

KRÓLESTWO GRZYBÓW NA PRZEŁOMIE TYSIĄCLECI¹

Kingdom of fungi on the turn of millenia

Maria ŁAWRYNOWICZ

Summary. An outline of the history of mycology since the ancient times until 2000 is presented in the article. Etnomycological point of view and scientific interpretation of fungi on cellular and molecular level are indicated. Discovering of penicillin and distinguishing of fungal kingdom focused the attention of scientists and the public on fungi at the end of the second millenium.

Key words: history of mycology, fungi, fungal diversity, etnomycology.

Prof. dr hab. Maria Ławrynowicz, Katedra Algologii i Mikologii Uniwersytetu Łódzkiego, ul. S. Banacha 12/16, 90–237 Łódź

WSTĘP

O włączeniu problematyki mikologicznej do obrad plenarnych 51. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Botanicznego zadecydowały dwa fakty z kończącego się stulecia, a mianowicie odkrycie penicyliny oraz wyłączenie grzybów ze świata roślin. Grzyby zyskały rangę organizmów godnych bliższego poznania.

W roku 1998 agencje prasowe podały, że za najbardziej doniosły wyraz postępu 20. wieku uznano odkrycie penicyliny w 1928 r. przez Aleksandra Fleminga i współpracowników – Ernesta B. Chaina i Horwarda W. Florey'a, laureatów nagrody Nobla. Minęło właśnie 70 lat od tego wydarzenia o ogromnym znaczeniu dla nauki i praktyki. Otrzymanie penicyliny przy użyciu *Penicillium notatum* było impulsem do rozwoju badań eksperymentalnych z udziałem mikroorganizmów oraz przyczyniło się do rozwoju genetyki molekularnej, w związku z poszukiwaniem odpowiednich szczepów do produkcji antybiotyków. Praktycznym skutkiem odkrycia

antybiotyków stało się uratowanie milionów istnień ludzkich na całym świecie oraz wzbudzenie nadziei na dalsze odkrycia w nierozpoznanych jeszcze zasobach grzybów.

Grzyby, wcześniej zaliczane do roślin, obecnie uznano za trzecią, obok roślin i zwierząt, wielką gałąź rozwojową organizmów jądrowych [10]. W zależności od przyjętego systemu grzyby traktowane są jako podkrólestwo lub, co staje się coraz bardziej powszechne, jako autonomiczne królestwo Fungi, jedno z pięciu obok Monera, Protista, Plantae i Animalia [13]. Jest to wynik postępu w badaniach biologicznych ostatnich dziesięcioleci, wskutek czego w nowym świetle stanęło wiele problemów taksonomicznych, których rozwiązywaniem zajmowały się pokolenia badaczy. Dzięki zastosowaniu udoskonalonych metod obserwacji i nowych technik w badaniach eksperymentalnych, zwłaszcza w genetyce, uzyskano dalsze dane o powiązaniach fitogenetycznych prowadzące do zmian w klasyfikacji organizmów. Królestwo grzybów to, w ujęciu Whittakera [13], hetero-

¹ Referat wygłoszony na sesji plenarnej 51. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Botanicznego w Gdańsku w 1998 r.

genne zgrupowanie organizmów eukariotycznych o heterotroficznym metabolizmie. Ich komórki w przeważającej części otoczone są ścianami, zbudowanymi z reguły z chityny, a pobieranie pokarmu następuje przez absorpcję. Są to organizmy w większości haploidalne, rozmnażające się płciowo lub bezpłciowo przez zarodniki. Rodzaj zarodników i sposób ich powstawania mają podstawowe znaczenie taksonomiczne. Według Hawskeworth'a i in. [5] liczba grzybów na świecie szacowana jest na 1,5 mln gatunków, z czego opisanych jest około 72 tys., czyli zaledwie ok. 5%. Równocześnie poznanie roślin naczyniowych ocenia się na ponad 80% istniejących gatunków. Dysproporcja ta związana jest z historią badań i rozwojem metod, a przede wszystkim technik badawczych na poziomie komórkowym i molekularnym.

