

Gatunki roślin obcego pochodzenia w Puszczy Ładzkiej

Kateryna Fyalkowska, Maciej Rafał Wroniewski, Artur Obidziński

Abstrakt. Celem pracy jest rozpoznanie występowania inwazyjnych gatunków roślin w Puszczy Ładzkiej (północno-zachodnia część Puszczy Białowieskiej) oraz ustalenie głównych czynników warunkujących ten rozkład. Badaniami objęto 21 gatunków roślin obcych pierwotnej florze badanego obszaru, których występowanie na tym terenie było znane z doniesień literaturowych. Dane o ich aktualnym rozmieszczeniu zebrano w 2013 roku, metodą marszrutową wzdłuż granicy lasu, szlaków komunikacyjnych i linii oddziaływanych. Jako czynniki warunkujące rozmieszczenie przyjęto: żyzność i wilgotność siedliska, gatunek panujący w drzewostanie i jego wiek, a także stopień zgodności drzewostanu z siedliskiem, zagęszczenie dróg oraz odległość od zabudowy i od granicy lasu. Hierarchię czynników określono za pomocą analizy CCA. Preferencje względem kategorii w obrębie poszczególnych czynników ustalono przy użyciu wskaźnika wybiórczości Ivleva. Przeprowadzone badania wykazały występowanie w Puszczy Ładzkiej wszystkich wybranych do analiz 21 gatunków, w łącznej liczbie ponad 200 tys. osobników, obecnych w 217 z 1931 wydzieleń drzewostanowych. Najliczniej wystąpiły *Impatiens parviflora* (138 stanowisk i >100 tys. osobników), *Malus domestica* (105 i >1000), *Sambucus racemosa* (39 i >1000) oraz *Padus serotina* (20 i >1000). Pozostałe gatunki były notowane sporadycznie. Największe znaczenie dla rozmieszczenia obcych gatunków roślin w Puszczy Ładzkiej wykazały: odległość od granicy lasu, odległość od zabudowań i wilgotność siedliska. Analizowane gatunki występowały rzadko w obszarach zabagnionych i rejonach o luźnej sieci dróg oraz często w strefie do 0,5 km od zabudowy i pod drzewostanami młodszymi niż 20 lat.

Słowa kluczowe: obce gatunki roślin, uwarunkowania inwazji, Puszcza Białowieska

Abstract. Alien plant species in Ładzka Forest NE Poland. The aim of the work is the recognition of distribution of invasive plant species in the Ładzka Forest (NW part of Białowieża Forest) and determination of main factors conditioning this distribution. There were chosen to the analysis 21 plant species alien to the primeval flora of the investigated area. The distribution data were collected in year 2013, penetrating the area by foot along forest border, transportation routes and forest administration grid lines. The following factors determining the species distribution were taken into account: moisture and fertility of the habitat, dominating tree species in the canopy and its age, as well as compatibility of the canopy species with the habitat, density of roads, distance from build up areas and distance from forest borderline. The hierar-

chy of the factors was determined by CCA analysis. The preferences towards particular categories within the analysed factors were established with Ivlev selectivity index. The carried out research demonstrates the presence of all 21 chosen species in total number over 200 000 specimens, present in 217 out of 1931 forest compartments. The most numerous species were *Impatiens parviflora* (138 localities and >100 K. specimens), *Malus domestica* (105 & >1000), *Sambucus racemosa* (39 & >1000) and *Padus serotina* (20 & >1000). The remaining species were registered sporadically. The biggest importance for distribution of alien plant species in Ładzka Forest demonstrated: the distance from forest border, distance from build up areas, and habitat moisture. The analysed species occurred rarely in boggy areas and in places of sparse road network on the other hand they occurred often in distance up to 0,5 km from build up areas and under canopies younger than 20 years.

Keywords: alien plant species, invasions' conditions, Białowieża Forest

Wprowadzenie

Inwazje biologiczne stanowią współcześnie jedno z największych zagrożeń dla zachowania naturalności przyrody (Genovesi i Shine 2004). W Europie występuje około 11 000 gatunków organizmów obcego pochodzenia z czego 15% powoduje zagrożenie dla zasiedlanych ekosystemów (DAISIE). W Polsce odnotowano ponad 1000 gatunków obcych roślin, z których trwale zdomowionych jest 460 gatunków, w tym 70 ma status gatunku inwazyjnego (Tokarska-Guzik i in. 2012).

Wnikanie inwazyjnych gatunków obcych wpływa niekorzystnie na zachowanie różnorodności i odrębności biologicznej. Zachodzi to głównie przez wypieranie gatunków rodzimych lub zanik lokalnych genotypów na drodze hybrydyzacji form lokalnych z obcymi przabyzami. Konsekwencją tych procesów mogą być zmiany struktury i funkcjonowania całej fitocenozy a nawet ekosystemu (Faliński 2004).

