

Interdyscyplinarne badania ekologicznych skutków introdukcji dębu czerwonego *Quercus rubra* L. w lasach Polski środkowej – założenia i cele projektu

Beata Woziwoda, Izabela Kałucka, Małgorzata Ruszkiewicz-Michalska, Małgorzata Sławska, Marek Sławski, Wojciech Toloczko, Mariusz Hachulka, Dominik Kopeć, Stanisław Rosadziński, Janusz Witkowski

Abstrakt: Praca przedstawia założenia projektu badawczego poświęconego dębowi czerwonemu *Quercus rubra* L., którego celem jest poznanie ekologicznych skutków introdukcji północno-amerykańskiego gatunku do lasów Polski środkowej. Ocena realnych i potencjalnych zagrożeń oraz korzyści wynikających z wprowadzenia dębu czerwonego do drzewostanów rodzimych stanowi cel badań chorologicznych, botanicznych, fitosocjologicznych, dendrometrycznych, mikologicznych, glebowych i faunistycznych. Pokróćce przedstawiono zakres realizowanych studiów szczegółowych, uzasadniając potrzebę ich podjęcia dotychczasowym stanem wiedzy.

Słowa kluczowe: gatunki obce, dąb czerwony, metodyka, ekosystem leśny, Polska środkowa

Abstract. Interdisciplinary research of ecological effects of northern red oak *Quercus rubra* L. introduction in forest ecosystems (Central Poland) – the principles and aims of study. The paper presents the multidisciplinary research project which concerns the ecological effects of Northern red oak *Quercus rubra* L. introduction into the forest ecosystems (Central Poland). The assessment of real and potential threats and benefits of *Q. rubra* introduction is the main aim of chorological, botanical, phytosociological, mycological, tree stand, fauna and soil studies. The knowledge connected with effects of alien trees on biotic and abiotic components of forest ecosystems and scope of undertaken researches are briefly outlined.

Keywords: alien species, Northern red oak, methodology, forest ecosystem, Central Poland

Celowa lub nieświadoma introdukcja gatunków inwazyjnych obcego pochodzenia do ekosystemów rodzimych pociąga za sobą dalekosiężne skutki ekologiczne, ekonomiczne i społeczne (Pyšek et al. 2012). W przypadku drzew introdukowanych w celach komercyjnych, realna ocena skutków wprowadzenia gatunków obcych oraz rozpoznanie skali ekspansji i/lub inwazji są postrzegane jako warunek niezbędny do prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej (Szwagrzyk 2001, Kohli et al. 2009). Północno-amerykański dąb czerwony *Quercus rubra* L. (QR) jest jednym z najpospolitszych gatunków liściastych obcego pochodzenia introdukowanych w lasach Europy (Peterken 2001, Vansteenkiste et al. 2010,

Havelka, Starý 2007, Rédei et al. 2010), w tym w lasach Polski (Król 1967, Bellon i in. 1977, Sagan i in. 2012, Gazda, Augustynowicz 2012). Wysoka zdolność do szybkiej aklimatyzacji na obszarach introdukcji, szeroki zakres tolerancji na warunki siedliskowe oraz wysoka produktywność (Król 1967) uzasadniały wykorzystywanie QR w hodowli lasu. W Polsce gatunek ten powszechnie wprowadzano w latach 50. i 60. XX w. na słabsze grunty porolne, na rekultywowane tereny przemysłowe, ale też do podszytu i drzewostanu w ubogich monokulturach sosnowych (Bellon i in. 1977, Woziwoda 2008). Dopiero po kilku dekadach od masowej introdukcji gatunków obcych pojawiły się pierwsze sygnały o jej negatywnych skutkach (Król 1988). Dąb czerwony znalazł się na liście zadomowionych, ekspansywnych kenofitów (Tokarska-Guzik 2005, <http://www.iop.krakow.pl/ias>), zagrażających rodzimej bioróżnorodności, szczególnie na obszarach przyrodniczo najcenniejszych (Cichocki, Danielewicz 1993, Danielewicz 1993, Danielewicz, Maliński 1997, Piotrowska i in. 1997, Adamowski et al. 2002, Chmura 2004, 2009, Jakubowska-Gabara, Mitka 2007, Otręba, Ferchmin 2007). Pomimo licznych badań poświęconych obcym gatunkom drzew, nadal brak jest jednoznacznych danych, które pozwalałyby na ocenę pozytywnych i negatywnych skutków obecności QR na różnych siedliskach leśnych. Potrzebę wyjaśnienia tej kwestii potęguje fakt, że liczne pozytywne cechy dębu czerwonego, nadal przemawiają za dalszym jego wykorzystywaniem w hodowli lasu (Murat 2002). Konieczne jest więc rozpoznanie ekologicznych, ekonomicznych i społecznych, pozytywnych i negatywnych skutków introdukcji QR.

Szczegółowe i kompleksowe zbadanie wpływu QR na różnorodne biotyczne i abiotyczne składowe ekosystemów leśnych na różnych typach siedlisk stanowi cel interdyscyplinarnych badań autorów niniejszego opracowania. Badaniami objęte są lasy Polski środkowej. Przyjęto założenie, że siła i zakres oddziaływań inwazyjnego gatunku obcego pochodzenia jest zróżnicowana i zależna od typu zajmowanego siedliska oraz od czasu oddziaływania. Na tym tle analizowana jest struktura i skład gatunkowy fitocenozy leśnych wykształconych na różnych typach siedliskowych lasu (od boru suchego do lasu wilgotnego), na powierzchniach z różnowiekowym QR introdukowanym, samosiewnym (powierzchnie ekspansji) oraz na powierzchniach kontrolnych (bez udziału QR).

