

Znaczenie starodrzewu dla zachowania różnorodności porostów w lasach na przykładzie pozostałości Puszczy Mazowieckiej

The significance of old-growth forests in maintaining lichen diversity
– an example from the remnants of the Mazovian Forest

Dariusz Kubiak

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski, Wydział Biologii i Biotechnologii,
ul. Oczapowskiego 1A, 10–719 Olsztyn

Tel. +48895234297; e-mail: darkub@uwm.edu.pl

Abstract. The paper presents the results of a lichenological study conducted in 2012 in the 'Lekowo' forest complex, situated in the north-western part of Mazovia (Forest Division of Ciechanów). It is the largest forest complex in the area, covering 1596 ha. The research area comprises two small nature reserves ('Lekowo' – 5.31 ha, and 'Modła' – 9.36 ha) with old-growth oak trees (160–200 years of age) and adjacent managed pine forests (76–107 years of age). The aim of this study was to investigate the species composition of the lichen biota in both reserves and to determine the role of nature reserves in preserving lichen diversity. Results of the study showed that old-growth stands, in particular those composed of oak trees above recommended felling age, provide habitats for a large group of stenotopic forest lichens which are absent in managed forests. The 'Lekowo' and 'Modła' nature reserves, despite their small areas, are valuable refuges that help to conserve remarkable lichen diversity at the local scale, and serve as potential diaspore sources for many rare and threatened lichen species.

Key words: lichens, species diversity, fragmentation, nature conservation, forest management, lichen indices

1. Wstęp

W przeszłości lasy występowały niemal na całym obszarze Polski. Lesistość kraju, wynosząca pod koniec XVIII wieku jeszcze około 40% (w ówczesnych granicach), zmalała do 20,8% w roku 1945. Wylesienia i towarzyszące im zubożenie struktury gatunkowej drzewostanów spowodowały zmniejszenie różnorodności biologicznej w lasach. Pomimo że w okresie 1945–2010 lesistość Polski wzrosła do 29,2%, nadal wzrasta prawdopodobieństwo wymarcia wielu organizmów związanych z ekosystemem leśnym. Za najbardziej zagrożone spośród różnych grup roślin i grzybów uznaje się porosty (grzyby zlichenizowane). Z około 1600 gatunków występujących w Polsce 886 umieszczono na „Czerwonej liście” porostów zagrożonych lub wymarłych (Cieśliński et al. 2006). Szczególnie zagrożone są porosty

związane z naturalnymi zbiorowiskami leśnymi (Cieśliński, Czyżewska 1992; Czyżewska 2003). Szacuje się, że w Polsce występuje w lasach co najmniej 600 gatunków porostów (Fałtynowicz 2006). Wiele z nich to organizmy wysoce wyspecjalizowane, bardzo wrażliwe na zmiany warunków ekologicznych. Ich występowanie jest często ograniczone do starych drzewostanów rosnących w obrębie największych kompleksów leśnych kraju (Cieśliński, Tobolewski 1988; Cieśliński et al. 1996; Czyżewska, Cieśliński 2003; Kubiak, Sucharzewska 2012).

Do głównym czynników odpowiedzialnych za ubożenie różnorodności porostów w lasach, w tym za ustępowanie wielu rzadkich gatunków stenotopowych, należy zaliczyć trwające od wieków zmniejszanie się powierzchni lasów, obniżanie wieku drzewostanów, uproszczenie struktury i wewnętrznego zróżnicowania

naturalnych zbiorowisk, fragmentację lasów oraz będącą jej wynikiem izolację lokalnych populacji gatunków (Hawksworth et al. 1974; Cieśliński, Czyżewska 1992; Czyżewska, Cieśliński 2003; Otálora et al. 2011; Brunialti et al. 2013).

W Polsce badania wpływu gospodarczego użytkowania lasów na porosty są nieliczne (Fabiszewski 1968; Fałtynowicz 1986; Cieśliński 2008; Kościelniak 2008). Ponadto, w wielu regionach odczuwalny jest brak badań podstawowych, dokumentujących zasoby gatunkowe kompleksów leśnych (por. Kubiak, Szczepkowski 2012, i lit. tam. cyt.). Stosunkowo nieliczne są także badania analizujące udział porostów w poszczególnych zbiorowiskach leśnych, w szczególności w różnych, zdefiniowanych formach ich antropogenicznej degeneracji (Cieśliński et al. 1995; Czyżewska, Cieśliński 2003).

Celem badań przedstawionych w tej pracy było poznanie zasobów gatunkowych lichenobioty dwóch leśnych rezerwatów przyrody, położonych w północno-zachodniej części Mazowsza, oraz określenie potencjalnej roli tych obiektów w ochronie różnorodności porostów. W odniesieniu do objętego analizą terenu brak było dotychczas jakichkolwiek danych lichenologicznych.

2. Materiał i metody

Teren badań

Teren badań stanowiło uroczysko „Lekowo”, największy kompleks leśny Nadleśnictwa Ciechanów, obejmujący 1596 ha. Analizowany obszar położony jest około 10 km na NW od Ciechanowa, na południowym skraju Wzniesień Mławskich (Kondracki 2013). Stanowi on pozostałość dawnej Puszczy Mazowieckiej. Do roku 1945 większość obszarów leśnych znajdujących się obecnie w zasięgu terytorialnym Nadleśnictwa Ciecha-

nów stanowiło własność prywatną. Uroczysko „Lekowo” wchodziło w skład Ordynacji Opinogórskiej Krasieńskich (Drózd, Sarnowski 2004).

W zasięgu terytorialnym Nadleśnictwa Ciechanów przeważają tereny typowo rolnicze. Lesistość tego obszaru wynosi obecnie 14,4%. Ponad 42% powierzchni leśnej stanowią lasy prywatne (Drózd, Sarnowski 2004). W wyniku działalności człowieka naturalne zbiorowiska leśne zostały bardzo silnie przekształcone. Przeważają zbiorowiska zastępcze, jedno- lub wielogatunkowe o strukturze jednopiętrowej. Drzewostany tworzy głównie sosna zwyczajna, uprawiana na prawie wszystkich typach siedlisk, w tym także na gruntach porolnych. W okresie powojennym sadzono ją często bez właściwego rozpoznania warunków glebowych. Stąd też drzewostany sosnowe zajmują obecnie większość siedlisk lasowych, które stanowią 34,9% powierzchni nadleśnictwa. Lasy charakteryzują się niewielkim udziałem starszych klas wieku – na siedliskach przyrodniczych zinventaryzowanych w latach 2006–2007 drzewostany dojrzałe stanowią jedynie 14,7% (Prognoza oddziaływania na środowisko Planu Urządzenia Lasu na lata 2004–2013). Większość z nich położona jest na terenie uroczyska „Lekowo”. Dwa zachowane w tym kompleksie starodrzewy dębowe chronione są od roku 1979 jako rezerваты przyrody „Lekowo” (5,31 ha) i „Modła” (9,36 ha). Na przeważającym obszarze obu rezerwatów występuje drzewostan z panującym dębem bezszypułkowym w wieku 160–200 lat. Rośnie on na siedlisku lasu świeżego, na którym wykształciło się zbiorowisko grądu subkontynentalnego wysokiego *Tilio cordatae-Carpinetum betuli calamagrostietosum* (Prognoza oddziaływania na środowisko Planu Urządzenia Lasu na lata 2004–2013). Zachowanie tych drzewostanów należy wiązać z prowadzoną w przeszłości na tym terenie gospodarką łowiecką. Także obecnie, stanowią one matczyniki zwierzyny leśnej, która w znacznej mierze kształtuje zbiorowiska leśne obu rezerwatów.

