

Interakcje międzygatunkowe w świecie grzybów nadrzewnych

Jacek Piętka

Abstrakt. Na sukces w zasiedlaniu drewna przez konkretne gatunki grzybów nadrzewnych wpływają różne czynniki, między innymi skuteczne rozprzestrzenianie diaspor, szybkie kiełkowanie zarodników, tempo wzrostu grzybni, czy zdolność do wykorzystania organicznych związków dostępnych w uprzednio nieskolonizowanych zasobach. Z czasem substrat kolonizują kolejne gatunki grzybów, co doprowadza do pojawienia się oddziaływań międzygatunkowych. Najczęstszym rodzajem interakcji występujących pomiędzy grzybami rozkładającymi drewno jest konkurencja. Interakcje mogą znacząco zmienić rolę danego gatunku w substracie, dlatego też niektóre grzyby mają potencjał do biologicznej kontroli patogenów drzew na terenach leśnych.

Słowa kluczowe: konkurencja, grzyby nadrzewne, grzybnią

Abstract. *Interspecies interactions in the world of lignicolous fungi.* Success in the colonization of wood by concrete lignicolous fungi is determined by various factors, including effective spread of diasporas, rapid germination of spores, rapid mycelial extension, or the ability to utilize organic compounds available in previously uncolonized resources. Over time, the substrate colonize next species of fungi, which leads to the appearance combative interactions. The most common type of interaction occurring between wood-decaying fungi is competition. Interactions can significantly change the role of the species in the substrate, and therefore some fungi have potential as biological control of pathogens of trees in forest areas.

Key words: competition, lignicolous fungi, mycelium

Wstęp

W Polsce potencjalnie może występować około 14,4 tys. gatunków, w tym ponad 4,5 tys. grzybów wielkoowocnikowych i 1,9 tys. grzybów zlichenizowanych (porostów) oraz około 8 tys. grzybów mikroskopijnych (Grzywacz 2011a). Grzywacz (2011b) podaje, iż około 85% workowców i 94% podstawczaków należących do macromycetes występuje w lesie. Szacuje się, że około 50% leśnych grzybów wielkoowocnikowych to grzyby rozkładające drewno (Senn-Irlet i in. 2007).

Najczęstszym typem interakcji występującym między grzybami rozkładającymi drewno jest konkurencja. Dotyczy ona składników pokarmowych, a jednocześnie przestrzeni. Grzyby mogą zasiedlać pierwotnie jeszcze nieskolonizowane zasoby lub wtórnie walczyć o fragmenty drewna już skolonizowane przez inne grzyby. Interakcja taka może doprowadzić w substracie do pewnego impasu pomiędzy gatunkami lub zastąpienia wcześniejszego gatunku przez inny.

Z konkurencją mamy do czynienia, kiedy jeden organizm ogranicza rozwój innego, na przykład wydzielając pewne substancje. Konkurencja eksploatacyjna występuje wtedy, kiedy organizm wykorzystuje dostępne składniki pokarmowe i w ten sposób konsekwentnie ogranicza ich dostępność dla innych grzybów (Boddy 2000).

Zwalczanie patogenów korzeniowych w lasach należy do niezwykle trudnych zadań. W saprotroficznej fazie rozwoju grzyby z rodzaju *Armillaria* i *Heterobasidion* zasiedlają martwe drewno korzeni i pniaków pozostających po cięciach pielęgnacyjnych, sanitarnych lub zrębowych. Jednym ze sposobów ograniczających występowanie tych chorób może być zastosowanie metody biologicznej, w której wykorzystuje się organizmy konkurencyjne lub antagonistyczne w stosunku do patogena (Rykowski 1990, Sierota 1997, Fox 2000, Żółciak 2002). W Polsce od końca lat 70. do chwili obecnej do celów takich wykorzystywany jest grzyb *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich, jako biopreparat do zabezpieczania pniaków iglastych (preparat PgIBL) przed patogenami systemu korzeniowego z rodzajów *Heterobasidion* i *Armillaria*, głównie w drzewostanach na gruntach porolnych (Rykowski i Sierota 1977; Sierota 1995, 2001; Małecka i in. 2012a, b; Żółciak 2007). Natomiast do ograniczania opieńkowej zgnilizny korzeni na pniakach gatunków liściastych nadaje się grzybnia boczniaka ostrzegowatego *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm. (Żółciak 2002, Szczepkowski i Piętka 2007-2008).

Rywalizacja o pierwotne zasoby

Sukces w rywalizacji o pierwotne zasoby drewna zależy od wielu różnych czynników: właściwego rozmieszczenia, szybkiego kiełkowania zarodników, szybkiego rozwoju grzybni, zdolności do wykorzystania dostępnych składników pokarmowych. Z drugiej strony zależy również od mechanizmów antagonistycznych. Takie międzygatunkowe grzybowe antagonizmy prowadzą do zmian biochemicznych w grzybni gatunku konkurencyjnego, w tym do zwiększonej regulacji enzymów oksydacyjnych (Hiscox i in. 2010).