Badania chorologiczne

Współczesne badania występowania i rozmieszczenia obcych gatunków drzew w polskich lasach wskazują, że QR notowany jest nie tylko w obrębie powierzchni celowej introdukcji, ale także na stanowiskach powstałych w wyniku samoistnego niekontrolowanego rozprzestrzeniania się poza powierzchniami upraw (Adamowski i in. 2002, Chmura 2004, 2009, Tokarska-Guzik 2005, Jakubowska-Gabara, Mitka 2007, Otręba, Ferchmin 2007, Woziwoda 2008). Potwierdzenie bądź wykluczenie tezy o ekspansji i inwazji dębu czerwonego w lasach Polski środkowej wymaga zgromadzenia i przeanalizowania danych historycznych i współczesnych o rozmieszczeniu i pochodzeniu (introdukowany czy z samosiewu) wszystkich stanowisk tego gatunku. Pierwszy etap badań zakłada identyfikację i ocenę zasobności realnych (stanowiska z drzewostanami w wieku reprodukcyjnym, tj. powyżej 25 lat) i potencjalnych (także drzewostany młodsze) źródeł jego ekspansji opartą na analizie danych zawartych w bazach leśnych. Dane te posłużą także odtworzeniu historii introdukcji QR. Rzeczywista skala ekspansji jest badana bezpośrednio w terenie. Uzyskane wyniki pozwolą oszacować zdolność QR do tworzenia nowych populacji poza powierzchniami upraw. Zakładając, że efektywność wkraczania tego barochorycznego (rzadziej zoochorycznego) gatunku

do zastanych biocenoz jest zależna od zajmowanego siedliska, badaniami objęte zostanie pełne spektrum typów siedliskowych lasu. Zestawienie danych dotyczących spontanicznego rozprzestrzeniania się z informacjami o introdukcji, pozwoli oszacować ekspansywność QR w czasie – jak długo i jak szybko, i w przestrzeni – gdzie i na jakich siedliskach, a co ważniejsze, pozwoli wskazać typy siedliskowe lasu podatne lub odporne na jego wnikanie.

Badania dendrometryczne

Celowe wprowadzenie obcych gatunków drzew do ekosystemów leśnych powoduje znaczące zmiany w składzie gatunkowym i strukturze drzewostanów rodzimych (m.in. Król 1988, Peterken 2001, Webster, Wangen 2009). Badania różnorodności gatunkowej dendroflory oraz przestrzennego rozmieszczenia i zróżnicowania wymiarów drzew na powierzchniach z udziałem QR posłużą określeniu natężenia stresu środowiskowego wywołanego wprowadzeniem tego gatunku do ekosystemu leśnego. Podobnie jak inni autorzy (m.in. Kint et al. 2000; Brzeziecki 2002; Pommerening 2002, 2006) przyjmujemy, że siła oddziaływania drzewiastych gatunków inwazyjnych jest wprost proporcjonalna do ich udziału w składzie gatunkowym oraz do pierścnicowego pola przekroju. Uzyskane wyniki umożliwią ocenę zdolności konkurencyjnych QR i drzew rodzimych w drzewostanach na różnych typach siedliskowych lasu i weryfikację hipotezy o redukcyjnym wpływie QR na rodzimą dendroflorę.

Badania różnorodności gatunkowej flory roślin naczyniowych i brioflory

Redukujący wpływ obcych gatunków inwazyjnych na rodzimą florę jest kluczowym problemem związanym z ich introdukcją (Konwencja... 1992, Faliński 1998, Jackowiak 1999, Sandlund et al. 1999). Ograniczający wpływ QR na rozwój runa leśnego jest dobrze znany, choć nadal słabo udokumentowany (Jakubowska-Gabara, Woźniwoda 2009, Bzdęga i in. 2012). Szczegółowe badania zróżnicowania flory roślin naczyniowych i mszaków pozwolą oszacować realne zmiany w bogactwie gatunkowym fitocenoz związane z obecnością QR i prognozować dalszy wpływ tego gatunku na bioróżnorodność lasu. Podjęta zostanie próba oceny wpływu ekspansji QR na poszczególne gatunki runa. Równocześnie rozpoznana zostanie zdolność QR do tworzenia własnych odrębnych ksenospontanicznych zbiorowisk oraz prawdopodobieństwo powtórne zasiedlenia monokultur dębowych przez gatunki rodzime.

Badania grzybów ektomikoryzowych

Większość lasotwórczych gatunków drzew strefy borealnej i umiarkowanej w warunkach naturalnych tworzy związki symbiotyczne z grzybami ektomikoryzowymi (EMF). Symbioza ta jest jednym z kluczowych czynników wpływających na strukturę i funkcjonowanie zbiorowisk leśnych. Zarówno drzewa reprezentujące gatunek, jak również każdy osobnik tworzą ektomikoryzę z wieloma gatunkami grzybów; podobnie grzybnia EMF może łączyć korzenie wielu drzew, a każdy gatunek EMF ma zdolność tworzenia symbiozy z różnymi gatunkami drzew, wykazując mniejszą lub większą specjalizację względem gospodarza (Smith, Read 2008). Zwykle spokrewnione gatunki drzew wykazują tendencję do tworzenia podobnych zbiorowisk EMF (Horton, Bruns 1998, Ishida et al. 2007, Leski et al. 2010), chociaż różne gatunki drzew reprezentujące ten sam rodzaj mogą również tworzyć odrębne, specyficzne związki ektomikoryzowe z grzybami bardzo silnie wyspecjalizowanymi (e.g., Rusca et al. 2006). Zbiorowiska EMF na korzeniach dębów należących do różnych podrodzajów mogą się znacząco różnić (Morris et al. 2008, Cavender-Bares et al. 2009). Zdolność

drzew do tworzenia symbiozy mikoryzowej ze zróżnicowaną pulą gatunków EMF ma wielkie znaczenie dla procesu ich rozprzestrzeniania się i kolonizacji nowych terenów. Dotyczy to zarówno drzew rodzimych jak i obcych. Drzewa obce, które znajdują się w nowym dla nich miejscu, mogą je zasiedlić (1) nawiązując symbiozę z miejscowymi gatunkami EMF, (2) polegając w zwiększonym stopniu na gatunkach kosmopolitycznych lub (3) dzięki kointrodukcji obcych grzybów symbiotycznych występujących na ich korzeniach.