Inwazje biologiczne powodują również wymierne straty ekonomiczne, głównie w rolnictwie, leśnictwie i rybactwie. W gospodarce światowej roczne straty powodowane obecnością gatunków inwazyjnych szacowane są na 1,4 biliona dolarów. W Europie straty te wynoszą około 12 miliardów euro rocznie. W Niemczech tylko na usuwanie gatunków obcych wydaje się około 170 mln euro rocznie (Pawłaczyk 2009).

Szczególne zagrożenie obce gatunki roślin stanowią dla przyrody obszarów chronionych. Skutkiem ich obecności może być pogorszenie stanu lub zanik przedmiotu ochrony (Olczek 1998, Hulme i in. 2014). Jednym z najcenniejszych obszarów przyrodniczych w Polsce jest Puszcza Białowieska. Ostatnie badania flory Puszczy Białowieskiej (Sokołowski 1995, Adamowski i in. 2002) wskazują na nieznaczną obecność nierodzimych gatunków roślin w ekosystemach leśnych. Proces ten jednak może się nasilać, zwłaszcza że w osadach otaczających Puszcę występuje szereg inwazyjnych gatunków roślin (Sokołowski 1995, Adamowski i in. 2002, Adamowski 2009). Należy przy tym pamiętać, że proces inwazji może zachodzić bardzo szybko.

Ze względu na wyjątkową cenność Puszczy Białowieskiej, jej walory przyrodnicze powinno się zabezpieczać w stanie możliwie niezmienionym. Jednym z zadań jej ochrony powinna być ocena zagrożenia jakie stanowi występowanie gatunków inwazyjnych na jej terenie. W związku z powyższym, celem ogólnym podjętych badań było określenie progresji zasiedlania Puszczy Białowieskiej przez obce gatunki roślin. Jako obszar testowy najbardziej wysunięty na północny-zachód fragment o wielkości nieco ponad 1/10 polskiej części Puszczy Białowieskiej, noszący nazwę Puszczy Ladzkiej. Jest to obręb leśny o najsilniej rozwiniętej linii brzegowej i największym zagęszczeniu dróg, jednocześnie o wyraźnie niższym od ogólnego, średnim wieku drzewostanów i o najmniejszym udziale powierzchni rezerwatów (Półtorak 2011). Cechy te powodują, że Puszcza Ladzka może być uznana za fragment Puszczy Białowieskiej najbardziej narażony na wnikanie inwazyjnych gatunków roślin. W związku z tym procesy tu zaobserwowane mogą reprezentować zjawisko, które w przyszłości może zdażyć się w całym kompleksie leśnym. Celami szczegółowymi było rozpoznanie zasiedlenia Puszczy Ladzkiej przez obce gatunki roślin, określenie dróg ich wnikania w kompleks leśny oraz próba ustalenia czynników najbardziej sprzyjających ich pojawianiu się.

Teren badań

Puszcza Ladzka jest zwartym obszarem leśnym o powierzchni 6,96 tys. ha położonym we wschodniej Polsce między 23°33' i 23°44' długości wschodniej oraz między 52°48' i 52°55' szerokości północnej. Stanowi północno-zachodnią część kompleksu Puszczy Białowieskiej. Według podziału fizyczno-geograficznego Polski leży w makroregionie Niziny Północno-Podlaskiej i mezoregionie Równiny Bielskiej (Kondracki 2002). W strukturze Lasów Państwowych Puszcza Ladzka należy do Nadleśnictwa Browsk i obrębu Puszcza Ladzka (Półtorak 2011).

Teren Puszczy Ladzkiej jest lekko pofalowany o amplitudzie wysokości 140-170 m n.p.m. Główne formy geologiczne stanowią pochodzące ze zlodowacenia środkowopolskiego i zdenudowane moreny ablacyjne zbudowane z piasków gliniastych oraz moreny denne zbudowane z glin zwałowych i deluwialnych. Na północy Puszczy Ladzkiej znajdują się piaszczyste równiny eoliczne oraz wydmy z nieckami deflacyjnymi wypełnionymi płytkimi torfami. W części środkowej występują kemy zbudowane z piasków, żwirów i mułków. W dolinach rzecznych, denudacyjnych oraz wytopiskowych wypełnionych torfami wykształciły się równiny akumulacji biogennej. Na obszarach morenowych przeważają gleby brunatnoziemne. Na eolicznych równinach piaszczystych – gleby rdzawe i bielicoziemne. Wzdłuż koryt rzecznych – gleby torfowisk niskich. W podmokłych obniżeniach terenu – gleby hydrogeniczne i semihydrogeniczne (Kwiatkowski 1994).