Edman i in. (2004) sugerują, że sama obecność zarodników w środowisku nie jest wystarczająca do skutecznej kolonizacji drewna. Zauważyli, iż *Fomitopsis rosea* (Alb. & Schwein.) P. Karst. z powodzeniem zasiedlał doświadczalne kłody świerkowe tylko na terenach, gdzie były już obecne owocniki, natomiast nie stwierdzili kolonizacji w miejscach, w których nie obserwowano wcześniej owocników pniarka różowego, pomimo występowania zarodników tego grzyba na tym terenie. Odnotowano od 9 do nawet 180 razy większą obfitość zarodników *F. rosea* na kłodach w miejscach bogatych w wielkowymiarowe martwe drewno i owocniki pniarka różowego w porównaniu do miejsc mało zasobnych w martwe drewno. Pokazuje to, że prawdopodobieństwo kolonizacji w przypadku pojedynczych zarodników jest bardzo niskie, a do osiągnięcia sukcesu potrzebne jest obfite osadzenie zarodników na substracie.

Duże znaczenie ma również zdolność kiełkowania zarodników. W przyrodzie, wiele gatunków owocnikuje rzadko, często pod koniec cyklu życia drzewa żywicielskiego lub w fazie silnego rozkładu zasiedlonego substratu, produkując duże ilości zarodników. Boddy i in. (2004) podają, iż zdolność kiełkowania zarodników grzybów z rodzaju *Hericium* była wysoka (powyżej 90%) w ciągu początkowych 48 godzin. Natomiast w innej pracy (Boddy i in. 2011) piszą, że kiełkowanie zarodników *Hericium coralloides* (Scop.) Pers. w badaniach laboratoryjnych po 20 tygodniach było już bardzo słabe, kiełkowało zwykle mniej niż 1% zarodników, co może być czynnikiem przyczyniającym się do ilości skutecznych kolonizacji oraz w konsekwencji

rzadkości występowania owocników w terenie. Jednocześnie dane wskazują, że niektóre zarodniki mogą pozostać uśpione, podczas gdy warunki środowiskowe są niekorzystne.

W przypadku równoczesnej kolonizacji drewna sęków bądź innych uszkodzeń pni czy korzeni przez różne gatunki grzybów konkurencyjnych, przy braku oddziaływania na poziomie chemicznym, może dochodzić do konkurencji eksploatacyjnej o bazę pokarmową. Pojawia się sytuacja, gdy różne gatunki dążą do opanowania jak największej przestrzeni. Konkurencja taka przybiera na sile w sytuacji grzybów powodujących ten sam typ zgnilizny (np. biały jednolity), a więc korzystających z tych samych składników budowy chemicznej drewna. Przeprowadzone badania dotyczące indywidualnych efektów biotycznych (Piętka 2013) pokazują, iż w takiej sytuacji (konkurencji eksploatacyjnej) grzybnia gatunku wolniej rosnącego, np. *Hericium coralloides* (biała zgnilizna) może zostać zdominowana w substracie przez gatunki o tym samym typie zgnilizny, tj.: *Stereum hirsutum* (Willd.) Pers. czy *Trametes versicolor* (L.) Lloyd, ale znacznie szybciej przrastające (fot. 1).



Fot. 1. Interakcje międzygatunkowe pomiędzy grzybnią *Hericium coralloides* (lewa kultura) a *Stereum hirsutum* (prawa kultura) (fot. J. Piętka)

Photo 1. Interspecies interactions between mycelium of *Hericium coralloides* (left culture) and *Stereum hirsutum* (right culture)

Dane literaturowe pokazują, iż niektóre gatunki grzybów ułatwiają rozwój innych gatunków. Schwarze i in. (2000) podają, iż żagwica listkowata (*Grifola frondosa* (Dicks.) Gray) często współwystępuje na dębach z ozorkiem dębowym (*Fistulina hepatica* (Schaeff.) With.). Stwierdzono, iż *F. hepatica* posiadania szczególnie uzdolnienia do preferencyjnej dekompozycji niektórych składników drewna dębowego. W pierwszej kolejności rozkładane są taniny

– związki o właściwościach inhibitujących wzrost wielu innych gatunków grzybów – dzięki temu ozorek dębowy przygotowuje substrat do kolonizacji przez *G. frondosa*. Cartwright i Findlay (1951) donoszą, iż *F. hepatica* może rozkładać taninę i rośnie lepiej w środowisku zawierającym do 1,25% taniny dębowej. Jest to koncentracja, która powstrzymuje wzrost wielu innych grzybów rozkładających drewno.

Niektóre gatunki grzybów oczekują na dogodne warunki dla swojego rozwoju. Parfitt i in. (2010) donoszą, iż grzyby z rodzaju *Hericium* mogą być obecne w drewnie jako organizmy utajone -endofity w części bielastej szeregu drzew liściastych (*Fraxinus excelsior* L., *Fagus sylvatica* L., *Corylus avellana* L., *Acer campestre* L.), co potwierdzono w badaniach z wykorzystaniem starterów PCR specyficznych dla rodzaju *Hericium*. Soplówki te mogą rosnąć jawnie jako grzybnia dopiero wtedy, kiedy drewno bielaste staje się dysfunkcjonalne i zaczyna tracić wilgotność, do poziomu odpowiedniego dla grzyba.