QR w obrębie swego naturalnego zasięgu w Ameryce Północnej może tworzyć mikoryzę z szeroką gamą grzybów, a towarzyszące mu zbiorowiska EMF są bardzo bogate i zróżnicowane (Walker et al. 2005). Wiadomo również, że na terenie Europy drzewo to nawiązuje symbiozę z grzybami zastanymi w nowych siedliskach, polegając szczególnie na gatunkach kosmopolitycznych i słabo wyspecjalizowanych (Gebhardt et al. 2007, Trocha et al. 2012). Okazuje się, że może również tworzyć zupełnie nowe związki, jak w przypadku *Tuber puberulum* (Trocha et al. 2012), gatunku EMF znanego z Europy, nie występującego w Ameryce Północnej (Jeandroz et al. 2008). Dotychczas nie stwierdzono na korzeniach QR w Europie grzybów mikoryzowych obcego pochodzenia (Gebhardt et al. 2007, Desprez-Loustau et al. 2010; Wojewoda, Karasiński 2010). Należy jednak pamiętać, że liczba wykonanych obserwacji, zbadanych prób korzeni, siedlisk i stanowisk jest ciągle niewystarczająca w skali Polski i Europy.

Badania Trochy et al. (2012) wykazały, że zbiorowiska EMF towarzyszące plantacjom QR w Polsce charakteryzują się w porównaniu z podobnymi plantacjami rodzimego *Q. robur* znacznie niższym bogactwem gatunkowym, zarówno w części podziemnej (ektomikoryzy na korzeniach) jak i nadziemnej (owocniki), niższą różnorodnością gatunkową i wysoką dominacją pojedynczego gatunku na korzeniach – *Cenococcum geophilum*. Jest to gatunek rozpowszechniony na całym świecie, pospolity w siedliskach zaburzonych i na korzeniach drzew podlegających warunkom stresowym (Kreigher, Petkovsek 2011). Powyższe dane pochodzą z upraw rosnących na siedlisku boru mieszanego, nic natomiast nie wiadomo na temat zbiorowisk EMF w drzewostanach QR na innych typach siedlisk w Polsce. Brak również informacji o grzybach symbiotycznych związanych z korzeniami QR na terenach, gdzie ekspansywnie wkracza on do lasów rodzimych.

Nieznane są dotychczas skutki, jakie może powodować obecność QR w składzie i strukturze zbiorowisk EMF w lasach Europy. Mimo długotrwałej izolacji geograficznej i odrębności gatunkowej w stosunku do dębów europejskich, QR tworzy efektywne związki ektomikoryzowe z występującymi na jej terenie EMF. Bogactwo gatunkowe zbiorowisk EMF w drzewostanach QR może być zaskakująco wysokie i porównywalne z lasami rodzimymi (Gebhardt et al. 2007, 2009), chociaż w danych warunkach siedliskowych może być znacznie niższe niż w drzewostanach *Q. robur* (Trocha et al. 2012). Zdolność tworzenia przez QR symbiozy z rodzimymi gatunkami EMF, wśród nich w głównej mierze z gatunkami kosmopolitycznymi i o szerokim spektrum drzew-gospodarzy, może stanowić czynnik wyjaśniający skuteczność jego adaptacji do lokalnych warunków, konkurencyjność w stosunku do drzew rodzimych, zdolność przetrwania i ekspansji (Reich et al. 2005, Trocha et al. 2012).

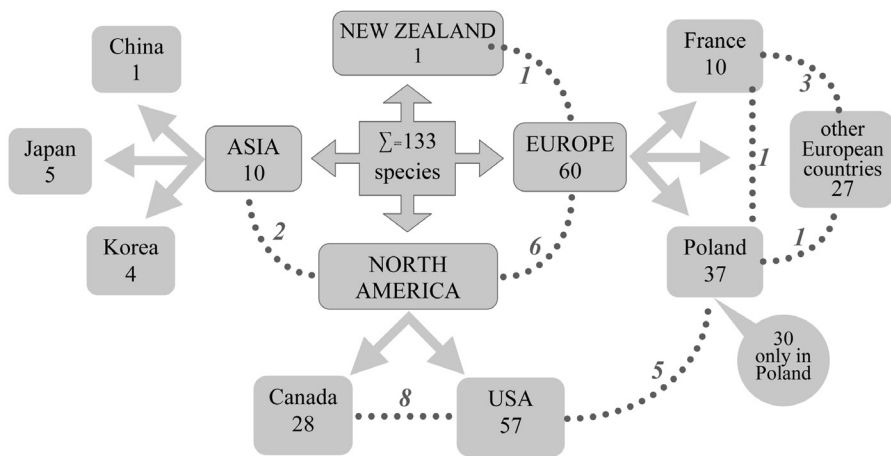
Przeprowadzenie badań nad grzybami ektomikoryzowymi w drzewostanach QR na różnych siedliskach i w różnych klasach wieku pozwoli na identyfikację potencjalnych różnic w strukturze zbiorowisk EMF towarzyszących QR w różnych warunkach ekologicznych. Ich porównanie ze zbiorowiskami występującymi w tych samych układach, ale bez udziału QR umożliwi określenie zmian, jakie wywołuje obecność QR w zbiorowiskach EMF.

Zbadanie zbiorowisk EMF na korzeniach siewek QR uczestniczących w procesie ekspansji i rozprzestrzeniania się QR poza miejsca celowej introdukcji pozwoli określić zdolność QR do wykorzystywania istniejącej sieci powiązań mikoryzowych (common mycorrhizal network) oraz ewentualnej mobilizacji banku spor. Badania mogą wskazać czy istnieje zależność między składem i strukturą zbiorowisk EMF a tempem ekspansji QR oraz czy istnieją warunki siedliskowe, które sprzyjają/nie sprzyjają tworzeniu symbiozy QR z lokalną biotą EMF. Obserwacje przeprowadzone w różnych siedliskach mogą znacząco rozszerzyć naszą wiedzę o tym czy korzeniom QR nie towarzyszą również gatunki EMF obce mykobiocie europejskiej.

