

# Zmiany w systemie taksonomicznym workowców ważnych w fitopatologii

Joanna MARCINKOWSKA

MARCINKOWSKA J. 2016. **The changes in taxonomy system of Ascomycota important in plant pathology.** *Wiadomości Botaniczne* 60(1/2): 19–29.

Ascomycota belongs to the kingdom of Fungi. Results of numerous studies concern their taxonomy lasted many years in the twentieth century. Those studies were mainly based on morphological features. And so phylum Ascomycota was divided into 6 class among which three of them: Ascomycetes, Saccharomycetes and Taphrinomycetes were important for plant pathology. Molecular studies of fungi done especially in the twenty first century have allowed recently to obtain more data of their phylogeny and so caused also changes in classification of Ascomycota. As a result in the latest years of this century phylum Ascomycota was divided into 3 subphyla: Pezizomycotina (Ascomycotina), Saccharomycotina and Taphrinomycotina. Key to subphyla have been given. Subphylum Pezizomycotina has been divided into classes of which 4, Dothideomycetes, Eurotiomycetes, Leotiomycetes and Sordariomycetes, have got species important for plant pathology. In classes: Dothideomycetes, Eurotiomycetes and Sordariomycetes subclasses have also been distinguished but not all orders belonging to them. Brief characteristics of four classes was given. For each class list of subclasses, their orders and also genera of the species important in Poland were provided.

KEY WORDS: Ascomycota, key to subphyla, classes, subclasses and genera of subphylum Pezizomycotina

Joanna Marcinkowska, 02-776 Warszawa, ul. Nowoursynowska 159, e-mail: [joanna\\_marcinkowska@sggw.pl](mailto:joanna_marcinkowska@sggw.pl)

## WSTĘP

Workowce (Ascomycota) to grzyby, które w trakcie rozwoju płciowego tworzą zarodnie zwane workami (ascus), w których po kariogamii i mejozie powstają zarodniki workowe. Stanowią największą grupę grzybów. Żyją jako pasożyty, zwłaszcza roślin, saprotrofy lub organizmy wchodzące w skład porostów. Organizmy te należą do królestwa Fungi, toteż nazywane są grzybami wyższymi lub właściwymi (Eumycota) (Hawksworth et al. 1995). Prace nad systematyką workowców trwały wiele lat (Ainsworth et al. 1973, Eriksson 1982, Barr 1983, Hawksworth et al. 1983, Müller, Loeffler 1987). System

klasyfikacji opierał się przede wszystkim na kryteriach morfologicznych. Związane one były z budową plechy, miejscem wytwarzania worka i jego budową, a także budową owocnika nazywanego u Ascomycota askomą (l.mn. askomata) lub askokarpem oraz jego miejscem ułożenia na lub w substracie. Wyniki licznych wcześniejszych badań Ascomycota przedstawiono w dziewiątym „Słowniku grzybów” (Kirk et al. 2001). W opracowanym systemie workowce stanowiły typ (gromadę) Ascomycota, który podzielono na 6 klas: Ascomycetes, Neolectomycetes, Pneumocystidomycetes, Saccharomycetes, Schizosaccharomycetes i Taphrinomycetes. W klasach tych wyróżniono podklasy, a w nich rzędy, następnie

rodziny, rodzaje. Z fitopatologicznego punktu widzenia znaczenie miały gatunki z 3 następujących klas: Ascomycetes, Saccharomycetes i Taphrinomycetes.

Ówczesną klasyfikację workowców w literaturze polskiej opracowała Marcinkowska (2003), ze szczególnym uwzględnieniem taksonów ważnych w fitopatologii.

Trwające od ostatnich lat 20. wieku badania molekularne grzybów, prowadzone coraz bardziej ulepszanymi metodami, pozwoliły na uzyskanie liczniejszych danych o filogenezie różnych grup grzybów. Wyniki badań pierwszej dekady obecnego wieku, zwłaszcza dotyczące filogenezy grzybów (Lutzoni et al. 2004, Blackwell et al. 2006, Taylor, Berbee 2006), pozwoliły taksonomom łatwiej postawić hipotezę o ich możliwie naturalnej klasyfikacji (Hibbett et al. 2007), a zatem doprowadziły do zmian również w systematyce Ascomycota. Kolejne badania dotyczące różnych taksonów workowców (Aveskamp et al. 2010, Gruyter et al. 2013, Slippers et al. 2013, Visagie et al. 2014) doprowadziły do wprowadzenia nowych ich nazw (Quaedvlieg et al. 2011, De Beer et al. 2014), czy też dla niektórych taksonów zmian pozycji w klasyfikacji ([www.generaoffungi.org](http://www.generaoffungi.org)). W związku z zasadą jednej nazwy dla jednego gatunku grzyba, przyjętą od 1 stycznia 2012 roku (Norvell 2011), wprowadzane są również zmiany w nazwach niektórych, zwykle niższych, taksonów workowców (Rossman et al. 2013, Johnston et al. 2014, [www.generaoffungi.org](http://www.generaoffungi.org)).