Puszcza Ladzka leży w obszarze o klimacie umiarkowanym kontynentalnym, chłodnym z wpływami atlantyckimi. Średnia roczna temperatura wynosi 6,8°C; średnia stycznia -4,7°C, średnia lipca 17,8°C. Okres wegetacyjny trwa średnio 210 dni. Pokrywa śnieżna utrzymuje się średnio 92 dni. Średni roczny opad wynosi 641 mm (Sokołowski 2004).

Według geobotanicznego podziału Polski Puszcza Ladzka leży w Krainie Północnopodlaskiej, w Okręgu Białowiesko-Bielskim (Matuszkiewicz 1993). Potencjalną roślinność naturalną obszaru w przeważającej części stanowi grąd subkontynentalny *Tilio-Carpinetum*.

Lokalnie występują: subkontynentalny bór świeży *Peucedano-Pinetum* i kontynentalny bór mieszany *Quercu-Pinetum*. W dolinach małych rzek występują łągi jesionowo-olszowe *Fraxino-Alnetum* (Kwiatkowski 1994). W ujęciu siedliskowych typów lasu na obszarze Puszczy Ładzkiej największą powierzchnię zajmują lasy świeże (29,1%), następnie bory mieszane świeże (17,9%), lasy mieszane świeże (17,1%) i lasy wilgotne (15,3%). Mniejsze powierzchnie zajmują olsy jesionowe (7,1%), lasy mieszane wilgotne (4,1%), bory mieszane wilgotne (3,4%), bory świeże (2,7%) i olsy (2,1%) (Półtorak 2011). Do głównych gatunków lasotwórczych należą tu: sosna pospolita *Pinus sylvestris* (33,3%), świerk pospolity *Picea abies* (26,2%), olsza czarna *Alnus glutinosa* (18,5%) i dąb szypułkowy *Quercus robur* (12,3%) (Półtorak 2011).

Materialy i metody

Do badań wybrano 21 gatunków roślin obcego pochodzenia występujących w rejonie Puszczy Białowieskiej wytypowanych na podstawie literatury ze względu na występowanie w tym rejonie (Sokołowski 1995, Adamowski i in. 2002) i informacji ustnych (Adamowski W. 2013). Są to następujące taksony (w nawiasach podana jest dotychczas znana liczba stanowisk na terenie objętym poszukiwaniami): klon jesionolistny *Acer negundo* (1), klon jawor *Acer pseudoplatanus* (5), kasztanowiec biały *Aesculus hippocastanum* (1), uczepek amerykański *Bidens frondosa* (0), kolczurka klapowana *Echinocystis lobata* (0), buk zwyczajny *Fagus sylvatica* (1), słonecznik bulwiasty *Helianthus tuberosus* (0), niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora* (20), łubin trwały *Lupinus polyphyllus* (5), jabłoń domowa *Malus domestica* (34), winobluszcz zaroślowy *Parthenocissus inserta* (1), śliwa wiśniowa *Prunus cerasifera* (5), czeremcha amerykańska *Padus serotina* (1), dąb czerwony *Quercus rubra* (3), robinia akacjowa *Robinia pseudoacacia* (4), rudbekia naga *Rudbeckia laciniata* (0), dziki bez koralowy *Sambucus racemosa* (10), żarnowiec miotlasty *Sarothamnus scoparius* (2), nawłóć kanadyjska *Solidago canadensis* (0), nawłóć późna *Solidago gigantea* (0) i śnieguliczka biała *Symphoricarpos albus* (0).

Z danych o środowisku naturalnym Puszczy Ładzkiej i położeniu stanowisk względem antropogenicznych form użytkowania terenu wybrano osiem podstawowych parametrów mogących warunkować rozprzestrzenianie się analizowanych gatunków. Z czynników przyrodniczych przyjęto żyzność i wilgotność siedliska, wiek drzewostanu oraz jego gatunek dominujący. Charakterystyki wymienionych czynników przyjęto z operatu urządzeniowego lasu (Półtorak 2011). Z czynników antropogenicznych uwzględniono: zgodność drzewostanu z siedliskiem, odległość od granicy lasu i odległość od zabudowań oraz zagęszczenie dróg. Zgodność drzewostanu z siedliskiem przyjęto z operatu urządzeniowego lasu (Półtorak 2011). Odległości stanowisk gatunków od zabudowy i granicy lasu pomierzono na mapach numerycznych za pomocą programu ArcGIS 10.1 (Esri). Zagęszczenie dróg w poszczególnych oddziałach obliczono za pomocą programu ArcGIS 10.1 (Esri) na podstawie mapy numerycznej sieci dróg Puszczy Ładzkiej, zweryfikowanej w trakcie prac terenowych.