DANE HISTORYCZNE

Chociaż wiedza o grzybach została włączona do nauki ok. 2400 lat temu, to wyjaśnienie struktury i biologii tych organizmów możliwe było dopiero na przełomie 19. i 20. wieku. Teofrast (Theophrastus) (372–287 p.n.e.), uczeń Arystotelesa, jako pierwszy zainteresował się grzybami, uznając, że są roślinami, które utraciły korzenie, a więc więź z matką Ziemią. Wobec tego przyjmowano, że czerpią moc z góry i żyją za sprawą tajemniczych sił. Na terenach o długich okresach suszy, pojawienie się grzybów w następstwie pierwszych opadów oznaczało zawsze zmianę „na lepsze”. Wiązano to z łaskawością boga deszczu. W wielu regionach starożytnego świata grzyby stały się przedmiotem kultu. Indiańskie plemiona Majów, Azteków, Zapoteków, oddawały cześć posągom grzybów na terenie dzisiejszego Meksyku i Gwatemali. Jeszcze współcześnie w okolicach Oaxaca w Meksyku odbywają się obrzędy rytualne, w czasie których spożywane są grzyby halucynogenne „hongos sacrados”, jako ciało boże „theonacatl”. Badania meksykańskich grzybów sakralnych przeprowadzone w latach 60. w Paryżu przez Rogera Heima, przy współpracy małżeństwa Gordona i Walentyny Wassonów ze Stanów Zjednoczonych, przyczyniły się do rozwo-

ju etnomikologii oraz do opisanego wielu gatunków nowych dla nauki, m.in.: *Psilocybe mexicana*, *P. wassonii*, *P. zapotecorum* oraz gatunków z rodzajów *Conocybe*, *Stropharia* i *Lepiota*, a także do otrzymania z grzybów substancji psychotropowych, m.in. psilocybiny i psilocyny, związków stosowanych obecnie w psychoterapii [6].

Ślady kultu spotyka się także na Wschodzie, w Indiach, gdzie czczone były grzyby jako symbol płodności. Wśród ludów syberyjskich, a także Wikingów, rozpowszechnione było spożywanie muchomora czerwonego *Amanita muscaria* z uwagi na jego halucynogenne działanie. Przy odpowiednim dawkowaniu grzyb ten może wywoływać u człowieka stany podniecenia, euforii lub agresji, wykorzystywane też w walce z przeciwnikiem [12].

Rzymianie szczególnie moc przypisywali trufiom o działaniu afrodyzjakalnym. Pliniusz (23–79) w „Naturalis historia” pisał o cudownym fakcie wzrostu bez korzeni. Trufle są otoczone ziemią i same przypominają grudkę gleby. Obserwacje przyrody wskazywały, że powstawaniu owocników trufli sprzyjają ulewne deszcze, którym towarzyszą błyskawice. Uważano, że to błyskawice łączące niebo z ziemią gasną w trufiach przekazując im boską moc mającą znaczenie w prokreacji. Dlatego spożywali je królowie w nadziei na podtrzymanie dynastii i inni możni, bezskutecznie oczekujący potomstwa [1].

CZASY NOWOŻYTNE

Poglądy starożytnych Greków i Rzymian sprzed 2000 lat ciążyły na mikologii aż do połowy 19. wieku.

Zarodniki grzybów zaobserwował po raz pierwszy Giambattista della Porta w 1588 r., ale przez 200 lat utrzymywano, że grzyby mnożą się spontanicznie lub gdy pasożytują, przez heterogenezę z chorych tkanek gospodarza. Sprzyjała temu zgrabnie ujęta teoria trufinelli. Typowa dla grzybów podziemnych analogia w zewnętrznej skulpturze owocników i zarodników grzybów nasunęła myśl, że owocnik może powstawać przez rozrastanie się zarodnika. Teoria trufinelli broniła się skutecznie, gdyż zwraca-

cano uwagę na swoisty, do dziś nie wyjaśniony fenomen, polegający na tym, że owocnik trufli, po osiągnięciu zaledwie kilku milimetrów średnicy, odrywa się od grzybni, rośnie i dojrzewa samodzielnie. Interesujące zjawisko występuje też u innych grzybów podziemnych, np. w rodzaju *Elaphomyces*. Tu ściany worka pękają, gdy zarodniki osiągają zaledwie 1/3 docelowej wielkości. Dlatego zarodniki sprawiają wrażenie miniaterek rozpychających owocnik, a po jego rozerwaniu rosną samodzielnie. Taka interpretacja odwracała uwagę od analogii procesów kiełkowania zarodników u grzybów i nasion u roślin. Niepewność co do pochodzenia grzybów wywoływała spekulacje, czy nie są to zwierzęta lub nawet minerały [1].

