

ZASTOSOWANIE POROSTÓW DO OCENY ANTROPOGENICZNYCH PRZEKSZTAŁCEŃ I WALORYZACJI PRZYRODNICZEJ OBSZARÓW LEŚNYCH MIASTA OLSZTYNA

Dariusz Kubiak

Abstrakt

Historia Olsztyna w szczególny sposób wiąże się z otaczającym miasto lasem. Lasy zajmują obecnie ponad 21% powierzchni miasta. Ponad połowę tego obszaru zajmuje zwarty kompleks Lasu Miejskiego (1055 ha), pełniącego od końca XIX wieku funkcje terenów rekreacyjno-wypoczynkowych oraz turystyczno-krajoznawczych. Jest to jeden z większych i ciekawszych tego typu obiektów w kraju. Pomimo wielowiekowej eksploatacji, polegającej na pozyskiwaniu drewna zarówno na potrzeby rozwijającego się miasta jak i na handel, kompleks ten dotrwał do naszych czasów niemal nieuszczerplony w swych granicach, wykształconych prawdopodobnie jeszcze przed lokacją miasta w XIV wieku. Lasy miejskie Olsztyna stanowią interesujący obszar badawczy, dotychczas niedoceniany. Od 1999 roku prowadzone są na ich obszarze badania nad porostami, których jednym z celów jest waloryzacja przyrodnicza, wykorzystująca różne wskaźniki lichenindykacyjne.

APPLICATION OF LICHENS FOR ASSESSMENT OF ANTHROPOGENOUS TRANSFORMATIONS AND NATURAL VALUATION OF FOREST AREAS IN THE CITY OF OLSZTYN

Abstract

The history of Olsztyn is related in a special way with the forest surrounding it. Currently forests occupy over 21% of the city area. The compact Municipal forest complex (1055 ha), which fulfilled the function of recreational and tourist grounds for Olsztyn until the end of the 19th c., occupies more than a half of that area. It is one of the larger and more interesting objects of that type in Poland. Despite many centuries of expansion in the form of obtaining timber for the developing city and for commercial purposes that forest complex survived until our times almost undiminished in its borders formed most probably even before the location of the city during the 14th c. The municipal forests of Olsztyn are interesting research areas that has been underestimated so far. As of 1999, it is the area of studies on

lichens. Natural valuation using various lichens as indicators is one of the goals of these studies.

Wstęp

Oprócz powszechnie znanej roli porostów (grzybów zlichenizowanych) w ocenie zanieczyszczeń atmosferycznych (Ferry et al. 1973, Richardson 1992, Fałtynowicz 1995) coraz częściej podkreśla się znaczenie tych organizmów w specyficznej bioindykacji ekosystemów leśnych (Fabiszewski 1968; Rose 1976; McCune 2000; Coppins, Coppins 2002; Wolseley 2002; Ciesliński 2003). W układach tych porosty stanowią element szczególnie wrażliwy na różnorodne przejawy działalności człowieka, zarówno bezpośredniej, jak i jej skutków pośrednich. Do czynników, które decydują o takich indykacyjnych właściwościach porostów zaliczyć należy przede wszystkim, wzajemnie ze sobą skorelowane, szczególne przywiązanie większości taksonów do określonych warunków mikroklimatycznych oraz specyficznych mikrosiedlisk (por. Fałtynowicz 2006). Przywiązanie to sprawia, że skład gatunkowy porostów danego zbiorowiska leśnego często lepiej charakteryzuje jego antropogeniczne przeobrażenia niż runo leśne (Krawiec 1934, Motyka 1934, Thor 1998).

Literatura poświęcona bioindykacyjnej roli porostów w lasach jest bardzo obszerna. Na podstawie szczegółowych badań opracowano lokalne listy gatunków, mające charakter specyficznych skal porostowych. Skale te umożliwiają, w zależności od koncepcyjnego podejścia i celu zastosowania, dokonanie oceny stopnia naturalności danego kompleksu leśnego (jego ciągłości ekologicznej) lub stopnia jego degeneracji (por. Nordén, Appelqvist 2001). Wysoką wartość porostów jako uniwersalnych wskaźników jakości (bioróżnorodności) środowiska przyrodniczego w lasach potwierdzają badania wskazujące na wyraźną korelację pomiędzy wzrostem zróżnicowania gatunkowego porostów i związanych z nimi, w różny sposób, innymi grupami organizmów (Uliczka, Angelstam 2000; Gunnarsson et al. 2004).

Celem prezentowanych badań była, z jednej strony – próba waloryzacji lasów miejskich Olsztyna (NE Polska) przy wykorzystaniu porostów jako bioindykatorów, a z drugiej – ocena przydatności wybranych wskaźników w bioindykacji ekosystemów leśnych. Wykorzystano w tym celu kilka grup (list) gatunków, proponowanych przez różnych autorów do szeroko rozumianych badań waloryzacyjnych.