Badania grzybów pasożytniczych i saprotroficznych

Mikroskopijnej wielkości grzyby (mikromycetes) związane troficznie (pasożyty obligatoryjne i fakultatywne, saprotrofy fakultatywne) z introdukowanymi gatunkami roślin należą pod względem pochodzenia do dwóch grup (Mułenko et al. 2010). Pierwszą z nich stanowią taksony grzybów związane z gatunkiem żywicielskim w miejscu jego naturalnego występowania. Są one wprowadzane często w sposób przypadkowy wraz z żywicielem (nasiona, sadzonki, itp.) (Palm, Rossman 2003). W nowych dla niego warunkach obecność tych grzybów może (ale nie musi) ujawniać się poprzez wywoływanie u roślin zmian chorobowych o różnym nasileniu. Odnosi się to zwłaszcza do grzybów endofitycznych odgrywających dużą, ale słabo poznaną rolę w osiedlaniu i zadamawianiu się obcych gatunków. Mikromycetes introdukowane wraz z obcym gatunkiem żywicielskim najczęściej mają zdolność do zasiedlania także innych gatunków roślin. Dotyczy to gatunków z rodzaju, do którego należy ich pierwotny żywiciel, a w przypadku grzybów polifagicznych także innych taksonów roślin. Do drugiej grupy należą gatunki grzybów obce dla rośliny introdukowanej, natomiast rodzime dla miejsca introdukcji. Relację taką zaobserwowano niedawno w przypadku ekspansyjnego kenofita, *Padus serotina*, który w warunkach polskich jest żywicielem czterech gatunków pasożytniczych mikromycetes należących do workowców (Ruszkiewicz-Michalska, Mułenko 2003). Żaden z nich nie poraża czeremchy amerykańskiej w Ameryce Północnej, a tylko jeden znany jest również z trzech innych krajów europejskich. Obecnie, po około 10 latach od pierwszych, sporadycznych notowań tych gatunków grzybów, występują one powszechnie we wszystkich regionach Polski (Ruszkiewicz-Michalska unpubl.). Szybkie tempo rozprzestrzenienia wskazuje na adaptację tych pasożytów do nowego żywiciela.

W przypadku wielu gatunków mikromycetes trudno określić ich pochodzenie i stwierdzić na ile ich obecność wpływa na sukces inwazyjny rośliny i związane z nim zaburzenia w funkcjonowaniu ekosystemu. Wynika to z ogólnie niedostatecznego zbadania mykobioty, w tym związanej z roślinami introdukowanymi, zarówno w warunkach dla nich rodzimych jak i nowych (Desprez-Loustau et al. 2007). Podobnie jest w przypadku QR. Liczba mikromycetes znanych z zasiedlania jego liści, pędów i owoców wynosi 133 gatunki. Większość z nich obserwowano w Ameryce Północnej (Ryc. 1), natomiast ponad 60% notowań europejskich pochodzi z Polski. Tylko sześć gatunków jest wspólnych dla Ameryki Północnej i Europy, a jedynie dwa (*Microsphaera alphitoides* i *Tubakia dryina*) podawano także z innych kontynentów. Wydaje się to wskazywać na zasiedlanie QR głównie przez grzyby pasożytnicze zastane przez gatunek introdukowany, adaptujące się do nowego żywiciela. Stopień zbadania mykobioty QR w Ameryce Północnej nie pozwala na wnioskowanie dotyczące występowania związanych z nim grzybów endofitycznych.



Ryc. 1. Zestawienie liczb gatunków mikromycetes stwierdzonych na liściach, pędach i owocach *Quercus rubra*; cyfry pisane kursywą dotyczą gatunków wspólnych (na podstawie krytycznego przeglądu danych z bazy rozmieszczenia grzybów Farr i Rossman 2012, uzupełnione o zestawienie Ellis i Ellis 1997)

Fig. 1. Survey of the species associated with leaves, shoots and acorns of *Quercus rubra*; figures in italics relate to the numbers of species shared (based on a critical review of data from Farr and Rossman 2012, and Ellis and Ellis 1997)

Stosunkowo niewielka liczba taksonów mikromycetes znanych ze związków troficznych z QR wynika z niedostatku systematycznych badań dotyczących mykobioty tego i innych kenofitów. Jednym z wyjątków są obserwacje prowadzone nad wpływem emisji przemysłowych na zasiedlanie drzew przez grzyby patogeniczne (Domański et al. 1977). W ich wyniku na liściach i pędach QR zanotowano 17 gatunków workowców i grzybów anamorficzych, a wśród nich liczne polifagi (m.in. *Botrytis cinerea*, *Cytospora intermedia*, *Epicoccum nigrum*). Stwierdzono też obumieranie drzew związane z synergistycznym efektem oddziaływania nadziemnych (mikromycetes) i podziemnych (głównie *Heterobasidion annosum*) pasożytów. Badania prowadzone w Polsce w celu określenia podatności QR na porażenie przez grzyby patogeniczne wykazały, że był on odporny na gatunki wywołujące czarną zgniliznę żółdli *Q. robur* i *Q. petraea*, a inokulacja innymi patogenami w niewielkim stopniu wpływała na wzrost młodych QR (Szynkiewicz, Kwaśna 2004). Według badań Orlikowskiego i Szuty (2003) QR okazał się natomiast podatny na infekcję przez groźnego polifagicznego patogena – *Phytophthora ramorum*, podczas gdy sadzonki *Q. robur* i *Q. petraea* były na niego odporne. W badaniach własnych (Ruszkiewicz-Michalska unpubl.) stwierdzono m.in. 3 gatunki nowe dla Polski i dla samego QR.

Badania pozwolą na określenie składu jakościowego i ilościowego (frekwencja) oraz fenologii występowania mikromycetes (pasożytów i saprotrofów okolicznościowych) związanych z liśćmi i pędami QR w fitocenozach zróżnicowanych pod względem jego wieku i stopnia ekspansji. Obserwacje objęte będą również mikromycetes zasiedlające inne, wybrane gatunki roślin drzewiastych i zielnych występujące w płatach z QR.

