

# Ochrona siedlisk przyrodniczych a ochrona grzybów

Anna Gazda, Kamil Kędra

**Abstrakt.** Wiedza o gatunkach, ich związkach z siedliskami oraz zagrożeniach na które narażone są ich siedliska jest podstawowa dla podejmowania właściwych decyzji. W szczególności dotyczy to gatunków grzybów, gdyż ich obecność jest skrajnie uzależniona od dostępności odpowiednich substratów oraz roślin z którymi wchodzi w związki symbiotyczne. Zachowanie cennych siedlisk i gatunków oraz ochrona różnorodności biologicznej były kluczowe dla tworzonej sieci Natura 2000. Obecnie warto ocenić w jakim stopniu ochrona leśnych siedlisk przyrodniczych przyczynia się do zachowania populacji zagrożonych gatunków grzybów.

**Słowa kluczowe:** bioróżnorodność, grzyby mykoryzowe i saprotrofy, grądy, buczyny, Natura 2000

**Abstract. Habitat protection vs. fungi protection in a forest.** To be able to make proper decisions we ought to gain the basic knowledge on biology and ecology of different species and its habitats. The fungi are very specific organisms due to its extreme dependency on the availability of suitable substrates (saprotrophs) or specific plant species because of mycorrhizal associations. Habitat conservation and biodiversity protection were the most important issues for the conservation biologists among last 20 years. Now, it is worthy to estimate to what point the forest habitats protection (Natura 2000) contributes to the maintenance of the populations of endangered fungal species.

**Keywords:** biodiversity, mycorrhizal and saprotrophic fungi, forest management, fungal conservation, oak-hornbeam forest, beech forest, Natura 2000

## Wstęp

Ochrona przyrody jest rozmaicie postrzegana przez różne grupy ludzi w zależności od ich zainteresowań, potrzeb, a także od ich wiedzy. W wielu krajach Świata wszelkie planowane oraz zrealizowane działania z zakresu ochrony przyrody oceniane są w wymiarze ekonomicznym (ocena kosztów/zysków), ekologicznym (zagrożenia, korzyści, wpływ na środowisko, efektywność podjętych działań) oraz socjologicznym (w wymiarze zdrowia fizycznego, mentalnego, korzyści kulturowych, estetycznych oraz socjalnych członków większej lub mniejszej społeczności). Panuje powszechne przekonanie, że te trzy aspekty powinny być zrównoważone. W Polsce realizowane są różne cele w ramach działań z zakresu ochrony przyrody. Do jednego z nich należy zapewnienie ciągłości trwania gatunków roślin, zwierząt i grzybów wraz z ich siedliskami. Przez wiele lat przyrodę chroniono poprzez ochronę obszarów przyrodniczo cennych (m.in. parków narodowych i rezerwatów przyrody) oraz w for-

mie ochrony gatunkowej. Obecnie nie tylko obserwujemy zmiany w pojmowaniu ochrony przyrody, ale również uczestniczymy w procesie wdrażania nowej formy ochrony przyrody (Natura 2000), mającej na celu nie tylko ochronę gatunków, czy też obiektów przyrodniczo cennych, ale przede wszystkim ochronę siedlisk różnych organizmów żywych. Ponadto, ta forma ochrony nie jest realizowana jedynie na terenie jednego państwa, ale w dużo większej skali przestrzennej, w skali Europy.

Grzyby odgrywają ważną rolę w środowisku, zarówno w skali lokalnej, jak i w skali biosfery, wpływając na przebieg procesów biogeochemicznych. Są organizmami, które często trudno jest dostrzec oraz zidentyfikować zwłaszcza przez osoby, które nie są specjalistami z zakresu mykologii. Kłopot zaczyna się wtedy, kiedy takie osoby w imię prawa, są odpowiedzialne za ochronę właśnie tej grupy organizmów. Naukowcy często publikują swoje prace w specjalistycznych czasopismach, które nie są dostępne dla ogółu ludzi przede wszystkim ze względu na używany język, wymagany do opisu badań naukowych, ale niekoniecznie zrozumiały dla osób postronnych. W nauce obecnie obserwujemy intensywny wzrost liczby publikacji z zakresu analiz molekularnych (Anderson i Kohn 1998, Taylor i in. 2000), co również jest bardzo ważne i cenne, ale nadal wyniki tych prac nie przekładają się wprost na wiedzę społeczeństwa z zakresu ochrony grzybów i ich siedlisk.

