

Inwazje drzew introdukowanych w celach komercyjnych jako problem globalny

Beata Woziwoda

Abstrakt. Artykuł przedstawia różne aspekty introdukcji drzew stosowanych w leśnictwie komercyjnym i agroleśnictwie. Ekonomiczne, ekologiczne i społeczne uzasadnienia celowego przemieszczania i wsiedlania gatunków obcego pochodzenia skonfrontowano z problemem niekontrolowanego rozprzestrzeniania się części introdukowanych gatunków roślin. Zwrócono uwagę na globalną skalę introdukcji i inwazji gatunków lasotwórczych oraz na istniejące nieporozumienia wynikające z konfliktu interesów w wyżej wymienionych kwestiach. Podkreślono konieczność współpracy różnych środowisk – także w ramach obowiązującego prawa międzynarodowego, przy zapobieganiu i likwidowaniu negatywnych skutków inwazji obcych gatunków drzew, ze szczególnym uwzględnieniem sektora leśnego. W pracy uwzględniono wybrane, możliwie najbardziej aktualne, dane literaturowe i źródła internetowe, które szeroko traktują każde z zasygnalizowanych zagadnień.

Słowa kluczowe: gatunki introdukowane, inwazje roślinne, leśnictwo, agroleśnictwo

Abstract. Invasions of tree species introduced in commercial purposes as a global problem. The paper presents the aspects of the intentional introduction of tree species which are used in global forestry and in agroforestry. The economic, ecological and social arguments for alien trees planting are presented and contrasted with negative effects of invasiveness of introduced species. The deliberately imported and cultivated species have many positive impacts on the forest sector and to sustainable development in general meaning. However, some commercially important alien tree species are at the same time serious threats to forests. Such conflicts of interest require a balanced analysis of the costs and benefits of alien species introduction. International programmes and instruments, which address the problem of invasions of alien plants, with direct or indirect implications for forests and the forest sector, are mentioned. The need of interdisciplinary cooperation (which incorporates biological, ecological and social sciences, economics, policy analysis, decision sciences, informatics and engineering) to fully understand, prevent and reduce the harmful effects of alien invasive species is emphasized. The bibliography contains list of numerous papers as well as links to the Internet sources which widely describe every issue mentioned in the article.

Keywords: introduced trees, invasive alien species (IAS), forestry, agroforestry, environmental policy

Współczesna gospodarka leśna na świecie w dużym stopniu opiera się na uprawie gatunków rosnących poza obszarem swego naturalnego występowania. Introdukcja większości drzew i krzewów przynosi wymierne korzyści. Jednak część uprawianych roślin obcego pochodzenia „wymyka” się spod kontroli człowieka i samoistnie rozprzestrzenia się w nowym środowisku, powodując przy tym poważne straty. Rośliny te określane są mianem obcych gatunków inwazyjnych (*Invasive Alien Species*, w skrócie: IAS). Ogromna skala wymiany gatunków pomiędzy kontynentami i w ich obrębie sprawia, że skutki introdukcji IAS odczuwane są przez liczne państwa świata i także stają się problemem globalnym (CBD 1992).

W niniejszej pracy przedstawiono zarówno pozytywne jak i negatywne aspekty wprowadzania do uprawy obcych gatunków drzew i krzewów. Wskazano także na konieczność intensyfikacji działań sektora leśnego w przeciwdziałaniu introdukcji gatunków inwazyjnych i niwelowaniu negatywnych skutków ich wprowadzenia, jako jednego z wyznaczników zrównoważonej gospodarki leśnej.