Mechanizmy interakcji

Pomiędzy grzybami rozkładającymi drewno można zaobserwować następujące mechanizmy interakcji (Boddy 2000; Heilmann-Clausen i Boddy 2005):

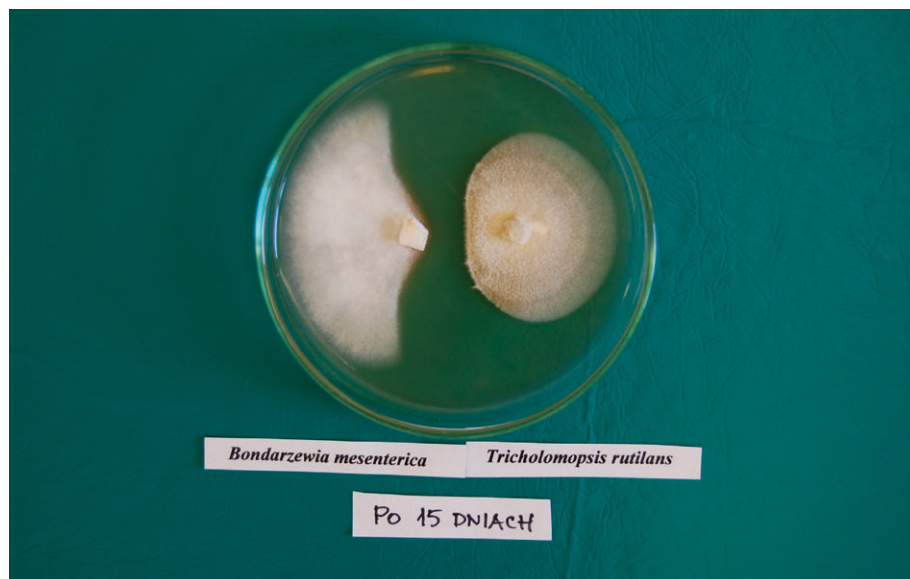
- 1) Antagonizm na odległość (poprzez wydzielanie lotnych i dyfuzyjnych substancji),
- 2) Oddziaływanie na poziomie strzępek (ingerencja strzępkowa, mykopasożytnictwo) występuje kiedy strzępka jednego gatunku nawiązuje kontakt z strzępką drugiego gatunku powodując jej śmierć,
- 3) Masowy kontakt grzybni.

Pospolite grzyby z rodzaju *Trichoderma*, które nie są w stanie rozkładać drewna, występują łatwo dostępne tam cukry, przy czym wydzielają szereg substancji ograniczających wzrost innych gatunków grzybów. Doświadczalnie stwierdzono, iż wydzielane przez *Trichoderma* specyficzne lotne związki organiczne (aceton, 2-metylo-1-butanol, heptanal, oktanal) działają hamująco na wzrost wielu grzybów z klasy Basidiomycetes, np: *Neolentinus lepideus* (Fr.) Redhead & Ginns, *Rhodonía placenta* (Fr.) Niemelä, K.H. Larss. & Schigel, *Gloeophyllum trabeum* (Pers.) Murrill czy *Trametes versicolor* (Ejechi 1997; Wheatley i in. 1997; Humphris i in. 2001). Dodatkowo *Trichoderma* funkcjonuje jako mykopasożyt (Tsuneda i Thorn 1995), co powoduje, iż prawdopodobnie należy do grupy grzybów zasiedlających drewno (bez jego rozkładu), które odnoszą największe sukcesy. Również Jeffries (1995) uważa, iż w naturalnych ekosystemach w rozwoju zbiorowisk grzybów ważną rolę odgrywają relacje mykopasożytnicze pomiędzy gatunkami grzybów, wymieniając jako pasożyty gatunki z rodzajów: *Trichoderma*, *Penicillium*, *Verticillium* i wiele innych.

Pomiędzy grzybami rozkładającymi drewno pasożytnictwo odnotowano jedynie w kilku przypadkach. *Lenzites betulina* (L.) Fr. jest pasożytem na gatunkach z rodzaju *Trametes*, natomiast *Trametes gibbosa* (Pers.) Fr. pasożytuje na rodzaju *Bjerkandera* (Boddy 2000).