Badania porostów

Biota porostów rodzimych gatunków dębów jest w Polsce bardzo bogata i zróżnicowana (Nowak, Tobolewski 1975, Fałtynowicz 1991, 2003), przy czym jej skład jest niezależny od gatunku (w przypadku *Quercus petraea* i *Q. robur*). Dotychczasowe badania porostów zasiedlających QR wskazują, że biota ta różni się znacząco pod względem składu gatunkowego od bioty zasiedlającej dęby rodzime. W najobszerniejszym dotychczas opracowaniu Kubiaka (2006) z Pojezierza Olsztyńskiego, na QR odnotowano 55 taksonów porostów, z czego aż 11 należy do gatunków zagrożonych w Polsce, a 14 objętych jest ochroną prawną. Celem badań jest rozpoznanie bioty porostów QR w Polsce środkowej.

Badania glebowe

Wpływ QR na warunki glebowo-siedliskowe jest nadal słabo rozpoznany i niejednoznacznie zdefiniowany (Król 1967, Murat 2002). Zakładamy, że gatunek ten powoduje zmiany parametrów fizyko-chemicznych gleb zależnie od ich stanu wyjściowego (przed wprowadzeniem lub spontanicznym pojawieniem się QR), tzn. może przyczyniać się do poprawy właściwości gleb leśnych, bądź też może je niekorzystnie zmieniać. Badania pozwolą określić kierunek i oszacować tempo tych zmian. Weryfikowana jest m.in. hipoteza o pozytywnym wpływie QR na tworzenie się próchnicy glebowej na siedliskach najuboższych. Służą temu także badania biomasy i składu gatunkowego ściółki oraz runa z uwzględnieniem siewek i nalotu gatunków drzewiastych. Uzyskane wyniki pozwolą potwierdzić lub obalić hipotezę o hamującym i/lub redukującym wpływie tworzonej przez QR ściółki na rozwój roślin zielnych i na odnowienia rodzimych gatunków drzewiastych i określić jej wpływ na mykoflorę.

Badania fauny ściółkowo-glebowej

Na tle obszernej wiedzy na temat skutków inwazji biologicznych, dane dotyczące bezkręgowców ściółkowo-glebowych mają charakter fragmentaryczny. Szczegółowe badania wpływu drzew obcego pochodzenia na faunę glebową prowadzone były jedynie w Portugalii (Sousa, da Gama 1994, Sousa et al. 2000, da Gama et al. 2003, Sousa et al. 2003). Dotyczyły one plantacji drzew egzotycznych założonych w miejscu drzewostanów rodzimych. W ich wyniku stwierdzono, że plantacyjna uprawa obcych gatunków jest bardzo drastyczną formą przekształcenia ekosystemów, prowadzącą m.in. do redukcji bogactwa gatunkowego i różnorodności rodzimej fauny glebowej. Grupą organizmów szczególnie przydatną do oceny antropogenicznych przeobrażeń ekosystemów leśnych, w tym do oceny skutków introdukcji obcych gatunków, okazały się skoczogonki *Collembola* (Sławska 2005, 2006). Badania przeprowadzone w monokulturach drzew introdukowanych wskazują na wyraźnie negatywny wpływ obcych nasadzeń na te bezkręgowce (Sousa et al. 2000, da Gama et al. 2003, Sousa et al. 2003, Sławska 2005, 2006). W większości monokultur stwierdzano spadek liczebności ich zgrupowań. Na powierzchniach z QR zagęszczenie osobników na 1 m² było zredukowane nawet o połowę (Sławska 2005, 2006). Redukcja bogactwa gatunkowego i różnorodności zgrupowań skoczogonków odbywa się przede wszystkim kosztem endemitów (Deharveng 1996) i gatunków wyspecjalizowanych (Sławska 2005, 2006), czyli gatunków najcenniejszych z punktu widzenia zachowania różnorodności i rodzimego charakteru fauny. Jednak nie zawsze zastąpienie rodzimych drzewostanów przez gatunki introdukowane prowadzi do drastycznych zmian pedofauny. W przypadku upraw zajmujących niewielkie powierzchnie

i zlokalizowanych w otoczeniu drzewostanów autochtonicznych, średnie zagęszczenia i bogactwo gatunkowe zgrupowań skoczogonków były bardzo podobne, co może wskazywać na zdolność rodzimej fauny do efektywnego zasiedlania powierzchni plantacji (Fjellberg i in. 2005; Kovac et al. 2005). Co więcej, odmienność warunków glebowo-siedliskowych w areale upraw gatunków obcych, może sprzyjać tworzeniu się odrębnych, dotychczas nieopisanych, zgrupowań skoczogonków. Rozpoznanie skali przeobrażeń fauny ściółkowo-glebowej związanych z oddziaływaniem QR na tle zmian warunków abiotycznych i fitocenozy dostarczy nowych danych na temat skutków inwazji gatunków obcych dla zoocenozy leśnych.

Analizy wielowymiarowe

Wyniki planowanych badań chorologicznych, dendrologicznych, florystycznych i fitosocjologicznych, mikologicznych, faunistycznych oraz siedliskowych zostaną poddane wielowymiarowej analizie, co umożliwi ocenę rzeczywistych zagrożeń oraz korzyści wynikających z wprowadzenia QR do ekosystemów leśnych. Wskazanie siedlisk najbardziej „wrażliwych” na introdukcję tego gatunku oraz siedlisk najbardziej „odpornych” na negatywne skutki wprowadzenia QR do drzewostanu lub – być może – zyskujących na jego obecności (np. ubogie fitocenozy borowe na gruntach porolnych) i potencjalnie odpowiednich dla dalszej jego uprawy znajdzie praktyczne zastosowanie w hodowli lasu. Oczekiwane wyniki stanowiąc będą bazę do formułowania naukowych metod oceny realnego wpływu i szacowania ryzyka związanego z introdukcją gatunków obcych w lasach (tzw. Pest Risk Assessment).