W Polsce program Natura 2000 został wdrożony ponad dziesięć lat temu. Obecnie możemy pokusić się o próbę oceny, na ile ochrona siedlisk przyrodniczych i podjęte działania mające na celu zachowanie lub poprawę stanu zachowania siedlisk, zapewniają efektywną ochronę grzybów.

## Rola grzybów w lesie

Bogactwo gatunkowe grzybów w skali globalnej jest poznane w bardzo małym stopniu w porównaniu z bogactwem roślin naczyniowych, czy też ssaków lub ptaków. Trudno przecenić rolę jaką pełnią grzyby w ekosystemach lądowych, a szczególnie w lasach. Wiele grzybów tworzy symbiozy z różnymi innymi organizmami, a najbardziej znanymi grzybami są grzyby mykoryzowe drzew leśnych (Leake, Donnelly, i Boddy, 2003). Grzyby, jako organizmy cudzożywne są zależne od obecności określonego substratu, a w przypadku grzybów mykoryzowych od danego gatunku rośliny, jednak należy pamiętać, że również dla wielu roślin/drzew obecność grzyba jest niezbędna do przetrwania w danych warunkach, a zwłaszcza na siedliskach uboższych.

Grzyby mykoryzowe odgrywają kluczową rolę w życiu roślin, szczególnie w lasach strefy umiarkowanej. Gatunek rośliny – gospodarza ma duży wpływ na kształtowanie składu gatunkowego zespołu grzybów. Natomiast czynniki abiotyczne takie jak temperatura i opady głównie wpływają na bogactwo gatunkowe tej szczególnej grupy grzybów. Najwięcej grzybów mykoryzowych można obserwować w lasach strefy umiarkowanej i lasach borealnych, natomiast wbrew obserwowanym globalnym wzorcom bogactwa gatunkowego, w lasach tropikalnych występuje stosunkowo mniej gatunków tej grupy grzybów. Lasy tropikalne postrzegane, jako charakteryzujące się największym bogactwem gatunkowym, w przypadku tej grupy organizmów, nie poddają się tym wzorcom, a to prawdopodobnie ze względu na bardzo szybki obieg materii i specyficzne gleby, a także wiek filogenetyczny gospodarzy (wyższy w wyższych szerokościach geograficznych), które przyczyniają się do ograniczenia

bogactwa gatunkowego grzybów mykoryzowych w tym biomie (Tedersoo i in. 2012). Istnieje pogląd, że ogólnie grzyby mykoryzowe i bakterie wiążące azot dostarczają roślinom od około 5-20% (w ekosystemach trawiających) do 80% (lasów borealnych i umiarkowanych) azotu i do 75% fosforu przyswajanego w ciągu roku przez rośliny. Szacuje się, że około 20 000 gatunków roślin żyje w symbiozie z tego typu organizmami (van der Heijden, Bardgett i van Straalen 2008).

Grzyby mykoryzowe w znacznym stopniu przyczyniają się do produkcji biomasy, kolejnym procesem warunkującym istnienie ekosystemów jest dekompozycja. Z tego względu nie można nie doceniać roli grzybów saprotroficznych. Saprotrofy wykorzystują nie tylko drewno drzew martwych, biorą także udział w rozkładzie obumarłych organów roślin (np. liście, gałęzie), a także pozostałości innych organizmów żywych. Część z nich jest grzybami glebowymi, niewytwarzającymi owocników, dlatego niezauważalnymi, natomiast decydującymi o przebiegu wielu procesów na Ziemi (Buee et al. 2009). Uznaje się, że wszelkie organizmy glebowe wpływają w znacznym stopniu na produkcję pierwotną w ekosystemach łąkowych, zwłaszcza na ubogich siedliskach. Niektóre grzyby wielkoowocnikowe wytwarzają owocniki dość rzadko i nieregularnie (Straatsma, Ayer i Egli 2001), co powoduje dodatkowe trudności w ich identyfikacji, a także oszacowaniu zasobów. Z tych powodów wybierając gatunki grzybów do celów monitoringu warto brać pod uwagę trwałość i frekwencję pojawu owocników.

