

Grzyby podziemne – w symbiozie z korzeniami drzew leśnych

Grzyby należą do najstarszych złożonych organizmów żyjących na ziemi. Już 400 mln lat temu, w okresie późnego dewonu, jeszcze zanim pojawiły się rośliny drzewiaste, ziemię pokrywały „lasy” grzybów z wymarłej grupy protaksytów. Osiągały wysokość nawet 8 m, a wyglądem przypominały współczesne gatunki workowców należących do rodzaju próchnilec. Współcześnie nieliczne gatunki grzybów wytwarzają kilkudziesięciocentymetrowe owocniki, choć podziemna część ich organizmu może osiągać kolosalne rozmiary.

Największy pojedynczy osobnik znany nauce to opieńka ciemna. **Catherine Parks** wraz z zespołem w 2003 r. udowodniła, że pojedynczy osobnik opieńki rosnącej w Oregonie w USA pokrywa powierzchnię ponad 10 km².

Kluczowy element funkcjonowania lasu

Grzyby to organizmy cudzożywne, które związki odżywcze mogą pozyskiwać poprzez symbiozę z korzeniami roślin, rozkład materii organicznej lub pasożytnictwo. Zarówno mykoryza, tj. symbioza niezbędna dla funkcjonowania wszystkich gatunków drzew leś-

nych, jak i rozkład martwej materii organicznej, który napędza obieg pierwiastków w przyrodzie, są kluczowymi elementami funkcjonowania lasu. Gdyby hipotetycznie usunąć wszystkie grzyby, las jako ekosystem dosłownie przestałby istnieć. Grzyby przez większość swojego życia rozwijają się wewnątrz substratu, np. gleby lub drewna, a owocniki służące do rozprzestrzeniania zarodników grzybów pojawiają się na powierzchni substratu, np. na martwych pniach lub na powierzchni ściółki. Można odnieść wrażenie, że grzyby „rosną” jedynie jesienią, ale w rzeczywistości funkcjonują w ekosystemie w sposób nieprzerwany, tak jak same drzewa.

Niektóre gatunki grzybów wytwarzają owocniki podziemne, a tym samym przeprowadzają cały cykl życiowy pod powierzchnią ziemi. Z tego powodu są one trudne do znalezienia w terenie i przez to często pomijane w badaniach opartych na obserwacjach owocników. W Polsce dotychczas potwierdzono obecność kilkunastu rodzajów grzybów podziemnych, do których przynależy kilkadziesiąt, a najprawdopodobniej o wiele więcej, gatunków grzybów o podziemnych owocnikach. Występowanie grzybów podziemnych jest wciąż słabo poznane, nawet w przypadku najstawniejszych z nich, czyli trufli. Trufle należą do gromady workowców, jednej ze starszych grup grzybów, które „pamiętają” czasy dinozaurów. Workowce obejmują zarówno gatunki wielkoowocnikowe, w tym cenione kulinarnie trufle i smardze, jak i liczne gatunki mikroskopowe, w tym drożdże wykorzystywane w piekarnictwie i browarnictwie bądź grzyby pleśniowe stosowane przy produkcji serów dojrzewających.

Wśród grzybów wielkoowocnikowych występujących w lasach dominują grzyby z gromady podstawczaków. Do niej należą m.in.



Grzyby ektomykoryzowe z rzędu borowikowce tworzące podziemne owocniki (tzw. fałszywe trufle) oraz ich nadziemne, siostrzane rodzaje: maślak i piestrówka (po lewej) oraz krowiak i czarnobrzuszek (po prawej; widoczne owocniki oraz ektomykoryzy)



Fot. Robin Wilgan (15)
Kapeluszkowe owocniki gąski (po lewej) oraz towarzyszące im jasne, bulwiaste owocniki (po prawej). Badania DNA wykazały, że obie formy należą do gąski ziemistoblaszkowej. Formy bulwiaste najprawdopodobniej powstały wskutek mutacji. Spontaniczne mutacje mogą odpowiadać za niezależne pojawienie się podziemnych owocników u różnych grup systematycznych grzybów

chętnie zbierane borowiki, podgrzybki, mleczaje, pieprzniki i gąski, grzyby uprawne, takie jak boczniki i pieczarki, trujące muchomory, zasłonaki i strzępiaki, oraz grzyby nadrewnowe i pasożytnicze, takie jak huby i opieńki. Podstawczaki często tworzą owocniki złożone z trzonu oraz kapelusza, ale niektóre gatunki wytwarzają owocniki o nietypowych kształtach. Do szczególnie zjawiskowych przykładów należą koralowki przypominające koralowce, galaretowate trzęsaki czy siedzunie podobne do kalafiora. Niektóre podstawczaki wytwarzają okrągłe, zamknięte owocniki, jak np. spokrewnione z pieczarkami purchawki, a także owocniki podziemne.

