

Streszczenie

Introdukcja i uprawa obcych gatunków roślin stała się zjawiskiem powszechnym w skali globalnej, a plantacje drzew obcego pochodzenia stanowią dziś istotną ekonomicznie gałąź leśnictwa w wielu krajach świata. W Europie szczególne zainteresowanie drzewami obcego pochodzenia przypadło na przełom XIX i XX wieku. Wtedy też obce gatunki drzew powszechnie sadzono w lasach, gdzie z czasem niektóre z nich stały się gatunkami inwazyjnymi, które rozprzestrzeniają się bez udziału człowieka, wykazują zdolność do skutecznej konkurencji z rodzimymi gatunkami i wywierają negatywny wpływ na lokalny ekosystem. Choć tylko niektóre gatunki obce stają się inwazyjne, to inwazje biologiczne generują poważny problem dla ochrony przyrody i gospodarki leśnej. Poprzez silny negatywny wpływ na środowisko, gatunki inwazyjne zagrażają rodzimym gatunkom i ekosystemom oraz prowadzą do strat liczonych w miliardach euro.

Badania ostatnich lat dowiodły, że organizmy symbiotyczne, w tym grzyby mykoryzowe, odgrywają istotną rolę w procesie ekspansji obcych i inwazyjnych gatunków drzew. Grzyby mykoryzowe stanowią kluczowy element funkcjonowania ekosystemów leśnych, ponieważ przekazują roślinom związki odżywcze i chronią rośliny przed patogenami glebowymi oraz niekorzystnymi warunkami środowiska. W lasach strefy umiarkowanej szczególnie istotne są grzyby ektomykoryzowe, które są niezbędne do prawidłowego funkcjonowania niemal wszystkich rodzimych gatunków drzew leśnych, a tym samym całych ekosystemów leśnych. Mimo to stosunkowo niewiele wiadomo na temat interakcji pomiędzy obcymi i inwazyjnymi gatunkami drzew oraz rodzimymi gatunkami grzybów ektomykoryzowych. W szczególności słabo zbadane są nieinwazyjne gatunki obce, ponieważ uwagę badaczy jest skupiona na gatunkach inwazyjnych.

Celem prezentowanych badań było poznanie interakcji pomiędzy obcymi gatunkami drzew, a rodzimymi gatunkami grzybów ektomykoryzowych. W tym celu zbadano orzeszniki (*Carya laciniosa*, *C. cordiformis*, *C. ovata*) oraz dąb czerwony (*Quercus rubra*), które do Europy sprowadzono z Ameryki Północnej. Dąb czerwony, który należy do obcego w Europie podrodzaju *Lobatae*, jest jednym z najbardziej inwazyjnych gatunków drzew w Europie, gdzie wywiera silny, negatywny wpływ na rodzime ekosystemy. Orzeszniki nie wykazują cech gatunków inwazyjnych oraz nie zaobserwowano ich negatywnego wpływu na rodzime ekosystemy leśne w Europie.

Aby określić, jak kształtuje się symbioza mykoryzowa obcych i inwazyjnych gatunków drzew w Europie w zależności od warunków środowiska, badania przeprowadzono w układzie doświadczalnym typu „common garden” w Arboretum Kórnickim oraz w warunkach leśnych.

W pierwszym etapie zbadano odnowienie naturalne orzesznika gorzkiego (*C. cordiformis*) i siedmiolistkowego (*C. laciniosa*) w Arboretum Kórnickim. Badanie pozwoliło określić, z jakimi gatunkami grzybów orzeszniki nawiązują symbiozę ektomykoryzową, rosnąc w otoczeniu wielu gatunków drzew z całego świata. W drugim etapie zbadano grupowe nasadzenia orzesznika pięciolistkowego (*C. ovata*), pozostałe po XIX wiecznych doświadczeniach leśnych prowadzonych w Wielkopolsce i na Ziemi Lubuskiej. Celem tego etapu badań było porównanie zbiorowiska grzybów ektomykoryzowych orzesznika i rodzimych gatunków drzew w otoczeniu. W kolejnym etapie zbadano ponadstuletnie osobniki dębu czerwonego (*Q. rubra*), orzesznika pięciolistkowego (*C. ovata*) i siedmiolistkowego (*C. laciniosa*) w Arboretum Kórnickim, aby porównać zbiorowiska grzybów ektomykoryzowych pomiędzy inwazyjnym dębem czerwonym oraz nieinwazyjnymi orzesznikami, które w naturalnym zasięgu w USA współtworzą lasy dębowo-orzesznikowe.

Grzyby ektomykoryzowe nawiązujące symbiozę z korzeniami badanych gatunków drzew zidentyfikowano w oparciu o morfotypowanie ektomykoryz oraz izolację DNA z każdego wyznaczonego morfotypu. Przeanalizowano łącznie 132 próby korzeniowe: 72 próby z terenu Arboretum Kórnickiego oraz 60 prób z powierzchni leśnych. Z DNA które wyizolowano z wyznaczonych morfotypów zamplifikowano region ITS rDNA, który sekwencjonowano metodą Sangera. Otrzymane sekwencje przypisano do poszczególnych taksonów i linii filogenetycznych grzybów ektomykoryzowych w oparciu o sekwencje referencyjne regionu ITS rDNA grzybów, które są zdeponowane w bazach danych UNITE oraz GenBank.