Globalne „Tak” dla introdukcji

Introdukcja drzew i krzewów jest w znakomitej większości przypadków wynikiem świadomego działania człowieka, uzasadnianego względami ekonomicznymi, ekologicznymi i/lub społecznymi (Zobel et al. 1987, Richardson 1998, Moore 2005). W grupie sektorów promujących i realizujących wymianę gatunków pomiędzy różnymi obszarami geograficznymi świata znajduje się leśnictwo komercyjne (www.fao.org/forestry/aliens) i agroleśnictwo, łączące uprawę drzew leśnych z uprawą roli lub z hodowlą zwierząt (www.worldagroforestry.org). Wprowadzanie do uprawy gatunków obcego pochodzenia jest jednym ze sposobów na intensyfikację produkcji, umożliwiającym zaspokojenie wysokiego i stale rosnącego zapotrzebowania rynku na drewno i produkty drzewne (Brown 2000, Fenning, Gershenzon 2002). Uprawa ma zazwyczaj charakter wielkopowierzchniowej jednogatunkowej plantacji, co sprzyja redukcji kosztów produkcji. Introdukowane drzewa rosną zazwyczaj szybciej niż gatunki rodzime i szybciej osiągają wiek rębności. Ich cykl produkcyjny jest często kilkakrotnie krótszy, niż okres produkcji gatunków autochtonicznych (Sedjo 1999, Mead 2001). W ostatnim dwudziestolecu odnotowano wyraźny wzrost powierzchni upraw plantacyjnych (4.5 mln ha/rok w latach 1995-2000), przy czym niemal 80% nowych plantacji założono w Azji (głównie na obszarze Chin i Indii), a 11% w Ameryce Południowej (głównie w Brazylii) (Palmborg-Lerche et al. 2001). Znakomita większość upraw budowana jest przez gatunki obce, należące głównie do rodzaju *Eucalyptus* spp. (Ball 1995, www.git-forestry.com), *Pinus* spp. (Richardson 1998, Richardson, Rejmánek 2004) i *Tectonia* spp. (Palmborg-Lerche et al. 2001), co jest dyktowane popytem na określony sortyment drewna na zglobalizowanym rynku. Wysokie dochody uzyskiwane przez leśnictwo komercyjne generują istotną część wpływów do budżetu wielu krajów (FAO 2008). Przy uprawie drzew, handlu drewnem i przetwórstwie drewna znajdują zatrudnienie tysiące ludzi, co przekłada się na poprawę ich warunków życia (D’Annunzio et al. 2011). Udana introdukcja obcych gatunków do obszarów geograficznych charakteryzujących się ubogą rodzimą dendroflorą, warunkuje uniezależnienie lokalnego rynku od importu produktów drzewnych z innych regionów świata. Ma to szczególnie znaczenie w krajach rozwijających się, gdzie drewno jest nadal podstawowym źródłem energii i gdzie 80% produkcji leśnej jest wykorzystywane jako surowiec energetyczny (D’Annunzio et al. 2011). Uprawy gatunków szybko rosnących są postrzegane jako alternatywne źródło drewna przemysłowego i opałowego pozyskiwanego z wyciętych lasów

naturalnych, co sprzyja zachowaniu rodzimej bioróżnorodności (Sutton 1995, Sedjo 2001, Fenning, Gershenson 2002). Zwiększanie lesistości, także przez zakładanie plantacji gatunków obcych, jest jednym ze sposobów wiązania nadmiernych ilości CO₂ z atmosfery naszej planety (FAO 2010, Bernier et al. 2011). Działania takie są wspierane finansowo przez instytucje i programy międzynarodowe, w tym zarówno przez organizacje zajmujące się ochroną środowiska przyrodniczego (www.globalcarbonproject.org; Pan et al. 2011), jak i przez międzynarodowe korporacje zajmujące się produkcją i handlem drewnem (zobacz np. McGraw-Hill...2012. *Hardwoods in Green Building*...).

Drzewa obcego pochodzenia z reguły nie wymagają specjalnych zabiegów związanych z przygotowaniem podłoża, toteż mogą być stosowane w rekultywacji gruntów zdegradowanych (w tym powierzchni pozrębowych) czy w zalesianiu ubogich gruntów porolnych. Są wykorzystywane do wzbogacania gleb w substancje organiczne lub w związki azotowe (Versfeld, van Wilgen 1986). Z reguły nie wymagają obecności drzew osłonowych, same natomiast dostarczają cienia i schronienia, co dodatkowo uzasadnia ich stosowanie na obszarach o suchym i gorącym klimacie (Schroth 2004). Odporne na suszę, hamują proces pustoszczenia (www.fao.org/forestry/aridzone). W wielu krajach pod ich okapem (w cieniu) zakładane są uprawy rolne (www.worldagroforestry.org, Fredenburg, Shah 2008). Obce geograficznie gatunki są wykorzystywane przy umacnianiu brzegów rzek i stabilizowaniu gleb na górskich stokach. Liczne introdukowane gatunki są dla społeczności lokalnych źródłem dodatkowych produktów, takich jak jadalne owoce, pasza dla zwierząt, olej, kauczuk naturalny, naturalne farmaceutyki czy substancje owadobójcze (Gauthier et al. 2011), toteż często określane są mianem „cudownych drzew” (za: Richardson 1998).