W testach płytkowych, w których zestawiano dwa różne gatunki grzybów nadrzewnych na jednej płytce, obserwowano w przypadku kilku gatunków grzybów nadrzewnych strefę inhibicji różnej szerokości. Wydaje się, iż zjawisko to może mieć znaczenie również w naturze. Do gatunków grzybów powodujących tworzenie się strefy inhibicji w testach płytkowych należały: *Tricholomopsis rutilans* (Schaeff.) Singer (fot. 2), *Gloeophyllum odoratum* (Wulfen) Imazeki, *Gloeophyllum sepiarium* (Wulfen) P. Karst., *Pycnoporellus fulgens* (Fr.) Donk i *Hypholoma fusciculare* (Huds.) P. Kumm. Najbardziej widoczną strefę wzajemnego hamowania obserwo-

wano pomiędzy grzybnią *Tricholomopsis rutilans* a grzybnią *Bondarzewia mesenterica* (Schaeff.) Kreisel (8 mm), *Sparassis crispa* (Wulfen) Fr. (5 mm), *F. rosea* (3 mm) i *Hericium flagellum* (Scop.) Pers. (4 mm). Natomiast efekt inibicji z wolno rosnącą na płytkach grzybnią *Gloeophyllum odoratum* wynosił w stosunku do grzybni *B. mesenterica* 5 mm i *F. rosea* 4 mm (Piętka 2013).



Fot. 2. Strefa inibicji pomiędzy grzybnią *Bondarzewia mesenterica* (lewa kultura) a grzybnią *Tricholomopsis rutilans* (prawa kultura) (fot. J. Piętka)

Photo 2. Zone of inhibition between mycelium of *Bondarzewia mesenterica* (left culture) and mycelium of *Tricholomopsis rutilans* (right culture)

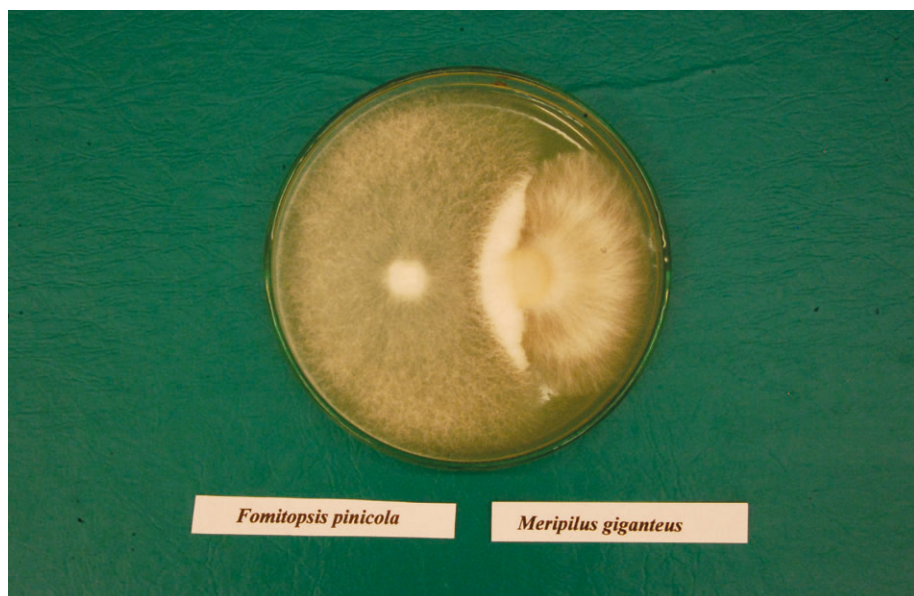
Boddy (2000) potwierdza, iż antagonistyczne interakcje międzygatunkowe mogą zachodzić także na odległość, poprzez lotne lub dyfuzyjne antybiotyki lub metabolity. W warunkach laboratoryjnych na pożywce agarowej strefa wzajemnego hamowania może wynosić 15 mm lub więcej, ale odległości, w których takie mechanizmy działają na drewnie w środowisku naturalnym, nie są znane, jednak prawdopodobnie są krótsze niż te w podłożu organicznym.

Grzyby nadrzewne znane są z produkcji wielu substancji czynnych. Na przykład owocniki siedzunia sosnowego *Sparassis crispa* produkują sparassol ($C_{10}H_{12}O_4$), związek chemiczny działający antybiotycznie na grzyby pleśniowe i inne grzyby rozkładające drewno, chroniąc w ten sposób drewno przed konkurentami (Přihoda 1959, Černý 1976). Owocniki *S. crispa* wytwarzają także dwa związki opisane jako ScI i ScII, które zostały stwierdzone w rozłożonym drewnie. Okazało się, iż wykazały się one większą aktywnością przeciugrzybiczą niż sparassol wobec grzyba pleśniowego *Cladosporium cucumerinum* Ellis & Arthur (Woodward i in. 1993).

W badaniach laboratoryjnych Heilmann-Clausen i Boddy (2005) zauważyli, iż drewno rozłożone przez *Stereum hirsutum* powoduje opóźnienie lub całkowite zahamowanie wzrostu

grzybni większości analizowanych gatunków grzybów nadrzewnych, co sugeruje, iż *S. hirsutum* wykorzystuje metabolity wtórne w strategii obronnej.