Metody

Olsztyn należy do miast o stosunkowo dobrze poznanej biocie porostowej, obejmującej 265 gatunków (Kubiak 2005). Kompleksowe badania nad porostami miasta prowadzone są od 1999 roku. Badania terenowe prowadzono metodą kartograficzną, opartą na siatce regularnych pól o kształcie kwadratów o boku 500 m. Obszar miasta podzielono na 363 kwadraty (podstawowe pola badawcze). W każdym z pól dokonano spisu gatunków porostów na każdym z zasiedlanych przez te

organizmy podłoży. Zastosowana metoda pozwoliła na dokonanie stosunkowo pełnej inwentaryzacji zasobów gatunkowych porostów, stanowiącej punkt odniesienia dalszych, szczegółowych badań.

Teren badań

Obszar miasta Olsztyna obejmuje 87,9 km² i jest zamieszkiwany przez 174 tys. mieszkańców. Lasy miejskie zajmują powierzchnię 1415 ha (ponad 21% obszaru miasta). Ponad połowę terenów leśnych zajmuje zwarty kompleks Lasu Miejskiego (1055 ha). Ten odosobniony i wyraźnie wyodrębniony kompleks, położony w północnej części miasta, pełni funkcje lasu komunalnego od połowy XIV wieku, czyli od momentu lokacji miasta. Pomimo wielowiekowej eksploatacji i przekształcania pierwotnej struktury gatunkowej tutejszych zbiorowisk, przetrwał przez prawie siedem stuleci niemal nie uszczuplony w swych granicach (Śrutkowski 2002). Drzewostan Lasu Miejskiego budują obecnie gatunki szpilkowe (sosna – 71,5%, świerk – 16,1%), mimo iż dominują na tym obszarze siedliska łąkowe. Drzewa reprezentujące VIII i starsze klasy wiekowe stanowią obecnie ponad 35% drzewostanu, a jego średni wiek wynosi 88 lat (Plan...). Fragmenty zbiorowisk zbliżonych do naturalnych – zbczowe lasy łąkowe – zachowały się w dolinach przepływających przez ten obszar rzek – Łyny i Wadąga (Jutrzenka-Trzebiatowski 1995). W pobliżu dolin rzecznych i w obniżeniach terenowych występują zbiorowiska o charakterze olsów i łęgów, zazwyczaj silnie zdegradowane. W zachodniej części Lasu zachowały się dwa niewielkie torfowiska – Redykajny (10,38ha) i Mszar (4,45ha), objęte ochroną już w pierwszych latach XX wieku, jako ścisłe rezerваты przyrody ustanowione oficjalnie w latach 1948 i 1953 (Dąbrowski et al. 1999).

Zróżnicowanie gatunkowe

Różnorodność gatunkowa bioty porostów danego obszaru jest wymiernym wskaźnikiem presji antropogenicznej, zachodzącej w różnych przedziałach czasowych (Cieśliński, Czyżewska 1998; Motiejunaite, Fałtynowicz 2005; Stofer et al. 2006; Wolseley et al. 2006). W skali Polski zaznacza się wyraźna prawidłowość, polegająca na spadku różnorodności gatunkowej porostów podobnych układów ekologicznych w kierunku zachodnich i południowo-zachodnich rejonów kraju (Czyżewska 2003). Szczególnie wyraźnie zjawisko to uwidacznia się w ekosystemach leśnych. Leśne zbiorowiska naturalne, lub do nich zbliżone, charakteryzują się zazwyczaj znacznie wyższą liczbą gatunków porostów niż odpowiadające im stadia degeneracyjne (Humphrey et al. 2002). Ogólna liczba porostów danego kompleksu czy zbiorowiska leśnego stanowić więc może podstawę ich waloryzacji.

Spśród 265 gatunków porostów odnotowanych na obszarze miasta, około 190 występuje na terenach leśnych, zarówno jako gatunki obligatoryjne jak i fakultatywne. Największą liczbę gatunków w poszczególnych polach badawczych (ponad

60) odnotowano na obszarze Lasu Miejskiego, w jego zachodniej i północnej części (rys. 1). Pomimo, iż poszczególne pola badawcze obejmowały obszary o zróżnicowanym charakterze zbiorowisk, można przyjąć, że takie bogactwo gatunkowe charakteryzuje obecnie najlepiej zachowane fragmenty zbiorowisk leśnych analizowanego obszaru. Zróżnicowanie takie jest znacznie wyższe od analogicznych obszarów np. Polski Centralnej (por. Kubiak, Szczepkowski 2006), ustępuje jednak wyraźnie płatom naturalnych zbiorowisk leśnych, obecnych np. w Puszczy Białowieńskiej (por. Faliński, Mułenko 1995). Należy podkreślić, że brak jest w naszym kraju precyzyjnego szacunku bioróżnorodności porostów związanych z biocenozami leśnymi ze względu na znikomą liczbę długoterminowych i szeroko zakrojonych badań (Czyżewska, Cieśliński 2003).