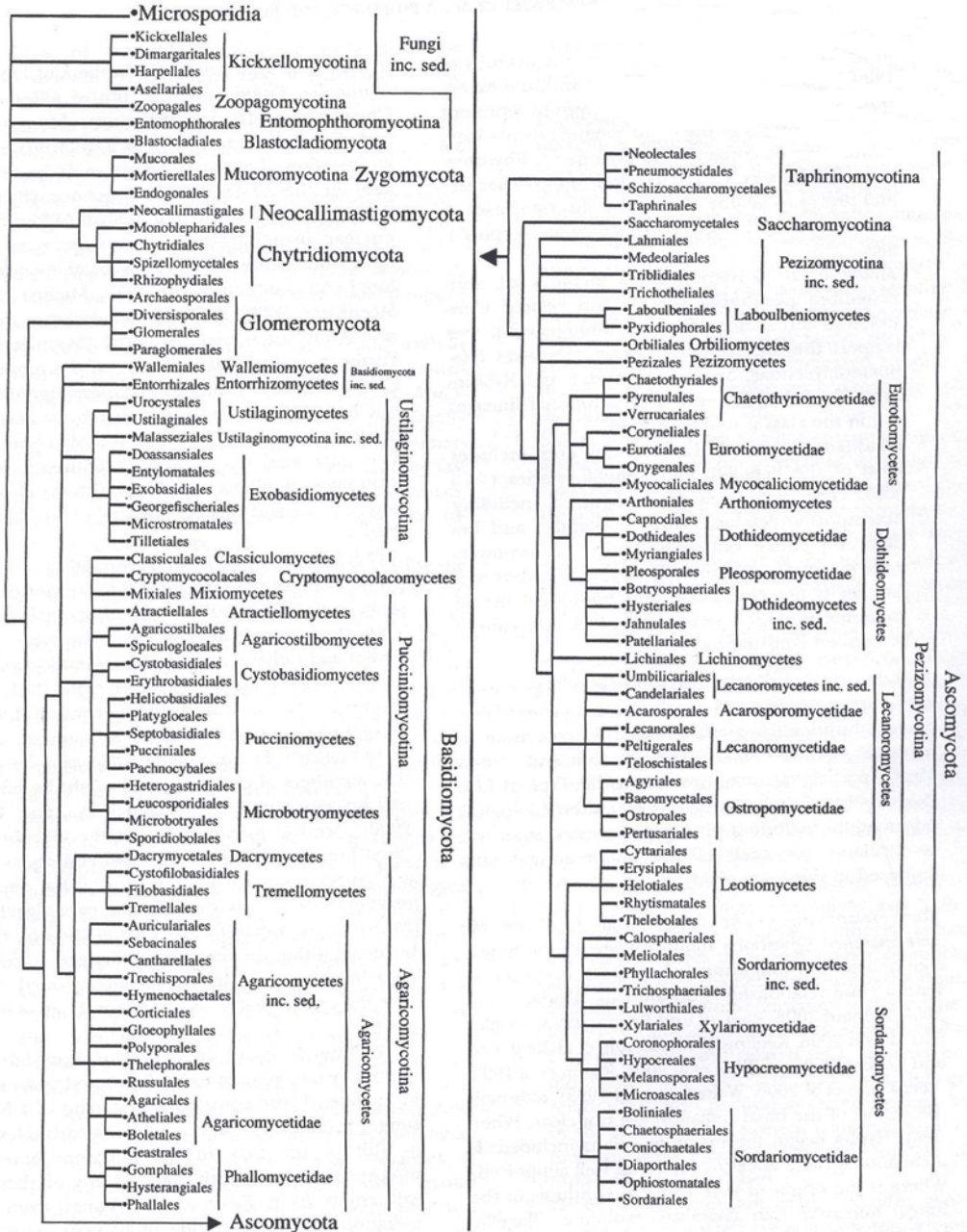
W niniejszej pracy opracowano w języku polskim zmiany odnośnie systemu taksonomicznego workowców, jakie nastąpiły począwszy od początku 21 wieku, które przygotowała i wprowadziła grupa mykologów z całego świata. Literatura do tematu jest bardzo bogata, ale autorka tej publikacji oparła się na najważniejszych pracach, które przede wszystkim dotyczyły pozycji workowców wśród grzybów właściwych oraz ich taksonów wyższej rangi ze szczególnym uwzględnieniem fitopatogenów (Blackwell et al. 2006, Hibbett et al. 2007), jak również niższych taksonów jak rzędy (Crous 2009), rodziny (Aveskamp et al. 2010) czy rodzaje (Quaedvlieg et al. 2011, Wikee et al. 2013). Podano także pozycję

Ascomycota przedstawioną w X wydaniu (ostatnim w formie papierowej) „Słownika Grzybów” (Ainsworth and Bisby’s Dictionary of the Fungi) z 2008 roku (Kirk et al. 2008).

## WYNIKI

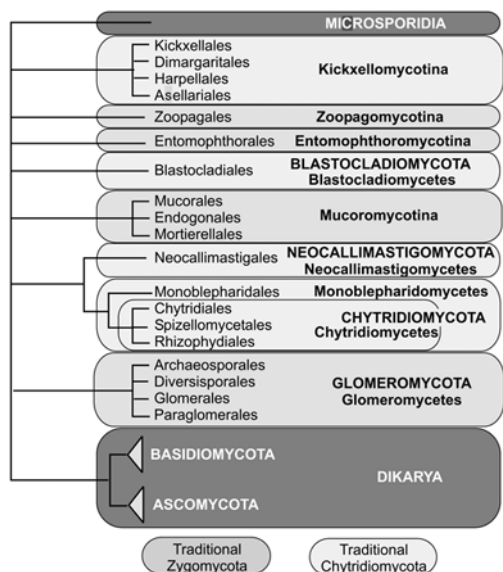
Na podstawie wyników badań molekularnych Blackwell i współpracownicy (2006) opracowali drzewo filogenetyczne królestwa Fungi i na jego podstawie organizmy te podzielili na typy: Microsporidia, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Ascomycota, Basidiomycota i Zygomycota, a w nim podtyp Mucoromycotina. Oprócz tych taksonów wyróżnili 3 podtypy *inserte sedis*: Kickxellomycotina, Zoopagomycotina i Entomophthoromycotina (Ryc. 1).

Uzyskane mniej więcej w tym samym czasie wyniki kompleksowych badań pokrewieństwa grzybów właściwych (królestwo Fungi) wskazały na jednorodne pochodzenie grzybów typów Ascomycota i Basidiomycota, uznanych przez Hibbetta et al. (2007) za podkrólestwo Dikarya (Ryc. 2). Na podstawie danych z powyższych badań wyróżniono w królestwie Fungi jeszcze pięć typów: Microsporidia, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycota, Chytridiomycota i Glomeromycota. W zaproponowanym systemie nie zachowano typu Zygomycota, ze względu na brak pokrewieństwa pomiędzy klasami grzybów zaliczanych dotychczas do omawianego taksonu. Zgodnie z wynikami analiz filogenetycznych Hibbett et al. (2007) uznali, że nie można zaliczyć tych grzybów do żadnego z siedmiu podanych wyżej typów, toteż wprowadzili cztery podtypy *inserte sedis*: Kickxellomycotina, Zoopagomycotina, Entomophthoromycotina i Mucoromycotina (Ryc. 2). Jednak ze względów praktycznych autorzy X „Słownika Grzybów” (Kirk et al. 2008) zachowali Zygomycota jako polifiletyczny typ z czterema podtypami zaproponowanymi przez Hibbetta et al. (2007), a także kierując się wynikami Blackwella et al. (2006) pozostawili odrębność typów: Ascomycota i Basidiomycota, to znaczy nie zaliczyli tych taksonów do podkrólestwa Dikarya.