Do masowego kontaktu grzybni dochodzi na krawędziach kolumn rozkładu drewna, w strefie interakcji różnych gatunków grzybów. Mechanizm ten możemy również obserwować w warunkach laboratoryjnych w kulturach dwuorganizmowych (fot. 3). W badaniach Piętki (2013) podczas likwidacji doświadczeń, dotyczących inokulacji drewna wałków świerkowych grzybnią pniarka różowego *Fomitopsis rosea*, stwierdzono obecność stref masowego kontaktu grzybni w drewnie. Po 2 latach trwania tego doświadczenia na wałkach świerkowych stwierdzono owocniki *F. rosea*, które tworzyły się blisko miejsc, gdzie dochodziło do masowego kontaktu w drewnie grzybni pniarka różowego z gatunkami konkurencyjnymi. W miejscach takich gromadziła się grzybnia, która, nie mogąc wzrastać dalej wzdłuż pnia, zaczynała rozrastać się w kierunku promieniowym, co skutkowało ostatecznie tworzeniem się w tych miejscach owocników. Na wałkach świerkowych poza owocnikami *F. rosea* pojawiały się również owocniki *Stereum sanguinolentum* (Alb. & Schwein.) Fr., *Bjerkandera adusta* (Willd.) P. Karst., *Exidia* sp., natomiast w badaniach genetycznych stwierdzono *Coniophora* sp., *Trichoderma* sp. oraz nierozpoznane gatunki z klasy Ascomycetes (Piętka 2013). Moore i in (2008) donoszą, iż morfogeneza owocników grzybów zależy od wielu czynników: dostępności węgla i innych składników pokarmowych, odpowiedniej temperatury, dostępności wody, CO₂, światła i interakcji z innymi grzybami i bakteriami.



Fot. 3. Masowy kontakt grzybni na styku kolonii *Fomitopsis pinicola* (lewa kultura) i *Meripilus giganteus* (prawa kultura) (fot. J. Piętka)

Photo 3. Mycelial mass contact at the interface between the colony of Fomitopsis pinicola (left culture) and Meripilus giganteus (right culture)

Rezultaty interakcji międzygatunkowej w drewnie mogą mieć różny charakter. Możemy mieć do czynienia z: [1] impasem (gdzie żaden gatunek grzyba nie wraść na terytorium innego), [2] zastąpieniem (gdzie jeden gatunek wraść na grzybnię drugiego, co powodowało, że pierwszego nie udało się już reizolować) lub [3] częściowym zastąpieniem (gdzie zarastany gatunek można było reizolować, z niektórych ale nie wszystkich fragmentów terytorium, które pierwotnie zajmował). Tego typu zależności w warunkach laboratoryjnych obserwowali Wald i in. (2004), którzy analizowali interakcje trzech związanych z bukiem gatunków soplówek: *Hericium cirrhatum* (Pers.) Nikol., *H. erinaceus* (Bull.) Pers. i *H. coralloides* a innymi 23 gatunkami rozkładającymi drewno bukowe (Wald i in. 2004).

Niektóre gatunki grzybów, w celu oddzielenia się od konkurentów bądź innych niekorzystnych czynników, wytwarzają specjalne strefy, określane jako strefowe linie interakcji (PSP – pseudosclerotial plates). Są to wąskie, często przebarwione (silnie zmelanizowane) liniowe pasy w drewnie (fot. 4) charakterystyczne dla konfrontacji różnych gatunków grzybów. PSP są tworzone przez niektóre grzyby, np. *Armillaria*, *Xylaria*, czy *Kretzschmaria deusta* (Hoffm.) P.M.D. Martin, aby utrzymać sprzyjający reżim wilgotności w drewnie: wysoką wilgotność dla pierwszego (*Armillaria*) i niską dla dwóch następnych (*Xylaria* i *K. deusta*). (Boddy 2000). Obecność odpowiednich warunków w drewnie jest bardzo istotna dla rozwoju konkretnych gatunków grzybów. Wald i in. (2004) dowiedli, iż rezultaty interakcji między grzybami mogą się różnić w różnych warunkach abiotycznych, np. grzybnia *Hypholoma fasciculare* była wyraźnie mniej skuteczna w warunkach ograniczonego potencjału wodnego i redukcji O_2 /pod-



Fot. 4. Strefowa linia interakcji w drewnie (fot. J. Piętka)

Photo 4. Pseudosclerotial plate in wood

wyższenia CO₂. Wyniki te pokazują, iż w naturze niewielkie zmiany warunków środowiskowych mogą zmienić przebieg interakcji i wpłynąć na skład zbiorowiska grzybów.

Zależności w większych zbiorowiskach grzybów

W większych zbiorowiskach grzybów zależności pomiędzy wieloma gatunkami grzybów mogą mieć różny charakter. Boddy (2000) donosi, iż w naturze istnieją pewne hierarchie interakcji i dzieli je na przechodnie i nieprzechodnie. Hierarchia przechodnia odnosi się do sytuacji, w której gatunek A jest bardziej wojowniczy niż gatunek B, i oba są bardziej bojowe niż gatunek C (tj. $A > B > C$). Natomiast hierarchia nieprzechodnia to sytuacja, w której gatunek A jest bardziej wojowniczy niż gatunek B, gatunek B jest bardziej bojowy niż gatunek C, ale gatunek C nie ulega w interakcji dwuorganizmowej gatunkowi A (tj. $A > B$, $B > C$, $C > A$). Hierarchie nieprzechodnie są kolejnym czynnikiem, który sprawia, że dokładna prognoza zmian zbiorowiska w środowisku naturalnym jest niemożliwa.