Brak wytworzonych mechanizmów konkurencji międzygatunkowej w obszarze wsiedlania gatunku, sprawia, że nowi przybysze nie znajdują naturalnych wrogów – szkodników owadzych czy grzybów pasożytniczych, co znacząco zmniejsza koszty ponoszone przez producenta na ochronę lasu. Cechy biologiczne powszechnie uprawianych gatunków obcych, takie jak szeroki zakres tolerancji na warunki siedliskowe, szybki wzrost, szybkie wchodzenie w okres reprodukcji, częste i obfite obradzanie nasion czy wysoka zdolność do rozmnażania wegetatywnego dają im przewagę nad gatunkami rodzimymi (Elton 1967, Peterken 2001, Lockwood et al. 2007).

Globalne „Nie” dla inwazji

Podstawowe zagrożenia związane z introdukcją obcych gatunków drzewiastych wynikają ze zdolności części z nich do szybkiego zadomawiania się i ekspansywnego samoistnego rozprzestrzeniania poza powierzchniami upraw oraz z ich negatywnego oddziaływania na biotyczne i/lub abiotyczne składowe zastanych ekosystemów. Efektywne „agresywne” wnikanie gatunków introdukowanych do zbiorowisk roślinnych, zawsze skutkuje zmianami w strukturze ekosystemów rodzimych iubożeniem bioróżnorodności (Kohli et al. 2009, Pyšek et al. 2012). W przypadku gatunków drzewiastych mamy zazwyczaj do czynienia z długotrwałym (kilkanaście-kilkadziesiąt lat) okresem poprzedzającym inwazję (tzw. „*time lag*”), kiedy to gatunek introdukowany wkomponowuje się w zastaną fitocenozę (i nawet może być postrzegany jako wzbogacający bioróżnorodność), ale nie wykazuje redukcyjnego wpływu na jej dotychczasowe komponenty. Po tej fazie przygotowawczej następuje gwałtowny, ekspansywny rozrost populacji mający charakter inwazji. Przybysz wypiera ze zbiorowiska wszystkie lub niemal wszystkie zastane gatunki, w tym także rodzime gatunki

drzew i krzewów, których naturalne odnowienia i wzrost są ograniczone lub całkowicie niemożliwe (Peterken 2001, Webster, Wangen 2009). Inwazyjny gatunek często zaburza reżim hydrologiczny, w sposób niekorzystny zmienia obieg pierwiastków, może także negatywnie oddziaływać na zdrowie ludzi i zwierząt (Versfeld, van Vilgen 1986, Richardson, van Wilgen 2004, Moore 2005, Radosewicz et al. 2007).

Wprawdzie przyjmuje się, że tylko niewielki procent introdukowanych gatunków staje się inwazyjny (Williamson 1996, Richardson, Rejmánek 2004, Křivánek, Pyšek 2006), jednak ze względu na ogromną liczbę roślin podlegających wymianie oraz na czasową (trwającą od stuleci) i przestrzenną (międzykontynentalną) skalę intencjonalnego rozprzestrzenienia poszczególnych taksonów, inwazje roślinne, w tym inwazje gatunków lasotwórczych stały się problemem globalnym (Richardson 1998, McNeely et al. 2001, Rouget et al. 2002, Haysom, Murphy 2003; Kohli et al. 2009). Zjawisko to jest dodatkowo potęgowane przez fakt powszechnego stosowania drzew obcego pochodzenia także poza obszarami leśnymi (Reichard, White 2001, Richardson et al. 2004).