Fałszywe trufle

Historycznie taksonomia grzybów, podobnie jak wszystkich innych organizmów żywych, była oparta na podobieństwie morfologicznym. Wraz z rozwojem badań molekularnych okazało się, że blisko spokrewnione ze sobą gatunki niekoniecznie są do siebie podobne wizualnie, a podobne cechy budowy nie muszą wynikać z pokrewieństwa. Wytworzenie analogicznych przystosowań ewolucyjnych w odpowiedzi na czynnik środowiskowy określane jest mianem konwergencji. Typowym przykładem są skrzydła u ptaków, owadów i nietoperzy lub podobny kształt ryb i morskich ssaków, np. delfinów.

Owocniki grzybów najprawdopodobniej „zeszły pod ziemię” wielokrotnie w historii ewolucji, podobnie jak powstawały skrzydła umożliwiające zwierzętom aktywny lot. W efekcie te rodzaje grzybów, które znamy z nadziemnych, kapeluszowych owocników, mają swoje siostrzane, podziemne rodzaje. I tak z podgrzybkiem, borowikiem i olszówką

blisko spokrewniony jest podziemny czarnobrzuszek; z maślakami rodzaj piestrówki; a z lakówką i gąską – podziemny rodzaj piestróweczka. Grzyby podziemne, wizualnie podobne do trufli, są często z nimi mylone, dlatego potocznie określa się je „fałszywymi trufkami”. Są one najczęściej niesmaczne, więc niejadalne, jak np. pospolite w Polsce jeleńki. Szczególną sławą cieszą się „fałszywe trufle” z rodzaju piestrak, które tworzą duże owocniki, wyglądem podobne do białych trufli. Piestraki są co prawda jadalne po obróbkę termicznej (surowe są lekko trujące), ale uchodzą za znacznie mniej smaczne od trufli.

Nadziemni krewni

Workowce stanowią mały wycinek grzybów nadziemnych, które możemy zaobserwować,

przechadzając się po polskich lasach, ale dominują wśród gatunków grzybów podziemnych. Podobnie jak wspomniane grzyby nadziemne również typowo podziemne gatunki grzybów mają swoje „siostrzane”, blisko spokrewnione rodzaje o nadziemnych owocnikach. W przypadku trufli są to piestrzyce. Trufle i piestrzyce współtworzą linię filogenetyczną tuber-hevella, a wygląd piestrzyc pozwala nam wyobrazić sobie, jak mogli wyglądać przodkowie współczesnych trufli, zanim stali się grzybami podziemnymi.

Grzyby podziemne to zazwyczaj grzyby ektomykoryzowe, związane ścisłą symbiozą z drzewami. Trufli nie znajdziemy w miejscu, gdzie nie ma dębów, grabów czy leszczyn, z którymi trufle nawiązują symbiozę. Bywa, że blisko spokrewnione podziemne i nadziemne grzyby ektomykoryzowe dzielą wymagania siedliskowe oraz preferencje wobec drzew-partnerów symbiozy. Przykładowo maślaki i piestrówki są związane z drzewami iglastymi i siedliskami borowymi, większość piestrzyc i trufli żyje w symbiozie z drzewami liściastymi i preferuje siedliska łąkowe. Piestrzyce do niedawna uznawano za grzyby rozkładające materię organiczną. Dopiero wraz z rozwojem badań molekularnych, opartych na analizach DNA ektomykoryz, odkryto, że piestrzyce żyją w symbiozie z korzeniami drzew.

