2012. Program ochrony środowiska Gminy Narew do 2012 roku, Narew: 1–79.
- MATWIEJUK A. 2007. Porosty Białegostoku jako wskaźniki zanieczyszczenia atmosfery. *Wydawnictwo Ekonomia i Środowisko, Białystok*: 1–102.
- MARSKA B. 1979. Z badań nad porostami miasta Szczecina. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczej w Szczecinie. Rolnictwo XXII–Seria Przyrodnicza* 77: 205–215.
- MICHALUK D. 1996. Z dziejów Narwi i okolic. W 480 rocznicę nadania prawa chełmińskiego 1514–1994. *Białostockie Towarzystwo Naukowe*: 5–49.
- NYLANDER W. 1866. Les lichens du Jordin du Luxembourg. *Bull. Soc. Bot. France* 13: 364–372.
- Plan odnowy miejscowości Narew na lata 2009–2015.** 2009. Załącznik nr 1 do uchwały nr1/2009 Zebrania Wiejskiego wsi Narew z dnia 6 lutego 2009 roku. Gmina Narew.
- TOBOROWICZ K. 1976. Porosty miasta Kielc i najbliższej okolicy. *Fragm. Flor. Geobot.* 22; 4: 575–603.
- WILKOŃ-MICHALSKA J., GLAZIK N., KALIŃSKA A. 1968. Porosty miasta Torunia. *Acta Univ. Nic. Copern., Biologia* 29: 209–253.
- WIRTH V. 1995. *Die Flechten Baden-Württembergs*. Bd. 1–2, II Aufl. Stuttgart, Verl. Eugen Ulmer: 1006.
- ZIMNY H., KUCIŃSKA K. 1974. Porosty Warszawy jako biowskaźniki zaburzeń środowiska miejskiego. *Przegląd Informacyjny – Zielen Miejska*. 10/1 Instytut Gospodarki Komunalnej, Warszawa: 13–22.
- ZURZYCKI J. 1950. Badania nad nadrzewnymi porostami Krakowa i okolicy. *Mat. do Fizjogr. Kraju* 24 Kraków: 1–30.