## Relacje między zespołami grzybów a zespołami roślin

Od dawna prowadzono już badania nad grzybami, jako komponentami zbiorowisk roślinnych (Kornaś 1957). Grzyby tworzą często synuzja w obrębie danego zespołu leśnego (Lisiewska 1972), które stanowią funkcjonalno-strukturalny element danej biocenozy. Wpływ gatunku drzewa na skład gatunkowy zbiorowisk grzybów jest bardzo duży (Urbanová, Šnajdr i Baldrian 2015). Wiele gatunków mykoryzowych cechuje się wąską skalą troficzną i jest ściśle zależnych od gatunku drzewa-gospodarza. Podobnie jest w przypadku grzybów nadrewnowych i nadrzewnych. Zbiorowiska grzybów różnią się w zależności od gradientu wysokości pionowej budowy drzewostanu. Inne zbiorowiska grzybów zasiedlają nasady pni, a inne górne części koron, natomiast w przypadku martwych drzew leżących skład występujących taksonów grzybów różni się w zależności od takich czynników jak wilgotność, odczyn pH i stopień rozkładu kłody (Lisiewska 1972).

Wiele z badań nad gatunkami powiązanych z określonym siedliskiem prowadzonych było na wybranej grupie organizmów. Grzyby, jako organizmy efemeryczne pod względem pojawu owocników i trudne do oznaczenia, często były pomijane w opracowaniach mających na celu opis różnorodności organizmów danej biocenozy. Badania dotyczące relacji między grzybami a roślinami współwystępującymi w danej fitocenozie są stosunkowo rzadkie. Warto przywołać bardzo wartościowe badania nad udziałem grzybów w zbiorowiskach leśnych w Białowieskim Parku Narodowym, mimo że prowadzone na terenie jedynie małego fragmentu Puszczy Białowieskiej, zrealizowane w ramach projektu CRYPTO (Faliński i Mułenko 1997). W wynikach podano klasyfikację gatunków drzew pod względem liczby powiązanych gatunków grzybów. Najwyższym bogactwem charakteryzowały się *Betula* spp. brzozy, *Picea abies* świerk pospolity, *Quercus robur* dąb szypułkowy, *Carpinus betulus*

grab pospolity i *Alnus glutinosa* olsza czarna. Należy zauważyć że w tym badaniu nie ujęto wszystkich gatunków występujących w Polsce, a to ze względu na granice naturalnego zasięgu niektóre z nich to: *Fagus sylvatica* buk zwyczajny oraz *Abies alba* jodła pospolita, czy też *Acer pseudoplatanus* klon jawor.

Projekt CRYPTO to przykład podejścia pozwalającego opisywać gatunki grzybów występujące w różnych zbiorowiskach roślin, ale możliwe jest też łączne rozpatrywanie zbiorowiska roślin i grzybów (Bujakiewicz 2005). Występowanie grzybów w danym zbiorowisku jest kształtowane pod wpływem gatunków roślin, zasobności gleby, wilgotności, wieku roślin drzewiastych, „wieku” fitocenozy, obecności martwych roślin drzewiastych. Grzyby wielkoowocnikowe, podobnie jak porosty, mogą być też indykatorami zmian zachodzących w środowisku. W wielu przypadkach grzyby przewyższają badane zbiorowiska roślin pod względem liczby taksonów.

