

OBCY SĄ WŚRÓD NAS

FREEPIK

Marcin Pietras

Instytut Dendrologii
Polskiej Akademii Nauk w Kórniku

Las jest miejscem, w którym spotykają się tysiące organizmów, tworząc najbardziej skomplikowaną sieć powiązań, jaka może istnieć w naturze. W ekosystemach leśnych kluczową rolę odgrywa świat grzybów, które należą do jednych z najbardziej ekolo-

gicznie i ewolucyjnie zróżnicowanych organizmów na kuli ziemskiej. Szacowane bogactwo gatunkowe królestwa grzybów przyjmowane jest na ponad 5 milionów gatunków, przez co grzyby stanowią drugą, po owadach, pod względem liczebności grupę organizmów występujących na Ziemi. Występowanie grzybów ma fundamentalne znaczenie dla funkcjonowania całych ekosystemów. Grzyby mogą być organizmami żyjącymi kosztem innych. Mówimy wtedy o patogenach roślin, zwierząt czy człowieka. Ogromna liczba grzybów to saprotrofy, a więc organizmy rozkładające martwą materię organiczną, które uważane są za najistotniejszą grupę destruktorów bytujących w glebie.

Co się dzieje w świecie grzybów,
gdy wśród nich pojawia się obcy,
przybysz z innego świata?
Co może przynieść obecność
„grzybowego najeźdźcy”, który
rości sobie prawo do przestrzeni
życiowej i zasobów?



dr Marcin Pietras

Jest adiunktem w Pracowni Badania Związków Symbiotycznych Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku. Jego zainteresowania badawcze skupiają się wokół zagadnień związanych z ochroną przyrody, w szczególności występowaniem i rozprzestrzenianiem obcych gatunków grzybów i roślin drzewiastych.

mpietras@man.poznan.pl

Inne grzyby nawiązują symbiozę mykoryzową z roślinami, w tym z drzewami, wspomagając ich rozwój i wzrost. Grzyby są organizmami kluczowymi w obiegu węgla, na każdym poziomie złożoności układu biologicznego, począwszy od rośliny, przez ekosystem, aż po biom, czyli obszar o znacznej powierzchni charakteryzujący się zbliżonymi warunkami klimatycznymi oraz podobną szatą roślinną. Na każdym z tych poziomów organizacji życia grzyby wzajemnie na siebie oddziałują, konkurując o zasoby i przestrzeń. Dodatkowo wchodzą w skomplikowaną sieć zależności i powiązań z roślinami i zwierzętami, tworząc swoiste *status quo* pomiędzy żyjącymi obok

siebie organizmami. Taka sieć zależności w swojej naturze nie jest trwała i stabilna, ponieważ musi odpowiadać na zmiany zachodzące w środowisku. Zmiany te często mają charakter naturalny i są trwale wpisane w proces kształtowania się wielu ekosystemów. Inne związane są z działalnością człowieka, który w sposób bezpośredni lub pośredni wpływa na procesy zachodzące w wielu ekosystemach, w tym także lasach. W dobie antropocenu, a więc czasów kształtowanych przez człowieka, przyroda musi się dodatkowo zmagać z jeszcze jednym poważnym zagrożeniem, jakim jest występowanie obcych czy inwazyjnych organizmów. Organizmami takimi mogą być rośliny, zwierzęta lub

Las dębowy dotknięty zamieraniem powodowanym przez lęgnowce z rodzaju *Phytophthora*, Nadleśnictwo Piaski, 2010 r.



grzyby, które w sposób intencjonalny bądź przypadkowy zostały przeniesione poza miejsce swojego naturalnego występowania. Na nowym obszarze organizmy obcego pochodzenia mogą zmieniać strukturę i skład gatunkowy rodzimych biocenoz, co szczególnie widoczne jest w przypadku złożonych ekosystemów leśnych.