Porosty epifityczne

Epifity stanowią na Niżu najliczniejszą grupę ekologiczną porostów. Grupa ta jest jednocześnie najbardziej wrażliwa na antropopresję i poprzez to najbardziej zagrożona. Porosty epifityczne, wraz z epiksylitami, stanowią prawie 70% wszystkich gatunków z *Czerwonej Listy* (Cieśliński et al. 2003). Epifity stanowią grupę najbardziej reprezentatywną i najczęściej wykorzystywaną w badaniach bioindykacyjnych, obejmujących również obszary leśne (Czyżewska 1976; Bystrek, Karczmaz 1987; Bystrek, Kolanko 1992; Essen et al. 1996; Kuusinen, Siitonen 1998; Poikoilainen et al. 1998). W grupie tej występuje także największa liczba stenotopowych gatunków leśnych, przywiązanych zwykle do określonych typów zbiorowisk.

Na obszarze miasta odnotowano dotychczas występowanie 175 gatunków porostów epifitycznych (Kubiak 2005). Największe zróżnicowanie gatunkowe w tej grupie obserwuje się na terenach leśnych (rys. 2), gdzie wynosi ponad 50 gatunków, przypadających na pojedyncze podstawowe pole badawcze. Wśród taksonów epifitycznych, 68% to porosty o skorupiastych, często niepozornych plechach. Okazy porostów o tym typie plechy mają często bardzo nieliczne i niejednoznaczne cechy diagnostyczne, co stwarza problemy z poprawnym oznaczeniem ich przynależności taksonomicznej, wymagającym w przypadku niektórych taksonów szczegółowych analiz biochemicznych. Obniża to indykacyjny walor epifitów jako grupy.

Porosty chronione

Ochroną gatunkową w Polsce objęto ponad 200 gatunków porostów (Rozporządzenie...). Są to w większości taksony o listkowatych i krzaczkowatych plechach, szczególnie wrażliwe na różnorodne przejawy antropopresji. Należą tu zarówno taksony bardzo rzadkie jak i stosunkowo częste, spotykane na obszarze całego kraju lub występujące (obecnie) regionalnie. Liczba gatunków chronionych z poszczególnych grup systematycznych jest jednym z najczęstszych kryteriów waloryzacji wybranych obszarów leśnych.

Na obszarze miasta Olsztyna odnotowano występowanie 38 gatunków porostów objętych ochroną (Kubiak 2005). Największą liczbę taksonów z tej grupy stwierdzono na obszarach leśnych (rys. 3). Zagęszczenie stanowisk gatunków chronionych nie pokrywa się wyraźnie z obszarami o najwyższym stopniu naturalności. Stosunkowo dużo taksonów występuje także na obszarach nieleśnych strefy podmiejskiej. Na tą sytuację wpływa fakt objęcia ochroną licznej grupy porostów w dużej mierze eurytopowych, występujących często na siedliskach silnie przekształconych lub stworzonych przez człowieka (apoporosty, por. Fałtynowicz 1994), takich jak np. drzewa przydrożne (*Ramalina* spp., *Melanelia* spp., itp.) czy murawy napiaskowe (*Cetraria* spp., *Cladonia* spp., *Peltigera* spp.).

Porosty zagrożone

Za zagrożone lub wymarłe uznaje się w Polsce 886 gatunków porostów, co stanowi ponad 55% bioty krajowej (Cieśliński et al. 2003). Wśród głównych przyczyn zagrożenia wymienia się m.in. gospodarkę leśną, zwłaszcza zręby zupełne, prowadzące do fragmentacji lasów i niszczenia siedlisk; obniżanie wieku rębności drzew, zmniejszanie się liczby starych drzew leśnych, zastępowanie różnowiekowych drzewostanów liściastych i mieszanych uprawami sosny i świerka; obumieranie drzew w naturalnych biocenozach pod wpływem czynników antropogenicznych (Cieśliński et al. 1992, Cieśliński et al. 2003). Pomimo, iż w Polsce ukazała się już 3 edycja *Czerwonej Listy* porostów oraz opracowano wiele list regionalnych, praktyczne ich wykorzystanie w ocenie stanu środowiska przyrodniczego jest niewielkie. W wielu krajach Europy lokalne listy gatunków zagrożonych stanowią podstawowe narzędzie waloryzacji środowiska przyrodniczego, tym obszarów leśnych (Thor 1998; Gustafsson et al. 1999; Berg et al. 2002; Pykälä i in. 2006).

Na obszarze Olsztyna odnotowano występowanie 70 gatunków porostów uznanych za wymarłe lub zagrożonych w Polsce wymarciem (Kubiak 2005). Zróżnicowanie gatunkowe porostów z tej grupy (rys. 4) bardzo wyraźnie pokrywa się ze zróżnicowaniem przestrzennym gatunków chronionych. Wydaje się jednak, że informacje uzyskane na podstawie kartowania tej grupy porostów mają większy walorindykacyjny, zwłaszcza w przypadku obszarów leśnych.