W Wigierskim Parku Narodowym wykonano badania, które objęły analizę wzajemnych relacji zachodzących między zbiorowiskami roślin, a liczbą obserwowanych gatunków grzybów. Wyniki zwracają uwagę na zróżnicowanie liczby gatunków grzybów występujących w różnych zbiorowiskach. Udokumentowano, że najbogatszym zbiorowiskiem pod względem liczby gatunków grzybów wielkoowocnikowych były różne postacie grądów, a spośród gatunków drzew-gospodarzy – najwięcej gatunków stwierdzono na dębie, potem brzozie, a następnie świerku, natomiast najwięcej owocników stwierdzono na dębie (40%), potem na brzozie i świerku. Najliczniej występowały grzyby saprotroficzne (90% notowań), przy czym najwięcej gatunków z tej grupy stwierdzono na martwych kłodach i gałęziach drzew liściastych (75%) (Hałama i Romański 2010). Badania z innych obszarów Polski pokazują że buk i buczyny nie ustępują grądom pod względem bogactwa i różnorodności gatunków grzybów (Lisiewska 1972, Adamčík i in. 2007, Wojewoda 2008, Domian i Ziarnek 2010). Przywołane badania pokazują, że grądy i buczyny to przykłady siedlisk przyrodniczych o wysokiej wartości dla różnorodności grzybów i warte opracowania list gatunków grzybów charakterystycznych, wskaźnikowych i monitorowanych w ramach sieci Natura 2000.

## Gatunki grzybów a Dyrektywa Siedliskowa i sieć Natura 2000

W załącznikach Dyrektywy Siedliskowej (Dyrektywa Rady Nr 92/43 z 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory) podane są gatunki roślin i zwierząt wymagające monitoringu i ochrony, niestety praktycznie nie uwzględniono gatunków grzybów (poza jednym wyjątkiem: rodzaj *Cladonia*, chrobotki; porosty). Z tego powodu w Polsce gatunki grzybów wielkoowocnikowych nie są uwzględniane w zarządzaniu siecią Natura 2000. Jednak, niektóre kraje europejskie implementując zapisy Dyrektywy uwzględniły grzyby. W Danii wyznaczono 13 gatunków grzybów nadrewnowych, do monitoringu w ramach sieci Natura 2000. W Szwecji wyznaczono 63 gatunki grzybów wielkoowocnikowych, jako typowych dla 8 siedlisk przyrodniczych. W Chorwacji wybrano 52 obszary istotne dla grzybów, jako część programu Natura 2000 (Senn-Irlet i in. 2007). Są to przykłady różnych podejść do monitoringu grzybów w ramach sieci Natura 2000: „gatunkowe” i „obszarowe”. Według opracowania „Monitoring siedlisk przyrodniczych” (Mróz 2010), monitoringowi podlegają nie tylko gatunki wymienione w Dyrektywie, ale także „inne wyjątkowe walory obszaru”, a także „inne rzadkie gatunki”, co stanowi podstawę włączenia

gatunków grzybów do monitoringu. Celowe wydaje się rozpoczęcie dyskusji nad sposobem włączenia gatunków grzybów do zarządzania i monitoringu siedlisk przyrodniczych w Polsce. Naszym zdaniem dobrym kierunkiem jest wybór zestawu gatunków rzadkich, parasolowych, charakterystycznych dla określonych typów siedlisk (o wąskiej skali ekologicznej) i o cechach umożliwiających względnie łatwą identyfikację w terenie. Przykładowo: biorąc pod uwagę buczyny (9110, 9130) można wstępnie zaproponować następujące gatunki grzybów powiązanych z bukiem: *Hericium coralloides* sopłówka bukowa, *Phleogena faginea* suchogłówka korowa, *Oudemansiella mucida* monetka kleista, *Neobulgaria pura* galaretówka przejrzysta, *Antrodiella serpula* jamkóweczka żółtawa, *Ischnoderma resinosa* smolucha bukowa. Wymienione gatunki spotykane są także na drewnie innych gatunków drzew oraz w innych siedliskach (np. w grądach), jednak znaczna większość stwierdzeń dotyczy buka. Są to gatunki o cechach umożliwiających identyfikację makroskopową, związane z martwym drewnem – bardzo ważnym elementem podlegającym monitoringowi w leśnych siedliskach przyrodniczych (zarówno pod względem ilości jak i jakości). Niedostatek martwego drewna jest jednym z podstawowych zagrożeń dla gatunków grzybów w Europie (Senn-Irlet i in. 2007), a dekompozycja biomasy jest jedną z podstawowych funkcji pełnionych przez grzyby w ekosystemach. Zaproponowane gatunki w różny sposób wykorzystują dostępne zasoby martwego drewna: *H. coralloides*, *I. resinosa* oraz *N. pura* spotykane są przede wszystkim na grubych, leżących kłodach bukowych, *P. fagina* – głównie na grubym, stojącym martwym drewnie bukowym, *O. mucida* i *A. serpula* – występują zarówno na pozostałościach stojących jak i leżących, jednak z przewagą tych drugich, na podstawie: zgłoszeń w bazie GREJ (Snowarski, 1997-2015) oraz obserwacji własnych. Większość zaproponowanych gatunków znajduje się na aktualnej Polskiej Czerwonej Liście grzybów wielkoowocnikowych (Wojeвода i Ławrynowicz 2006) lub jest wymienionych w liście gatunków charakterystycznych dla buczyn (Lisiewska, 1972) i wskaźnikowych dla cennych walorów ochronnych (Adamčík i in. 2007).