Przyszłość pod znakiem zmian

Grzyby ektomykoryzowe są związane na tyle ścisłą relacją symbiotyczną z drzewami, że brak odpowiednich drzew niesie za sobą brak związanych z nimi gatunków grzybów. Na południu Europy zmiany klimatu, zwłaszcza



Owocniki i ektomykoryzy piestrzyc (powyżej) są blisko spokrewnione z podziemnymi trufkami (poniżej). Oba rodzaje mogą tworzyć podobne wizualnie ektomykoryzy (po prawej)

letnie susze, poważnie zagrażają występowaniu zarówno samych trufli, jak i drzew, z którymi są one związane. Równocześnie w Europie Środkowej, w tym w Polsce, zmiany klimatu sprzyjają rozwojowi trufli.

Produkcja owocników grzybów ektomykoryzowych uzależniona jest od szeregu czynników abiotycznych, głównie związanych z temperaturą i opadami. Z kolei same ektomykoryzy funkcjonują w sposób ciągły w ekosystemie leśnym – ich obecność poprzedza produkcję owocników, ale nie wszystkie gatunki grzybów, które tworzą ektomykoryzy na korzeniach drzew, będą również wytwarzać owocniki. Można stwierdzić, że warunki pozwalające wytworzyć ektomykoryzy są znacznie szersze niż te, które są niezbędne do produkcji owocników. Widać to na przykładzie trufli czarnozarodnikowej, uważanej za gatunek typowo śródziemnomorski. Najdalej wysunięte na północ stanowisko owocnika tej trufli znaleziono w 2017 r. na południu Anglii, ale najbardziej wysunięte na północ stanowisko ektomykoryzy pochodzi z położonej 1500 km dalej na północny-wschód Estonii, z 2010 roku. Podobnie trufia letnia, w Polsce znana głównie z południa kraju, występuje w Danii, na Gotlandii i na południu Finlandii.

W symbiozie z korzeniami drzew

Ektomykoryzy piestrzyc, które z wyglądu są bardzo podobne do ektomykoryz trufli, również występują przede wszystkim na korzeniach drzew liściastych. Badania prowadzone w Instytucie Dendrologii PAN pozwoliły zidentyfikować ektomykoryzy piestrzyc na korzeniach dębów i orzeszników w Arboretum Kórnickim, gdzie towarzyszyły ektomykoryzom trufli rzępiastej i truflicy kasztanowatej, oraz owocniki piestrzyc w lasach liściastych na siedlisku gąrowskim, gdzie towarzyszyły ektomykoryzom trufli omszonej i owocnikom truflicy kasztanowatej. Bliskie pokrewieństwo, podobne preferencje wobec gatunków drzew oraz pokrywające się wymagania siedliskowe skłaniają do refleksji, czy charakterystyczne nadziemne owocniki piestrzyc mogą być wskazówką, gdzie szukać cennych, podziemnych trufli.

Od kilku lat w Zakładzie Związków Symbiotycznych Instytutu Dendrologii PAN prowadzone są badania grzybów ektomykoryzowych buczyn w Wolińskim Parku Narodowym. Dotychczas pozwoliły one stwierdzić owocniki piestrzycy kędzierzawej i rzadszego gatunku piestrzycy zatokowej, które występowały szczególnie licznie w nadmorskich buczynach storczykowych. Obecnie trwają badania ektomykoryz na korzeniach rosnących tam drzew. Wyniki pozwolą określić, w jaki sposób obecność owocników piestrzyc jest powiązana z obecnością ektomykoryz trufli, a potencjalnie owocników trufli.

Buczyny są stosunkowo rzadko rozważane jako potencjalne siedliska dla trufli, mimo że buki nawiązują symbiozę z wykorzystywanymi kulinarnie trufkami, a odczyn gleb w niektórych typach buczyn spełnia wymogi tych trufli, co dowiodły badania przeprowadzone w 2017 r. w Niemczech. Choć w Polsce trufle znajdowane są głównie na południu kraju, to optymalne dla nich warunki występują także w regionach nadmorskich, a trufia letnia występuje w Danii i na południu Skandynawii. Badania prowadzone w przeciągu ostatnich kilku lat w Instytucie Dendrologii PAN pozwoliły odnotować kilkadziesiąt stanowisk trufli z całego kraju. Lepsze poznanie ekologii i występowania trufli jest szczególnie ważne w świetle trwających zmian klimatu, ponieważ te zmiany, które zagrażają trufiom na południu Europy, sprzyjają pojawianiu się trufli w Europie Środkowej, w tym w Polsce. 

Robin Wilgan

Instytut Dendrologii PAN w Kórniku