Porosty – wskaźniki naturalności zbiorowisk leśnych

Swoistą skalę biologiczną, pozwalającą określić stopień naturalności dane go zbiorowiska leśnego, zaproponował Cieśliński (2003). Skala ta powstała na podstawie wieloletnich badań nad porostami Polski Północno-Wschodniej. Ta stosunkowo obszerna lista zawiera 141 gatunków występujących w zbiorowiskach leśnych północno-wschodniej części kraju, ale spotykanych także w innych rejonach Polski i Europy. Skala ta składa się z 5 grup gatunków, odpowiadających różnym stopniom antropogenicznych przekształceń zbiorowisk leśnych: porosty

lasów pierwotnego pochodzenia (I), porosty lasów naturalnych (II), porosty regenerujących się lasów gospodarczych (III), porosty w lasach gospodarczych (IV), porosty w zdegenerowanych lasach (V). Dwu pierwszym kategoriom nadano status obligatoryjnych lub fakultatywnych reliktyw puszczańskich (por. Cieśliński i in. 1996).

Na obszarze Olsztyna odnotowano 75 gatunków ze wspomnianej skali (ponad 53% wymienionych w niej taksonów). Najliczniej reprezentowane są porosty charakterystyczne dla lasów gospodarczych i lasów zdegenerowanych (obecne są praktycznie wszystkie gatunki skali). Stosunkowo liczne są także porosty wyróżniające regenerujące się lasy – 26 taksonów (rys. 5), mniej liczne natomiast wskaźniki lasów naturalnych – 5 gatunków. Odnotowano tylko jeden gatunek charakterystyczny dla lasów pierwotnego pochodzenia (*Chaenotheca stemonea*). Szczególny walor indykacyjny (w przypadku analizowanego obszaru) należy przypisać III grupie gatunków – wskaźników regenerujących się lasów gospodarczych. Tylko bowiem większe nagromadzenie w danej biocenozie lasu taksonów z odpowiedniej grupy może pełnić właściwą rolę wskaźnikową (por. Cieśliński 2003).

Porosty – wskaźniki niżowych lasów puszczańskich

Spośród 1520 występujących w Polsce gatunków porostów (Fałtynowicz 2003), około 160, obligatoryjnych lub fakultatywnych epifitów i epiksyli, uznaje się za taksony związane z różnymi typami starych lasów naturalnych i zregenerowanych lasów gospodarczych (Czyżewska, Cieśliński 2003). Spośród tej grupy, 71 gatunków spełnia kryteria przypisywane wskaźnikom niżowych lasów puszczańskich (Czyżewska, Cieśliński 2003):

- są gatunkami rodzimymi występującymi wyłącznie w naturalnych zbiorowiskach leśnych,
- są stałymi, naturalnymi składnikami biocenoz leśnych, a ich właściwości biologiczno-ekologiczne są dostosowane do fitoklimatu i środowiska leśnego,
- są szczególnie czułe na zmiany warunków siedliskowych, zwłaszcza wilgotności względnej powietrza,
- są typowymi epifitami i epiksylami zasiedlającymi specyficzne siedliska leśne, np. bardzo stare i żywe drzewa, martwe drewno w różnej formie i w różnym stopniu rozkładu,
- są gatunkami stenotopowymi o ściśle określonej amplitudzie ekologicznej,
- nie rosną w lasach gospodarczych,
- nie wykazują tendencji do opanowywania siedlisk antropogenicznych.

Obecność takich gatunków wskaźnikowych daje podstawę do oznaczenia stopnia naturalności fitocenoz leśnych. W warunkach klimatycznych Polski Niżowej dominują siedliska lasów liściastych, w tym strefowych grądów, buczyn i dąbrów,

dlatego wśród wskaźników najliczniejszą grupę stanowią porosty ściśle związane z lasami liściastymi (Czyżewska, Ciesliński 2003). Na obszarze lasów miejskich Olsztyna odnotowano nieliczne stanowiska 8 gatunków z tej grupy: *Arthonia didyma*, *Calicium trabinellum*, *C. viride*, *Chrysotrix candelaris*, *Lecanora albella*, *Loxospora elatina*, *Micarea melaena* i *Opegrapha viridis*. Poza pojedynczymi stanowiskami dwóch taksonów – *Chrysotrix candelaris* i *Micarea melaena*, porosty te występują wyłącznie w obrębie Lasu Miejskiego. W pojedynczym polu podstawowym odnotowano maksymalnie dwa gatunki z tej grupy. Najliczniej, porosty te występują w środkowej części Lasu Miejskiego (rys. 6).