Na śmierć i życie

Uważa się, że jednym z głównych problemów współczesnej ochrony przyrody jest występowanie obcych, często inwazyjnych organizmów. W odniesieniu do grzybów większość prowadzonych obecnie badań skupia się na introdukcji, czyli procesie wprowadzenia jako nowego elementu danej biocenozy nierodzimych gatunków chorobotwórczych, zarówno w stosunku do roślin, zwierząt, jak i człowieka. Zawleczenia organizmów chorobotwórczych na nowe tereny mają z reguły charakter przypadkowy, a ich występowanie ma ważny wymiar ekonomiczny, a nawet społeczny. Najlepszym przykładem może być przeniesienie do Irlandii w połowie XIX w. lęgnowca *Phytophthora infestans*, który powoduje fytoftorozę, zwaną potocznie zarazą ziemniaka. Pojawienie się tego organizmu w Irlandii spowodowało największą w dziejach świata klęskę głodu, w trakcie której zmarło półtora miliona Irlandczyków, a wielu emigrowało. Obecnie na liście „Stu najgroźniejszych organizmów obcego pochodzenia” znaleźć możemy innego lęgnowca – *Phytoph-*

thora cinnamoni, który powoduje zamieranie wielu gatunków drzew. Lęgnowce z rodzaju *Phytophthora* są naturalnym komponentem lasów półkuli północnej, zarówno w Ameryce Północnej, jak i Europie. Wprowadzenie *P. cinnamoni*, gatunku pochodzącego prawdopodobnie z Azji Południowej, na nowe tereny bardzo często prowadzi do gwałtownych zmian w ekosystemach leśnych, czego najtragiczniejszym skutkiem jest masowe zamieranie lasów. Proces ten obserwowany jest w skali całego świata, zarówno w lasach strefy umiarkowanej, jak i tropikalnej. W Europie *P. cinnamoni* atakuje większość gatunków drzew, szczególnie kasztana jadalnego oraz różne gatunki dębów. Czynniki sprzyjające występowaniu patogenu są ciepłe zimy, a także powtarzające się naprzemiennie okresy suszy oraz nadmiaru wody w glebie. W skali całego świata straty wynikające z występowania *P. cinnamoni* są ogromne, nie tylko w wymiarze ekonomicznym, związanym z utratą surowca w lasach produkcyjnych, ale przede wszystkim w aspektach ekologicznych, związanych z utratą siedlisk przez setki i tysiące organizmów występujących w zagrożonych lasach. Na liście „Stu najgroźniejszych organizmów obcego pochodzenia” znalazł się też patogen grzybowy, który w ostatnich dziesięcioleciach stał się realnym zagrożeniem dla wielu gatunków wiaźów. *Ophiostoma novo-ulmi* (powoduje holenderską chorobę wiaźów), to grzyb o tajemniczej historii i złożonej biologii. Pierwsze doniesienia na temat masowego zamierania wiaźów pojawiły się na początku XX w.

Wtedy to patogenicznego grzyba wywołującego to zjawisko sklasyfikowano jako *Ophiostoma ulmi*. Szacuje się, że w tym czasie zamieraniem dotkniętych zostało 10–40% wszystkich wiązów rosnących w Europie i Ameryce Północnej. W latach 50. XX w. opisano nowy gatunek grzyba o nieznanym pochodzeniu, *O. novo-ulmi*, który z jeszcze większą siłą zaatakował wiązy w Ameryce Północnej. W latach 60. grzyb ten został zawleczony do Wielkiej Brytanii i w kilkanaście lat spowodował prawie całkowite wymarcie wiązu górskiego w południowej Anglii. Do rozprzestrzeniania się grzybów z rodzaju *Ophiostoma* przyczyniają się ogłodki, małe chrząszcze należące do kornikowatych, które są jedynym wektorem przenoszącym grzyba na nowe tereny. Obecnie zarówno *O. novo-ulmi*, jak i *O. ulmi* występują głównie na półkuli północnej, ale notowane były również w Nowej Zelandii, i stanowią wielkie zagrożenie dla wielu gatunków wiązów.

Cisi przybysze

Nie tylko grzyby patogeniczne są przenoszone na nowe obszary. W przeciwieństwie do patogenów grzyby niepatogeniczne, w niesprzyjających warunkach mogą egzystować w postaci utajnionej grzybni w glebie, bez żadnej widocznej ekspresji w formie owocnika. Wśród grzybów, które nie powodują chorób, znamy przypadki zarówno celowego, jak i przypadkowego przenoszenia gatunków na nowe obszary. Pierścieniak uprawny, zwany również lyszczką uprawną, został sprowadzony do Europy z Ameryki Północnej w połowie XX w. w celach hodowlanych. Grzyb ten, choć należy do rodziny pierścieniakowatych, można uznać za dalekiego krewniaka naszych hodowlanych pieczarek. Podobnie jak one daje się uprawiać w kontrolowanych warunkach, przy czym nie jest gatunkiem wymagającym, jeśli chodzi o podłoże. Z reguły tworzy duże, dorodne owocniki rosnące gromadnie nawet na trocinach czy innych organicznych podłożach z dużą zawartością celulozy i ligniny. Pierścieniak nigdy nie podbił Europy i nigdy nie zagroził pieczarkom w walce o stoły Europejczyków, jednak dzięki dużym zdolnościom adaptacyjnym uciekł z hodowli i jest obecnie spotykany w przydomowych ogrodach w całej Europie.