Związywanie grzybów z wielobóstwem spowodowało, że przez pierwsze wieki chrześcijaństwa pozostawały one poza sferą naukowych zainteresowań. Echa tego podejścia do grzybów zachowały się w nazewnictwie: „czarcie kręgi”, „czarcie miotły”, „koła czarownic”, „szatański grzyb” i inne.

Do końca 16. wieku informacje o grzybach były skąpe, przypadkowe i nieuporządkowane. Mathias Lobelius (de l'Obel) w 1581 r. pogrupował je według kształtu owocników jako: agarici, polypores i tubera. W ostatniej dekadzie 16. wieku (1590–1600), w związku z zastosowaniem mikroskopu, poznanie grzybów zaczęło wkraczać na właściwą drogę i można mówić o początkach mikologii jako nauki [1].

POCZĄTKI MIKOLOGII

W nowożytnej historii mikologii wyróżnia się 2 okresy: I – przedlinneuszowski i II – okres klasyków. W okresie przedlinneuszowskim wybijają się dwie postaci: Carolus Clusius (Jules – Carles L'Escluse) (1526–1609) i Petrus Antonius Michaelis (Pier Antonio Micheli) (1679–1737).

Wiek 17. rozpoczyna fundamentalne dzieło Clusiusa *Fungorum in Pannoniis observatorum brevis historia* z roku 1601, w którym autor jako pierwszy zajął się morfologią grzybów. Opisał i zilustrował 105 gatunków grzybów z Pannonii: 46 jadalnych i 59 niejadalnych. Swoje zainteresowania badawcze powiązał z wyznawanym

chrześcijaństwem. Jego słynne credo w artykule w *Confesio Belgica* mówiące, że: „*Przyroda jawi się przed nami jako piękna otwarta księga, w której organizmy małe i duże tkwią jak litery zapisane niewidzialną ręką Stwórcy*”, nadało grzybowi godność równą innym stworzeniom.

Największym badaczem tego okresu był P. A. Micheli, a jego wkład do mikologii był największy aż do czasów Persoona i Friesa. Micheli eksperymentalnie wykazał kiełkowanie zarodników różnych gatunków grzybów stosując rozmaite media. Jego badania spotkały się z kontrowersją i dopiero po zastosowaniu czystych kultur w 19. wieku uznano je za klasyczne. On również zilustrował worki i zarodniki workowe u porostów i u trufli, której nadał obowiązującą do dziś nazwę *Tuber*. Zaobserwował także układ zarodników w hymenium (po 4) u *Coprinus*. Od tej obserwacji był już tylko krok do wyjaśnienia budowy podstawki. Jego badania otworzyły drogę do delimitacji Asco- i Basidiomycetes. Zaobserwował cystydy, opisał jako pierwszy plasmodium i sporangia kilku gatunków *Myxomycetes*. W *Nova plantarum genera juxta Tournefortii methodum disposita* (1729) P. A. Micheli opisał 900 gatunków grzybów, co Linneusz miał skomentować, że o wiele za dużo [1].

Drugi okres w rozwoju badań nad grzybami, okres klasyków, obejmuje lata: 1750–1835. Działali wtedy: Linneusz, Persoon, Achariusz i Fries.

Karol Linneusz (Carl Linnaeus) (1707–1778) w *Species Plantarum* (1753) umieścił grzyby w 24 klasie królestwa roślin (*Kingdom Vegetabile*), wprowadzając dla niej nazwę Cryptogamia. Wymienił tylko dziesięć rodzajów grzybów: *Agaricus*, *Boletus*, *Hydnum*, *Phallus*, *Clathrus*, *Elvela*, *Peziza*, *Clavaria*, *Lycoperdon* i *Mucor* – łącznie 90 gatunków oraz 80 gatunków porostów, które zaklasyfikował łącznie z glonami. Do glonów zaliczył również grzyby z rodzajów *Tremella* i *Byssus*. Zasługą Linneusza jest stworzenie podstaw klasyfikacji i wprowadzenie binominalnej nomenklatury. Dotychczasowe nazwy zawierały elementy charakterystyki gatunku, np. *Lycoperdon parisiense minimum pediculo donatum* [11].