Dane o występowaniu wybranych nierodzimych gatunków zebrano w roku 2013 metodą marszrutową wzdłuż linii oddziałowych, szlaków komunikacyjnych i granicy lasu. Łączna długość zlustrowanych tras wyniosła ponad 300 km. Podstawową jednostką badawczą było wydzielenie drzewostanowe. Dla wystąpień gatunków notowano współrzędne geograficzne

za pomocą odbiornika GPS (Garmin Etrex) z błędem nie większym niż pięć metrów, adres leśny wydzielenia oraz liczebność gatunku. Przyjęto następującą skalę liczebności występowania roślin w wydzieleniu: I – jeden do 10 okazów, II – od 11 do 100 okazów, III – od 101 do 1000 okazów, IV – powyżej 1000 okazów. W przypadku gatunków drzewiastych notowano też warstwę lasu, w którym wystąpił osobnik. Wszystkie wystąpienia wybranych do badań gatunków obcych udokumentowano fotograficznie. Poszczególnym stanowiskom przypisano informacje siedliskowe, drzewostanowe i lokalizacyjne a następnie zestawiono je w bazie danych.

Hierarchię ważności czynników warunkujących występowanie analizowanych gatunków określono za pomocą kanonicznej analizy zgodności (CCA), obliczonej i przedstawionej graficznie przy użyciu programu Canoco 5 (ter Braak i Šmilauer 2012). Istotność statystyczną osi kanonicznych określono na podstawie testu Monte Carlo. Jako progowy przyjęto poziom istotności mniejszy od 0,05. W tej analizie zmienną kategoryjalną – gatunek panujący w drzewostanie zastąpiono odpowiadającą mu wartością cienistości przyjętą za Niinemets i Valladares (2006).

Udziały procentowe stanowisk występujących w poszczególnych kategoriach parametrów środowiskowych porównano z udziałem tych kategorii w całej powierzchni terenu badań. Analogicznie postąpiono z liczbą osobników. Dla zidentyfikowania sprzyjających wystąpieniom gatunków kategoriom czynników środowiskowych obliczono wskaźniki wybiórczości (Ivlev 1961). Wskaźnik wybiórczości (E) równy "-1" oznacza całkowite unikanie, a "+1" całkowitą preferencję danej kategorii zasobu. Wartości bezwzględne wskaźnika $|E| < 0,25$ uważa się za obojętne a $|E| > 0,25$ uważa się za reakcję znaczącą (Strauss 1979). Poziom istotności różnic rozkładu określono za pomocą testu χ^2 .