Ryc. 1. Drzewo filogenetyczne królestwa *Fungi* (Blackwell i wsp. 2006).

Fig. 1. Phylogenetic tree of the kingdom of *Fungi* (Blackwell et al. 2006).



Ryc. 2. Filogeneza i klasyfikacja grzybów (królestwo *Fungi*) (Hibbett i wsp. 2007).

Fig. 2. Phylogeny and classification of the kingdom of *Fungi* (Hibbett et al. 2007).

Przy uwzględnieniu wyników analiz filogenetycznych Ascomycota, opracowany został ich system klasyfikacji. Wyróżniono w nim 3 podtypy, a w nich klasy, dla niektórych podklasy, a następnie rzędy (Ryc. 3). Autorzy systemu (Hibbett et al. 2007) wprowadzili i opisali niektóre nowe taksony lub przeprowadzili rewizję istniejących, co posłużyło do korekty jednostek taksonomicznych i większość z wprowadzonych zmian została przyjęta w X wydaniu „Słownika Grzybów” (Kirk et al. 2008).

Obecna systematyka Ascomycota oparta jest na danych o pochodzeniu i pokrewieństwie workowców, zwłaszcza taksonów najwyższej rangi oraz ich budowie, rozwoju i ekologii, gdyż pozycja systematyczna wynikać powinna ze współdziałania różnych cech charakterystycznych dla danej grupy organizmów. Workowce na drabinie taksonomicznej stanowią typ Ascomycota, w królestwie *Fungi*. Typ podzielony został na

3 podtypy: Pezizomycotina (Ascomycotina), Saccharomycotina i Taphrinomycotina (Ryc. 1, 3) (Blackwell et al. 2006, Hibbett et al. 2007, Kirk et al. 2008).

Klucz do podtypów w typie Ascomycota (opracowany na podstawie literatury):

1. Zazwyczaj brak dobrze rozwiniętych strzępek grzybni, występuje plecha pączkująca. Worki wytwarzane w różny sposób, nie powstają w owocnikach.....**2**

1'. Plecha w formie strzępek grzybni. Worki wytwarzane ze strzępek workotwórczych, zwykle tworzą się w owocnikach.....

.....**Pezizomycotina (Ascomycotina)**

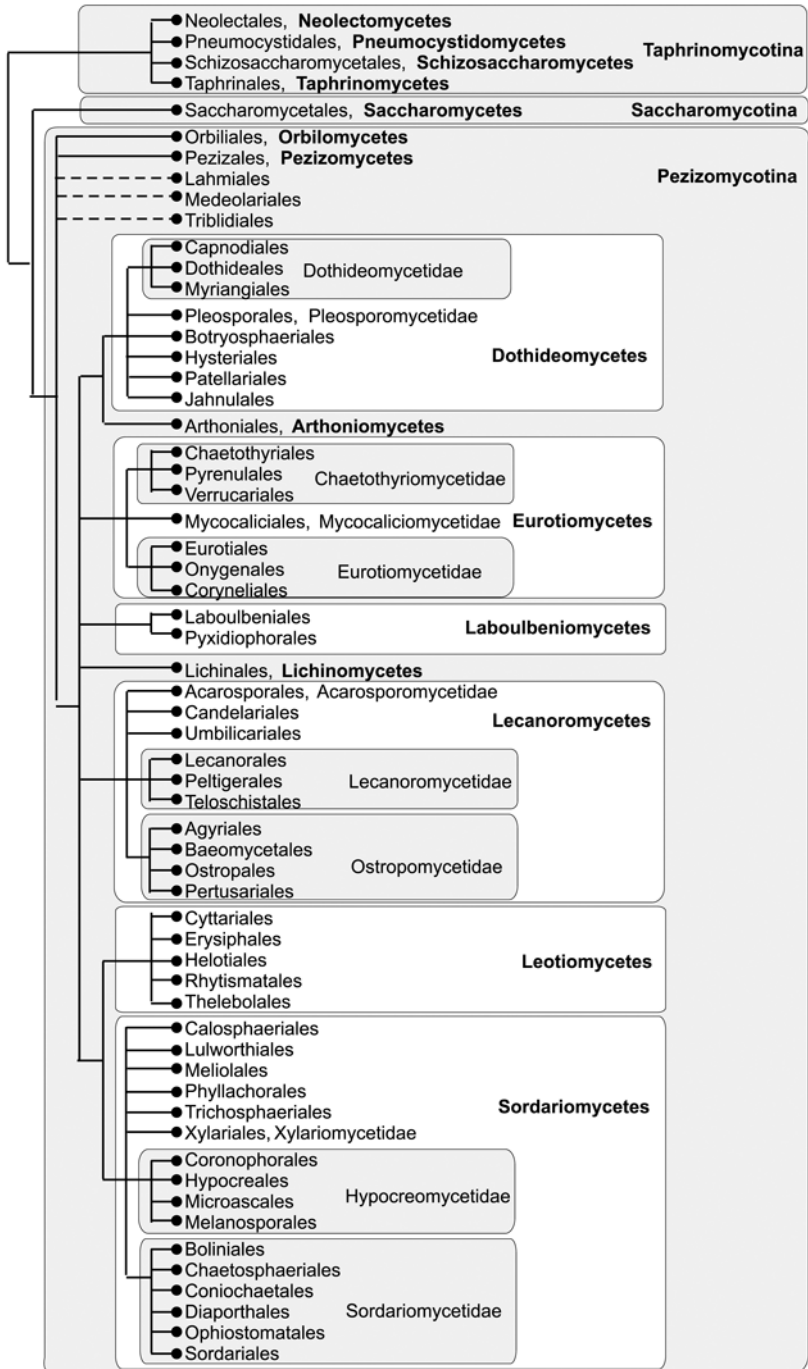
2. Saprotryfy żyjące na różnych substratach, brak pasożytów roślin. Organ wegetatywny stanowi plecha pączkująca albo słabo rozwinięte strzępki z przegrodami mającymi drobniutkie otworki. Worki powstają bezpośrednio z komórek lub strzępek, tworzą się pojedynczo lub w łańcuszkach.....**Saccharomycotina**

2'. Pasożyty roślin kwiatowych i paproci, wywołujące deformacje różnych organów roślin, a także zmianę ich zabarwienia. W roślinach wytwarzają słabo rozwinięte strzępki grzybni. Żyją także saprotroficznie w postaci plechy pączkującej. Worki powstają z komórek workotwórczych wewnątrz porażonych części roślin lub na nich.....**Taphrinomycotina**

W obecnym systemie podtypy obejmują klasy, te czasami podklasy, rzędy, a w nich rodziny z rodzajami. Wyróżnione w podtypach Saccharomycotina i Taphrinomycotina taksony na poziomie klas, rzędów i rodzin w zasadzie nie różnią się od przedstawionych wcześniej przez Kirka (2001) i Marcinkowską (2003), a zatem nie mają znaczenia w diagnozowaniu chorób roślin.