Pałecznikowce *Caliciales*

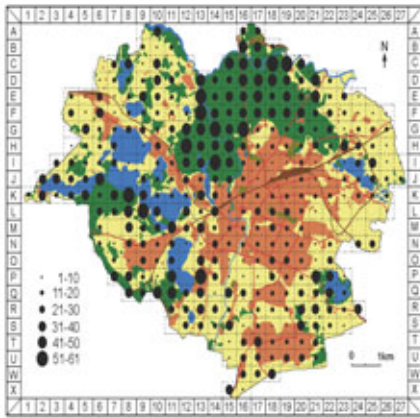
Porosty z rodzajów *Calicium*, *Chaenotheca*, *Chaenothecopsis* i *Sclerophora* przez wielu badaczy uważane są za organizmy związane z lasami pierwotnymi, mogące pełnić rolę wskaźników ciągłości ekologicznej zbiorowisk leśnych (Tibell 1992). Gatunki te mogą być wskaźnikami zarówno dla lasów liściastych (Gustafsson et al. 1992) jak i szpilkowych (Halonen et al. 1991; Tibell 1992). Porosty te występują zazwyczaj na stanowiskach epiksylicznych, ich występowanie uzależnione jest jednak nie tylko od dostępności specyficznych podłoży ale także od czynników siedliskowych, głównie wilgotności siedliska (Holien 1996). Rolę wskaźników ciągłości ekologicznej pełnić mogą wszystkie taksony z tego rzędu, za wyjątkiem tylko nielicznych, takich jak *Chaenotheca ferruginea* (por. Rose, Coppins 2002; Coppins, Coppins 2002), która uważana jest za gatunek rozprzestrzeniający się (Wirth 1985) a także taksonów saprobiontycznych (*Phaeocalicium* i *Stenocybe*) oraz parasymbiotycznych (*Sphinctrina*) (Selva 2002). Według Selva (1994, 2002), funkcję wskaźnika ciągłości ekologicznej może pełnić liczba gatunków z tej grupy, odnotowana na danym stanowisku.

Pałecznikowce to porosty o drobnych i niepozornych plechach, zasiedlające często bardzo specyficzne mikrosiedliska. Ogranicza to w pewnym stopniu możliwość wykorzystania tych organizmów w badaniach bioindykacyjnych. W Polsce rodzaje *Calicium*, *Chaenotheca*, *Chaenothecopsis* i *Sclerophora* reprezentowane są przez 43 gatunki (Fałtynowicz 2003b), z których 11 – z rodzajów *Calicium*, *Chaenotheca* i *Chaenothecopsis* – odnotowano na obszarze Olsztyna. Największe zagęszczenie stanowisk tych porostów odnotowano w zbiorowiskach leśnych związanych z doliną rzeki Łyny oraz w lasach położonych na stromym, południowym brzegu jeziora Ukiel. Trudne warunki terenowe powodują, że występuje tu duże nagromadzenie nie usuniętego martwego drewna, w postaci pniaków po ściętych drzewach, kłód, złomów i wykrotów oraz obumarłych drzew stojących. Porosty z tej grupy występują także licznie na śródleśnych torfowiskach, objętych ochroną rezerwatową. W pojedynczym polu podstawowym odnotowano maksymalnie 5 gatunków z tej grupy.

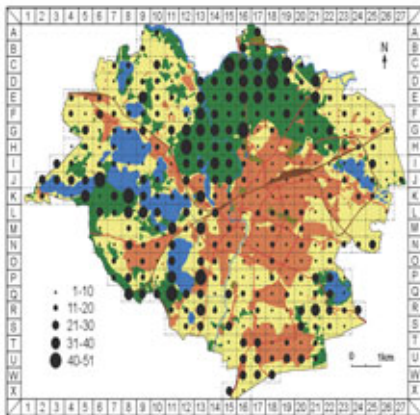
Tab. 1. Przykłady porostów – wskaźników naturalności zbiorowisk leśnych (sensu Cieśliński 2003)

Table 1. Lichens – indicators of naturalness of a forest communities (sensu Cieśliński 2003)

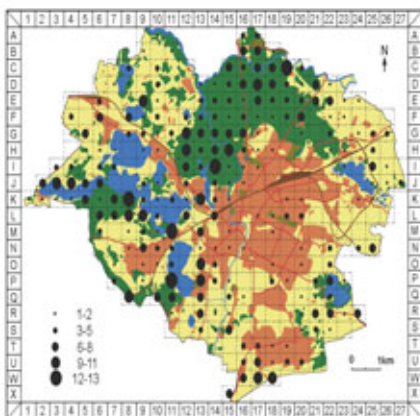
	
<p><i>Chaenotheca stemonea</i> – wskaźnik lasów pierwotnego pochodzenia / indicator of forest communities in stands of primeval origin</p>	<p><i>Loxospora elatina</i> – wskaźnik lasów naturalnych / indicator of natural forest</p>
	
<p><i>Pyrenula nitida</i> – wskaźnik regenerujących się lasów gospodarczych / indicator of regenerating managed forests</p>	<p><i>Usnea subfloridana</i> – wskaźnik regenerujących się lasów gospodarczych / indicator of regenerating managed forests</p>
	
<p><i>Graphis scripta</i> – wskaźnik regenerujących się lasów gospodarczych / indicator of regenerating managed forests</p>	<p><i>Chrysotrix candelaris</i> – wskaźnik regenerujących się lasów gospodarczych / indicator of regenerating managed forests</p>



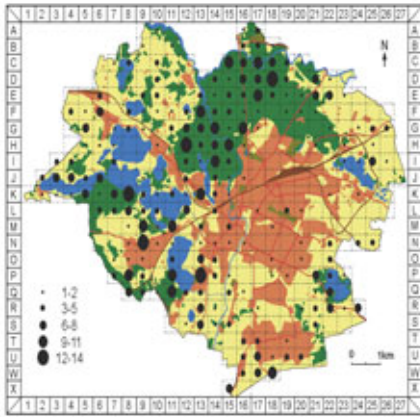
Ryc. 1. Liczba gatunków porostów w poszczególnych polach badawczych.
Fig. 1. Number of lichen taxa in individual basic research fields.