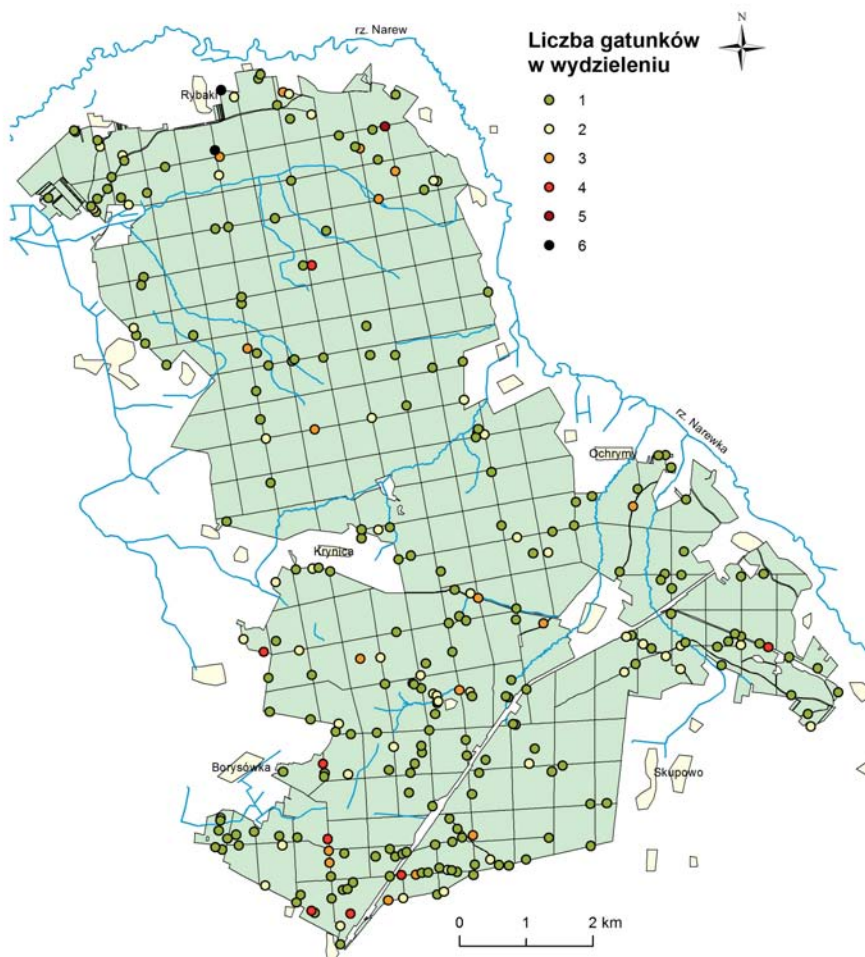
Wyniki

Na terenie Puszczy Ładzkiej stwierdzono występowanie wszystkich 21 wybranych do badań gatunków inwazyjnych. Największą liczbę stanowisk wykazały *Impatiens parviflora* (138) i *Malus domestica* (105). Najmniejszą – *Acer negundo* (2) oraz *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum*, *Echinocystis lobata* i *Rudbeckia laciniata* (po jednym stanowisku). Największą liczbę osobników (> 100 000) stwierdzono w przypadku *Impatiens parviflora*. Najmniejszą (< 10) w przypadku *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum*, *Echinocystis lobata*, *Fagus sylvatica* i *Rudbeckia laciniata* (tab. 1). Łącznie wymienione gatunki stwierdzono na 398 stanowiskach.

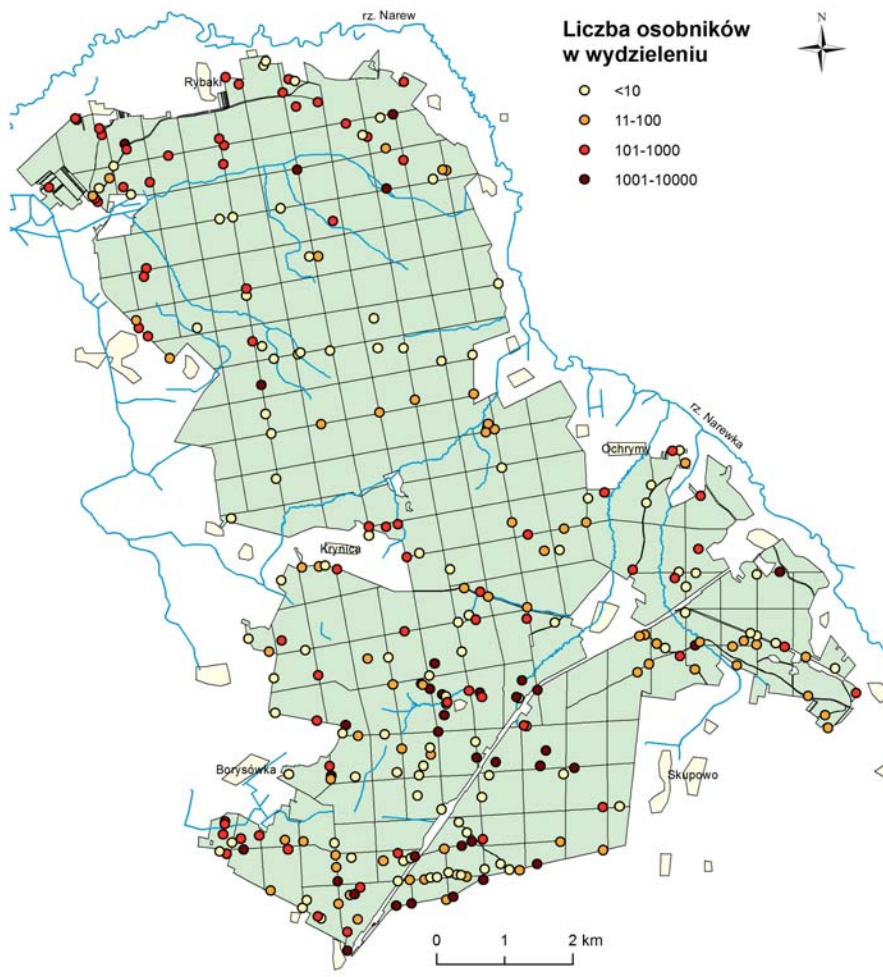
Spośród 1931 wydzieleń drzewostanowych występujących na terenie badań zasiedlonych przez gatunki obce było 273. Najwięcej zasiedlonych wydzieleń odnotowano wzdłuż dróg na południu oraz na północy Puszczy Ładzkiej. W rejonach tych znajdują się zarówno wydzielenia z największą liczbą gatunków jak i największą liczbą osobników wybranych do poszukiwań gatunków nierodzimych. Stosunkowo najslabiej zasiedlona przez obcych przybyszów jest środkowa część terenu. W większości wydzieleń notowano po jednym gatunku i do 100 osobników. Więcej niż trzy gatunki obce stwierdzono w 11 wydzieleniach. Więcej niż 1000 osobników stwierdzono w 36 wydzieleniach.