## Czy ochrona siedlisk sprawdza się jako forma ochrony grzybów?

Grzyby saprotroficzne występujące na martwych drzewach są jednymi z najbardziej zagrożonych gatunków w lasach i stanowią poważny problem ochrony przyrody, ze względu na sprzeczność interesów. Ich istnienie zależy, tak jak w przypadku wszystkich pozostałych organizmów saproksylicznych, od najważniejszego dla nich substratu, a dla ludzi produktu – drzew (Odor i in. 2006).

Obecnie w ramach działań podejmowanych w zakresie ochrony siedlisk, uwaga wielu osób odpowiedzialnych za ochronę przyrody skupiona jest na zapewnieniu warunków życia różnego typu organizmów zależnych od obecności martwych drzew. Osoby te starają się podjąć działania, które mają na celu pozostawianie w lasach odpowiedniej liczby martwych drzew. Nadal prowadzona jest dyskusja ile drzew, jakich i gdzie zostawiać (Holeksa i in. 2014; Szwagrzyk 2014). Poszczególne frakcje wymiarowe martwych drzew mają ogromne znaczenie dla różnorodności gatunkowej grzybów zasiedlających martwe drzewa. Do tej pory zakładano, że największe drzewa zasiedlane są przez największą liczbę gatunków

grzybów, jednak okazuje się, że ta zależność jest bardziej złożona (Heilmann-Clausen i Christensen 2004). Obecnie zaleca się, aby pozostawiać zarówno małowymiarowe fragmenty drzew martwych, jak również te wielkowymiarowe. Są one bardzo cenne również ze względu na zróżnicowane wymagania poszczególnych taksonów, a nie tylko na ich liczbę (Heilmann-Clausen i Christensen 2004). O ile wiadomo, że w przypadku grzybów nadrewnowych należy pozostawiać martwe drzewa – zróżnicowane gatunkowo i wymiarowo, w celu zapewnienia heterogeniczności siedlisk (Domański 1967), o tyle w przypadku pozostałych taksonów odpowiedź – jak prowadzić gospodarkę nie jest już tak oczywista. Jednak nawet w tym przypadku, działania nie mogą jedynie polegać na pozostawieniu, ale również na sukcesywnym dostarczaniu niezbędnego substratu, co wymaga zmian w planowaniu zabiegów hodowlanych. Nie ma wątpliwości, że wzrost liczebności martwych drzew w europejskich lasach bukowych będzie sprzyjał ochronie różnorodność grzybów saproksylicznych.

W wielu krajach toczy się obecnie dyskusja na temat, jak prowadzić gospodarkę w lasach, tak, aby pogodzić cele gospodarcze z ochroną grzybów (Brunet i in. 2010, Blaser i in. 2013). W większości przypadków autorzy skłaniają się ku prowadzeniu rębni stopniowych lub przerębowych, jako korzystniejszych dla przetrwania grzybów.