Zmiany do grzybów podtypu Pezizomycotina (Ascomycotina) występują na różnych szczeblach drabiny taksonomicznej począwszy od klas.

W Pezizomycotina (Ascomycotina) wyróżniono 10 klas, przy czym dla fitopatologii znaczenie mają gatunki należące do 4. z nich: Dothideomycetes, Eurotiomycetes, Leotiomycetes i Sordariomycetes (Ryc. 3).



Ryc. 3. Filogeneza i klasyfikacja *Ascomycota* (Hibbett i wsp. 2007).

Fig. 3. Phylogeny and classification of the phylum *Ascomycota* (Hibbett et al. 2007).

## KLASA: DOTHIDEOMYCETES

Dothideomycetes jest, z pozostałych klas, najbogatsza w gatunki (około 19000), o bardzo urozmaiconej morfologii zarówno stadium płciowego (teleomorf), jak i bezpłciowego (anamorf). Grzyby tej grupy są pasożytami roślin i saprotrofami. Rzadko wchodzi w skład porostów (Schoch et al. 2006).

Teleomorfy rozwijają się najczęściej saprotroficznie po zakończeniu wegetacji roślin. Owocniki, to ciemnobrunatne lub czarne askostromy (pseudotecja). Są one mniej lub bardziej zagłębione w tkankach gospodarza lub w stromie. Owocniki przybierają wygląd apotecjów, perytecjów, kleistotecjów, albo są wąskie i wydłużone lub tarczowate i spłaszczone, gdy stanowią strómę z komorami wypełnionymi workami. W owocnikach często występują rozgałęzione parafazydy lub pseudoparafazy. Worki zazwyczaj maczugowate lub cylindryczne, albo jajowate, o ścianach różnej grubości, zwykle fissitunikowe, ułożone askolokularnie. Ich wewnętrzna ściana może tworzyć na szczycie komorę wydłużoną w dziobek. Zarodniki workowe są hialinowe lub brunatne, zwykle podzielone na komórki, podłużnie niesymetrycznie, wcięte przy pierwszej przegrodzie, nie zawsze przy dalszych, czasami murkowate, niekiedy o urzeźbionej powierzchni.

Anamorfy należą do hyphomycetes i coelomycetes. Tworzą się na obumierających tkankach porażonych organów żywych roślin, u niektórych gatunków anamorfy nie tworzą się na sztucznych podłożach.

Klasa Dothideomycetes, obejmująca 8 rzędów, podzielona została na 2 podklasy: Dothideomycetidae (w owocnikach brak pseudoparafazy) i Pleosporomycetidae (w młodych owocnikach są pseudoparafazy). Do podklas tych należą 4 rzędy (Ryc. 3). Pozostałe 4 rzędy (Botryosphaeriales, Hysteriales, Patellariales, Jahnulales) nie zostały zaliczone do żadnej z podklas. Patogeny roślin występują w rzędach: Botryosphaeriales, Capnodiales, Myriangiales i Pleosporales.

Rząd Botryosphaeriales obejmuje 6 rodzin, przy tym najwięcej fitopatogenów zawierają Botryosphaeriaceae i Phyllostictiaceae (Slippers

et al. 2013). W rodzinie Phyllostictiaceae gatunki rodzaju *Phyllosticta*, z jego morfą płciową *Guginardia* mają znaczenie gospodarcze (Wikee et al. 2013). W Polsce w rodzinie Botryosphaeriaceae znane są gatunki z rodzajów: *Botryosphaeria* i *Othia* (Phillips et al. 2008).

Rząd Capnodiales (Crous et al. 2009), wprowadzony w obecnym systemie klasyfikacji, należy do podklasy: Dothideomycetidae. Reprezentuje gatunki chorobotwórcze dla roślin obok saprotrofów. Patogeny roślin należą do rodzin: Davidiellaceae i Mycosphaerellaceae. Pierwsza jest nową rodziną (Schoch et al. 2006), do której zaliczono gatunki z anamorfą należącą do rodzaju *Cladosporium* (Braun et al. 2003). Do rodziny Mycosphaerellaceae (Crous 2009) należą rodzaje: *Mycosphaerella* i *Sphaerulina*.

Rząd Myriangiales zaliczony jest do podklasy: Dothideomycetidae. W Polsce patogeny roślin należą do rodziny Elsinoaceae w rodzaju *Elsinoë*.

Rząd Pleosporales, jedyny w podklasie Pleosporomycetidae, jest najbogatszy w gatunki klasy Dothideomycetes.

Najważniejsze znaczenie w warunkach klimatu umiarkowanego mają przedstawiciele rodzin z rzędu Pleosporales (Gruyter et al. 2013): Didymellaceae, Leptosphaeriaceae, Phaeosphaeriaceae, Pleosporaceae i Venturiaceae.

Didymellaceae, rodzina opisana w 2010 roku (Aveskamp et al.), obejmuje rodzaje: *Didymella* i *Leptosphaerulina*. Do drugiej rodziny (Leptosphaeriaceae) należy rodzaj *Leptosphaeria*, a do trzeciej (Phaeosphaeriaceae) – *Eudarlucia* i *Phaeosphaeria*. Do rodziny czwartej (Pleosporaceae), najliczniejszej, zaliczono rodzaje: *Allewia*, *Cochliobolus*, *Lewia*, *Macrospora*, *Pleospora* i *Pyrenophora*, a do rodziny Venturiaceae należą rodzaje: *Platychora* i *Venturia*. Anamorfy dwóch ostatnich rodzin tworzą się obficie, należą do grupy hyphomycetes.

## KLASA: EUROTOMYCETES

Eurotiomycetes zawiera około 3400 gatunków, które są bardzo morfologicznie zróżnicowane, od jednokomórkowych „czarnych drożdży” do grzybów tworzących plechę strzępkową. Takson

podzielono na 3 podklasy, a jedna z nich Eurotiomycetidae zawiera rząd Eurotiales (Ryc. 3), którego gatunki z gospodarczego punktu widzenia mają największe znaczenie (Geiser et al. 2006).