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych w uroczysku „Lekowo”

Table 1. The characteristic of the research plots in the 'Lekowo' forest complex

| Nr powierzchni badawczej Research plot No. | Oddział leśny Forest compartment | Powierzchnia Area (ha) | Gatunek dominujący w drzewostanie (wiek) Dominant tree species (age) | Zbiorowisko leśne Forest community | Forma ochrony Form of protection |
|---|-------------------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|--|
| I | 148 d, i | 5,31 | Db 197 | <i>T.-C. c.</i> | rezerwat przyrody (leśny) „Lekowo” / Lekowo reserve |
| II | 164 b, c, d | 9,36 | Db 197 (So 106, Db 66) | <i>T.-C. c.</i> | rezerwat przyrody (leśny) „Modła” / Modła reserve |
| III | 159 b | 15,56 | So 107 | <i>T.-C. c.</i> | - |
| IV | 147 b | 17,51 | So 82 | <i>T.-C. c.</i> | - |
| V | 137 f | 15,80 | So 76 | <i>T.-C. c.</i> | - |

Abbreviations: Db – oak, So – pine, *T.-C. c.* – *Tilio cordatae-Carpinetum betuli calamagrostietosum*

Badania terenowe

Badania terenowe przeprowadzono w roku 2012. Objęto nimi obszar obu rezerwatów przyrody oraz przyległe do nich lasy gospodarcze, rosnące na podobnych siedliskach (zbiorowiska zastępcze), z drzewostanami sosnowymi w wieku 76–107 lat. Zastosowano metodę marszrutową. Na obszarze poszczególnych wydziałów (tab. 1) wyznaczono kilka transektów, a następnie, podczas pokonywania zaplanowanej trasy, rejestrowano napotkane gatunki porostów na wszystkich zasiedlanych przez te organizmy podłożach. Gatunki, których oznaczenie było możliwe w terenie, spisano bez zbioru okazów referencyjnych. W przypadku pozostałych taksonów pobierano drobne fragmenty plech w celu przeprowadzenia dalszych analiz taksonomicznych w laboratorium.

Prace laboratoryjne

Zebrany materiał oznaczono według standardowych procedur, obejmujących szczegółowe obserwacje mikroskopowe, testy barwne oraz analizy biochemiczne, różnicujące wtórne metabolity grzybów zlichenizowanych (por. Smith et al. 2009). Analizy chromatograficzne (TLC) wykonano w Katedrze Mykologii UWM, według procedur przedstawionych w opracowaniu Kubiaka i Kukwy (2011). Zachowany materiał zielnikowy włączono do zbioru porostów Katedry Mykologii UWM w Olsztynie (OLTC). Nazewnictwo gatunków przyjęto za Fałtynowiczem (2003) oraz Index Fungorum (2013). Kategorie zagrożenia porostów podano za Cieślińskim et al. (2006), a listę porostów wskaźnikowych niżowych lasów puszczańskich – za Czyżewską i Cieślińskim (2003).

Analizy statystyczne

W celu określenia podobieństwa pomiędzy składem gatunkowym biot porostowych poszczególnych powierzchni dokonano klasyfikacji hierarchicznej kumulującej za pomocą pakietu MVSP (Kovach 2010). Do skonstruowania dendrogramu wybrano metodę średnich

połączeń nieważonych (UPGMA), a jako miarę podobieństwa – odległość euklidesową. Analizie poddano gatunki epifityczne i epiksyliczne, w szczególności sposób związane ze środowiskiem leśnym, pominięto natomiast taksony naskalne. W celu określenia istotności statystycznej różnic między średnimi wartościami analizowanych charakterystyk liczbowych obu typów zbiorowisk zastosowano test t dla prób niezależnych (poziom istotności $p \leq 0,05$). Analizy statystyczne przeprowadzono w programie Statistica 10 (StatSoft Polska).

3. Wyniki

Łącznie, w obszarze badań stwierdzono 83 gatunki porostów, w tym 73 w rezerwach przyrody i 53 w lasach gospodarczych (tab. 2). Przeprowadzone badania wykazały wyraźne różnice pomiędzy lichenobiota obu typów analizowanych zbiorowisk (ryc. 1). W rezerwach, w porównaniu z lasami gospodarczymi, odnotowano znacznie więcej gatunków epifitycznych, taksonów umieszczonych na krajowej „Czerwonej liście”, objętych w Polsce ochroną prawną, oraz taksonów o statusie wskaźników niżowych lasów puszczańskich (ryc. 2). Różnice pomiędzy wszystkimi analizowanymi parametrami liczbowymi były istotne statystycznie.

W biocie porostów uroczyska „Lekowo” przeważały zdecydowanie gatunki epifityczne – 77 taksonów. Spośród nich 68 odnotowano w rezerwach przyrody i 49 w lasach gospodarczych. Największe zróżnicowanie porostów stwierdzono na korze dębów – 63 gatunki (w tym 57 w rezerwach i 33 w lasach gospodarczych), a w dalszej kolejności: grabu – 24, sosny – 17, brzozy – 15, świerka – 5, i na korze lipy – 3 gatunki. Udział porostów z innych grup ekologicznych był niewielki. Stwierdzono 10 taksonów epiksylicznych (w tym dwa wyłączne: *Absoconditella lignicola* i *Chaenotheca chlorella*) oraz 6 epifitycznych, rosnących na głazach i drobnych kamieniach (w tym cztery wyłączne: *Micarea lithinella*, *Porina chlorotica*, *Trapelia placodioides* i *Verrucaria* sp.). Ze względu na brak odpowiednich siedlisk nie odnotowano porostów naziemnych.

Rycina 1. Dendrogram podobieństwa lichenobioty analizowanych powierzchni badawczych (I–II – rezerваты przyrody, III–V – lasy gospodarcze)

Figure 1. Dendrogram showing similarity between lichen biota in the analysed research plots (I–II – nature reserves, III–V – managed forests)