Ryc. 2. Liczba gatunków porostów epifytycznych w poszczególnych polach badawczych.
Fig. 2. Number of epiphytic lichen taxa in individual basic research fields.

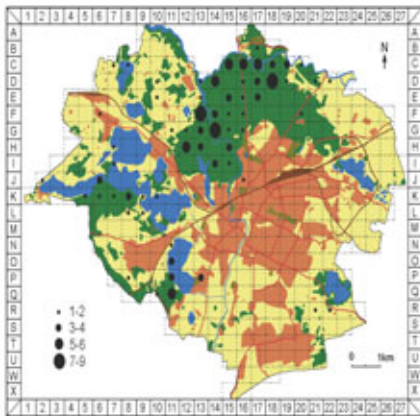


Ryc. 3. Liczba gatunków porostów objętych w Polsce ochroną w poszczególnych polach badawczych.
Fig. 3. Number of protected in Poland lichen taxa in individual basic research fields.



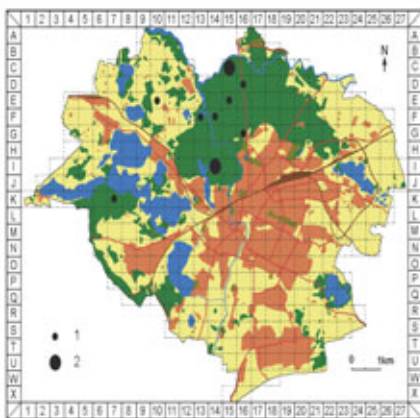
Ryc. 4. Liczba gatunków porostów zagrożonych w Polsce wymarciem w poszczególnych polach badawczych.

Fig. 4 Number of Red List lichen taxa in individual basic research fields.



Ryc. 5. Liczba gatunków porostów – wskaźników regenerujących się lasów gospodarczych w poszczególnych polach badawczych.

Fig. 5. Number of the taxa of lichens – indicators of regeneration managed forests in individual basic research fields.



Ryc. 6. Liczba gatunków porostów – wskaźników niżowych lasów puszczańskich w poszczególnych polach badawczych.

Fig. 6. Number of the taxa of lichens – indicators of lowland old-growth forests in individual basic research fields.

Wnioski

1. Spośród obszarów leśnych Olsztyna najwyższą wartość lichenologiczną, zapewne także ogólnoprzyrodniczą, ma kompleks Lasu Miejskiego, a w dalszej kolejności lasy na południe od jeziora Ukiel oraz lasy położone na południowy-wschód od jeziora Kortowskiego; hierarchia ta jest zgodna z wielkością tych kompleksów oraz obecnością fragmentów lasów o charakterze zbliżonym do naturalnych.
2. Na obszarze Lasu Miejskiego w Olsztynie wyróżnić można obszary szczególnie wartościowe, stanowiące ostoje stosunkowo licznej grupy porostów leśnych, obejmujące lasy związane z dolinami rzecznyymi Łyny i Wadąga oraz śródleśnymi torfowiskami i obniżeniami terenowymi środkowej części kompleksu.
3. Wszystkie z analizowanych grup gatunków porostów stanowić mogą wskaźniki waloryzujące środowisko przyrodnicze, nie wszystkie jednak wydają się być równie wartościowe dla oceny stanu zachowania zbiorowisk leśnych. Celowe wydają się dalsze badania w konkretnych typach zbiorowisk leśnych, zróżnicowanych geograficznie, reprezentujących różne stadia degeneracyjne.
4. Lasy Olsztyna, w szczególności kompleks Lasu Miejskiego, ze względu na swoją historię i względnie umiarkowany stopień przeobrażenia, stanowiąc mogą swoisty, modelowy obiekt badań ekologicznych i bioindykacyjnych.