Zgołą inną drogę przebył okratek australijski. Ten przypominający czerwony kwiat lub ośmiornicę grzyb pochodzi z Australii i Nowej Zelandii. Do Europy trafił na początku XX w. pod butami australijskich żołnierzy walczących w I wojnie światowej bądź nieco wcześniej, z transportami australijskiej wełny. Zawleczenie okratka może być więc przykładem na przypadkową introdukcję grzybów na nowe tereny. Przez ostatnie 100 lat okratek bardzo dobrze zadomowił się w Europie, gdzie znajdowany był setki razy, głównie na terenach zniekształconych przez człowieka, parkach i ogrodach, ale także na skrajach lasu, zawsze na żyznych, bogatych w próchnicę glebach. W Polsce po



raz pierwszy został znaleziony w latach 70. XX w. i od tego czasu stwierdzany był w naszym kraju ok. 120 razy, każdego roku coraz bardziej na północny wschód. Dla porównania w Australii i w Nowej Zelandii, gdzie występuje naturalnie, uchodzi za gatunek nieczęsty, odnotowywany był na blisko 80 stanowiskach. Dlatego z całą pewnością możemy uznać okratka australijskiego za najbardziej rozpowszechniony gatunek obcego grzyba niepatogenicznego w Europie. Co więcej, znajdowany był też w Ameryce Północnej, a ostatnio również w Ameryce Południowej. Te przypadki w dobry sposób pokazują, jak łatwo przybysze z innych kontynentów są w stanie się zaadaptować i rozprzestrzenić na nowych dla siebie obszarach. Co stoi za ich sukcesem i jaki jest ich wpływ na rodzimą mykobiotę (świat grzybów)? Bez wątplenia obce grzyby saprotroficzne konkurują z gatunkami rodzimymi o zasoby, dzięki którym mogą rozwijać sieć splątanej grzybni w glebie, tworzyć owocniki i rozsiewać miliony zarodników przenoszonych na nowe tereny. Mimo że jak dotąd brak dowodów na taką konkurencję, wydaje się ona oczywista, a jej konsekwencje łatwe do przewidzenia. Badania nad innymi organizmami obcego pochodzenia, często inwazyjnymi, pokazują, że ich sukces leży w wygranej walce o zasoby i życiową przestrzeń, modyfikacji środowiska swojego bytowania w kierunku zmian niekorzystnych dla innych organizmów oraz dużym sukcesie reprodukcyjnym. Prawdopodobnie w przypadku niepatogenicznych grzybów obcego pochodzenia podobny mechanizm może mieć miejsce.

Grzyby obcego pochodzenia znajdowane w polskich lasach: złotak wysmukły (A), maślak daglezjowy (B), okratek australijski (C), pierścieniak uprawny odmiana żółta (D)



Młoda dagleźnia zielona rosnąca w szczególnie cennym lesie naturalnym stworzonym przez roślinność drzewiastą z rodzaju *Nothofagus*, Mount Richmond Park, Wyspa Południowa, Nowa Zelandia, 2017 r.

Tym samym cisi przybysze z dalekiej Ameryki czy Australii powinni być traktowani w Europie jako zagrożenie dla naszych rodzimych grzybów.