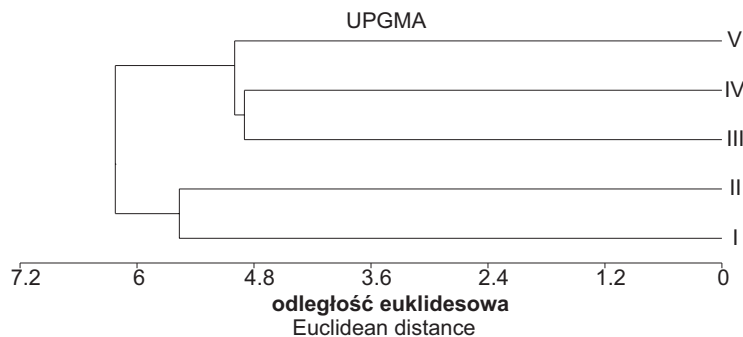


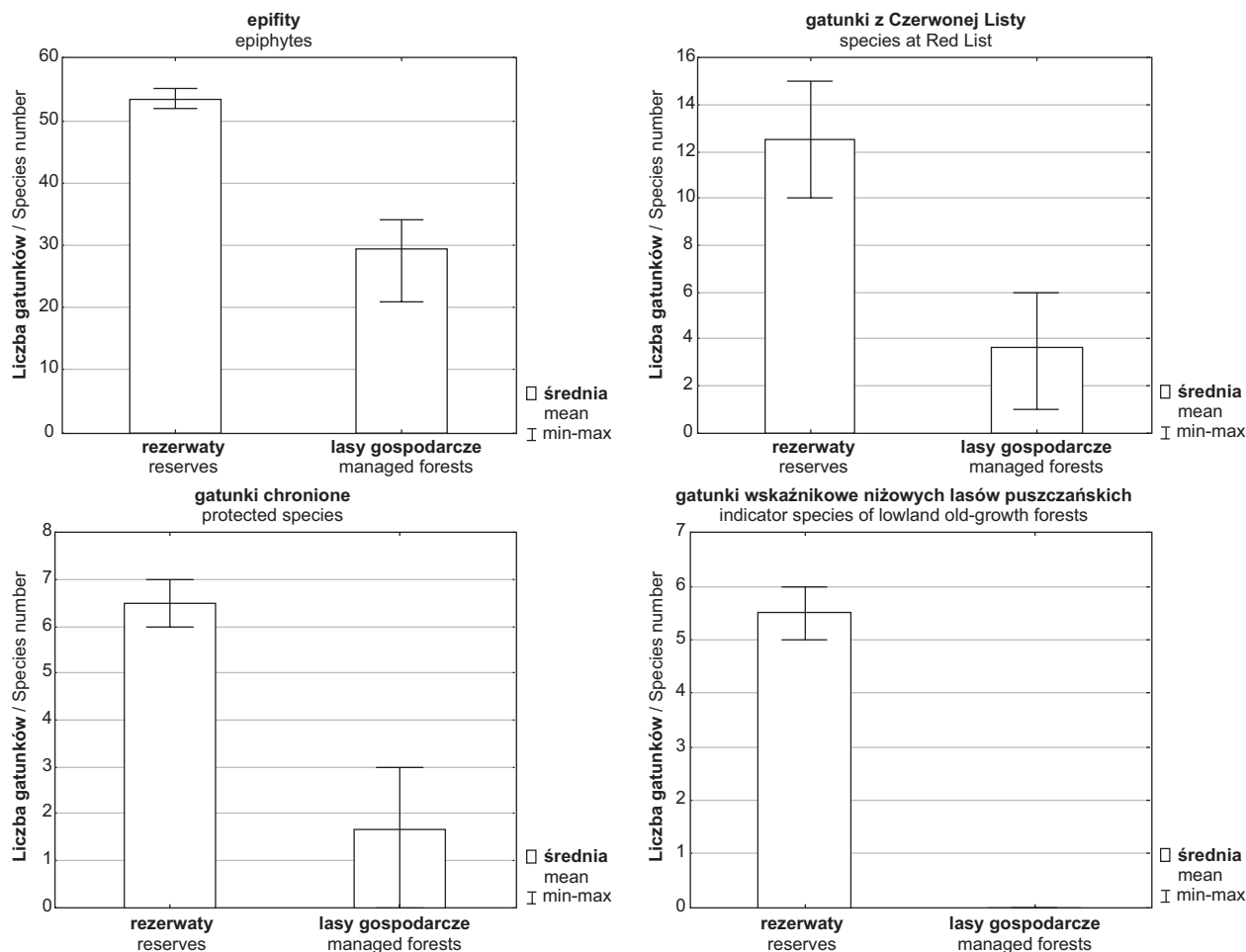
Tabela 2. Wykaz gatunków porostów uroczyska „Lekowo”

Table 2. List of lichens of the 'Lekowo' forest complex

| Gatunek Species | Powierzchnia badawcza / Research plot | | | | | Grupa bio- ekologiczna Bioecological group | Status gatunku Status of the species |
|---|---------------------------------------|----|-------------------------------------|----|---|---|---|
| | I | II | III | IV | V | | |
| | rezerваты przyrody nature reserves | | lasy gospodarcze managed forests | | | | |
| <i>Absconditella lignicola</i> Vězda & Pišút | + | . | + | + | . | Ek | . |
| <i>Agonimia</i> cfr. <i>repleta</i> Czarnota & Coppins | + | . | . | . | + | Ep | . |
| <i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid. | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>Anisomeridium polypori</i> (Ellis & Everh.) M.E. Barr | + | + | + | . | + | Ep | . |
| <i>Arthonia byssacea</i> (Weigel) Almq. | . | + | . | . | . | Ep | EN, WNLP |
| <i>A. muscigena</i> Th. Fr. | . | + | + | . | . | Ep | . |
| <i>A. radiata</i> (Pers.) Ach. | . | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>A. ruana</i> A. Massal. | + | + | . | . | . | Ep | NT |
| <i>A. spadicea</i> Leight. | + | + | + | . | . | Ep | . |
| <i>Bacidia rubella</i> (Hoffm.) A. Massal. | + | . | + | . | . | Ep | VU |
| <i>B. subincompta</i> (Nyl.) Arnold | + | + | . | . | . | Ep | EN |
| <i>Bacidina chlorotica</i> (Nyl.) Vězda & Poelt | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>B. sulphurella</i> (Samp.) M. Hauck & V. Wirth | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Biatora efflorescens</i> (Hedl.) Räsänen | . | . | + | + | . | Ep | VU |
| <i>Buellia griseovirens</i> (Turner & Borrer ex Sm.) Almb. | + | + | . | . | + | Ep | . |
| <i>Calicium adpersum</i> Pers. | + | + | . | . | . | Ep | EN, WNLP |
| <i>C. salicinum</i> Pers. | + | . | . | . | . | Ep | VU |
| <i>C. viride</i> Pers. | + | + | . | . | . | Ep | VU, WNLP |
| <i>Candelariella</i> cfr. <i>efflorescens</i> R.C. Harris & W.R. Buck | + | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>Chaenotheca chlorella</i> (Ach.) Müll. Arg. | + | . | . | . | . | Ek | CR, WNLP |
| <i>Ch. chrysocephala</i> (Ach.) Th.Fr. | . | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>Ch. ferruginea</i> (Turner ex Sm.) Mig. | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Ch. furfuracea</i> (L.) Tibell | . | . | . | + | . | Ep | NT |
| <i>Ch. stemonea</i> (Ach.) Müll. Arg. | + | . | + | + | . | Ep | EN |
| <i>Ch. trichialis</i> (Ach.) Hellb. | + | + | . | + | + | Ep | NT |
| * <i>Chaenothecopsis pusilla</i> (A. Massal.) A.F.W. Schmidt | + | . | . | . | + | Ep, Ek | . |
| <i>Chrysothrix candelaris</i> (L.) J.R. Laundon | + | + | . | . | . | Ep | Os, CR, WNLP |
| <i>Cladonia chlorophaea</i> (Flörke ex Sommerf.) Spreng. | . | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>C. coniocraea</i> (Flörke) Spreng. | + | + | + | + | + | Ep, Ek | . |
| <i>C. digitata</i> (L.) Hoffm. | . | + | . | + | . | Ep | . |
| <i>C. fimbriata</i> (L.) Fr. | + | + | + | . | . | Ep | . |
| <i>C. macilenta</i> Hoffm. | . | + | + | + | . | Ep | . |
| <i>C. ochrochlora</i> Flörke | . | . | + | . | . | Ep | . |
| <i>Coenogonium pineti</i> (Schrad.) Lücking & Lumbsch | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach. | + | . | . | + | . | Ep | Oc, NT |
| <i>Fuscidea pusilla</i> Trnsberg | + | + | . | . | . | Ep, Ek | . |
| <i>Graphis scripta</i> (L.) Ach. | + | + | . | . | . | Ep | NT |
| <i>Hypocenyce scalaris</i> (Ach. ex Lijl.) M. Choisy | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl. | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>H. tubulosa</i> (Schaer.) Hav. | + | . | . | . | . | Ep | Os, NT |
| <i>Lecanora carpinea</i> (L.) Vain. | . | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>L. chlarotera</i> Nyl. | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>L. conizaeoides</i> Nyl. ex Cromb. | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>L. expallens</i> Ach. | + | + | + | + | + | Ep | . |