Mogą się również pojawić oddziaływania pośrednie i modyfikacje interakcji (Boddy 2000). Efekty pośrednie są uznawane za występujące, gdy gatunek A ma wpływ na gatunek C poprzez zmianę w populacji gatunku B (Krebs 2011). Jeśli więc w interakcjach tych gatunków parami A rywalizuje osobno z gatunkami B i C oraz B rywalizuje z gatunkiem C, uzyskujemy jasne wyniki ($A > B$, $A > C$; $B > C$). Jednak gdy wszystkie trzy zaczną konkurować jednocześnie, gatunek A zmniejsza rozmiar populacji gatunku C, ale również ogranicza rozmiar populacji gatunku B, wtedy gatunek B ma już mniejszy wpływ na gatunek C (Boddy 2000).

Modyfikacja interakcji odnosi się do sytuacji, w której wynik interakcji między dwoma gatunkami jest zmieniany przez obecność trzeciego gatunku. W badaniach laboratoryjnych w kulturach agarowych wyniki interakcji pomiędzy parami grzybów rozkładających drewno często różnią się w obecności dyfuzyjnych metabolitów *Trichoderma harzianum* Rifai, grzyba nie powodującego rozkładu (Schoeman i in. 1996). Na przykład, na agarze *Rhodonia placenta* zastępuje *Coniophora marmorata* Desm., *C. marmorata* zastępuje grzyba mitosporowego *Paecilomyces variotii* Bainier, natomiast *R. placenta* jest w impasie z *P. variotii*. Ekstrapolacja powyższych wyników do interakcji trzech gatunków może sugerować, że *P. variotii* zostanie zastąpiony przez *C. marmorata*, którego z kolei zastąpi *R. placenta*. Jednak zestawienie jednocześnie trzech gatunków spowodowało inne efekty (White i in. 1998). Boddy (2000) podkreśla, iż sumaryczne wyniki sparowanych interakcji nie są w stanie przewidzieć wyniku trójgatunkowej lub wyższej interakcji.

Podobne badania dotyczące interakcji międzygatunkowych, ale biorące dodatkowo pod uwagę rozmiar zasiedlonego drewna, przeprowadzili Holmer i Stenlid (1993) oraz Holmer i in. (1997). Badania dotyczyły gatunków grzybów rozkładających drewno, zarówno pierwotnych kolonizatorów, jak i późniejszych sukcesyjnych saprotrofów. Grzyby szczepiono na kawałkach drewna w kształcie dysków. Po wstępnej kolonizacji przez konkretne grzyby, dyski zostały pocięto promieniowo w „ciastkowe fragmenty” o różnych rozmiarach, tj. 11/12, 3/4, 1/2, 1/4 i 1/12 całkowitej powierzchni, a następnie dołączone do siebie parami w różnych gatunkowych kombinacjach i inkubowane na agarze w płytkach Petriego. W metodzie tej wielkość inokulum mogła być różna, natomiast rozmiar pola styku pozostawał taki sam. Dyski były regularnie sprawdzane i fotografowane dla wykrycia przerastania grzybni. Dodatkowo po 6 miesiącach, pobrano wycinki drewna z poszczególnych sektorów i hodowano dla identyfikacji panującej grzybni. Okazało się, iż późne gatunki sukcesyjne mają większe zdolności konkurencyjne

niż pierwotni kolonizatorzy. Holmer i in. (1997) podają, iż w interakcjach grzybów z grupy I (gatunków, których zależności sukcesyjne obserwowane są w naturze: odpowiednio *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. przeciwko *Antrodiella citrinella* Niemelä & Ryvarden i *Pycnoporellus fulgens*; *Fomes fomentarius* (L.) Fr. przeciwko *Antrodiella semisupina* (Berk. & M.A. Curtis) Ryvarden i *Gloeoporus dichrous* (Fr.) Bres.; *Phellinus conchatus* (Pers.) Quél. przeciwko *Antrodiella* sp.; *Inonotus obliquus* (Ach. ex Pers.) Pilát przeciwko *G. dichrous* oraz *Inonotus radiatus* (Sowerby) P. Karst. przeciwko *Antrodiella hoehnelii* (Bres.) Niemelä) wszystkim następcom udało się zastąpić ich naturalnych poprzedników, nawet jeśli pierwotnie miały tylko 8% (1/12) całkowitej powierzchni dysku z drewna. Wyjątkiem było tylko sparowanie *Antrodiella* sp. i *Phellinus conchatus*, gdzie interakcja pozostała *status quo*. W stosunku do innych grup grzybów wyniki nie są tak jednoznaczne.