Przyjaciele na zabój

Rozprzestrzenianie się grzybów saprotroficznych na nowych terenach nie wymaga obecności żadnego innego organizmu. Bardzo często grzyby, przybysze z dalekich krajów, potrzebują do zaaklimatyzowania się pewnych gatunków drzew. Dzieje się tak w przypadku grzybów symbiotycznych, tworzących symbio-

zę mykoryzową z drzewami. W dużym uproszczeniu taki symbiotyczny układ grzyb – drzewo opiera się na dwukierunkowej wymianie substancji między partnerami. Grzyb wspomaga pobieranie składników mineralnych i wody przez roślinę, w zamian otrzymując produkty fotosyntezy powstałe w koronach drzew. Miejscem kontaktu pomiędzy grzybem a rośliną są korzenie drobne drzew, które poprzez oplatanie i kolonizację ich wnętrza przez strzępki grzybni stają się mykoryzami. System korzeniowy pojedynczego drzewa opatrzony jest w miliardy mykoryz stworzonych przez setki różnych gatunków grzybów. Dodatkowo pewne gatunki drzew są bardziej zaprzyjaźnione ze ściśle określonymi gatunkami czy grupami grzybów. To właśnie dlatego maślaki zbieramy pod sosnami, koźlarza babkę spotkamy nieopodal brzoź, a najsmaczniejsze rydze znajduwane są pod jodłami. W przypadku obcych gatunków grzybów taka „przyjaźń” bardzo często decyduje o rozprzestrzenianiu się i determinuje inwazyjność związanych z nimi roślin. Mówimy wtedy o tzw. kointrodukcji określanej jako jednoczesne przenoszenie drzewa wraz z jego symbiontami grzybowymi. Na nowym terenie grzyb i roślina występują nierozłącznie i razem rozprzestrzeniają się w nowym środowisku. Przykładów takich kointrodukcji jest wiele. Maślak dagleźniowy, grzyb ściśle związany z dagleźnią zieloną, został wraz z nią przeniesiony poza miejsce swojego naturalnego występowania z zachodniej części Ameryki Północnej do Nowej Zelandii, Europy i Ameryki Południowej. W Europie coraz częściej spotykamy północnoamerykańskie gatunki piasiówek występujące z sosną wejmutką. Przenoszenie grzybów wraz z ich partnerami roślinnymi można uznać za najczęściej spotykany sposób rozprzestrzeniania się gatunków symbiotycznych. Dla roślin występowanie symbioz ektomykoryzowych z grzybami jest uważane za korzystne i pożądane, gdyż jest podstawą do ich właściwego wzrostu i rozwoju. Niemniej jednak niepatogeniczne grzyby mogą spowodować znaczące negatywne skutki dla całych ekosystemów. Udowodniono, że zastępowanie naturalnych zbiorowisk roślinnych plantacjami drzew szybkorosnących powoduje gwałtowne zmiany w chemizmie gleby. Uprawa sosny kalifornijskiej na stanowiskach zbiorowisk trawiastych w Ameryce Południowej spowodowała gwałtowny spadek zawartości węgla w glebie o ok. 30%. Jak się okazało, odpowiedzialne za to były grzyby obcego pochodzenia, które wraz z sosnami zostały przeniesione i wprowadzone do środowiska. Dodatkowo grzyby symbiotyczne wspomagają rozprzestrzenianie się obcych gatunków drzew, z którymi są związane. Zjawisko to polega na tym, że pewne gatunki drzew nie wykazują cech inwazyjności, a stają się ekspansywne tylko, gdy wraz z nimi zostaną zawleczeni ich partnerzy mykoryzowi. W Nowej Zelandii opisano przypadek, kiedy to pochodząca z Ameryki Północnej dagleźnia zielona wspo-

magana jest przez europejskiego grzyba z rodzaju piestrówka, który przenoszony jest przez australijskiego torbacza – kitankę lisią. Przytoczony przykład, gdzie trzy organizmy z różnych królestw (roślin, zwierząt, grzybów) i trzech różnych kontynentów wzajemnie napędzają swoją ekspansję, podkreśla, jak nieprzewidziane są konsekwencje globalnego przenoszenia obcych organizmów na nowe tereny.