Literatura

- Adamowski W., Dworak L. & Ramanjuk I. 2002. Atlas of alien woody species of the Białowieża primeval forest. Phytocoenosis (N.S.) 14 Supplementum Cartographiae Geobotanicae 14. Warszawa-Białowieża.
- Bellon S., Tumiłowicz J., Król S. 1977. *Obce gatunki drzew w gospodarstwie leśnym*. PWRiL., Warszawa: 1-267.
- Brzeziecki B. 2002. Wskaźniki zróżnicowania struktury drzewostanu. *Sylwan* 4: 69-79.
- Bzdęga K., Pajdak E., Tokarska-Guzik B., Chmura D., Woźniak G. 2012. Zależność odnawiania się rodzimych gatunków roślin od rodzaju i wielkości nekromasy w lasach mieszanych z dominacją inwazyjnego dębu czerwonego. W: VIII konferencja AMOP. *Obce gatunki w lasach*, Rogów, 29-30 marca 2012.
- Cavender-Bares J., Izzo A., Robinson R., Lovelock C.E. 2009. Changes in ectomycorrhizal community structure on two containerized oak hosts across an experimental hydrologic gradient. *Mycorrhiza* 19: 133-142.
- Chmura D. 2004. Penetration and naturalization of invasive alien plant species (neophytes) in woodlands of the Silesian Upland (Southern Poland). *Nature Conservation* 60: 3-11.
- Chmura D. 2009. Differences in invasiveness of alien woody plants in forest communities of the Silesian Upland (Southern Poland). In: Holeksa J., Babczyńska-Sendek B., Wika S. (eds) *The role of geobotany in biodiversity conservation*, University of Silesia, Katowice: 297-302.
- Cichoński W., Danielewicz W. 1993. *Obce taksomy dendroflory a ochrona przyrody w Tatrach*. W: Cichoński W. (red.). *Ochrona Tatr w obliczu zagrożeń*. Wydawnictwo Muzeum Tatrzańskiego, Zakopane: 75-83.
- da Gama M.M., Sousa J.P., Vasconcelos T.M., Ferreira S.C., Barrocas H. 2003. Changes in biodiversity pattern of soil Collembola caused by eucalyptus plantation in Portugal: a synthesis. *Acta Entomologica Iberica e Macaronésica* 1: 11-22.
- Danielewicz W. 1993. Występowanie drzew i krzewów obcego pochodzenia jako problem ochrony przyrody w rezerwach i parkach narodowych. *Prz. Przyr.* t. 4, 3: 25-32.

- Danielewicz W., Maliński T. 1997. Drzewa i krzewy obcego pochodzenia w lasach Wielkopolskiego Parku Narodowego. *Roczn. Dendr.* t. 45: 65-81.
- Deharveng L. 1996. Soil Collembola Diversity, Endemism, and Reforestation: A Case Study in Pyrenees (France). *Conservation Biology* 10: 74-84.
- Desprez-Loustau M.-L., Cortecuisse R., Robin C., Husson C., Moreau P.-A., Blancard D., Selosse M.-A., Lung-Escarmant B., Piou D. 2010. Species diversity and drivers of spread of alien fungi (sensu lato) in Europe with a particular focus on France. *Biol. Invasions* 12: 157-172.
- Desprez-Loustau M.-L., Robin C., Buée M., Courtecuisse R., Garbaye J., Suffert F., Sachne I., Rizzo D. M. 2007. *The fungal dimension of biological invasions*. *Trends Ecol. Evol.* 22 (9): 472-480.
- Domański S., Kowalski S., Kowalski T. 1977. Grzyby występujące w drzewostanach objętych szkodliwym oddziaływaniem emisji przemysłowych w Górnośląskim i Krakowskim Okręgu Przemysłowym. V. Grzyby zasiedlające nadziemne części drzew w przebudowanych drzewostanach w latach 1971-1975. *Acta Mycol.* 13 (2): 229-243.
- Ellis M.B., Ellis J.P. 1997. *Microfungi on land plants. An Identification Handbook*. Enlarged Edition. The Richmond Publishing, Slough, UK: 201-211.
- Faliński J.B. 1998. Invasive alien plants, vegetation dynamics and neophytism. *Phytocoenosis (N.S.)* 10 Supplementum Cartographiae Geobotanicae 9: 163-187.
- Fałtynowicz W. 1991. Porosty Pomorza Zachodniego. Studium ekologiczno-geograficzne. Uniwersytet Gdański, Gdańsk.
- Fałtynowicz W. 2003. The lichens, lichenicolous and allied fungi of Poland – an annotated checklist. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 435 pp.
- Farr, D.F., Rossman, A.Y. 2012. *Fungal Databases, Systematic Mycology and Microbiology Laboratory, ARS, USDA*. Retrieved April 23, 2012, <http://nt.ars-grin.gov/fungalatabases/>.
- Fjellberg, A., Nygaard, P., Stabbetorp O.E. 2005. Structural changes in Collembola populations following replanting of birch forest with spruce in North Norway. In: *Proceedings of the AFFORNORD conference, Reykholt, Iceland, June 18-22, 2005*. TemaNord 2007: 508. Eds: Halldorsson, G., Oddsdottir, E.S. and Eggertsson, O. 119-125.
- Gazda A., Augustynowicz P. 2012. Obce gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych: co wiemy o puli obcych gatunków drzew oraz o rozmieszczeniu wybranych taksonów. W: VIII konferencja AMOP. Obce gatunki w lasach, Rogów, 29-30 marca 2012.
- Gebhardt S., Neubert K., Wöllecke J., Münzenberger B., Hüttl R.F. 2007. Ectomycorrhiza communities of red oak (*Quercus rubra* L.) of different age in the Lusatian lignite mining district, East Germany. *Mycorrhiza* 17: 279-290.
- Gebhardt S., Wöllecke J., Münzenberger B., Hüttl R.F. 2009. Microscale spatial distribution patterns of red oak (*Quercus rubra* L.) ectomycorrhizae. *Mycological Progress* 8: 245-257.
- Havelka J., Starý P. 2007. *Myzocallis walshii* (Hemiptera: Sternorrhyncha: Aphididae), an exotic invasive aphid on *Quercus rubra*, the American red oak: Its bionomy in the Czech Republic. *Eur. J. Entomol.* 104: 471-477.
- Horton T.R., Bruns T.D. 1998. Multiple-host fungi are the most frequent and abundant ectomycorrhizal types in a mixed stand of Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii*) and bishop pine (*Pinus muricata*). *New Phytol.* 139: 331-339.
- <http://www.iop.krakow.pl/ias>. *Obce gatunki w Polsce*.
- Ishida T.A., Nara K., Hogetsu T. 2007. Host effects on ectomycorrhizal fungal communities: insight from eight host species in mixed konifer-broadleaf forests. *New Phytol.* 174: 430-440.
- Jackowiak B. 1999. Modele ekspansji roślin synantropijnych i transgenicznych. *Phytocoenosis* 11 (N.S.) Seminarium Gebotanicum 6. Warszawa-Białowieża.
- Jakubowska-Gabara J., Mitka J. 2007. Ancient woodland plant species in a landscape park in Central Poland. *Acta Soc. Bot. Pol.* 76, 3: 239-249.
- Jakubowska-Gabara J., Woźniwoda B. 2009. Decrease of vascular flora diversity in forest communities connected with invasive red oak *Quercus rubra* L. In: Coles S., Dimopoulos P. (eds.) 52. Symposium of International Association for Vegetation Science, Vegetation Processes and Human Impact in a Changing World. Chania, Crete (Greece) May 30th-4th June 2009: 179.