Podsumowanie

Sukces w kolonizacji drewna żywych drzew zależy od wielu różnych czynników, t.j.: zdolności pasożytniczych grzyba, witalności drzewa, rodzaju i rozmiarów uszkodzenia, warunków środowiskowych (m.in.: temperatury, wilgotności, zawartości tlenu w substracie), morfologicznej specjalizacji patogena (Schwarze i in. 2000). Badania zjawiska konkurencji pomiędzy grzybami rozkładającymi drewno w warunkach laboratoryjnych dają stosunkowo czytelne wyniki, nie zawsze można jednak bezpośrednio odnieść wyniki tych badań do sytuacji, jakie mogą zachodzić pomiędzy tymi grzybami w warunkach naturalnych, w obecności rośliny gospodarza.

Na możliwość skutecznej kolonizacji drewna przez konkretne gatunki grzybów, oprócz aktualnych warunków środowiskowych, wpływają inne gatunki grzybów (w tym rozkładające drewno, pleśniowe, barwicowe) oraz bakterie. Analizując dostępne dane można zauważyć, iż:

- pierwotny czynnik rozkładu może mieć wpływ na późniejszy rozwój zbiorowiska grzybów w rozkładanym drewnie, co związane jest z hamującym lub stymulującym wpływem gatunku, który pojawił się jako pierwszy,
- aktualne warunki środowiskowe mają znaczący wpływ na wynik interakcji pomiędzy poszczególnymi gatunkami nadrzewnymi,
- jednoczesny udział kilku gatunków grzybów w interakcji powoduje trudne do przewidzenia końcowe efekty tej interakcji.

Literatura:

- Boddy L. 2000. Interspecific combative interactions between wood-decaying basidiomycetes. *FEMS Microbiology Ecology*, 31: 185-194.
- Boddy L., Wald P.M., Parfitt D., Rogers H.J. 2004. Preliminary ecological investigation of four wood-inhabiting fungi of conservation concern - oak polypore *Piptoporus quercinus* (= *Buglossoporus pulvinus*) and the tooth fungi *Hericium/Creolophus* spp. *English Nature Research Reports*, No. 16. Northminster House, Peterborough.
- Boddy L., Crockatt M.E., Ainsworth A.M. 2011. Ecology of *Hericium cirrhatum*, *H. coralloides* and *H. erinaceus* in the UK. *Fungal ecology* 4: 163-173.
- Cartwright K. S. G., Findlay W. P. K. 1951. Rozkład i konserwacja drewna. PWRiL, Warszawa.
- Černý A. 1976. Lesnická fytopatologie. Státní zemědělské nakladatelství, Praha.
- Edman M., Krus N., Jonsson B.G. 2004. Local dispersal sources strongly affect colonization patterns of wood-decaying fungi on spruce logs. *Ecological Applications* 14 (3): 893-901.
- Ejечи B.O. 1997. Biological Control of Wood Decay in an Open Tropical Environment with *Penicillium*