Literatura

- Berg Å., Gårdenfors U., Hallingbäck T., Norén M. 2002. Habitat preferences of red-listed fungi and bryophytes in woodland key habitats in southern Sweden – analyses of data from a national survey. *Biodiv. Conserv.* 11: 1479–1503.
- Bystrek J., Kolanko K. 1992. Effect of Anthropopressure on Epiphytic Flora of Lichens as Exemplified by the Białowieża Primeval Forest. *Ann. UMCS, C* 125–132.
- Bystrek J., Karczmarz K. 1987. Zmiany we florze porostów i mszaków nadrzewnych w rezerwacie leśnym na Bukowej Górze w Roztoczańskim Parku Narodowym. *Parki nar. Rez. przyr.* 8(2): 5–14.
- Cieśliński S. 2003. Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce Północno-Wschodniej. *Phytocoenosis* (N.S.) 15, *Suppl. Cartogr. Geobot.* 15: 1–430.
- Cieśliński S., Czyżewska K. 1998. Lichens as indicators of the synanthropization of plant cover and the environment. In: J.B. Faliński, W. Adamowski, B. Jackowiak, eds. Synanthropization of plant cover in new Polish research. *Phytocoenosis* 10 (N.S.), *Suppl. Cartograph. Geobot.* 9: 257–267.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. 1992. Czerwona lista porostów zagrożonych w Polsce. In: K. Zarzycki, W. Wojewoda, Z. Heinrich, eds. *Lista roślin zagrożonych w Polsce: 57–74*. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN, Kraków.

- Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. 2003. Czerwona lista porostów wymarłych i zagrożonych w Polsce. *Monogr. Bot.* 91: 13–49.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Faliński J.B., Klama H., Mułenko W., Żarnowiec J. 1996. Relicts of the primeval (virgin) forest. Relict phenomena. In: J.B. Faliński, W. Mułenko, eds. Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park (Project CRYPTO 3). *Phytocoenosis* 8 (N.S.), *Archivum Geobot.* 6: 197–216.
- Coppins A.M., Coppins B.J. 2002. *Indices of Ecological Continuity for Woodland Epiphytic Lichen Habitats in the British Isles*. British Lichen Society, London.
- Czyżewska K. 1976. Zanikanie porostów epifitycznych pod wpływem antropogenicznej degeneracji lasów liściastych Puszczy Pilickiej. *Phytocoenosis* 5(3–4): 363–375.
- Czyżewska K. 2003. Ocena zagrożenia bioty porostów Polski. *Monogr. Bot.* 91: 241–249.
- Czyżewska K., Cieśliński S. 2003. Porosty – wskaźniki niżowych lasów puszczańskich w Polsce. *Monogr. Bot.* 91: 223–239.
- Dąbrowski S., Polakowski B., Wołos L. 1999. *Obszary chronione i pomniki przyrody województwa warmińsko-mazurskiego*. Urząd Wojewódzki, Wydział Ochrony Środowiska i Rolnictwa w Olsztynie, Olsztyn.
- Essen P.A., Renhom K.E., Pettersson R. 1996. Epiphytic lichen biomass in managed and old-growth boreal forests: effect of branch quality. *Ecol. Appl.* 6: 228–238.
- Fabiszewski J. 1968. Porosty Śnieżnika Kłodzkiego i Gór Białskich. *Monogr. Bot.* 26: 1–115.
- Faliński J.B., Mułenko W., eds. 1995. Cryptogamous plants in the forests communities of Białowieża National Park. General problems and taxonomic groups analysis (Project CRYPTO). *Phytocoenosis* 7 (N.S.), *Archiv. Geobot.* 4: 3–176.
- Fałtynowicz W. 1994. Propozycja klasyfikacji porostów synantropijnych. Wprowadzenie do dyskusji. *Arboretum Bolestraszyce* 2: 21–30.
- Fałtynowicz W. 1995. Wykorzystanie porostów do oceny zanieczyszczenia powietrza. Wyd. CEEW, Krosno.
- Fałtynowicz W. 2003. Różnorodność gatunkowa – porosty. In: R. Andrzejewski, A. Wiegler, eds. *Różnorodność biologiczna Polski*: Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa: 29–35.
- Fałtynowicz W. 2006. Porosty w lasach Polski – znaczenie, zagrożenie, ochrona. W: Anderwald D., eds. *Sposoby rozpoznawania, oceny i monitoringu wartości przyrodniczych polskich lasów*. Stud. i Mat. CEPL, Rogów, 4 (14): 193–200.
- Ferry B.W., Baddeley M.S., Hawksworth D.L., eds. 1973. *Air pollution and lichens*. The Athlone Press, London.
- Gunnarsson B., Hake M., Hultengren S. 2004. A functional relationship between species richness of spiders and lichens in spruce. *Biodiv. Conserv.* 13: 685–693.