| Gatunek Species | Powierzchnia badawcza / Research plot | | | | | Grupa bio- ekologiczna Bioecological group | Status gatunku Status of the species |
|---|---------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|-----------|---|---|
| | I | II | III | IV | V | | |
| | rezerwy przyrody nature reserves | | lasy gospodarcze managed forests | | | | |
| <i>L. pulicaris</i> (Pers.) Ach. | . | . | . | . | + | Ep | . |
| <i>L. rugosella</i> Zahlbr. | . | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>L. thysanophora</i> R.C. Harris | + | + | + | . | . | Ep | . |
| <i>Lepraria elobata</i> Třnsberg | + | + | + | + | + | Ep, Ek, El | . |
| <i>L. incana</i> (L.) Ach. | + | + | + | + | + | Ep, Ek, El | . |
| <i>L. jackii</i> Třnsberg | . | + | + | + | . | Ep | . |
| <i>L. lobificans</i> Nyl. | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>L. vouauxii</i> (Hue) R.C. Harris | + | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>Melanelixia glabratula</i> (Lamy) Sandler & Arup | + | + | + | + | . | Ep | Os |
| <i>Micarea botryoides</i> (Nyl.) Coppins | . | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>M. lithinella</i> (Hyl.) Hedl. | . | . | . | + | . | El | . |
| <i>M. prasina</i> s.l. | + | + | + | + | + | Ep, Ek | . |
| * <i>Microcalicium dissemmatum</i> (Ach.) Vain. | + | + | . | . | . | Ep | WNLP |
| <i>Opegrapha varia</i> Pers. | + | + | + | . | . | Ep | NT |
| <i>Parmelia saxatilis</i> (L.) Ach. | . | + | . | . | . | Ep | Os |
| <i>P. sulcata</i> Taylor | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Parmeliopsis ambigua</i> (Wulfen) Nyl. | + | . | . | . | . | Ep | Os |
| <i>Pertusaria albescens</i> (Huds.) M. Choisy & Werner | + | + | + | . | . | Ep | . |
| <i>P. amara</i> (Ach.) Nyl. | . | . | + | . | . | Ep | . |
| <i>P. leioplaca</i> DC. | . | + | . | . | . | Ep | NT |
| <i>Phlyctis argena</i> (Ach.) Flot. | + | + | + | + | + | Ep | . |
| <i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC. | + | + | . | + | . | Ep | . |
| <i>Physconia enteroxantha</i> (Nyl.) Poelt | + | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>Placynthiella dasaea</i> (Stirt.) Třnsberg | + | + | . | . | + | Ep | . |
| <i>P. icmalea</i> (Ach.) Coppins & P. James | + | + | + | + | . | Ep, Ek | . |
| <i>Platismatia glauca</i> (L.) W.L. Culb. & C.F Culb. | . | + | . | . | . | Ep | Os |
| <i>Porina aenea</i> (Wallr.) Zahlbr. | . | + | + | + | . | Ep | . |
| <i>P. chlorotica</i> (Ach.) Müll. Arg. | + | . | + | . | + | El | . |
| <i>Protoparmelia hypotremella</i> Herk, Spier & V. Wirth | + | + | . | . | . | Ep | . |
| <i>Psoroglaena dictyospora</i> (Orange) H. Harada | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>Ramalina farinacea</i> (L.) Ach. | + | + | . | + | . | Ep | Os, VU |
| <i>R. pollinaria</i> (Westr.) Ach. | + | + | + | . | . | Ep | Os, VU |
| <i>Rinodina degeliana</i> Coppins | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>R. efflorescens</i> Malme | + | . | . | . | . | Ep | . |
| <i>Ropalospora viridis</i> (Třnsberg) Třnsberg | + | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vězda | + | . | . | + | . | Ep | . |
| <i>Trapelia placodioides</i> Coppins & P. James | . | . | . | + | . | El | . |
| <i>Trapeliopsis granulosa</i> (Hoffm.) Lumbsch | . | + | . | . | . | Ep, Ek | . |
| <i>Verrucaria</i> sp. | + | . | . | . | . | El | . |
| Razem / total: | 60 | 52 | 34 | 37 | 22 | . | . |

Skróty / Abbreviations: Ep – **epifit** / epiphyt, Ek – **epiksyl** / epixylith, El – **epilit** / epilith, Os – **ochrona ścisła** / strict protection, Oc – **ochrona częściowa** / partial protection, CR – **krytycznie zagrożony** / critically endangered, EN – **wymierający** / endangered, VU – **narażony** / vulnerable, NT – **bliski zagrożenia** / near threatened, LC – **slabo zagrożony** / least concern, DD – **niedostateczne dane** / data deficient, WNLP – **wskaźnik niżowych lasów puszczańskich** / indicator of lowland old-growth forests, * – **grzyb saprotroficzny lub pasożytniczy (naporostowy)** / saprotrophic or parasitic (lichenicolous) fungus



Rycina 2. Średnie oraz minimalne i maksymalne liczby gatunków z poszczególnych grup odnotowane w rezerwach i lasach gospodarczych

Figure 2. Average and minimum and maximum number of species in each group recorded in the reserves and managed forests

Na przebadanych powierzchniach badawczych wyróżniono łącznie 20 gatunków z krajowej „Czerwonej listy”. W rezerwach przyrody stwierdzono 11 taksonów z tej grupy, a w lasach gospodarczych 9. Ponadto, odnotowano 9 gatunków objętych w Polsce ochroną, w tym 8 ścisłą i 1 częściową. W rezerwach przyrody stwierdzono 9 takich gatunków, a w lasach gospodarczych 4. Spośród taksonów objętych ochroną jedynie 5 to jednocześnie organizmy umieszczone na krajowej „Czerwonej liście”: *Chrysothrix candelaris* (kategoria CR), *Evernia prunastri* (NT), *Hypogymnia tubulosa* (NT), *Ramalina farinacea* (VU) i *R. pollinaria* (VU).