## Podsumowanie

Przytoczone wcześniej badania nie były prowadzone jako monitoring siedlisk Natura 2000, ale jednak dotyczyły obecności gatunków grzybów w siedliskach przyrodniczych obecnie objętych programem Natura 2000. Wyniki badań pokazują, że grądy i buczyny charakteryzują się znacznym bogactwem gatunków grzybów (Lisiewska 1972, Wojewoda 2008, Hálama i Romański 2010). Szczególnie interesujące wyniki przedstawia projekt CRYPTO (Faliński i Mułenko 1997). Aby skutecznie chronić grzyby powinniśmy lepiej znać ich rozmieszczenie oraz ekologię poszczególnych taksonów grzybów. Są obszary dobrze poznane pod względem bogactwa gatunkowego grzybów, jednak ze względu na efemeryczny charakter tej grupy organizmów wyniki badań należy traktować z pewną dozą niedoszacowania ze względu na często zbyt krótki okres prowadzonych obserwacji przy fluktuacji i periodyczności produkcji owocników. Ponadto w przyrodzie istnieją układy mozaikowe, obserwowane jest nierównomierne rozmieszczenie synuzji grzybów w pozornie jednolitych płatach zespołów roślinnych: często obszary na których nie stwierdzono pojawu owocników grzybów sąsiadują bezpośrednio z miejscami charakteryzującymi się dużą obfitością owocników grzybów (Kornaś 1957).

Celem przyszłych badań może być potwierdzenie, dyskusja lub uzupełnienie zaproponowanej listy gatunków charakterystycznych dla buczyn, opracowanie list dla innych cennych siedlisk przyrodniczych oraz badania nad zależnościami pomiędzy grzybniami wytypowanych gatunków „charyzmatycznych” a innymi, trudniej zauważalnymi i bardziej efemerycznymi gatunkami grzybów.

## Podziękowania

Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową.

## Literatura

Adamčík S., Christensen M., Heilmann-Clausen J. i Walleyn R. 2007. Fungal diversity in the Poloniny National Park with emphasis on indicator species of conservation value of beech forests in Europe. *Czech. Mycol.*, 59(1), 67-81.

Anderson J. B. i Kohn L. M. 1998. Genotyping, gene genealogies and genomics bring fungal population genetics above ground. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 444-449.

Blaser S., Prati D., Senn-Irlet B. i Fischer, M. 2013. Effects of forest management on the diversity of deadwood-inhabiting fungi in Central European forests. *Forest Ecology and Management*. 304: 42-48. doi: 10.1016/j.foreco.2013.04.043

Brunet J., Fritz Ö. i Richnau G. 2010. Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecological Bulletins*. 53: 77-94.

Buee M., Reich M., Murat C., Morin E., Nilsson R. H., Uroz S. i Martin F. 2009. 454 Pyrosequencing analyses of forest soils reveal an unexpectedly high fungal diversity. *New Phytologist*. 184(2): 449-456. doi: 10.1111/j.1469-8137.2009.03003.x

Bujakiewicz A. 2005. Again... "on the necessity of mycosociological studies in Poland". *Acta Mycologica*. 40(1): 3-10.

Domański S. 1967. Specyfika mikoflory nadrzecznej Białowieskiego Parku Narodowego ze szczególnym uwzględnieniem grzybów rzędu Aphyllophorales. *Sylwan*. CXI(1): 17-27.

Domian G. i Ziarnek K. (red.) 2010. Księga Puszczy Bukowej: T 1. Środowisko przyrodnicze. Szczecin. RDOŚ

Faliński J. B. i Mułenko W. 1997. Project CRYPTO 4: Ecological Atlas. – Phytocoenosis 9 (N.S.) Suppl. *Cartogr. Geobot*. 7.

Halama M. i Romański M. 2010. Grzyby makroskopijne (macromycetes). W: L. Krzysztofiak (red.). *Śluzowce Myxomycetes, grzyby Fungi i mszaki Bryophyta Wigierskiego Parku Narodowego*. Suwałki.

Heilmann-Clausen J. i Christensen M. 2004. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecology and Management*. 201(1): 105-119. doi: 10.1016/j.foreco.2004.07.010

Holeksa J., Żywiec M. i Kurek P. 2014. Ilość obumarłych drzew w lasach gospodarczych w związku z wymaganiami ochrony przyrody na obszarach Natura 2000 – od statycznego do dynamicznego podejścia. *Studia i Materiały CEPL*, 16(4):15-29.