Christiaan Hendrik Persoon (1761–1836) jako pierwszy stworzył jednolitą klasyfikację

grzybów. W *Synopsis methodica fungorum* (1801) wymienia 71 rodzajów, kilkaset gatunków. W klasyfikacji odwołuje się do cech owocnika, dzieląc grzyby na dwie klasy: Angiocarpi (owocniki zamknięte) i Gymnocarpi (owocniki otwarte). Opisał liczne grzyby mikroskopowe. Nazwy przyjęte dla grup: Uredinales, Ustilaginales i Gasteromycetes sankcjonuje art. 13. Międzynarodowego Kodeksu Botanicznego.

Erik Achariusz (Acharius) (1757–1819), autor dzieł: *Methodus qua omenes detectos Lichenes* (1803), *Lichenographia universalis* (1810) i *Synopsis methodica lichenum* (1814) uważany jest za ojca lichenologii. Achariusz wprowadził takie pojęcia, jak: *thallus*, *apothecium*, *perithecium*, *podetium*, *soredium*, *isidicum* i *cephalodium*. On również stworzył podstawy taksonomii porostów, traktując je jako jedną z 6 grup w obrębie Kryptogamów.

Elias Magnus Fries (1794–1878) traktowany jest jako najważniejszy autorytet w mikologii i nazywany „mikologicznym Linneuszem”. Jego kluczowe dzieło *Systema Mycologicum* (1821–1832) wraz z suplementem *Elenchus Fungorum* (1828) obejmuje łącznie 5000 gatunków. Nazwy wszystkich grzybów w tych pracach sankcjonuje art. 13. Międzynarodowego Kodeksu Botanicznego (podobnie jak Uredinales, Ustilaginales i Gasteromycetes z dzieła Persoona).

Po wprowadzeniu systematyki grzybów przez Persoona i Friesa notuje się zawrotną liczbę odkrywanych gatunków. Niektóre opisywane były po kilka razy, pod różnymi nazwami, bo autorzy nie nadążali ze śledzeniem literatury. Nagromadzone opisy wymagały uporządkowania. Podjął się tego Pier Andrea Saccardo (1845–1920) – profesor botaniki w Padwie, który przez 50 lat, wspólnie z innymi autorami, opracował łącznie 25 tomów *Sylloge Fungorum*, przy czym 3 ukazały się w 11 lat po jego śmierci, a dwudziesty szósty dopiero w 1972 roku.

Ostatnio Reed i Farr [9] opublikowali kompletny wykaz *Sylloge Fungorum*, liczący 38 tys. gatunków spośród 80 tys. wyjściowych.

Brak światowej listy (checklist) nie pozwala sprecyzować liczby opisanych gatunków. Hawksworth i in. [5] przytaczając liczbę 72 tysięcy opisanych gatunków grzybów zaznaczają, że nie

można wykluczyć, iż liczba ta jest znacznie wyższa i może przekraczać 100 tysięcy gatunków.

ŹRÓDŁA INSPIRACJI BADAŃ MIKOLOGICZNYCH

WPLYW GRZYBÓW NA CZŁOWIEKA I JEGO ŚRODOWISKO

Grzyby są wszechobecne w przyrodzie i otoczeniu człowieka. Żyją w wodzie, powietrzu i glebie od biegunów po tropiki. Oprócz wód słodkich mogą zasiedlać wody słone. Michel, Hennig i Kreisel [8] podają, że grzyby były spotykane na głębokości 4610 m w oceanach (drożdże), a śluzowce (*Periconia abyssa*) na głębokości 5315 m na martwym drewnie. W powiązaniu z glonami – jako porosty, zostały zebrane na wysokości 7400 m w Himalajach. Jeden gram gleby może zawierać do 1.000 000 strzępek różnych gatunków grzybów mikroskopowych.

Wiedza o rozmieszczeniu geograficznym bierze się z publikowania list gatunków, rejestru pojedynczych stanowisk, opracowań monograficznych taksonów oraz mikologicznych monografii regionalnych. Gromadzona przez wiele pokoleń botaników i mikologów, korygowana, uaktualniana i uzupełniana nowymi faktami przybliżyła nam mikologiczny obraz świata, ale jest on wciąż bardzo niekompletny mimo ustawicznych usiłowań.