Zestawy i liczby gatunków drzew zamieszczane w wykazach inwazyjnych gatunków obcych różnią się w zależności od czasu (im nowsze, tym „bogatsze” w gatunki) i skali (regionalne, krajowe, globalne) opracowania. Analiza rozmieszczenia 1121 taksonów drzew i krzewów przeprowadzona przez Haysoma i Murphy’ego (2003) uwzględniająca dane Binggeli’ego (1995), wykazała, że 441 z nich występuje wyłącznie w areale swego naturalnego zasięgu. 680 gatunków (61%) uprawia się także poza obszarem ich naturalnego występowania, z czego aż 443 gatunki zaliczane są na części lub całości obszarów introdukcji do roślin inwazyjnych (co stanowi aż 65% gatunków introdukowanych). 74 gatunki obcego pochodzenia (tylko 7% całej analizowanej dendroflory) uznano za zadomowione, ale nie inwazyjne. Pozostałe 163 gatunki (15%) podlegają introdukcji, lecz nie zadomawiają się i nie stanowią zagrożenia. 882 gatunki stosowane są między innymi w leśnictwie komercyjnym, a 445 w agroleśnictwie. Z 388 gatunków wyłącznie lasotwórczych, 282 (61%) odnotowano w wykazach roślin inwazyjnych na części lub na całości obszarów introdukcji. Podobnie przedstawia się sytuacja w przypadku gatunków obcych stosowanych wyłącznie w agroleśnictwie – 203 zadomowione i inwazyjne z 353 uprawianych. Najwięcej gatunków drzew sprowadzono z innych obszarów geograficznych do Afryki (219), Azji (193) i do Ameryki Południowej (184), najmniej do Europy (95). W Afryce notowana jest także największa liczba gatunków inwazyjnych – 88; następne pozycje zajmują: Ameryka Północna – 61, Australia i Oceania – 49, Ameryka Południowa oraz Wyspy Pacyfiku – po 46 gatunków, Azja – 17, i Europa – 12 (Haysom, Murphy 2003). Nowsze dane wskazują na intensyfikację wymiany flor oraz na wzrost liczby drzewiastych IAS. Na przykład tylko na terenie Czech odnotowano już 17 inwazyjnych gatunków drzew z puli 180 introdukowanych (Křivánek, Pyšek 2006). W ogólnosiwiatowej bazie danych o gatunkach inwazyjnych (*Global Invasive Species Database*, GISD) znajduje się obecnie 116 gatunków drzewiastych (www.issg.org/database). 19 z nich „wyróżniono” mianem 100 najgroźniejszych IAS w skali świata (Lowe et al. 2000). Są to między innymi powszechnie stosowane w leśnictwie i agroleśnictwie *Pinus pinaster*, *Acacia mearnsii*, *Leucaena leucocephala*, *Melaleuca quinquenervia* i *Prosopis glandulosa*.

Inwazje gatunków introdukowanych z reguły zagrażają ekosystemom nieleśnym (Webb et al. 1971, Standish et al. 2008, van Wilgen 2009). Jednak część drzewiastych IAS, świadomie wprowadzanych do uprawy, oddziałuje negatywnie także na zastane (pierwotne,

naturalne lub już zmienione antropogenicznie) ekosystemy leśne (Richardson 1998, Peterken 2001, Rouget et al. 2002, McNeely 2004, Kohli et al. 2009). W roku 2005 grupa robocza *The Invasive Species Specialist Group* (ISSG) powołana w ramach Światowej Unii Ochrony Przyrody (*World Conservation Union*, IUCN) wskazała 157 taksonów drzew i krzewów (z analizowanych 326 inwazyjnych) negatywnie oddziałujących na lasy (Moore 2005). Znalazły się na niej m.in. gatunki uprawiane w Polsce: północnoamerykańska robinia akacja *Robinia pseudoacacia*, azjatycki bożodrzew gruczołowaty *Ailanthus altissima* oraz czeremcha amerykańska *Padus serotina* (spektakularny przykład IAS na obszarze Europy: Schrader, Starfinger 2009), a także nasza rodzima, lecz silnie inwazyjna w Ameryce Północnej kruszyna pospolita *Frangula alnus*.