Analizy statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem parametrów ilościowych oraz jakościowych: określono stopień kolonizacji korzeni przez grzyby mykoryzowe, udział żywych wierzchołków ektomykoryzowych w stosunku do martwych oraz udział procentowy i frekwencję występowania zidentyfikowanych taksonów i linii filogenetycznych grzybów ektomykoryzowych. Obliczono średnie oraz całkowite bogactwo gatunkowe grzybów ektomykoryzowych, wskaźnik różnorodności Shannona i wskaźnik dominacji Simpsona. Wykorzystano analizę podobieństw (ANOSIM), analizę wariancji (ANOVA), niemetryczne skalowanie wielowymiarowe (NMDS), kanoniczną analizę korespondencji (CCA) oraz estymator bogactwa gatunkowego Chao-2, które wykonano z użyciem programów PAST, Statistica 9.0, Canoco 4.5 oraz EstimateS 9.0.

Badania pozwoliły zidentyfikować łącznie 137 taksonów grzybów ektomykoryzowych na korzeniach badanych drzew. Odnotowano taksony z 40 rodzajów i 29 linii filogenetycznych należących do Basidiomycota (27 rodzajów z 17 linii) oraz Ascomycota (13 rodzajów z 12 linii).

Na korzeniach młodych orzeszników w Arboretum zidentyfikowano 40 taksonów grzybów, na korzeniach orzeszników w warunkach leśnych 65 taksonów, oraz na korzeniach dorosłych drzew w Arboretum 73 taksony: 40 na korzeniach orzeszników i 44 na korzeniach dębu czerwonego.

Zidentyfikowano wyłącznie rodzime dla Europy gatunki grzybów ektomykoryzowych, w tym gatunki kosmopolityczne, które występują w Europie oraz Ameryce Północnej. Odnotowano wyższe niż spodziewane bogactwo gatunkowe grzybów nawiązujących symbiozę z orzesznikami w Arboretum i na terenach leśnych. Na poziomie rodzajów i linii filogenetycznych, zbiorowiska grzybów ektomykoryzowych związanych z orzesznikami w Europie odpowiadają zbiorowiskom grzybów ektomykoryzowych związanych z orzesznikiem pekanowym w USA. Pokazuje to, że bez względu na siedlisko i wiek drzew, orzeszniki w Europie nawiązują symbiozę z bogatą pulą gatunków grzybów ektomykoryzowych, co odgrywa istotną rolę w adaptacji drzew obcego pochodzenia do nowych siedlisk. Aż 88% gatunków grzybów, które nawiązywały symbiozę z badanymi orzesznikami, to grzyby ektomykoryzowe związane z dębami (*Quercus* spp.), które są stosunkowo blisko spokrewnione z orzesznikami (dęby i orzeszniki należą do rzędu Fagales).

Odnotowano różnice statystyczne pomiędzy zbiorowiskami grzybów ektomykoryzowych orzeszników i rodzimych gatunków drzew w warunkach leśnych, oraz pomiędzy orzesznikami a dębem czerwonym w Arboretum. W warunkach leśnych nasadzenia orzeszników zapewniały nisze ekologiczne dla bogatej puli grzybów ektomykoryzowych. Mikroklimat pod okapem orzeszników cechował się większym zacienieniem i wilgotnością niż lasy w otoczeniu, co znalazło odbicie w wyższym bogactwie gatunkowym ektomykoryz i owocników grzybów mykoryzowych. Badania dojrzałych drzew w Arboretum wykazały istotne różnice pomiędzy zbiorowiskami grzybów ektomykoryzowych dębu czerwonego i orzeszników. Odnotowano istotnie statystycznie niższe średnie bogactwo grzybów ektomykoryzowych i istotnie wyższy udział martwych ektomykoryz na korzeniach dębu czerwonego, a także wysoki udział (30%) długodystansowego typu eksploracyjnego ektomykoryz, który z kolei stanowił jedynie 2% ektomykoryz orzeszników.

Wskazane są dalsze badania, aby określić, czy rosnąc w warunkach leśnych, inwazyjny dąb czerwony wywiera negatywny wpływ na grzyby ektomykoryzowe, które są związane z rodzimymi gatunkami drzew. Wskazane jest również poszerzenie badań o inne inwazyjne gatunki drzew, w szczególności te, które nawiązują mykoryzę arbuskularną i nie tworzą ektomykoryzy, takie jak czeremcha amerykańska i robinia akacjowa. Pozwoli to określić, czy typ symbiozy jaki nawiązują inwazyjne gatunki drzew wpływa na sposób, w jaki oddziałują one na grzyby ektomykoryzowe.