Z trzech rodzin Eurotiales, Trichocomaceae jest najliczniejsza w gatunki. Grzyby te żyją w różnych strefach klimatycznych, zazwyczaj jako saprotrofy. Wiele gatunków ma znaczenie w przemyśle spożywczym i farmaceutycznym. Inne gatunki zasiedlają glebę, resztki roślinne i przechowywane produkty. Niektóre wytwarzają metabolity wtórne, np. aflatoksyny, szkodliwe dla ludzi i zwierząt, toteż mogą wywoływać choroby organizmów stałocielnych. Atakują różne organy wewnętrzne, w szczególności drogi oddechowe powodując tzw. aspergilozy ludzi i zwierząt.

Owocniki Trichocomaceae to zwykle drobne kleistotecja, a ich ściany są zazwyczaj cienkie, zbudowane z komórek pseudoparenchymatycznych lub ze strzępek, czasami mogą być grube i sklerocjalne (stwardniałe), zazwyczaj jaskrawo zabarwione. Niekiedy brak owocników, a worki rozrzucone są wśród strzępek wegetatywnych. Worki są prototunikowe, najczęściej zbliżone do kulistych, ale mogą też być maczugowate lub torbiaste. Powstają pojedynczo lub czasami tworzą się w łańcuszkach. W dojrzałych owocnikach brak worków, gdyż ich pierwotne ściany zanikają. Zarodniki workowe hialinowe albo nieco podbarwione, jednokomórkowe, często urzeźbione na powierzchni, bez pochwki.

Grzyby te żyją najczęściej w formie anamorfy tworzącej się na resztkach roślinnych, albo też występują na przechowywanych produktach spożywczych, gdyż przystosowane są do wzrostu w warunkach wysokiej temperatury, na substratach o wysokiej zawartości wody. Anamorfy należą do hyphomycetes, m.in. gatunki z rodzajów: *Penicillium*, *Aspergillus* i *Paecilomyces*. Jako saprotrofy dobrze rozwijają się na sztucznych podłożach, na których obok anamorf mogą tworzyć się również teleomorfy.

Na podstawie ostatnich (Visagie et al. 2014) wyników badań filogenetycznych rodzina Trichocomaceae została rozdzielona na: Aspergillaceae, Thermoascaceae i Trichocomaceae. Do pierwszej rodziny zaliczono kilkanaście rodzajów,

z których najważniejsze to: *Aspergillus*, *Penicillium* i *Monascus*. Druga rodzina obejmuje rodzaje: *Byssosclamys* i *Paecilomyces*. Do obecnej wyróżnionej rodziny Trichocomaceae należy *Talaromyces* i *Trichocoma*.

#### KLASA: LEOTIOMYCETES

Takson obejmuje około 5580 gatunków (5 rzędów), wśród których są pasożyty i saprotrofy, a brak grzybów wchodzących w skład porostów. Blackwell i współpracownicy (2006) nie wyróżnili podklas w Leotiomycetes, ale ostatnio (<http://www.generaoffungi.org>) rzędy Helotiales, Rhytismales i Erysiphales zaliczono do podklas Leotiomycetidae. Morfologicznie Leotiomycetes jest najbardziej zróżnicowaną klasą w podtypie Pezizomycotina, ale przypuszczalnie dość jednorodną filogenetycznie (Ryc. 3). Patogeny roślin należą do 3 rzędów: Erysiphales, Helotiales i Rhytismales, o różnie zbudowanych owocnikach i odmiennym sposobie życia (Wang et al. 2006).

Rząd Erysiphales został opracowany w odrębnej publikacji (Marcinkowska 2016).

#### RZĄD: HELOTIALES

Grzyby należące do Helotiales charakteryzują się owocnikami typu apotecjum, które wyrastają bezpośrednio z porażonych tkanek roślinnych lub rozwijają się na nóżce na stromie czy tkankach rośliny. Apotecja są beżowe, brunatne do ciemnobrunatnych, miseczkowate lub dyskowate, czasami pokryte wyraźnymi włoskami, siedzące albo w formie pucharu, gdy mają różnej długości nóżkę (trzon). Apotecja mają ściany zbudowane z 2–3 warstw komórek różniących się budową. Średnica owocników jest różnej wielkości i wynosi od 500 µm (małe) do 5 mm (duże). Owocniki są zróżnicowane anatomicznie, wypełnione hymenium złożonym z worków i wstawek (parafyz) różnego kształtu. Parafyzy mają lekko napęczniałe albo rozgałęzione wierzchołki i wystają ponad worki tworząc epitecjum. Worki zazwyczaj są małe, cylindryczne lub maczugowate, cienkościenne, o ścianach nierozwarstwiających się

(jednościenne), anelowe z otworem opatrzonym aparatem apikalnym amyloidnym lub nieamyloidnym, który jest widoczny jako pierścień w nieco pogrubionym szczycie. Zarodniki workowe są zazwyczaj hialinowe i najczęściej jednokomórkowe, bez żelatynowej otoczki. Anamorfy są zróżnicowane, czasami tworzące się bardzo obficie. Gatunki żyją jako pasożyty roślin, a także saprotrofy.

Rząd Helotiales obejmuje najwięcej gatunków w klasie Leotiomycetes. W klimacie umiarkowanym najliczniej reprezentowane są gatunki z następujących rodzin: Dermateaceae, Helotiaceae, Hyaloscyphaceae i Sclerotiniaceae, dla których nie ustalono przynależności do dotychczas opisanych rodzin.

Do najważniejszych w rodzinie Dermateaceae zaliczono w Polsce rodzaje: *Blumeriella*, *Diplocarpon*, *Drepanopeziza*, *Leptotrochila*, *Neofabraea*, *Oculimacula*, *Pezicula*, *Pseudopeziza* i *Pyrenopeziza*. Należy dodać, że rodzaj *Oculimacula* jest taksonem nowym, opisanym dopiero w 2003 roku (Walsh et al. 2005). Kolejna rodzina, Sclerotiniaceae, reprezentowana jest przez 4 rodzaje: *Monilinia*, *Ovulinia*, *Sclerotinia* i *Stromatinia*. Rodzina Helotiaceae ma dwa rodzaje, tj. *Godronia* i *Gremmeniella*, a Hyaloscyphaceae tylko jeden – *Lachnellula*.