- Jeandroz S., Murat C., Wang Y., Bonfante P., Le Tacon F. 2008. Molecular phylogeny and historical biogeography of the genus *Tuber*, the "true truffles". *New Phytol.* 166: 619-630.
- Kint V., Lust N., Ferris R., Olsthoorn A. F. M. 2000. Quantification of forest stand structure applied to Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) forests. *Forest Systems* 9 (3): 147-163.
- Kohli R.H., Jose S., Singh H.P., Batish D.R. 2009. *Invasive Plants and Forest Ecosystems*. CRC Press.
- Konwencja o różnorodności biologicznej. 1992. Przekład: Staroń S. Inst. Ochrony Środowiska, Warszawa: 1-38.
- Kovac L., Kosturova N., Miklisova D. 2005. Composition of collembolan assemblages (Hexapoda, Collembola) of thermophilus oak woods and *Pinus nigra* plantation in the Slovak Karst (Slovakia). *Pedobiologia* 49, 29-40.
- Kreigher H., Petkovsek S.A. 2011. Mycobioremediation of Stress in Forest Ecosystems. [In:] M. Rai, A. Varma (eds.) *Diversity and Biotechnology of Ectomycorrhizae*. Book Series: Soil Biology, vol. 25, Springer-Verlag Berlin, Germany, p. 301-322.
- Król S. 1967. Dąb czerwony – *Quercus rubra* L. w warunkach środowiska leśnego zachodniej Polski. PTPN, Prace Kom. Nauk Roln. i Kom. Nauk Leśn. 21: 419-482.
- Król S. 1988. Synantropizacja fitocenoz leśnych przez introdukcję obcych gatunków drzew. *Wiadomości Botaniczne* 32 (2): 115-124.
- Kubiak D. 2006. Lichens of oak *Quercus rubra* in the forest environment in the Olsztyn Lake District (NE Poland). *Acta Mycol.* 41 (2): 319-328.
- Leski T., Pietras M., Rudawska M. 2010. Ectomycorrhizal fungal communities of pedunculate and sessile oak seedlings from bare-root forest nurseries. *Mycorrhiza* 20: 179-190.
- Morris M.H., Smith M.E., Rizzo D.M., Rejmánek M., Bledose C.S. 2008. Contrasting ectomycorrhizal fungal communities on the roots of co-occurring oaks (*Quercus* spp.) in a California woodland. *New Phytol* 178: 167-176.
- Mułenko W., Piątek M., Wolczańska A., Kozłowska M., Ruskiewicz-Michalska M. 2010. *Plant parasitic fungi introduced to Poland in modern times. Alien and invasive species*. Biological Invasions in Poland 1: 49-70.
- Murat E. 2002. *Szczegółowa hodowla lasu*. Oficyna Edytorska "Wydawnictwo Świat", Warszawa.
- Nowak J., Tobolewski Z. 1975. *Porosty Polskie*. PWN, Kraków.
- Orlikowski L.B., Szkuta G. 2003. Studies on the occurrence and colonisation of plants by *Phytophthora ramorum* in Poland. *Acta Mycol.* 38 (1/2): 43-49.
- Otręba A., Ferchmin M. 2007. Alien tree species as indicators of environmental transformation in Kampinoski National Park. *Stud. i Mat. CEPL, Rogów*, 2/3(16): 234-244.
- Palm M.E., Rossman A. 2003. Invasion pathways of terrestrial plant-inhabiting fungi. In: Ruiz G., Carlton J.T. (eds). *Invasive species: vectors and management strategies*. Island Press, Washington: 31-43.
- Peterken G.F. 2001. Ecological effects of introduced tree species in Britain. *Forest Ecology and Management* 141: 31-42.
- Piotrowska H., Żukowski W., Jackowiak B. 1997. Rośliny naczyniowe Słowińskiego Parku Narodowego. *Pr. Zakł. Taksonomii Roślin UAM* 6: 1-216.
- Pommerening A. 2002. Approaches to quantifying forest structures. *Forestry* 75 (3): 305-324.
- Pommerening A. 2006. Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis. *Forest Ecology and Management* 224: 266-277.
- Pyšek P., Jarošík V., Hulme P., Pergl J., Hejda M., Schaffner U., Vilá M. 2012. A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology* 18: 1725-1737.
- Rédei K., Csiha I., Keserű Z., Rásó J., Győri J. 2010. Management of red oak (*Quercus rubra* L.) stands in the Nyírség forest region (Eastern Hungary). *Hungarian Agricultural Research* 3: 13-17.
- Reich P.B., Oleksyn J., Modrzynski J., Mroziński P., Hobbie A.A., Eissenstat D.M., Chorover J., Chadwick O.A., Hale C.M., Tjoelker M.G. 2005. Linking litter calcium, earthworms and soil properties: a common garden test with 14 tree species. *Ecological Letters* 8: 811-818.
- Rusca T.A., Kennedy P.G., Bruns T.D. 2006. The effect of different pine hosts on the sampling of Rhizopogon spore banks in five Eastern Sierra Nevada forests. *New Phytol.* 170: 551-560.