Tab. 1. Liczba stanowisk i osobników obcych gatunków roślin w Puszczy Ładzkiej
Table 1. Number of stands and specimens of alien plant species in Ładzka Forest

Gatunek	Liczba stanowisk	Liczba osobników
<i>Acer negundo</i>	2	<10
<i>Acer pseudoplatanus</i>	9	1001-10000
<i>Aesculus hippocastanum</i>	1	<10
<i>Bidens frondosa</i>	3	101-1000
<i>Echinocystis lobata</i>	1	<10
<i>Fagus sylvatica</i>	1	<10
<i>Helianthus tuberosus</i>	5	1001-10000
<i>Impatiens parviflora</i>	138	>100000
<i>Lupinus polyphyllus</i>	9	1001-10000
<i>Malus domestica</i>	105	1001-10000
<i>Parthenocissus inserta</i>	7	101-1000
<i>Prunus cerasifera</i>	11	1001-10000
<i>Padus serotina</i>	20	1001-10000
<i>Quercus rubra</i>	10	11-100
<i>Robinia pseudacacia</i>	7	101-1000
<i>Rudbeckia laciniata</i>	1	<10
<i>Sambucus racemosa</i>	39	1001-10000
<i>Sarothamnus scoparius</i>	6	11-100
<i>Solidago canadensis</i>	10	101-1000
<i>Solidago gigantea</i>	10	101-1000
<i>Symphoricarpos albus</i>	3	101-1000



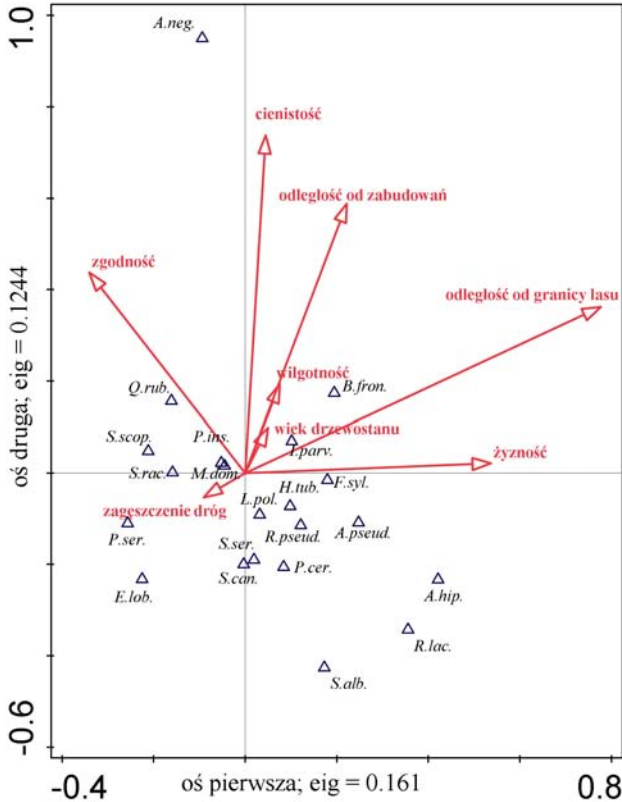
Ryc. 1. Liczba obcych gatunków roślin w wydzieleniach drzewostanowych
Fig. 1. The number of alien plant species in forest compartments



Ryc. 2. Liczba osobników obcych gatunków roślin w wydzieleniach drzewostanowych
Fig. 2. The number of alien plant specimens in forest compartments

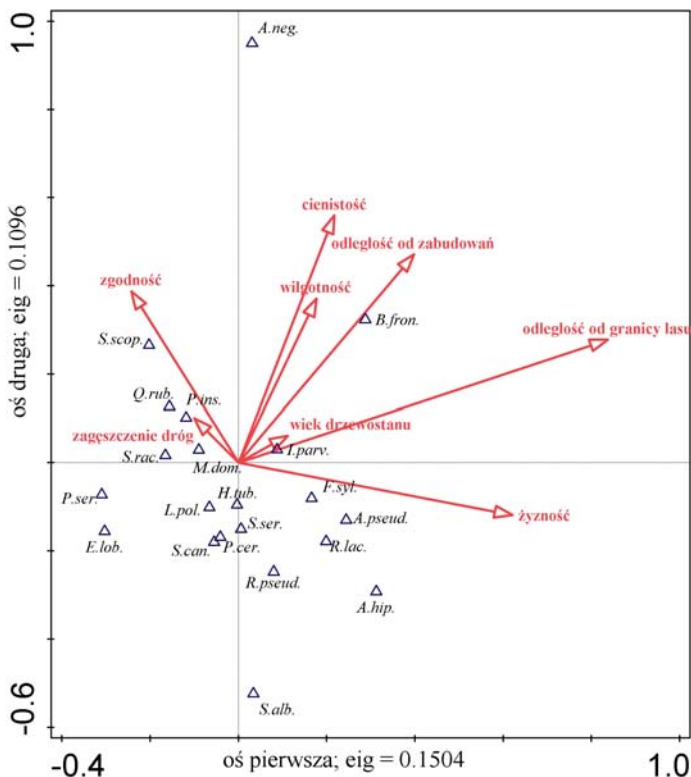
Kanoniczna analiza zgodności wykonana dla obecności gatunków obcych wyjaśnia 4,8% zmienności ich rozkładu. Spośród nich największe znaczenie dla rozmieszczenia gatunków obcych ma odległość od granicy lasu ($F=2,7$; $p=0,001$), następnie odległość od zabudowań ($F=1,9$; $p=0,02$), wilgotność ($F=1,7$; $p=0,03$), cienistość ($F=1,6$; $p=0,06$) oraz żyzność ($F=1,5$; $p=0,07$). Kanoniczna analiza zgodności wykonana z uwzględnieniem ilościowości gatunków obcych wyjaśnia 4,0% zmienności ich rozkładu. Spośród przyjętych czynników największe znaczenie ma odległość od granicy lasu ($F=2,6$; $p=0,001$), wilgotność ($F=1,5$;