Czas na działanie, globalne i lokalne

Zapobieganie i przeciwdziałanie skutkom inwazji biologicznych pochłania niemałe środki (Pimentel et al. 2000, de Wit et al. 2001, McNeely 2001, van Wilgen et al. 2001). Finansowanie przedsięwzięć, zarówno tych, związanych z oceną potencjalnego ryzyka inwazji (*Pest Risk Assessment*), jak i tych, opracowujących i realizujących strategie zwalczania IAS (*Pest Risk Management*), obciąża zwykle także inne podmioty, niż te, które czerpią bezpośrednie wymierne zyski ekonomiczne z użytkowania gatunków obcych. Konflikt interesów różnych grup społecznych – grup producenckich, leśników, handlowców, przyrodników, itd., wynikający ze (zrozumiałego) zróżnicowanego stosunku do gatunków introdukowanych, ujawnia się szczególnie w przypadku introdukcji i inwazji gatunków o dużym znaczeniu komercyjnym (Haysom, Murphy 2003, Murphy, Cheesman 2006, WRM 2008). Jednakże, coraz pełniejsze rozpoznanie dalekosiężnych ekologicznych i ekonomicznych skutków użytkowania gatunków obcych oraz świadomość rosnącego zagrożenia ze strony IAS, aktywizuje różne środowiska do podejmowania współpracy (McNeely et al. 2001, McNeely 2004, Freeman et al. 2009, Miller, Schelhas 2009, Pyšek, Hulme 2011, www.invasive.org/gist). Intensyfikacja działań w tym obszarze jest także generowana przez akty prawne i strategie ratyfikowane przez społeczność międzynarodową (CBD; EPPO 2006). Rozpoznanie problemu IAS, opracowanie instrumentów prawnych umożliwiających ich kontrolę i zwalczanie oraz wdrożenie ich w praktyce, jest jedną z podstawowych wytycznych przyjętych do realizacji w najbliższym dziesięcioleciu przez państwa członkowskie Unii Europejskiej (COM 2011). W przypadku sektora leśnego, rozpoznanie skali inwazji, realne oszacowanie i bilans zysków i strat wynikających z wprowadzenia obcych gatunków drzewiastych, a także współ-podejmowanie działań hamujących lub niwelujących negatywne skutki inwazji (nie tylko na obszarach leśnych), postrzegane są jako warunek niezbędny do prowadzenia zrównoważonej gospodarki leśnej i skutecznej ochrony bioróżnorodności (Haysom, Murphy 2003, Reichard, Hamilton 2005, Křivánek, Pyšek 2006, Roberts et al. 2011).

Literatura

- Ball J.B. 1995. *Development of Eucalyptus plantations – an overview*. Proceedings of the Regional Expert Consultation on Eucalyptus, Bangkok, Thailand 4-8 October 1993. Vol. I. pp. 15-27.
- Bernier P., Susan Braatz S., Feliciani-Robles F., Mollicone D. 2011. *The role of forests in climate change adaptation and mitigation*. In: Flejzor L. Higman S., Ink G. (eds.). *State of the World's Forests*. FAO, Rome, Italy.
- Binggeli P. 1996. *A taxonomic, biogeographical and ecological overview of invasive woody plants*. Journal of Vegetation Science 7: 121-124.

- Brown C. 2000. *The global outlook for future wood supplies from forest plantations*. FAO Working Paper GFPOS/WP/03. FAO, Rome, Italy.
- CBD [Convention on Biological Diversity] Konwencja o różnorodności biologicznej. 1992, Art. 8h.
- COM. 2011. *Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020*. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the regions, Brussels, 3.5.2011. 244 final.
- D'Annunzio R., Garzuglia M., Jonsson Ö., Lebedys A., Wilkie M.L., Ortiz-Chour H. 2011. *The state of forest resources: a regional analysis*. In: Flejzor L. Higman S., Ink G. (eds.). *State of the World's Forests*. FAO, Rome, Italy.
- de Wit M., Crookes D., van Wilgen B.W. 2001. *Conflicts of interest in environmental management: estimating the costs and benefits of a tree invasion*. *Biological Invasions* 3: 167-178.
- Elton Ch. 1967. *Ekologia inwazji zwierząt i roślin*. PWRiL, Warszawa.
- EPPO [European and Mediterranean Plant Protection Organization]. 2006. *Phytosanitary procedures. Guidelines for the management of invasive alien plants or potentially invasive alien plants which are intended for import or have been intentionally imported*. OEPP/EPPO Bulletin 36: 417-418.
- FAO. 2008. *Contribution of the forestry sector to national economies, 1990–2006*. Forest Finance Working Paper FFSM/ACC/08. Rome, Italy.
- FAO. 2010. *Impact of the global forest industry on atmospheric greenhouse gases*. FAO Forestry Paper 159. Rome, Italy.
- Fenning T.M., Gershenzon J. 2002. *Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology*. *Trends in Biotechnology*. doi: 10.1016/S0167-7799(02)01983-2.
- Fredenburg P., Shah W.P. 2008. *Transforming Lives and Landscapes. Strategy 2008-2015*. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya.
- Freeman J.E., Albritton R., Jose S., Alavalapati J.R.R. 2009. *The economics, law, and policy of invasive species management in the United States: responding to a growing crisis*. In: Kohli R.K., Jose S., Pal Singh H., Batish D.R. (eds.). *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group. pp. 409-426.
- Gauthier M., Grouwels S., Johnston S., Kafeero F., Laird S., McLain R., Rutt R., Shepherd G., Wynberg R. 2011. *The local value of forests*. In: Flejzor L. Higman S., Ink G. (eds.). *State of the World's Forests*. FAO, Rome, Italy.
- Haysom K.A., Murphy S.T. 2003. *The status of invasiveness of forest tree species outside their natural habitat: a global review and discussion paper*. Forest Resources Development Service, Forest Health & Biosecurity Working Papers FBS/3E. FAO, Rome, Italy.
- Kohli R.K., Jose S., Pal Singh H., Batish D.R. (eds.). 2009. *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Křivánek M., Pyšek P. 2006. *Predicting invasions by woody species in a temperate zone: a test of three risk assessment schemes in the Czech Republic (Central Europe)*. *Diversity and Distributions* 12: 319-327.
- Lockwood J.L., Hoopes M.F., Marchetti M.P. 2007. *Invasion ecology*. Blackwell Publishing.
- Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 2000. *100 of the World's Worst Invasive Alien Species. A selection from the Global Invasive Species Database*. Published by The Invasive Species Specialist Group (ISSG) a specialist group of the Species Survival Commission (SSC) of the World Conservation Union (IUCN).
- McGraw-Hill Construction – Continuing Education Center. 2012. *Hardwoods in Green Building: Plantation-grown Eucalyptus makes its mark as a versatile, sustainable exotic species*. (dostępne na: <http://ce.construction.com/>): 1-13.
- McNeely J. 2001. *Invasive species: a costly catastrophe for native biodiversity*. *Land Use and Water Resources Research* 1 (2): 1-10.
- McNeely J.A. 2004. *Nature vs. nurture: managing relationships between forests, agroforestry and wild biodiversity*. *Agroforestry Systems* 61: 155-165.
- McNeely J.A., Mooney H.A., Neville L.E., Schei P.-J. and Waage J. (eds.). 2001. *Global Strategy on Invasive Alien Species*. IUCN, Gland.
- Mead D.J. (ed.). 2001. *Mean annual volume increment of selected industrial forest plantation species*.