Grzyby tworzą wielorakie powiązania z innymi organizmami. Mogą żyć jako symbionty, saprotrofy oraz patogeny roślin i zwierząt, a także innych grzybów. Również człowiek, od zarania dziejów, doświadczał uciążliwości istnienia grzybów, ale również korzystał z ich zasobów w sposób zamierzony lub nieświadomie przy przyrządzaniu pokarmów i napojów. Niewidocznym drożdżom zawdzięcza chleb i wino, produkty ważne nie tylko konsumpcyjnie, ale o bogatej tradycji oraz głębokiej i wzniosłej symbolice w religii i kulturze. Korzystanie z zasobów grzybów leśnych kryło w sobie zawsze zawsze niebezpieczeństwo śmiertelnego zatrucia. Według Heima [6], w średniowieczu w Europie padało co roku nie mniej niż 1000 osób, a 90% wszystkich zatruc przypisuje się muchomorowi smrotnikowemu *Amanita phalloides*, który do

dziś co roku zbiera śmiertelne żniwo. Grzyb ten, o smaku przypominającym wyborny gatunek z tego samego rodzaju, *A. caesarea* – muchomor cesarski, wykorzystywany był również w celach skrytobójczych. Historia odnotowała wiele takich faktów, z których najgłośniejszy jest ten, gdy Agrypina dodając trochę wyciągu z muchomora sromotnikowego do potrawy z muchomorem cesarskim przyspieszyła zgon cesarza Klaudiusza, aby otworzyć drogę do tronu dla Nerona. Etnografowie, konstatując te fakty, dopatrywali się wpływu grzybów na losy świata. Obcowanie z grzybami i skrajność doznanych doświadczeń, podzieliły narody na mikofilów i mikofobów. Podział ten daje się zaznaczyć na mapie Europy. Polacy stawiani są na pierwszym miejscu wśród mikofilów, a zbieranie grzybów traktowane było jako nasze narodowe hobby.

Od trzech tysięcy lat trwają usiłowania opanowania hodowli grzybów makroskopowych do celów konsumpcyjnych. Udało się to jedynie w przypadku 12 gatunków grzybów w skali świata. W odróżnieniu od roślin i zwierząt, podstawą zaspokojenia potrzeb konsumpcyjnych, zwłaszcza w krajach mikofilnych, są wciąż zasoby grzybów dziko rosnących. Wobec sygnałów o zagrożeniu istnienia coraz większej liczby gatunków i wydłużaniu się czerwonych list, rodzi się potrzeba monitoringu i określenia granic możliwości pozyskiwania niektórych gatunków grzybów bez naruszenia równowagi w przyrodzie. Grzyby bowiem wykazują ściśle i wciąż jeszcze odkrywane związki ze światem roślin i zwierząt.

SYMBIOZA GRZYBÓW Z ROŚLINAMI

Z roślinami grzyby powiązane są od komórki do ekosystemu, od mikroskopijnych glonów do potężnych wiekowych drzew.

Jak pisze Ainsworth [1], symbioza grzybów z fanerogamami i kryptogamami naczyniowymi jest odwrotnością stosunków istniejących u porostów. U nich grzybowy komponent wizualnie dominuje w partnerstwie, podczas gdy u fanerogamów odgrywa niewidoczną rolę; w wielu przypadkach nie podejrzewa się nawet jego obecności, dopóki jej się nie odkryje w zmuszonych badaniach mikroskopowych.

Poważny udział w wyjaśnieniu zjawiska mikoryzy ma polski uczyony Franciszek Kamiński, odkrywca mikoryzy u *Monotropa hypopitys* [7]. Gruntownie tym zjawiskiem zajął się niemiecki badacz A. B. Frank [4], nadając mu do dziś obowiązującą nazwę – mikoryza. Na zlecenie rządu pruskiego Frank rozpoczął swe studia poszukiwaniem sposobów hodowli trufli, co do której sądzono, że pasożytuje na korzeniach drzew. Kamiński, zdaniem Ainswortha, był pierwszym, który ukazał właściwą naturę tego związku, wykluczając pasożytnictwo.

Odkrycie mikoryzy pod koniec XIX w. otworzyło nowe perspektywy badawcze. Dziś nad tym zjawiskiem pracuje wiele zespołów, a nawet wyspecjalizowanych instytutów naukowych, a za motto jednej z konferencji mikoryzowych przyjęto stwierdzenie: „Większość roślin nie posiada korzeni, posiada mikoryzę”.