- Gustafsson L., Fiskesjö A., Ingelög T., Petterson B., Thor G. 1992. Factors of importance to some lichen species of deciduous broad-leaved woods in southern Sweden. *Lichenologist* 24: 255–266.
- Gustafsson L., De Jong J., Norén M. 1999. Evaluation of Swedish woodland key habitats using red-listed bryophytes and lichens. *Biodiv. Conserv.* 8: 1101–1114.
- Halonen P., Hyvärinen M., Kauppi M. 1991. The epiphytic lichen flora on conifers in relation to climate in the Finnish middle boreal subzone. *Lichenologist* 23: 61–72.
- Holien H. 1996. Influence of site and stand factors on the distribution of crustose lichens of the Caliciales in a suboceanic spruce forest area in central Norway. *Lichenologist* 28: 315–330.
- Humphrey J.W., Davey S., Peace A.J., Ferris R., Harding K. 2002. Lichens and bryophyte communities of planted and semi-natural forests in Britain: the influence of site type, stand structure and deadwood. *Biological Conservation* 107(2): 165–180.
- Jutrzenka-Trzebiatowski A. 1995. Zboczowe lasy klonowo-lipowe *Aceri-Tilietum* Faber 1936 w Polsce Północno-Wschodniej. *Monogr. Bot.* 78: 1–78.
- Krawiec F. 1934. Flora epifityczna lasów bukowych Wielkopolski. *Acta Soc. Bot. Pol.* 11: 317–327.
- Kubiak D. 2005. Lichens and lichenicolous fungi of Olsztyn (NW Poland). *Acta Mycol.* 40(2): 125–174.
- Kubiak D., Szczepkowski A. 2006. Lichens of the Rogów Forests of Warsaw Agricultural University (1). Arboretum, Popień and Zimna Woda reserves. *Ann. Warsaw Agricult. Univ. – SGGW, For. and Wood Technol.* 60: 51–63.
- Kuusinen M., Siitonen J. 1998. Epiphytic lichen diversity in old-growth and management *Picea abies* stands in southern Finland. *Journal of Vegetation Science* 9: 283–292.
- McCune B. 2000. Lichen communities as indicators of forest health. *Bryologist* 103: 353–356.
- Motiejūnaite J., Fałtynowicz W. 2005. Effect of land-use on lichen diversity in the transboundary region of Lithuania and northeastern Poland. *Ekologija* 3: 34–43.
- Motyka J. 1934. W sprawie ochrony porostów. *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 14: 50–56.
- Nordén B., Appelqvist T. 2001. Conceptual problems of Ecological Continuity and its bioindicators. *Biodiv. Conserv.* 10: 779–791.
- Plan zagospodarowania Lasu Komunalnego miasta Olsztyna według stanu na okres od 1.I.1988 r. do 31.XII.1997 r.* Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej, Oddział w Olsztynie. Mscr.
- Poikolainen J., Kuusinen M., Mikkola K., Lindgren M. 1998. Mapping of the epiphytic lichens on conifers in Finland in the years 1985–86 and 1995. *Chemosphere* 36: 1073–1078.

- Pykälä J., Heikkinen R.K., Toivonen H., Jääskeläinen K. 2006. Importance of Forest Act habitats for epiphytic lichens in Finnish managed forest. *Forest Ecology and Management* 223: 84–92.
- Richardson D.H.S. 1992. *Pollution monitoring with lichens*. The Richmond Publishing, Slough.
- Rose F. 1976. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woodlands. In: D.H. Brown, D.L. Hawksworth, R.H. Bailey, eds. *Lichenology: progress and problems*: 279–307. Academic Press, London.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 lipca 2004 r. w sprawie gatunków dziko występujących grzybów objętych ochroną (Dz. U. z dnia 28 lipca 2004 r.).
- Selva S.B. 1994. Lichen diversity and stand continuity in the northern hardwoods and spruce-fir forest of northern New England and western New Brunswick. *Bryologist* 97: 424–429.
- Selva S.B. 2002. Indicator species – restricted taxa approach in coniferous and hardwood forests of northeastern America. In: P.L. Nimis, C. Scheidegger, P.A. Wolseley, eds. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*: 349–352. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Stofer S., Bergmanini A., Aragón G., Carvalho P., Coppins B.J., Davey S., Dietrich M., Farkas E., Kärkkäinen K., Keller Ch., Lókós L., Lommi S., Máguas C., Mitchell R., Pinho P., Rico V.J., Truscott A.M., Wolseley P.A., Watt A., Scheidegger Ch. 2006. Species richness of lichens functional groups in relation to land use intensity. *Lichenologist* 38(4): 331–353.
- Śrutkowski T. 2002. *Lasy Olsztyna*. WERS, Olsztyn.
- Thor G. 1998. Red-listed lichens in Sweden: Habitats, threats, protection, and indicator value in boreal coniferous forests. *Biodiversity and Conservation* 7: 59–72.
- Tibell L. 1992. Crustose lichens as indicators of forest continuity in boreal coniferous forest. *Nordic Journal of Botany* 12: 427–450.
- Uliczka H., Angelstam P. 2000. Assessing conservation values of forest stands based on specialized lichens and birds. *Biological Conservation* 95: 343–351.
- Wirth V. 1995. *Die Flechten Baden-Württembergs*. 1-2. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Wolseley P.A., Stofer S., Mitchell R., Truscott A.M., Vanbergen A., Chimonides J., Scheidegger C. 2006. Variation of lichens communities with landuse in Aberdeenshire, UK. *Lichenologist* 38(4): 307–322.
- Wolseley P.A. 2002. Using corticolous lichens of tropical forest to assess environmental changes. In: P.L. Nimis, C. Scheidegger, P.A. Wolseley, eds. *Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens*; 373–378. Kluwer Academic Publishers.

Dariusz Kubiak

Katedra Mikologii

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie

darkub@uwm.edu.pl