- Forest Plantation Thematic Papers, Working Paper 1. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome, Italy.
- Miller J.H., Schelhas J. 2009. *Adaptive collaborative restoration: a key concept in invasive plant management*. In: Kohli R.K., Jose S., Pal Singh H., Batish D.R. (eds.). *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group. pp. 251-265.
- Moore B.A. 2005. *Alien invasive species: impact on forest and forestry. A review*. Forest Resources Development Service, Working Paper FBS/8E. FAO, Rome, Italy.
- Murphy S.T., Cheesman O.D. 2006. *The Aid Trade. International Assistance Programs as Pathways for the Introduction of Invasive Alien Species. A Preliminary Report*. The World Bank Environment Department. Biodiversity Series, Paper No. 109.
- Palmberg-Lerche Ch., Iversen P.A., Sigaud P. (eds.). 2001. *Global data on forest plantations resources*. In: *Forest genetic resources*. FAO, No. 29, Rome, Italy.
- Pan Y., Birdsey R.A., Fang J., Houghton R., Kauppi P.E., Kurz W.A., Phillips O.L., Shvidenko A., Lewis S.L., Canadell J.G., Ciais P., Jackson R.B., Pacala S.W., McGuire A.D., Shilong Piao S., Rautiainen A., Sitch S., Daniel Hayes D. 2011. *A Large and Persistent Carbon Sink in the World's Forests*. Science 333: 988-993.
- Peterken G.F. 2001. *Ecological effects of introduced tree species in Britain*. Forest Ecology and Management 141: 31-42.
- Pimentel, D., Lach L., Zuniga R., Morrison D. 2000. *Environmental and economic costs of non-indigenous species in the United States*. BioScience 50(1): 53-65.
- Pyšek P., Hulme P. 2011. *Biological invasions in Europe 50 years after Elton: time to sound the alarm*. In: Richardson D.M. (ed.) *Fifty years of invasion ecology: The legacy of Charles Elton. 1st Edition*. Blackwell Publishing Ltd. pp: 73-88.
- 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.
- Radosevich S.R., Holt J.S., Ghersa C.M. 2007. *Ecology of weeds and invasive plants. Relationship and natural resource management. Third edition*. Wiley-Interscience. A John Wiley & Sons, INC., Publication.
- Reichard S.H., Hamilton C.W. 1997. *Predicting invasions of woody plants introduced into North America*. Conservation Biology 11: 193-203.
- Reichard S.H., White P. 2001. *Horticulture as a pathway of invasive plant introductions in the United States*. BioScience 51: 1103-1113.
- Richardson D.M. 1998. *Forestry trees as invasive aliens*. Conservation Biology 12: 18-26.
- Richardson D.M., Rejmánek M. 2004. *Invasive conifers: a global survey and predictive framework*. Diversity and Distribution 10: 321-331
- Richardson D.M., van Wilgen B.W. 2004. *Invasive alien plants in South Africa: how well do we understand the ecological impacts?* South African Journal of Science 100, January/February 2004.
- Richardson D.M., Binggeli P., Schroth G. 2004. *Invasive agroforestry trees: problems and solutions*. In: Schroth G. (ed.) *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington, pp: 371-396.
- Roberts W., Harrod O., Mittendorfer B., Pheloung P. 2011. *Regulating invasive plants and use of weed risk assessments*. Current Opinion in Environmental Sustainability 3: 60-65.
- Rouget M., Richardson D.M., Nel J.A., van Wilgen B.W. 2002. *Commercially important trees as invasive aliens: towards spatially explicit risk assessment at a national scale*. Biological Invasions 4: 397-412.
- Schrader G., Starfinger U. 2009. *Risk analysis for alien plants in European forests, illustrated by the example of Prunus serotina*. In: Kohli R.K., Jose S., Pal Singh H., Batish D.R. (eds.). *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group. pp. 195-215.
- Schroth G. (ed.). 2004. *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Island Press, Washington.
- Sedjo R.A. 2001. *The role of forest plantations in the world's future timber supply*. Forest. Chron. 77: 221-225.