$p=0,07$), cienistość ($F=1,4$; $p=0,12$) i żyzność ($F=1,3$; $p=0,14$). Odległość od zabudowań ($F=1,1$; $p=0,37$) okazała się nieistotna. W obydwu analizach z osią pierwszą najbardziej skorelowane są żyzność oraz odległość od granicy lasu. Z osią drugą w analizie opartej na obecności gatunków najbardziej skorelowane są cienistość i odległość od zabudowań, a w analizie opartej na ilościowości najbardziej skorelowane są cienistość i wilgotność. Biorąc pod uwagę najliczniej występujące gatunki, w obydwu analizach można odnotować słabą dodatnią zależność między obecnością *Impatiens parviflora* a odległością od granicy lasu i słabą ujemną zależność między obecnością *Sambucus racemosa* i *Malus domestica* a żyznością.



Ryc. 3. Zależność występowania obcych gatunków roślin od czynników środowiska, uzyskana w analizie CCA na podstawie obecności gatunków na stanowiskach

Fig. 3. The relation of occurrence of alien plant species from environmental factors, obtained by CCA analysis on the basis of presence of species on the localities



Ryc. 4. Zależność występowania obcych gatunków roślin od czynników środowiska, uzyskana w analizie CCA na podstawie liczebności gatunków na stanowiskach

Fig. 4. The relation of occurrence of alien plant species from environmental factors, obtained by CCA analysis on the basis of number of specimens on the localities

Wskaźniki wybiórczości Ivleva (E) obliczone na podstawie obecności gatunków wskazują na preferencyjne występowanie analizowanych gatunków w odległości do 0,5 km od zabudowy ($E = 0,25$; $\chi^2 = 45,12$; $p < 0,001$) i pod drzewostanami młodszymi niż 20 lat ($E = 0,37$; $\chi^2 = 22,71$; $p < 0,001$), ponadto na unikanie siedlisk bagiennych ($E = -0,8$; $\chi^2 = 56,63$; $p < 0,001$) i siedlisk bardzo żyznych ($E = -0,4$; $\chi^2 = 68,1$; $p < 0,001$); drzewostanów olszowych i brzozowych ($E_{ol} = -0,5$; $E_{brz} = -0,35$; $\chi^2 = 56,63$; $p < 0,001$) oraz obszarów bez dróg ($E = -0,46$; $\chi^2 = 65,31$; $p < 0,001$). Względem pozostałych czynników analizowane gatunki wykazały obojętność. Bardzo podobnie kształtują się rozkłady wskaźnika wybiórczości obliczone na podstawie liczebności gatunków.

Dyskusja

Większość badanych gatunków zwiększyła liczbę swoich stanowisk na terenie Ładzkiej Puszczy względem wcześniejszych obserwacji (Łuczaj 1994, Sokołowski 1995, Adamowski i in. 2002). Największy przyrost liczby stanowisk wykazały: *Impatiens parviflora* (20/138), *Malus domestica* (34/105) i *Sambucus racemosa* (10/39). Najbardziej dynamiczny przyrost przy zdecydowanie mniejszej liczbie stanowisk wykazały *Padus serotina* (1/20) i *Parthenocissus inserta* (1/7). Dwu-trzykrotny przyrost liczby stanowisk do ok. 10 wykazały: *Acer platanoides*, *Lupinus polyphyllus*, *Prunus cerasifera*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudacacia* i *Sarothamnus scoparius*. Stabilną, nie przekraczającą 2, liczbę stanowisk wykazały *Acer negundo*, *Aesculus hippocastanum* i *Fagus sylvatica*. Po raz pierwszy na tym terenie odnotowano stanowiska takich gatunków jak: *Bidens frondosa*, *Echinocystis lobata*, *Helianthus tuberosus*, *Rudbeckia laciniata*, *Solidago canadensis* i *S. gigantea* oraz *Symphoricarpos albus*.