#### RZĄD: RHYTISMATALES

Gatunki tego taksonu pasożytują najczęściej na liściach różnych gatunków drzew, na których wytwarzają ciemnobrunatne lub czarne plamy różnej wielkości i kształtu, z czasem stanowiące pseudostromę.

Z trzech opisanych rodzin tylko Rhytismataceae zawiera patogeny roślin w rodzajach: *Lophodermium* i *Rhytisma*.

#### KLASA: SORDARIOMYCETES

Sordariomycetes to druga klasa po Dothideomycetes pod względem liczby gatunków (około 10560) w Ascomycota, podtypie Pezizomycotina. Zaliczone tu workowce pasożytują na roślinach, zwierzętach, są endofitami, mykopasożytami

i saprotrofami, a tylko nieliczne z nich wchodzą w skład porostów. Żyją w różnych strefach geograficznych (Zhang et al. 2006).

Sordariomycetes wyróżniają się wytwarzaniem owocników, głównie typu perytecjum, które są prawie kuliste, elipsoidalne lub kolbowate, w różnym stopniu zanurzone w substracie lub występujące na jego powierzchni. Owocniki zawierają najczęściej worki jednościenne, a nieliczne mają worki pierwotnościenne. Owocniki najłatwiej powstają na substratach naturalnych, chociaż niektóre gatunki tworzą obficie teleomorfy na sztucznych podłożach. Wiele taksonów wytwarza przede wszystkim anamorfy, które zaliczane są do coelomycetes lub hyphomycetes. Inne gatunki tworzą zazwyczaj teleomorfy.

W Sordariomycetes wyróżniono 3 podklasy: Hypocreomycetidae, Sordariomycetidae i Xylariomycetidae obejmujące 11 rzędów, a dla 5 rzędów nie określono przynależności do żadnej z nich (Ryc. 3).

Grzyby ważne w patologii roślin należą do 7 rzędów oraz 2 rodzin. Rzędy: Hypocreales i Microascales należą do podklasy Hypocreomycetidae. Następne taksony odpowiednio: Diaporthales, Ophiostomatales i Sordariales oraz rodziny Magnaportaceae i Glomerellaceae zaliczone zostały do podklasy Sordariomycetidae, a rząd Xylariales do Xylariomycetidae, natomiast dla Phyllachorales nie ustalono przynależności do wyróżnionych podklas.

W podklasie Hypocreomycetidae najliczniejszy w gatunki (2647) jest rząd Hypocreales. Obejmuje pasożyty roślin, stawonogów i grzybów, saprotrofy, a także gatunki wchodzące w skład porostów. Do najczęściej występujących w klimacie umiarkowanym zaliczono przedstawicieli pięciu rodzin: Bionectriaceae, Clavicipitaceae, Cordycipitaceae, Hypocreaceae i Nectriaceae. Pierwsza (Rossman et al. 2001) i trzecia (Stensrud et al. 2005), to ostatnio opisane rodziny, odpowiednio z rodzajami: *Bionectria* oraz *Cordyceps*. Clavicipitaceae reprezentowana jest przez rodzaje: *Claviceps* i *Epichloë*. Podobnie rodzina Hypocreaceae obejmuje 2 rodzaje: *Hypocrea* i *Hypomyces*. Rodzina Nectriaceae jest najliczniejsza w gatunki fitopatogenów należące do rodzajów: *Nectria*,



*Neonectria*, *Calonectria*, *Gibberella*, *Allantonectria* i *Pleonectria* (Hirooka et al. 2012).

Rząd Microascales obejmuje patogeny roślin należące do rodziny Ceratocystidaceae, najliczniej reprezentowanej przez gatunki rodzaju *Ceratocystis*. De Beer et al. (2014) wykazali, że rodzaj ten nie jest jednorodny. Wśród gatunków *Ceratocystis sensu lato* wyróżnili należące do *Ceratocystis sensu stricto*, oraz opisali nowe rodzaje: *Davidsoniella* Z. W. de Beer, T. A. Duong et M. J. Wingf. i *Hunttiella* Z. W. de Beer, T. A. Duong et M. J. Wingf. Wprowadzili też poprawki do opisu rodzajów: *Chalaropsis*, *Thielaviopsis*, *Ambrosiella* i *Endoconidiophora*.

W podklasie Sordariomycetidae najwięcej gatunków (1196) obejmuje rząd Diaporthales. Gatunki tego taksonu są saprotrofami lub pasożytami roślin. Najważniejsze pasożyty roślin występujące w Polsce należą do 3 rodzin: Diaporthaceae, Gnomoniaceae i Valsaceae. Najliczniej reprezentowana jest rodzina Gnomoniaceae z rodzajami: *Apiognomonina*, *Cryptodiaporthe*, *Gnomonia* i *Ophiognomonina*. Rodzina Valsaceae obejmuje 2 rodzaje: *Leucostoma* i *Valsa*, a Diaporthaceae tylko *Diaporthe*.

Rząd Ophiostomatales, z jedną rodziną Ophiostomataceae, reprezentowany jest przez rodzaj *Ophiostoma*, którego gatunki żyją najczęściej w korze i drewnie drzew w żerowiskach owadów. Grzyby doprowadzają do zasinienia drewna, a także obumierania konarów drzew.

Rząd Sordariales to saprotrofy obejmujące 2 rodziny: Chaetomiaceae i Sordariaceae, odpowiednio z rodzajami *Chaetomium* i *Sordaria*. Gatunki pierwszego rodzaju żyją najczęściej na podłożach bogatych w celulozę, a drugiego na resztkach organicznych i odchodach.

Rodzina Magnaporthaceae to takson nie zaliczony do żadnego rzędu. Rodzina ta obejmuje rodzaj *Gaeumannomyces*, którego gatunki są ważnymi patogenami na korzeniach traw. Podobnie rodzina Glomerellaceae nie została zaliczona do żadnego z opisanych rzędów. Należy do niej rodzaj *Glomerella* ważny w patologii roślin.

Do podklasy Xylariomycetidae zaliczono jedynie rząd Xylariales reprezentowany przez liczne (2490) kosmopolityczne gatunki saprotroficzne

oraz pasożyty roślin (Jaklitsch, Voglmayr 2012). Ważnymi gospodarczo są tylko gatunki z rodzaju *Monographella* zaliczonego do rodziny Amphisphaeriaceae (<http://www.generaoffungi.org>).