Zainteresowanie określoną grupą grzybów wynikało czasem ze szkód jakich człowiek doświadczał. Kłęsa głodu w Irlandii w latach 1845–1860, wywołana niszczeniem plonów ziemniaków przez grzyb *Phytophthora infestans*, spowodowała zajęcie się grzybami pasożytniczymi roślin. Zaś straty we flocie angielskiej poniesione w wyniku rozkładu drewna statków, uświadomiły znaczenie grzybów saprotroficzych.

ROZWÓJ NAUK BIOLOGICZNYCH

Druga grupa czynników, które wpłynęły na poznanie grzybów to rozwój innych dziedzin nauki. Powstanie teorii komórkowej w latach 1838–39 i rozwój cytologii pozwoliły na generalizację w naukach biologicznych i przyjęcie komórki za podstawową jednostkę organizmów. Odkrycie na nowo mendelizmu i powstanie nowoczesnej genetyki na przełomie stuleci, a zwłaszcza odkrycie heterotalizmu u grzybów przez Blackeslee [2], wpłynęło korzystnie na rozwój mikologii i jej ukierunkowanie.

Grzyby stały się przedmiotem badań biochemicznych, mikrobiologicznych, fizjologicznych i cytogenetycznych. Rozwój biochemii oraz odkrycie przez Büchnera [3] ymazzy i jej roli w fermentacji alkoholowej cukrów wywołanej przez drożdże, stały się inspiracją do szerszego

spojrzenia na grzyby i ich metabolizm. Pojawiła się nowa grupa zagadnień związanych z toksykologią mikroorganizmów.

Grzyby mikroskopowe nie były do niedawna uwzględniane w kategoriach bezpośrednich zatruc u ludzi i zwierząt. Jednak obecnie wiadomo, że one same i ich toksyczne produkty, mikotoksyny, są poważniejszym problemem w medycynie, weterynarii i gospodarce niż grzyby makroskopowe.

Zagrożeniem dla zdrowia ludzi i zwierząt stały się: mikotoksykozy – zatrucia mikotoksynami, szczególnie z grupy aflatoksyn, mikozy – infekcje grzybami chorobotwórczymi atakującymi organy człowieka i zwierząt; są to m.in. kandydozy, aspergillozy i alergie – wywołane przez zarodniki grzybów choroby dróg oddechowych oraz objawiające się na skórze jako tzw. choroby grzybicze.

Powstanie immunologii jako gałęzi nauk medycznych znalazło bezpośrednie zastosowanie w diagnostyce i terapii mikoz oraz mogło być wykorzystane dla określenia powinowactwa w obrębie grzybów. Zainteresowanie grzybami w praktyce lekarskiej skupia się również na zastosowaniu licznych wtórnych metabolitów o właściwościach chemoterapeutycznych. Pierwszym udanym antybiotykiem po penicylinie była streptomycyna, uzyskana przy użyciu *Streptomyces griseus*. Już w 1951 r. doliczono się 96 antybiotyków produkowanych przez grzyby, z których 57 zostało dobrze scharakteryzowanych. Równocześnie rozpoczęto trwające do dziś testowania innych grup grzybów, w tym również makroskopowych, które przyniosły wiele interesujących odkryć, m.in. z purchawicy olbrzymiej *Calvatia gigantea* otrzymano kalwacynę – związek o działaniu cytostatycznym.

Badania wtórnego metabolizmu grzybów otworzyły drogę do rozwoju biotechnologii, z efektów której korzysta przemysł farmaceutyczny oraz spożywczy. *Aspergillus niger* wytwarza kwas cytrynowy w setkach tysięcy ton. Dotychczasowe źródło tego kwasu z owoców cytrusowych pokrywa zaledwie 1% światowej produkcji.

Produktami wtórnego metabolizmu grzybów są również enzymy: amylolityczne, które wraz z

glukoamylazą powodują rozkład skrobi, proteolityczne – powodujące rozkład białka oraz rozkładające tłuszcze lipazy, mające zastosowanie w przemyśle spożywczym i chemicznym, m.in. przy produkcji proszków do prania i w procesie rozkładu substancji ropopochodnych.