- Sedjo, R.A. 1999. *The potential of high-yield plantation forestry for meeting timber needs*. New Forests 17: 339-359.
- Standish R.J., Sparrow A.D., Williams P.A., Hobbs R.J. 2008. *A state-and-transition model for the recovery of abandoned farmland in New Zealand*. In: Hobbs R.J., Suding K.N. (eds.). *New models for ecosystem dynamics and restoration*. pp: 189-205. Island Press, Washington.
- Sutton W.R.J. 1995. *Plantation forests protect our biodiversity*. New Zealand Forest 40: 2-5.
- Sutton W.R.J. 1999. *Does the World need planted forests?* New Zealand J. Forest. 44: 24-29.
- van Wilgen B.W. 2009. *The evolution of fire and invasive alien plant management practices in fynbos*. South African Journal of Science 105: 335-342.
- van Wilgen B.W., Richardson D.M., le Maitre D.C., Marais C, Magadla D. 2001. *The economic consequences of alien plant invasions: examples of impacts and approaches to sustainable management in South Africa*. Environment, Development and Sustainability 3: 145-168.
- Versfeld D.B., van Wilgen B.W. 1986. *Impact of woody aliens on ecosystem properties*. In: Macdonald I.A.W., Kruger F.J., Ferrar A.A. (eds.). *The ecology and management of biological invasions in southern Africa*. Oxford University Press, Cape Town.
- Webb L.J., Tracey J.G., Williams W.T., Lance G.N. 1971. *Prediction of agricultural potential from intact forest vegetation*. Journal of Applied Ecology 8: 99-121.
- 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., Pal Singh H., Batish D.R. (eds.). *Invasive plants and forest ecosystems*. CRC Press, Taylor & Francis Group. pp. 71-85.
- Williamson M. 1996. *Biological Invasions*. Chapman and Hall, London.
- WRM [World Rainforest Movement] Briefing. October 2008. *FSC certification of tree plantations needs to be stopped*. (dostępne na: www.wrm.org).
- Zobel B.J.G., van Wyk, Stahl P. 1987. *Growing exotic forests*. John Wiley & Sons, New York.
- Źródła internetowe:
<http://www.fao.org/forestry/aliens>
<http://www.fao.org/forestry/aridzone>
<http://www.git-forestry.com>
<http://www.globalcarbonproject.org>
<http://www.invasive.org/gist> (*Invasive species. Preventing and containing the global spread of invaders*. The Nature Conservancy TNC, The Global Invasive Species Team GiST)
<http://www.issg.org/database>
<http://www.worldagroforestry.org>

Beata Woziwoda
 Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin,
 Wydział Biologii i Ochrony Środowiska,
 Uniwersytet Łódzki
 woziwoda@biol.uni.lodz.pl