Zostańmy przyjaciółmi

Zdecydowanie rzadziej dochodzi do przeniesienia grzyba mykoryzowego niezależnie od związanego z nim drzewa. Grzyb taki musi cechować się brakiem przywiązania do partnera roślinnego i często tworzy nowe związki mykoryzowe z drzewami, z którymi w normalnych warunkach byłoby to niemożliwe, ze względu na istnienie barier geograficznych. Grzyby takie cechuje również większa zdolność do rozprzestrzeniania się w granicach nowego zasięgu. Europejski muchomor zielonawy, zwany również muchomorem sromotnikowym, na dobre związał się z wieloma północnoamerykańskimi gatunkami sosen i dębów, stając się powszechnym grzybem we wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Został również przeniesiony do Australii i Nowej Zelandii, gdzie stał się przyczyną licznych, często śmiertelnych zatruc amatorów grzybobrania. W ostatnich latach furorę w polskich lasach robi przybysz z Ameryki, złotak wyniosły, który „zaprzyjaźnił” się z naszą sosną zwyczajną. Ten zawleczony do Europy grzyb po raz pierwszy odnotowany został w Polsce kilka lat temu. Obecnie można go spotkać nie tylko na brzegu Morza Bałtyckiego, gdzie został znaleziony po raz pierwszy, ale również w głębi lądu. Jako obiekt westchnień grzybiarzy stał się wielką atrakcją nadmorskich lasów. Efektem tego jest fakt, że w ostatnich latach tysiące owocników złotaka zebranych w nadmorskich lasach skutecznie rozwożone są po całej Polsce.

Grzyby (n)a zmiany

Grzyby należą do najbardziej ewolucyjnie zróżnicowanych organizmów na kuli ziemskiej, a ich bogactwo gatunkowe może sięgać setek gatunków znajdujących w wyodrębnionych ekosystemach. Ogromne zdolności adaptacyjne grzybów do zmieniających się warunków, w tym także klimatycznych, są ogólnie znane. W świecie grzybów nie ma próżni, w sytuacji gdy jedne gatunki ustępują, natychmiast pojawiają się inne, lepiej przystosowane do nowych warunków. Z drugiej strony zmiany klimatu mogą być zagrożeniem dla świata grzybów, głównie przez utratę ich siedlisk i zamieranie drzew, z którymi są związane. Podobnie jak w przypadku roślin obce gatunki grzybów mogą być największymi wygranymi zmian klimatu. Proces zamierania lasów powodowany przez

inwazyjne grzyby patogeniczne w ostatnich latach nasila się jeszcze bardziej, urastając do rangi problemu ogólnosiwiatowego. Obce grzyby saprotroficzne, takie jak ciepłolubny okratek australijski czy bardzo dobrze znoszący suszę pierścieniak uprawny, znacznie zwiększają areał, na którym występują poza rejonem swojego naturalnego występowania. Gatunki symbiotyczne wspomagają inwazyjne gatunki drzew, które kolonizują i zmieniają nowe obszary. Modele klimatyczne sporządzone dla poszczególnych gatunków grzybów na następne stulecie pokazują, że zmiany klimatyczne będą ich wielkim sprzymierzeńcem. Wobec tego coraz łatwiej możemy wyobrazić sobie rzeczywistość, w której inwazyjne grzyby patogeniczne będą przyczyniały się do masowego zamierania naszych rodzimych lasów. Takie mechanizmy znane są już od lat 90. XX w. Dowodzą wprost, że ocieplający się klimat będzie czynnikiem, który predysponuje lasy do zamierania. Krótkookresowe susze czy powodzie to zamieranie zaś będą inicjowały. Osłabione w ten sposób lasy będą w konsekwencji bardziej podatne na patogeny grzybo-

Grzyby należą do najbardziej ewolucyjnie zróżnicowanych organizmów na kuli ziemskiej, a ich bogactwo gatunkowe może sięgać setek gatunków znajdujących w wyodrębnionych ekosystemach.

we, którym te same zmiany będą sprzyjały. W wielu innych miejscach obserwować będziemy ekspansję inwazyjnych gatunków drzew, wspieranych dodatkowo przez obce grzyby symbiotyczne. Możliwe jest również coraz częstsze występowanie grzybów saprotroficznych, które żyjąc ukryte w glebie będą sukcesywnie zmieniały nasze rodzime ekosystemy. Konsekwencją takich procesów może być ustępowanie rodzimych zbiorowisk roślinnych i spontaniczne, sukcesywne zastępowanie ich zbiorowiskami sztucznymi. W dalszej perspektywie może przyczyniać się to do ustępowania rodzimej flory i fauny wraz ze szczególnie cennymi gatunkami endemicznymi. Wszystko to może mieć katastrofalny efekt dla ochrony różnorodności biologicznej. Niestety, ostatnie lata, w których obserwujemy gwałtowne zmiany i katastroficzne ich skutki pokazują, że w ochronie przyrody coraz częściej sprawdzać się będą najczarniejsze scenariusze.

ZDJĘCIA MARCIN PIETRAS