Na tle przyległych lasów gospodarczych lichenobiota rezerwatów przyrody charakteryzowała się obecnością rzadkich, silnie zagrożonych w skali kraju porostów. Na obszarach objętych ochroną stwierdzono dwa gatunki krytycznie zagrożone CR – *Chaenotheca chlorella* i *Chrysothrix candelaris*, oraz trzy wymierające EN – *Arthonia byssacea*, *Bacidia subincompta* i *Cali-*

cium adpersum, nieobecne w lasach gospodarczych. Ponadto, w obiektach tych odnotowano 6 gatunków o statusie wskaźników niżowych lasów puszczańskich, również nieobecnych w lasach gospodarczych – *Arthonia byssacea*, *Calicium adpersum*, *C. viride*, *Chaenotheca chlorella*, *Chrysothrix candelaris* i *Microcalicium disseminatum*. W rezerwach przyrody stwierdzono kilka interesujących taksonów, o słabo poznanym w kraju rozmieszczeniu i statusie. Do grupy tej można zaliczyć: *Bacidina chlorotica*, *Fuscidea pusilla*, *Protoparmelia hypotremella*, *Psoroglaena dictyospora*, *Rinodina degeliana* i *R. efflorescens*. Jedynym podłożem występowania tych gatunków, z wyjątkiem *Chaenotheca chlorella* i *Fuscidea pusilla*, była kora najstarszych dębów.

Zróżnicowanie porostów stwierdzonych na obszarze lasów gospodarczych było wyraźnie mniejsze niż w rezerwach przyrody. Na sośnie, gatunku dominującym w drzewostanie, stwierdzono zaledwie 14 taksonów.

Zdecydowanie większą liczbę gatunków odnotowano na korze drzew liściastych, przede wszystkim dębu (33 gatunki), brzozy (15) i graba (12). Biota porostowa lasów gospodarczych obejmowała 14 taksonów wspólnych dla wszystkich powierzchni badawczych – *Bacidina sulphurella*, *Chaenotheca ferruginea*, *Cladonia coniocraea*, *Coenogonium pineti*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora expallens*, *Lepraria elobata*, *L. incana*, *L. lobificans*, *Micarea prasina* s.l., *Parmelia sulcata* i *Phlyctis argena*. Porosty te uznać można za pospolite na analizowanym obszarze. W lasach gospodarczych stwierdzono kilka taksonów dość rzadkich, umieszczonych na krajowej „Czerwonej liście”, w większości reprezentowały one jednak niskie kategorie zagrożenia. Jedynie dwa z nich – *Biatora efflorescens* (VU) i *Chaenotheca furfuracea* (NT), nie zostały odszukane na obszarach objętych ochroną. W lasach gospodarczych stwierdzono ponadto kilka gatunków interesujących ze względów taksonomicznych lub ekologicznych. Do grupy tej można zaliczyć: *Absconditella lignicola*, *Agonimia repleta*, *Arthonia muscigena*, *Bacidina sulphurella*, *Lecanora thysanophora* i *Ropalospora viridis*. Porosty te były obecne również w rezerwach przyrody.

4. Dyskusja

Różnorodność biologiczna ekosystemów leśnych zależy w dużym stopniu od ich naturalności (Jaroszewicz 2007). W przypadku niektórych grup organizmów, takich jak porosty, jest to czynnik szczególnie istotny (Cieśliński, Tobolewski 1988; Cieśliński et al. 1996; Dettki, Esseen 1998; Lesica et al. 1999; Czyżewska, Cieśliński 2003; Kubiak, Sucharzewska 2012). Decyduje o tym duże zróżnicowanie warunków siedliskowych w lasach naturalnych, połączone z ograniczonym zasięgiem dyspersji diaspor wielu gatunków porostów i długotrwałym procesem zajmowania przez te organizmy nowych siedlisk (Werth 2005, i lit. tam cyt.; Fritz et al. 2008). Badania przeprowadzone na obszarze uroczyska „Lekowo” wykazały, że starodrzewy obecne w rezerwach przyrody „Lekowo” i „Modła”, pomimo wyraźnych śladów działalności gospodarczej człowieka (niewielkie zróżnicowanie gatunkowe i wiekowe drzewostanów), charakteryzują się znacznie większym zróżnicowaniem lichenobioty niż otaczające je lasy gospodarcze, które wykazują pewne cechy naturalnej regeneracji, takie jak obecność gatunków liściastych w niższej warstwie drzewostanu.

Na tle innych, porównywalnych obiektów w kraju zróżnicowanie gatunkowe porostów w rezerwach „Lekowo” i „Modła” należy uznać za umiarkowanie wyso-

kie. Ogólna liczba gatunków jest wyraźnie mniejsza od stwierdzonej w podobnych obiektach położonych w północno-wschodniej części kraju (Kolanko 2009; Kubiak 2011), zdecydowanie przekracza jednak wartości podane dla Polski centralnej (Kubiak, Szczepkowski 2006, 2012). Jest to zgodne z wyraźną na obszarze kraju prawidłowością zmniejszania się różnorodności gatunkowej porostów podobnych układów ekologicznych w kierunku zachodnim i południowo-zachodnim (Czyżewska 2003).

Ogólną ocenę zróżnicowania szaty porostowej rezerwatów „Lekowo” i „Modła” oraz pozostałych przebadanych fragmentów kompleksu leśnego „Lekowo” w skali regionalnej utrudnia brak stosownych opracowań lichenologicznych. Jedynym rezerwatem spośród leśnych rezerwatów przyrody północno-zachodniej części Mazowsza, obejmujących ochroną pozostałości lasów naturalnych, dla którego wykonano szczegółowe opracowanie lichenologiczne, jest rezerwat „Dziektarzewo” (Kubiak 2009). Na niewielkim (5,35 ha) obszarze tego rezerwatu odnotowano 68 gatunków porostów, w tym liczną grupę rzadkich porostów leśnych. Bezpośrednie porównania tego rezerwatu z obiektami położonymi na terenie uroczyska „Lekowo” nie są jednak uzasadnione, przede wszystkim ze względu na odmienne uwarunkowania ekologiczne rezerwatu „Dziektarzewo”. Położony jest on bowiem częściowo na stromym zboczu doliny Wkry. Wielokrotnie podkreślano pozytywny wpływ dolin rzecznych na wzrost lokalnego zróżnicowania porostów (Kubiak 2009, i lit. tam. cyt.). Na temat zasobów gatunkowych porostów w lasach gospodarczych tej części kraju brak jest jakichkolwiek danych.