Kornaś A. 1957. Zbiorowiska roślin zarodnikowych i ich klasyfikacja. *Wiadomości Botaniczne*, I(1-2): 3-18.

Leake J. R., Donnelly D. P. i Boddy L. 2003. Interactions Between Ecto-mycorrhizal and Saprotrophic Fungi. W: M. G. A. van der Heijden i I. R. Sanders (red.). *Mycorrhizal Ecology* :pp. 345-372. Springer.

Lisiewska M. 1972. Mycosociological research on macromycetes in beech forest associations. *Mycopathologia Et Mycologia Applicata*, 48(1): 23-34. doi: 10.1007/bf02051767

Mróz W. 2010. Założenia i organizacja monitoringu. W: W. Mróz (red.). *Monitoring siedlisk przyrodniczych. Przewodnik metodyczny. Cz I*: pp. 11-22. Warszawa: GIOŚ.

Odor P., Heilmann-Clausen J., Christensen M., Aude E., van Dort K. W., Piltaver A., Grebenc T. 2006. Diversity of dead wood inhabiting fungi and bryophytes in semi-natural beech forests in Europe. *Biological Conservation*, 131(1): 58-71. doi: 10.1016/j.biocon.2006.02.004

Senn-Irlet B., Heilmann-Clausen J., Genney D. i Dahlberg A. 2007. Guidance for Conservation of Macrofungi in Europe. Strasbourg: Document prepared for The Directorate of Culture and Cultural and Natural Heritage Council of Europe.

Snowarski M. 1997-2015. Atlas grzybów Polski. Mushrooms and Fungi of Poland. <http://www.grzyby.pl/>

Straatsma G., Ayer F. i Egli S. 2001. Species richness, abundance, and phenology of fungal fruit bodies over 21 years in a Swiss forest plot. *Mycological Research*, 105: 515-523. doi: 10.1017/s0953756201004154

Szwagrzyk J. 2014. Zamieranie i rozkład drzew jako procesy ekologiczne. *Studia i Materiały CEPL*, 16(4): 9-14.

Taylor J. W., Jacobson D. J., Kroken S., Kasuga T., Geiser D. M., Hibbett D. S. i Fisher M. C. 2000. Phylogenetic species recognition and species concepts in fungi. *Fungal Genet. Biol.*, 31: 21-32.

Tedersoo L., Bahram M., Toots M., Diedhiou A. G., Henkel T. W., Kjöller R., Koljalg U. 2012. Towards global patterns in the diversity and community structure of ectomycorrhizal fungi. *Molecular Ecology*, 21(17): 4160-4170. doi: 10.1111/j.1365-294X.2012.05602.x

Urbanová M., Šnajdr J. i Baldrian P. 2015. Composition of fungal and bacterial communities in forest litter and soil is largely determined by dominant trees. *Soil Biology and Biochemistry*, 84: 53-63. doi: doi:10.1016/j.soilbio.2015.02.011

van der Heijden M. G. A., Bardgett R. D. i van Straalen N. M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11(3): 296-310. doi: 10.1111/j.1461-0248.2007.01139.x

Wojewoda W. 2008. Grzyby wielkoowocnikowe Ojcowskiego Parku Narodowego. W: A. Klasa i J. Partyka (red.), *Monografia Ojcowskiego Parku Narodowego. Przyroda. Ojców*.

Wojewoda W., Ławrynowicz M. 2006. Czerwona lista grzybów wielkoowocnikowych w Polsce. Red list of the macrofungi in Poland. W: Mirek Z., Zarzycki K., Wojewoda W., Szelaż Z. (red.). *Red list of plants and fungi in Poland*. W: Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences. Kraków: 53-70.

**Anna Gazda, Kamil Kędra**

Uniwersytet Rolniczy w Krakowie,  
Instytut Ekologii i Hodowli Lasu,  
Zakład Bioróżnorodności Leśnej  
[k.kedra@ur.krakow.pl](mailto:k.kedra@ur.krakow.pl),  
[rlgazda@cyf-kr.edu.pl](mailto:rlgazda@cyf-kr.edu.pl)