Zróżnicowane i wielostronne wykorzystanie produktów wtórnego metabolizmu, w tym również bakteryjnego, jest domeną nie tylko biotechnologii lecz także taksonomii grzybów. Reakcję łańcuchową polimerazy (PCR), naturalnego enzymu, wykorzystuje się do amplifikacji DNA stosowanej w ostatecznych, arbitralnych rozstrzygnięciach w taksonomii grzybów z odwołaniem się do podobieństwa sekwencji aminokwasów. Ma to znaczenie dla ustalania pokrewieństwa filogenetycznego.

MIEJSCE GRZYBÓW W SYSTEMIE NATURALNYM

W wyniku badań cytologicznych, genetycznych i biochemicznych, w nowym świetle stanęła systematyka eukariota i królestwo grzybów. Różnorodność morfologiczna i fizjologiczna skłania współczesnych autorów do zaliczenia grzybów do 3 oddzielnych królestw: Chromista, Fungi i Protozoa. Oprócz sposobu odżywiania się organizmu, istotnym kryterium okazała się budowa ściany komórkowej i synteza jej składników, a także cechy budowy mitochondrialnej oraz obecność i charakter mastigonem. Grzyby o powinowactwie algologicznym oraz o powinowactwie protozoologicznym zostają oddzielone od grzybów właściwych. Takie stanowisko przyjęto m.in. w ostatnim, ósmym wydaniu encyklopedycznego słownika Ainsworth i Bisby's *Dictionary of Fungi* [5] oraz w zaplanowanej na 59 tomów serii *Grzyby Australii*, nad którą prace właśnie rozpoczęto, a zakończenie przewiduje się w połowie 21. wieku. Wobec poznania grzybów w mniej niż 10%, autorzy systemów są zgodni co do tego, że będą one ulegały modyfikacji w miarę zbliżania się do prawdy w procesie opisywania przedstawicieli kolejnych grup i pogłębiania studiów, ale równocześnie utrwalił się pogląd, że grzyby zostały wyłączone ze świata roślin na zawsze. Na zawsze również

grzyby pozostaną związane z roślinami, bowiem cykliczne następstwo działalności autotrofów-producentów i heterotrofów-destruentów jest jednym z podstawowych warunków istnienia życia na Ziemi.

LITERATURA

- [1] AINSWORTH G. C. 1976. Introduction to the History of Mycology. Cambridge University Press, Cambridge, London, New York, Melbourne.
- [2] BLACKESLEE A. F. 1904. Sexual reproduction in the *Mucorineae*. *Proc. Am. Acad. Arts. Sci.* **40**: 205–319. (Results summarised. *Science* **19**: 863–864).
- [3] BUCHNER E. 1897. Alkoholische Gährung ohne Hefzellen. *Ber. Deutsch. Chem. Ges.* **30**: 117–124.
- [4] FRANK A. B. 1885. Über die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewissen Bäume durch unterirdische Pilze. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **3**: 128–145.
- [5] HAWKSWORTH D. L., KIRK P. M., SUTTON B. C., PEGLER D. N. 1995. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 8 ed. IMI, University Press, Cambridge.
- [6] HEIM R. 1963. Les champignons toxiques et hallucinogènes. N. Boubée & C^{ie}, Paris.
- [7] KAMIENSKI F. 1882. Les organs végétatifs du *Monotropa hypopitys*. *Mém. Soc. Sci. Nat. Cherbourg* **24**: 5–40.
- [8] MICHAEL E., HENNIG B., KREISEL H. 1983. Handbuch für Pilzfreunde I. VEB G. Fischer Verl, Jena.
- [9] REED C. F., FARR D. F. 1993. Index to Saccardo's Sylloge Fungorum Volumes I–XXVI in XXIX, 1882–1972, *Contr. Reed Herb.* **31**: 1–884 (*Contr. U. S. Natl. Fungus Collect.* **6**).
- [10] SZWEYKOWSKA A., SZWEYKOWSKI J. 1993. Botanika. Systematyka. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- [11] TOUNEFORT J. P. DE. 1694. *Eléments de botanique*. Fungi. Paris.
- [12] WASSON V., WASSON G. 1962. *Mushrooms, Russia and History*. 2 vol. New York.
- [13] WHITTAKER R. H. 1969. New concepts of kingdoms of organisms. *Science* **163**: 150–160.