Położone w obrębie kompleksu leśnego „Lekowo” rezerwaty przyrody wyróżnia obecność porostów zaliczonych do grupy wskaźników niżowych lasów puszczańskich (por. Czyżewska, Cieśliński 2003; por. Cieśliński 2003). Zarówno na terenie uroczyska „Lekowo”, jak i prawdopodobnie całego Nadleśnictwa Ciechanów, rezerwaty stanowią jedyne ostoje tych gatunków. Wpływ różnych czynników na obecność lub brak tego rodzaju stenotopowych porostów w lasach został omówiony w wielu publikacjach (Fabiszewski 1968; Cieśliński et al. 1996; Czyżewska, Cieśliński 2003; Kubiak, Sucharzewska 2012). Do najbardziej istotnych zalicza się zwykle czas trwania (wiek) drzewostanu. Długi czas życia poszczególnych drzew i zmieniające się z wiekiem specyficzne właściwości kory umożliwiają pojawienie się wielu porostów nadrzewnych, nieobecnych w drzewostanach składających się wyłącznie z młodych drzew (np. gospodarczych). Szczególne znaczenie dla bogactwa lichenobioty mają dęby, ze względu na szeroką skalę ekologiczną oraz skalę czasową życia osobniczego. Spośród głównych gatunków lasotwórczych dęby charakteryzują się najbardziej zróżnicowaną, i w dużej mierze

specyficzną, biotą porostową (Fałtynowicz 2003; Kubiak, Sucharzewska 2012, i lit. tam. cyt.). W lasach pełną skalę tego zróżnicowania można jednak obserwować bardzo rzadko, ze względu na nieliczne występowanie dębów w wieku przeszłorębnym, szczególnie drzew osiągniętych kres życia i naturalnie obumierających.

Rezerваты „Lekowo” i „Modła”, podobnie jak wiele innych, niewielkich powierzchniowo rezerwatów przyrody w kraju, prawdopodobnie nie zapewniają odnotowanej na ich obszarze grupie stenotopowych porostów leśnych warunków optymalnych do rozwoju. Oprócz niewielkiej powierzchni, również kształt tych obiektów wydaje się być czynnikiem wpływającym negatywnie na szatę porostową. W przypadku obu rezerwatów jest on zbliżony do prostokąta. Szerokość węższego boku wynosi od 32 do 185 m – w przypadku rezerwatu „Lekowo”, oraz od 190 do 245 m – w przypadku rezerwatu „Modła”. Według Cieślaka (1996), zakłócenia zewnętrzne wokół lasu docierają do 200 m w jego głąb. Dopiero las o szerokości powyżej 400 m może mieć w centrum charakter typowego wnętrza lasu (Jankowski 2001). Powierzchnia obu rezerwatów wydaje się więc być zbyt małą, aby wytworzył się na ich obszarze mikroklimat charakterystyczny dla wnętrza naturalnego lasu (Fritts 1961; Chen et al. 1999; Brososke et al. 2007). Norris et al. (2012), na podstawie badań przeprowadzonych w kilku regionach Europy, uważa, że mikroklimat starych lasów charakteryzuje się m.in. mniejszą amplitudą średniej dziennej temperatury oraz wyższą średnią wilgotnością względną niż klimat przyległych upraw leśnych o podobnej strukturze drzewostanu. Rezerваты opisane w niniejszej pracy są natomiast w większości otoczone przez drzewostany w fazie drógowiny i dojrzewające, sosnowe i sosnowo-brzożowe (II i III klasy wieku). Jedynie w sąsiedztwie rezerwatu „Modła” zachowały się wydzielenia ze starszym drzewostanem sosnowym (VI klasa – oddz. 158a) i dębowym (klasa odnowienia – oddz. 157c). W tej sytuacji wiele gatunków porostów żyjących na korze najstarszych dębów nie znajduje odpowiednich do wzrostu podłoży poza obszarami objętymi ochroną.

Odczuwalny jest brak danych, które pozwoliłyby określić powierzchnię minimalną zapewniającą poszczególnym gatunkom porostów odpowiednią przestrzeń życiową. Przeprowadzone w Szwecji badania wykazały, że niewielkie powierzchnie leśne – 0,01–0,5 ha, są zbyt małe, aby zachować zróżnicowanie porostów w dłuższym okresie czasu (Perhans et al. 2009). Efekt wielkości powierzchni jest widoczny nawet pomimo zachowania struktury drzewostanu uznanej za charakterystyczną dla lasów naturalnych oraz pomimo występowania zróżnicowanych siedlisk i substratów. W płatach starodrzewu, ze względu na efekt krawędzi,

powierzchnia nadająca się do zasiedlenia jest dla wielu gatunków mniejsza niż całkowita powierzchnia tych płątów (Sławski 2008).

Konsekwencją fragmentacji siedlisk jest fragmentacja i izolacja zasiedlających je populacji. Izolacja uniemożliwia właściwy przebieg procesów biologicznych, szczególnie przepływu genów między osobnikami, warunkującego stabilność metapopulacji (Young, Clarke 2000; Werth 2005). W przypadku dominującej w lesie grupy porostów epifitycznych pod pojęciem populacji lokalnej należy rozumieć wszystkie plechy danego gatunku rosnące na konkretnym drzewie, a metapopulacji – zespół wszystkich populacji lokalnych w określonym krajobrazie leśnym (Fedrowitz i in. 2012). Na obszarze lasów gospodarczych, w skrajnych przypadkach (np. kępy starodrzewów w otoczeniu upraw leśnych), pojęcie krajobrazu leśnego zawęża się do pojedynczego płątu (wydzielenia). Mamy wówczas do czynienia z bardzo małymi populacjami, wykazującymi tendencję do utraty różnorodności genetycznej, a z nią – zdolności do przystosowania się do zmieniającego się środowiska (Pullin 2004).

Czynnikiem, który w znacznej mierze decyduje o tym, czy w konkretnych warunkach dany gatunek jest w stanie zajmować nowe siedliska, jest zakres jego dyspersji za pomocą różnego rodzaju diaspor. Negatywny wpływ fragmentacji lasów na porosty wynika w dużej mierze z ograniczonego zasięgu rozprzestrzeniania się, który nie przekracza zwykle 100 m (Öckinger et al. 2005; Scheidegger, Werth 2009; Juriado et al. 2011). W przypadku wielu gatunków, właściwość ta znacznie ogranicza możliwość pokonywania przez nie barier środowiskowych i zajmowania nowych siedlisk (Selva 1994; Gu et al. 2001).

Badania przeprowadzone nad *Lobaria pulmonaria*, gatunkiem modelowym w badaniach nad czynnikami wpływającymi na biologię populacyjną porostów, wykazały, że zróżnicowanie genetyczne populacji tego gatunku w starych lasach jest wyraźnie wyższe niż w lasach młodszych (gospodarczych) (Juriado et al. 2011; Otálora et al. 2011). Rola starodrzewów w ochronie różnorodności biologicznej na różnych jej poziomach jest więc bardzo duża. Zabezpieczenie drzewostanów przeszłorębnych oraz przestojów pojedynczych starych drzew jest pierwszym, podstawowym warunkiem ochrony porostów leśnych zagrożonych wymarciem. Jest to szczególnie istotne również z tego powodu, że możliwości czynnej ochrony tych organizmów poprzez meta-plantację plech lub diaspor wegetatywnych wydają się mieć ograniczone zastosowanie. Podjęte dotychczas próby dotyczyły niewielkiej liczby taksonów, przede wszystkim o listkowatym lub krzaczkowatym pokroju plechy (Scheidegger et al. 1995; Sillet, McCune 1998; Linden et al. 2004).