Rząd Phyllachorales nie został zaliczony do żadnej z podklas. Obejmuje najczęściej pasożyty biotroficzne. Jedną z dwóch rodzin, Phyllachoraceae, wyróżnia się przede wszystkim wytwarzaniem dobrze rozwiniętej różnobarwnej pseudostromy w roślinach, a w niej tworzą się owocniki. Najważniejsze rodzaje to: *Phyllachora* i *Polystigma*.

Badania sfinansowane były przez Narodowe Centrum Nauki w ramach grantu N N310 722240, natomiast koszty publikacji pokryte zostały ze środków Samodzielnego Zakładu Fitopatologii SGGW w Warszawie.

## LITERATURA

- AINSWORTH G. C., SPARROW F. K., SUSSMAN A. F. (eds) 1973. The Fungi, an advanced treatise. Vol. IV A i B. A taxonomic review with keys: *Ascomycetes* and *Fungi Imperfecti*. Acad. Press, New York, San Francisco, London.
- AVESKAMP M. M., GRUYTER J. DE, WOUNDENBERG J. H. C., VERKLEY G. J. M., CROUS P. W. 2010. Highlights of the *Didymellaceae*: A polyphasic approach to characterize *Phoma* and related pleosporalen genera. *Stud. Mycol.* **65**: 1–60.
- BARR M. E. 1983. The Ascomycete Connection. *Mycologia* **75**: 1–13.
- BLACKWELL M., HIBBETT D. S., TAYLOR J. W., SPATAFORA J. W. 2006. Research coordination networks: a phylogeny for kingdom fungi (deep hypha). *Mycologia* **98**: 829–837.
- BRAUN U., CROUS P. W., DUGAN F., GROENEWALD J. Z., DE HOOG G. S. 2003. Phylogeny and taxonomy of *Cladosporium*-like hyphomycetes, including *Davidiella* gen. nov., the teleomorph of *Cladosporium* s. str. *Mycol. Progr.* **2**(1): 3–18.
- CROUS P. W. 2009. Taxonomy and phylogeny of the genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. *Fung. Diversity* **38**: 1–24.
- CROUS P. W., SCHOCH C. L., HYDE K. D., WOOD A. R., GUEIDAN C., HOOG G. S. DE, GROENEWALD J. Z. 2009. Phylogenetic lineages in the *Capnodiales*. *Stud. Mycol.* **64**: 17–47.
- DE BEER Z. W., DUONG T. A., BARNES I., WINGFIELD B. D., WINGFIELD M. J. 2014. Redefining *Ceratocystis* and allied genera. *Stud. Mycol.* **79**: 187–219.
- ERIKSSON O. 1982. Outline of the Ascomycetes – 1982. *Mycotaxon* **60**: 203–248.
- GEISER D. M., GUEIDAN C., MIADLIKOWSKA J., LUTZONI F., KAUFF F., HOFSTETTER V., SCHOCH C. L., TIBELL L., UNTEREINER W.