- spp. and *Trichoderma viride*. International Biodeterioration and Biodegradation, 39 (4): 295-299.
- Fox R.T.V. (ed.) 2000. *Armillaria* Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus. Intercept, Andover.
- Grzywacz A. 2011a. Problemy użytkowania i ochrony grzybów w ekosystemach leśnych. (W:) M. Mańka (red.). Ochrona grzybów w środowisku leśnym. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego, Poznań: 45-65.
- Grzywacz A. 2011b. Chronione grzyby porażające pomnikowe drzewa – konflikt prawa ochrony przyrody. Uprawa i ochrona drzew, 24: 16-32.
- Heilmann-Clausen J., Boddy L. 2005. Inhibition and Stimulation Effects in Communities of Wood Decay Fungi: Exudates from Colonized Wood Influence Growth by Other Species. Microbial Ecology 49: 399-406.
- Hiscox J., Baldrin P., Rogers H.J., Boddy L. 2010. Changes in oxidative enzyme activity during interspecific mycelial interactions involving the white-rot fungus *Trametes versicolor*. Fungal Genetics and Biology 47: 562-571.
- Holmer L., Renvall P., Stenlid J. 1997. Selective replacement between species of wood-rotting basidiomycetes, a laboratory study. Mycological Research, 101 (6): 714-720.
- Holmer L., Stenlid J. 1993. The importance of inoculum size for the competitive ability of wood decomposing fungi. FEMS Microbiology Ecology, 12: 169-176.
- Humphris S.N., Wheatley R.E., Bruce A. 2001. The Effects of Specific Volatile Organic Compounds Produced by *Trichoderma* spp. on the Growth of Wood Decay Basidiomycetes. Holzforschung, 55: 233-237.
- Jeffries P. 1995. Biology and ecology of mycoparasitism. Canadian Journal of Botany 73 (Suppl. 1): 1284-1290.
- Krebs C.J. 2011. Ekologia. Eksperymentalna analiza rozmieszczenia i liczebności. PWN, Warszawa.
- Matecka M., Żółciak A., Sikora K., Sierota Z. 2012a. Ocena występowania grzybni i owocników *Phlebiopsis gigantea* w pniakach sosnowych po wykonaniu zabiegu ochronnego przed hubą korzeni. Leśne Prace Badawcze, 73 (2): 127-136.
- Matecka M., Sierota Z., Żółciak A. 2012b. Porównanie skuteczności preparatów z grzybem *Phlebiopsis gigantea* zastosowanych do zabezpieczania pniaków sosnowych na gruntach porolnych przed infekcją pierwotną *Heterobasidion annosum*. Sylwan, 156 (7): 526-532.
- Moore D., Gange A.C., Gange E.G., Boddy L. 2008. Fruit bodies: Their production and development in relation to environment. (In:) L. Boddy, J.C. Frankland, P. van West (eds). Ecology of Saprotrophic Basidiomycetes. Elsevier Academic Press, London: 79–103.
- Parfitt D., Hunt J., Dockrell D., Rogers H.J., Boddy L. 2010. Do all trees carry the seeds of their own destruction? PCR reveals numerous wood decay fungi latently present in sapwood of a wide range of angiosperm trees. Fungal Ecology, 3 (4): 338-346.
- Piętka J. 2013. Czynna ochrona zagrożonych grzybów nadrzewnych w lasach. Rozprawy Naukowe i Monografie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Příhoda A. 1959. Lesnická fytopatologie. Státní Zemědělské Nakladatelství, Praha.
- Rykowski K. 1990. Opieńkowa zgnilizna korzeni. Choroby Drzew Leśnych (4). PWRiL, Poznań.
- Rykowski K., Sierota Z. 1977. Badania nad przygotowaniem do produkcji biopreparatu z grzybem *Phlebia gigantea* (Fr.) Donk. Prace IBL, 534: 73-90.
- Schoeman M.W., Webber J.F., Dickinson D.J. 1996. The effect of diffusible metabolites of *Trichoderma harzianum* on in vitro interactions between basidiomycete isolates at two different temperature regimes. Mycological Research, 100: 1454-1458.
- Schwarze F.W.M.R., Engels J., Mattheck C. 2000. Fungal strategies of wood decay in trees. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, New York.
- Senn-Irllet B., Heilmann-Clausen J., Genney D., Dahlberg A. 2007. Guidance for Conservation of Macrofungi in Europe. Council of Europe, Strasbourg.
- Sierota Z. 1995. Rola grzyba *Phlebiopsis gigantea* (Fr.: Fr.) Jülich w ograniczaniu huby korzeni w drzewostanach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) na gruntach porolnych. Prace IBL, 810: 1-180.

- Sierota Z. 1997. Choroby korzeni drzew leśnych. Biblioteczka leśniczego, zeszyt 76. Wyd. Świat, Warszawa.
- Sierota Z. 2001. Choroby lasu. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa.
- Szczepkowski A., Piętka J. 2007-2008. Results of inoculation of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus* sp.) stumps with *Pleurotus ostreatus* (Jacq.: Fr.) Kumm. Folia Forestalia Polonica, Seria A – Forestry 49-50: 15-25.
- Tsunedo A., Thorn R.G. 1995. Interactions of wood decay fungi with other microorganisms, with emphasis on the degradation of cell walls. Canadian Journal of Botany 73 (Suppl. 1): 1325-1333.
- Wald P., Pitkänen S., Boddy L. 2004. Interspecific interactions between the rare tooth fungi *Creolophus cirrhatus*, *Hericium erinaceus* and *H. coralloides* and other wood decay species in agar and wood. Mycological Research, 108 (12): 1447-1457.
- Wheatley R., Hackett C., Bruce A., Kundzewicz A. 1997. Effect of Substrate Composition on Production of Volatile Organic Compounds from *Trichoderma* spp. Inhibitory to Wood Decay Fungi. International Biodeterioration and Biodegradation, 39 (2-3): 199-205.
- White N.A., Sturrock C., Ritz K., Samson W.B., Brown J., Staines H.J., Palfreyman J.W., Crawford J. 1998. Interspecific fungal interactions in spatially heterogeneous systems. FEMS Microbiology Ecology, 27: 21-32.
- Woodward S., Sultan H.Y., Barrett D.K., Pearce R.B. 1993. Two new antifungal metabolites produced by *Sparassis crispa* in culture in and decayed trees. Journal of General Microbiology, 139: 153-159.
- Żółciak A. 2002. Inokulacja pniaków liściastych grzybnią bocznika ostrygowatego (*Pleurotus ostreatus*) jako biologiczna metoda zabezpieczania przed opieńkową zgnilizną korzeni. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa, seria A, 4: 5-19.
- Żółciak A. 2007. Inokulacja pniaków sosnowych preparatami biologicznymi z *Phlebiopsis gigantea*. Leśne Prace Badawcze 2: 77-94.

Jacek Piętka

SGGW Wydział Leśny,
Katedra Ochrony Lasu i Ekologii,
jacek_pietka@sggw.pl