Wielu autorów podkreśla znaczenie ochrony obszarowej dla zachowania zasobów gatunkowych porostów w lasach (Cieśliński 2008; Wieczorek 2009). Ponieważ drzewostany przyległe do rezerwatów „Lekowo” i „Modła” wykazują wyraźną tendencję do naturalnej regeneracji w kierunku zbiorowisk łąkowych, należy rozważyć perspektywę powiększenia (połączenia) obu obiektów lub wyznaczenia wokół nich stref ochronnych w celu ograniczenia negatywnego efektu zbyt małej wielkości powierzchni oraz jej izolacji. Alternatywę stanowi plan powołania na przeważającym obszarze uroczyska „Lekowo” Specjalnego Obszaru Ochrony Siedlisk NATURA 2000 „Ciechanowskie Grądy”, którego celem powinna być ochrona siedlisk oraz wykształconych na ich obszarze zbiorowisk łąkowych (Kepel 2000).

5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że stare drzewostany przeszłorębne, w szczególności dębowe, stanowią siedliska stenotopowych porostów leśnych niespotykanych w lasach gospodarczych. Na tle innych przebadanych fragmentów uroczyska „Lekowo” rezerwaty przyrody „Lekowo” i „Modła” wyróżniają się zarówno wyższym ogólnym bogactwem gatunkowym porostów, jak i większą liczbą rzadkich gatunków porostów leśnych. Na obszarze uroczyska „Lekowo” (oraz prawdopodobnie całego terenu Nadleśnictwa Ciechanów) oba rezerwaty stanowią jedyne miejsce występowania porostów puszczańskich (wskaźników niżowych lasów puszczańskich). Obiekty te stanowią zarówno cenne refugia lokalnej różnorodności gatunkowej, jak i potencjalne źródło diaspor wielu rzadkich i zagrożonych gatunków porostów. W celu ochrony tych zasobów należy dążyć do powiększenia (połączenia) obszarów objętych ochroną, nawet jeżeli walory przyrodnicze tych drzewostanów nie spełniają obecnie odpowiednich kryteriów ochrony.

Podziękowania

Autor składa serdeczne podziękowania P.T. Recenzentom za wnikliwe i rzeczowe uwagi, które przyczyniły się do powstania ostatecznej wersji pracy.

Praca finansowana ze środków na badania statutowe Wydziału Biologii i Biotechnologii UWM w Olsztynie (Nr tematu: 0211-0802).

Literatura

- Prognoza oddziaływania na środowisko Planu Urządzenia Lasu na lata 2004–2013. Nadleśnictwo Ciechanów, RDLP W Olsztynie. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Olsztynie, Olsztyn.
- Brosofske K.D., Chen J., Naiman R.J., Franklin J.F. 1997. Effects of harvesting on microclimatic gradients from streams to uplands in western Washington, USA. *Ecological Applications*, 7: 1188–1200.
- Brunialti G., Frati L., Loppi S. 2013. Fragmentation of Mediterranean oak forests affects the diversity of epiphytic lichens. *Nova Hedvigia*, 96(1–2): 265–278.
- Chen J., Saunders S.C., Crow T.R., Naiman R.J., Brosofske K.D., Mroz G.D. et al. 1999. Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology. *BioScience*, 49(4): 288–297.
- Cieślak M. 1996. Zagrożenia i kierunki ochrony różnorodności biologicznej rozdrobnionych lasów. Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 34. ISBN 9788385805281.
- Cieśliński S. 2003. Atlas rozmieszczenia porostów (Lichenes) w Polsce północno-wschodniej. *Phytocoenosis*, 15 (N.S.), *Supplementum Cartographiae Geobotanicae*, 15:1–430.
- Cieśliński S. 2008. Znaczenie ochrony rezerwatowej dla zachowania bioty porostów (Ascomycota lichenisati) w Puszczy Kozienickiej. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10, 3(19): 99–109.
- Cieśliński S., Czyżewska K. 1992. Problemy zagrożenia porostów w Polsce. *Wiadomości Botaniczne*, 36(1–2): 5–17.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Fabiszewski J. 2006. Red list of the lichens in Poland. w: Mirek Z., Zarzycki K., Wojewoda W., Szelaż Z. (ed.) Red list of plants and fungi in Poland. Kraków, W. Szafer Institute of Botany, PASC.: 71–89.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Faliński J. B., Klama H., Mułenko W., Żarnowiec J. 1996. Relicts of the primeval (virgin) forest. Relict phenomena. w: Faliński J.B., Mułenko W. (ed.) Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park (Project CRYPTO 3). *Phytocoenosis*, 8 (N.S.), *Archivum Geobotanicum*, 6: 197–216.
- Cieśliński S., Czyżewska K., Glanc K. 1995. Lichenes. w: Faliński J.B., Mułenko W. (ed.) Cryptogamous plants in the forests communities of Białowieża National Park. General problems and taxonomic groups analysis (Project CRYPTO). *Phytocoenosis*, 7 (N.S.), *Archivum Geobotanicum*, 4: 75–86.
- Cieśliński S., Tobolewski Z. 1988. Porosty (Lichenes) Puszczy Białowieskiej i jej zachodniego przedpola. *Phytocoenosis*, 1 (N.S.), *Supplementum Cartographiae Geobotanicae*, 1: 3–216.
- Czyżewska K. 2003. Ocena zagrożenia bioty porostów Polski. *Monographiae Botanicae*, 91: 241–249.
- Czyżewska K., Cieśliński S. 2003. Porosty – wskaźniki niżowych lasów puszczańskich w Polsce. *Monographiae Botanicae*, 91: 223–239.
- Dettki H., Esseen P.-A. 1998. Epiphytic macrolichens in managed and natural forest landscapes: a comparison at two spatial scales. *Ecography*, 21: 613–624.
- Dróżdż T., Sarnowski P. 2004. Program Ochrony Przyrody. Nadleśnictwo Ciechanów, Obręb Ciechanów. Stan na