- A., APTROOT A. 2006. Eurotiomycetes: Eurotiomycetidae and Chaetothyriomycetidae. *Mycologia* **98**: 1053–1064.
- GRUYTER J. DE, WOUNDENBERG J. H. C., AVESKAMP M. M., VERKLEY G. J. M., GROENEWALD J. Z., CROUS P. W. 2013. Redispotion of phoma-like anamorphs in *Pleosporales*. *Stud. Mycol.* **75**: 136.
- HAWKSWORTH D. L., SUTTON B. C., AINSWORTH G. C. 1983. Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi. VII. CMI, Kew.
- HAWKSWORTH D. L., KIRK P. M., SUTTON B. C., PEGLER D. N. 1995. Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi. VIII. IMI, CAB International, Wallingford.
- HIBBETT D. S., BINDER M., BISCHOFF J. F., BLACKWELL M., CANNON P. F., ERIKSSON O. E., HUHNDOF S., JAMES T., KIRK P. M., LÜCKING R., LUMBSCH H. T., LUTZONI F., MATHENY P. B., McLAUGHLIN D. J., POWELL M. J., REDHEAD S., SCHOCH C. L., SPATAFORA J. W., STALPERS J. A., VILGALYS R., AIME M. C., APTROOT A., BAUER R., BEGEROW D., BENNY G. L., CASTLEBURY L. A., CROUS P. W., DAI Y-CH., GAMS W., GEISER D. M., GRIFFITH G. W., GUEIDAN C., HAWKSWORTH D. L., HESTMARK G., HOSAKA K., HUMBER R. A., HYDE K. D., IRONSIDE J. E., KÖLJALG U., KURTZMAN C. P., LARSSON K-N., LICHTWARDT R., LONGCORE J., MIADLIKOWSKA J., MILLER A., MONCALVO J-M., MOZLEY-STANDRIDGE S., OBERWINKLER F., PARMASO E., REEB V., ROGERS J. D., ROUX C., RYVARDEN L., SAMPAIO J. P., SCHÜBLER A., SUGIYAMA J., THORN R. G., TIBELL L., ÜNTEREINER W. A., WALKER C., WANG Z., WEIR A., WEISS M., WHITE M. M., WINKA K., YAO Y-J., ZHANG N. 2007. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. *Mycol. Res.* **111**: 509–547.
- HIROOKA H., ROSSMAN A. Y., SAMUELS G. J., LECHAT C., CHAVERRI P. 2012. A monograph of *Allantonectria*, *Nectria*, and *Pleonectria* (*Nectriaceae*, *Hypocreales*, *Ascomycota*) and their pycnidial, sporodochial, and synnematosus anamorphs. *Stud. Mycol.* **71**(1): 1–210.
- JAKLITSCH W. M., VOGLMAYR H. 2012. Phylogenetic relationships of five genera of Xylariales and *Rosasphaeria* gen. nov. (*Hypocreales*). *Fung. Diversity* **52**: 75–98.
- JOHNSTON P. R., SEIFERT K. A., STONE J. K., ROSSMAN A. Y., MARVANOVA L. 2014. Recommendations on generic names competing for use in Leotiomycetes (Ascomycota). *IMA Fungus* **5**(1): 91–120.
- KIRK P. M., CANNON P. F., DAVID J. C., STALPERS J. A. 2001. Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi. IX. CABI Bioscience, CAB International, Wallingford.
- KIRK P. M., CANNON P. F., MINTER D. W., STALPERS J. A. 2008. Ainsworth and Bisby's dictionary of the Fungi. X. CABI Europe-UK, CAB International, Wallingford.
- LUTZONI F., KAUFF F., COX C. J., McLAUGHLIN D., CELIO G., DENTINGER B., PADAMSEE M., HIBBETT D., JAMES T. Y., BALOCH E., GRUBE M., REEB V., HOFSTETTER V., SCHOCH C., ARNOLD A. E., MIADLIKOWSKA J., SPATAFORA J., JOHNSON D., HAMBLETON S., CROCKETT M., SHOEMAKER R., HAMBLETON S., CROCKETT M., SHOEMAKER R., SUNG G. H., LUCKING R., LUMBSCH T., O'DONNELL K., BINDER M., DIEDERICH P., ERTZ D., GUEIDAN C., HANSEN K., HARRIS R. C., HOSAKA K., LIM Y. W., MATHENY B., NISHIDA H., PFISTER D., ROGERS J., ROSSMAN A., SCHMITT I., SIPMAN H., STONE J., SUGIYAMA J., YAHR R., VILGALYS R. 2004. Assembling the fungal tree of life: progress, classification and evolution of subcellular traits. *Amer. J. Bot.* **91**: 1446–1480.
- MARCINKOWSKA J. 2003. Oznaczenie rodzajów grzybów ważnych w patologii roślin. Wydawnictwo „Fundacja Rozwój SGGW”. Warszawa.
- MARCINKOWSKA J. 2016. Rodzaje Erysiphaceae na podstawie aktualnych badań sprawców mączniaków prawdziwych w Polsce. *Zeszyty Naukowe U. P. we Wrocławiu. Seria Rolnictwo CXVI*: 65–94.
- MÜLLER E., LOEFFLER W. 1987. Zarys mikologii dla przyrodników i lekarzy. Wyd. II. Państwowe Wyd. Rolnicze i Leśne, Warszawa. (polskie tłumaczenie wyd. II z 1982 roku).
- NORVELL L. L. 2011. Melbourne approves a new Code. *Mycotaxon* **116**: 481–490.
- PHILLIPS A. J. L., ALVES A., PENNYCOOK S. R., JOHNSTON P. R., RAMALEY A., AKULOV A., CROUS P. W. 2008. Resolving the phylogenetic and taxonomic status of dark-spored teleomorph genera in the Botryosphaeriaceae. *Persoonia* **21**: 29–55.
- QUAEDVLIEG, W., KEMA G. H. J., GROENEWALD J. Z., VERKLEY G. J. M., SEIFBARGHI S., RAZAVI M., MIRZADI GOHARI A., MEHRABI R., CROUS P. W. 2011. *Zymoseptoria* gen. nov.: a new genus to accommodate *Septoria*-like species occurring on graminicolous hosts. *Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi* **26**: 57–69.
- ROSSMAN A. Y., MCKEMY J. M., PARDO-SCHULTHEISS R. A., SCHROERS H. J. 2001. Molecular studies of the Bionectriaceae using large subunit rDNA sequences. *Mycologia* **93**(1): 101–110.
- ROSSMAN A. Y., SEIFERT K. A., SAMUELS G. J., MINNIS A. M., SCHROERS H.-J., LOMBARD L., CROUS P. W., PÖLDMÅA K., CANNON P. F., SUMMERBELL R. C., GEISER D. M., ZHUANG W.-Y., HIROOKA Y., HERRERA C., SALGADO-SALAZAR C., CHAVERRI P. 2013. Genera in Bionectriaceae, Hypocreaceae, and Nectriaceae (*Hypocreales*) proposed for acceptance or rejection. *IMA Fungus* **4**: 41–51.
- SCHOCH C. L., SHOEMAKER R. A., SEIFERT K. A., HAMBLETON S., SPATAFORA J. W., CROUSE P. W. 2006. A multigene phylogeny of the Dothideomycetes using four nuclear loci. *Mycologia* **98**: 1041–1052.
- SLIPPERS B., BOISSIN E., PHILLIPS A. J. L., GROENEWALD J. Z., LOMBARD L., WINGFIELD M. J., POSTMA A., BURGESS T., CROUS P. W. 2013. Phylogenetic lineages in the *Botryosphaeriales*: a systematic and evolutionary framework. *Stud. Mycol.* **76**(1): 31–49.
- STENSRUD O., HYVEL-JONES N. L., SCHUMACHER T. 2005. Towards a phylogenetic classification of *Cordyceps*: ITS

- nr DNA sequence data confirm divergent lineages and paraphyly. *Mycol. Res.* **109**(1): 41–56.
- TAYLOR J. W., BERBEE M. L. 2006. Dating divergences in the fungal tree of life: review and new analyses. *Mycologia* **98**: 838–849.
- VISAGIE C. M., HOUBRAKEN J., FRISVAD J. C., HONG S.-B., KLAASSEN C. H. W., PERRONE G., SEIFERT K. A., VARGA J., YAGUCHI T., SAMSON R. A. 2014. Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*. *Stud. Mycol.* **78**: 343–371.
- WALSH K., KORIMBOCUS J., BOONHAM N., JENNINGS P., HIMS M. 2005. Using Real-time PCR to discriminate and quantify the closely related wheat pathogens *Oculimacula yallundae* and *Oculimacula aciformis*. *J. Phytopathol.* **153**: 715–721.
- WANG Z., JOHNSTON P. R., TAKAMATSU S., SPATAFORA J. W., HIBBETT D. S. 2006. Toward a phylogenetic classification of the Leotiomycetes based on rDNA data. *Mycologia* **98**: 1065–1075.
- WIKKE S., LOMBARD L., NAKASHIMA C., MOTOHASHI K., CHUKE-ATIROTE E., CHEEWANGKON R., MCKENZIE E. H. C., HYDE K. D., CROUS P. W. 2013. A phylogenetic re-evaluation of *Phyllosticta* (*Botryosphaeriales*). *Stud. Mycol.* **76**(1): 1–29.
- ZHANG N., CASTLEBURY L. A., MILLER A. N., HUHDORF S. M., SCHOCH C. L., SEIFERT K. A., ROSSMAN A. R., ROGERS J. D., KOHLMAYER J., VOLKMANN-KOHLMEYER B., SUNG G. 2006. An overview of the systematics of the Sordariomycetes based on a four-gene phylogeny. *Mycologia* **98**: 1076–1087.
- <http://www.generaoffungi.org/Biolomics.aspx?Table=Genera> dostęp 13.10.2016.