- Ruszkiewicz-Michalska M., Mułenko W. 2003. *Padus serotina* (Rosaceae) – a new host plant for some species of parasitic microfungi. *Acta Mycol.* 38 (1/2): 51-58.
- Sagan J., Potocki M., Zasada M., Tomusiak R., Wojtan R., Skalski Ł. 2012. Historia, stan oraz znaczenie daglezi i dęba czerwonego w Polsce. W: VIII konferencja AMOP. Obce gatunki w lasach, Rogów, 29-30 marca 2012.
- Sandlund, O.T., Schei, P.J. & Viken, Å. (eds.). 1999. *Invasive species and biodiversity management*. Vol. 24. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers.
- Sławska M. 2005. Propozycja metody waloryzacji ekosystemów leśnych wykorzystującej epigeiczno-glebowe zgrupowania skoczogonków (Collembola, Hexapoda). Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 208 ss.
- Sławska M. 2006. Monitoring of antropogenic changes in Białowieża Primeval Forest: epigeic and soil-dwelling communities of springtails (Collembola, Hexapoda). In: Zooindection-based monitoring of antropogenic transformations in Białowieża Primeval Forest. Warsaw Agricultural University Press, Warszawa: 65-108.
- Smith S.E., Read D. 2008. *Mycorrhizal Symbiosis*. Third Edition. Academic Press, Elsevier, Amsterdam, Boston, Heidelberg, London, New York, Oxford, Paris, San Diego, San Francisco, Singapore, Sydney, Tokyo, 787 pp.
- Sousa J.P., da Gama M.M. 1994. Rupture in a Collembola community structure from *Quercus rotundifolia* Lam. forest due to the reafferostation with *Eucalyptus globulus* Labill. *Eur. J. Soil Biol.* 30: 71-78.
- Sousa J.P., da Gama M.M., Ferreira S.C. 2003. Effects of replacing oak-wood by eucalyptus on edafic Collembola communities: does the size and type of plantation matter. *Acta Entomologica Iberica e Macaronesica* 1:1-10.
- Sousa J.P., da Gama M.M., Ferreira S.C., Barrocas H. 2000. Effect of eucalyptus plantation on Collembola communities in Portugal: a review. *Belgian Journal of Entomology* 2: 187-201.
- Szwagrzyk J. 2001. Potencjalne korzyści i zagrożenia związane z wprowadzaniem do lasów obcych gatunków drzew. *Sylvan* 2: 99-106.
- Szynkiewicz A., Kwaśna H. 2004. The effects of fungi from acorns with symptoms of black rot and necrotic twigs of oak on *Quercus* seedlings. *Phytopathol. Pol.* 32: 49-59.
- Tokarska-Guzik B. 2005. The establishment and spread of alien plant species (kenophytes) in the flora of Poland. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice.
- Trocha L.K., Kałucka I., Stasińska M., Nowak W., Dabert M., Leski T., Rudawska M., Oleksyn J. 2012. Ectomycorrhizal fungal communities of native and non-native *Pinus* and *Quercus* species in a common garden of 35-year-old trees. *Mycorrhiza* 22: 121-134.
- Vansteenkiste D., De Boever L., Van Acker J. 2010. Alternative processing solutions for red oak (*Quercus rubra*) from converted forests in Flanders, Belgium. Cost Action E44 Conference in Vienna on Broad spectrum utilization of wood. Belgium.
- Walker J.F., Miller O.K. Jr, Horton J.L. 2005. Hyperdiversity of ectomycorrhizal fungus assemblages on oak seedlings in mixed forests in the southern Appalachian Mountains. *Mol. Ecol.* 14: 829-838.
- Webster Ch.R., Wangen S.R. 2009. Spatial and temporal dynamic of exotic tree invasions: lesson from a shade-tolerant invader, *Acer platanoides*. In: Kohli R.K., Jose S., Singh H.P., Batish D.R. (eds.). *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group: 71-85.
- Wojewoda W., Karasiński D. 2010. Invasive macrofungi (Ascomycota and Basidiomycota) in Poland. *Biological invasions in Poland* 1: 7-21.
- Wozniwoda B. 2008. Antropogenicznie wspomagana ekspansja dębu czerwonego *Quercus rubra* L. W: Mazur S., Tracz H. (red.). VIII Sympozjum Ochrony Ekosystemów Leśnych. Zagrożenia ekosystemów leśnych przez człowieka, rozpoznanie – monitoring – przeciwdziałanie. Wydawnictwo SGGW, Warszawa: 259-263.

Beata Woziwoda¹, Izabela Kalucka², Małgorzata Ruskiewicz-Michalska², Małgorzata Sławska³, Marek Sławski³, Wojciech Toloczko⁴, Mariusz Hachulka², Dominik Kopec⁵, Stanisław Rosadziński⁶, Janusz Witkowski⁷

¹Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin Uniwersytetu Łódzkiego; ²Katedra Algologii i Mikologii UŁ; ³Katedra Ochrony Lasu i Ekologii Wydziału Leśnego SGGW; ⁴Pracownia Gleboznawstwa i Geoekologii UŁ; ⁵Katedra Ochrony Przyrody UŁ; ⁶Zakład Ekologii Roślin i Ochrony Środowiska, Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań; ⁷Regionalna Dyrekcja

Lasów Państwowych w Łodzi

woziwoda@biol.uni.lodz.pl, ikalucka@biol.uni.lodz.pl, mrusz@biol.uni.lodz.pl, mlawska@poczta.onet.pl, mslawski@poczta.onet.pl, glebozn@uni.lodz.pl, m.hachulka@poczta.fm, domin@biol.uni.lodz.pl, stanros@gmail.com, janusz.witkowski@lodz.lasy.gov.pl