- 1.01.2004 r. Biuro Urządzenia Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Olsztynie, Olsztyn: 1–163.
- Fabiszewski J. 1968. Porosty Śnieżnika Kłodzkiego i Gór Białskich. *Monographiae Botanicae*, 26: 1–155.
- Fałtynowicz W. 1986. The dynamics and role of lichens in a managed Cladonia-Scotch pine forest (Cladonio-Pinetum). *Monographiae Botanicae*, 69: 3–96.
- Fałtynowicz W. 2003. The lichens, lichenicolous and allied fungi of Poland. An annotated checklist. Kraków, W. Szafer Institute of Botany, PASC, s. 435. ISBN 83-89648-06-7.
- Fałtynowicz W. 2006. Porosty w lasach Polski – znaczenie, zagrożenie, ochrona. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 8, 4(14): 193–200.
- Fedrowitz K., Kuusinen M., Snäll T. 2012. Metapopulation dynamics and future persistence of epiphytic cyanolichens in a European boreal forest ecosystem. *Journal of Applied Ecology*, 49(2): 493–502.
- Fritts H.C. 1961. An analysis of maximum summer temperatures inside and outside a forest. *Ecology*, 42(2): 436–440.
- Fritz Ö., Gustafsson L., Larsson K. 2008. Does forest continuity matter in conservation? – A study of epiphytic lichens and bryophytes in beech forest of southern Sweden. *Biological Conservation*, 141: 655–668.
- Gu W.-D., Kuusinen M., Kontinen T., Hanski I. 2001. Spatial pattern in the occurrence of the lichen *Lobaria pulmonaria* to new localities and a review of the transplanting of lichens. *Windhelia*, 18: 57–64.
- Hawksworth D.L., Coppins B.J., Rose F. 1974. Changes in the British lichen flora. w: Hawksworth D.L. (ed.) The changing flora and fauna of Britain, London & New York, Academic Press: 47–78.
- Index Fungorum, 2013. CABI, CBS and Landcare Research. www.indexfungorum.org [5.03.2013].
- Jankowski W. 2001. Naukowe podstawy i przyszłość korytarzy ekologicznych w Polsce. *Przegląd Przyrodniczy*, 12(3–4): 41–53.
- Jaroszewicz B. 2007. Różnorodność biologiczna lasów polskich. *Wszechświat*, 108(4–6): 216–221.
- Jüriado I., Liira J., Csencsics D., Widmer I., Adolf C., Kohv K., Scheidegger C. 2011. Dispersal ecology of the endangered woodland lichen *Lobaria pulmonaria* in managed hemiboreal forest landscape. *Biodiversity Conservation*, 20(8): 1803–1819.
- Kepel A. 2010. Natura 2000 w Polsce – Shadow List 2010. <http://www.salamandra.org.pl/component/content/article/35-natura2000/374-natura-2000-w-polsce-shadow-list-2010.html?directory=175> [8.03.2013].
- Kolanko K. 2009. Porosty rezerwatu przyrody „Starodrzew Szyndzielski” w Parku Krajobrazowym Puszczy Knyszyńskiej (północno-wschodnia Polska). *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 28(2): 29–43.
- Kondracki J. 2013. Geografia regionalna Polski. Warszawa, PWN, s. 444. ISBN 9788301160227.
- Kościelniak R. 2008. Znaczenie lasów o charakterze pierwotnym i naturalnym dla zachowania różnorodności gatunkowej porostów w Bieszczadach. *Roczniki Bieszczadzkie*, 16: 6–76.
- Kovach W.L. 2010. MVSP – A Multivariate Statistical Package for Windows, ver. 3.2. Pentraeth, Wales, U.K., Kovach Computing Services
- Kubiak D. 2009. Porosty rezerwatu „Dziękarzewo”. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 28(2): 45–55.
- Kubiak D. 2011. Stan zachowania bioty porostów w rezerwatach „Dęby Napiwodzkie” i „Koniuszanka II” na Pojezierzu Olsztyńskim. *Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody*, 30(3–4): 27–39.
- Kubiak D., Kukwa M. 2011. Chromatografia cienkowarstwowa (TLC) w lichenologii. w: Dynowska M., Ejdyś E. (red.) Mikologia laboratoryjna. Przygotowanie materiału badawczego i diagnostyka. Olsztyn, Wyd. UWM: 176–183. ISBN 978-83-7299-722-7.
- Kubiak D., Sucharzewska E. 2012. Porosty – wskaźniki niżowych lasów puszczańskich w zespołach leśnych rezerwatu „Las Warmiński” (Nadleśnictwo Nowe Ramuki). *Sylwan*, 156(8): 627–636.
- Kubiak D., Szczepkowski A. 2006. Lichens of the Rogów Forests of Warsaw Agricultural University (1). Arboretum, Popień and Zimna Woda reserves. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW, Forestry and Wood Technology*, 60: 51–63.
- Kubiak D., Szczepkowski A. 2012. Porosty Lasów Rogowskich SGGW (3): rezerwat „Doliska”, zespół przyrodniczo-krajobrazowy „Dolina Mrogi” i uroczysko „Gutkowice”. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 14, 32(3): 190–204.
- Lesica P., McCune B., Cooper S.V., Hong W.S. 1991. Differences in lichen and bryophyte communities between old-growth and managed second growth forests in Swan Valley, Montana. *Canadian Journal of Botany*, 69: 1745–1755.
- Liden M., Petterson M., Bergsten U., Lundmark T. 2004. Artificial dispersal of endangered epiphytic lichens: a tool for conservation in boreal forest landscapes. *Biological Conservation*, 118: 431–442.
- Norris C., Hobson P., Ibsch P.L. 2012. Microclimate and vegetation function as indicators of forest thermodynamic efficiency. *Journal of Applied Ecology*, 49: 562–570.
- Öckinger E., Niklasson M., Nilsson S.G. 2005. Is local distribution of the epiphytic lichen *Lobaria pulmonaria* limited by dispersal capacity or habitat quality? *Biodiversity Conservation*, 14: 759–773.
- Otálora M.G., Martínez I., Belinchón R., Widmer I., Aragón G., Escudero A., Scheidegger C. 2011. Remnants fragments preserve genetic diversity of the old forest lichen *Lobaria pulmonaria* in a fragmented Mediterranean mountain forest. *Biodiversity Conservation*, 20: 1239–1254.
- Perhans K., Appelgren L., Jonsson F., Nordin U., Soderstrom B., Gustafsson L. 2009. Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation*, 142: 1125–1133.
- Pullin A.S. 2004. Biologiczne podstawy ochrony przyrody. Warszawa, Wyd. Nauk. PWN, s. 393. ISBN: 8301142839.
- Scheidegger C., Frey B., Zoller S. 1995. Transplantation of symbiotic propagules and thallus fragments: methods for the conservation of threatened epiphytic lichen population. *Mitteilungen der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft*, 70(1): 41–62.

- Scheidegger C., Werth S. 2009. Conservation strategies for lichens: insights from population biology. *Fungal Biology Reviews*, 23: 55–66.
- Selva S. 1994. Lichen diversity and stand continuity in the northern hardwoods and spruce-fir forests of northern New England and western New Brunswick. *Bryologist*, 97: 424–429.
- Sillet S.C., McCune B. 1998. Survival and growth of cyanolichen transplants in Douglas-fir forest canopies. *Bryologist*, 101(1): 20–31.
- Sławski M. 2008. Wewnętrzna fragmentacja lasu i jej skutki przyrodnicze. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10, 3(19): 55–60.
- Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W., Wolseley P.A. (red.) 2009. The lichens of Great Britain and Ireland. London, British Lichen Society, s. 1046. ISBN: 9780954041885.
- Young A.G., Clarke G.M. 2000. Genetics, demography and viability of fragmented populations. Cambridge University Press, s. 438. ISBN: 9780521794213.
- Werth S., Gugerli F., Holderegger R., Wagner H.H., Csencics D., Scheidegger C. 2007. Landscape-level gene flow in *Lobaria pulmonaria*, an epiphytic lichen. *Molecular Ecology*, 16: 2807–2815.
- Werth S. 2005. Dispersal and persistence of an epiphytic lichen in a dynamic pasture-woodland landscape. Ph.D. thesis, University of Berne. https://www.eeb.ucla.edu/Faculty/Sork/Werth/pdf/PhD_Thesis_SilkeWerth.pdf[3.03.2013].
- Wieczorek A. 2009. Porosty rezerwatów Szczecińskiego Parku Krajobrazowego. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego*, 581, *Acta Biologica*, 16: 155–165.