Mimo zaobserwowanego przyrostu liczby stanowisk i osobników roślin inwazyjnych stopień zasiedlenia Puszczy Ładzkiej można nadal uznać za inicjalny i wyraźnie mniejszy niż w innych kompleksach leśnych w Polsce (np. Chmura 2004, Koba 2012, Gazda i Augustynowicz 2012, Kołaczowska i in. 2013), w tym również w niektórych parkach narodowych (np. Danielewicz i Maliński 1997, Dajdok i in. 2007, WFOŚiGW 2010, Otręba i Michalska-Hejduk 2014). Obserwacje te pozwalają uznać, że jest to jeszcze moment, w którym podjęcie przeciwdziałań ma szansę skuteczności i to przy zaangażowaniu umiarkowanych środków zgodnie z zasadą wczesnego rozpoznania i szybkiej reakcji (Hobbs i Humpries 1995, Rejmánek i Pitcairn 2002). Nie należy jednak zwlekać z przeciwdziałaniem biorąc pod uwagę fakt, że wszystkie obserwowane gatunki osiągnęły fazę owocowania i wykazują spontaniczne odnawianie, oraz szereg z nich (*I. parviflora*, *A. negundo*, *A. pseudoplatanus*, *Padus serotina*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudacacia*, oraz wszystkie nowoprzybyte) pojawiło się na nowych stanowiskach oddalonych nawet o kilka kilometrów od stanowisk znanych z literatury (Sokołowski 1995, Adamowski i in. 2002).

Niewielki stopień wyjaśnionej zmienności rozmieszczenia gatunków może wynikać z kilku przyczyn. Podstawową z nich jest nieduża liczba stanowisk większości gatunków. Wiele miejsc gdzie nie ma gatunków sprawia w tej sytuacji wrażenie niekorzystnych, podczas gdy wynika to z braku dopływu diaspor. Sytuacja taka może zniekształcać obraz preferencji. Kolejną przyczyną słabego stopnia wyjaśnienia przyczyn rozmieszczenia gatunków jest przyjęcie tylko kilku uznanych za najważniejsze czynników. Na aktualną dystrybucję gatunków mogą wpływać inne nieuwzględnione zmienne. Ponadto czynniki dotyczące właściwości siedlisk i drzewostanów nie dotyczyły punktów wystąpienia gatunków, tylko całego wydzielenia w którym było stanowisko gatunku, co powodowało pewne uśrednienie warunków z większej powierzchni. Kolejną przyczyną zmniejszającą stopień wybiórczości może być łączne rozpatrywanie wszystkich gatunków, co w przypadku gatunków o odmiennych wymaganiach może powodować uśrednienie reakcji całego rozpatrywanego zbioru. Mimo wystąpienia wymienionych ograniczeń można uznać, że głównym czynnikiem wyjaśniającym rozmieszczenie roślin inwazyjnych w Puszczy Ładzkiej jest sąsiedztwo antropogenicznych form użytkowania terenu: osad ludzkich, przestrzeni otwartych i dróg, które można rozumieć zarówno jako źródło diaspor jak i zaburzeń fitocenozy. Z warunków siedliskowych i drzewostanowych tylko zabagnienie terenu wpływa ujemnie na zasiedlenie przez gatunki obce. Przewaga czynników antropogenicznych nad siedliskowymi może świadczyć o inicjalnym etapie zasiedlania danego

obszaru. Podobnie w wielu innych środowiskach główną rolę w rozmieszczeniu gatunków obcych odgrywają czynniki antropogeniczne (Gavier-Pizarro i in. 2010, Pyšek i in. 2010, Carboni i in. 2011). Znacznie rzadziej – w układach stabilnych większą rolę odgrywają czynniki siedliskowe (Pino i in. 2005). Wyniki te jednak często zależą od skali przestrzennej, w której jest rozpatrywane zjawisko inwazji (Theoharides i in. 2007, Milbau i in. 2009).

W chwili obecnej wydaje się możliwe wyeliminowanie większości obcych gatunków roślin występujących w Puszczy Ładzkiej z racji niewielkiej liczby ich stanowisk i osobników. Osobną, otwartą kwestią jest pytanie, czy wszystkie z rozpatrywanych gatunków wymagają eliminacji. W przypadku *Impatiens parviflora* (ryc. 5) i *Bidens frondosa* przy obecnym stanie wiedzy może to być trudne. Z racji silnej światłoządności rodzaju *Solidago* można się spodziewać, że występowanie jego gatunków będzie samoistnie ograniczało się do terenów otwartych.



Ryc. 5. *Impatiens parviflora* wzdłuż drogi w Puszczy Ładzkiej (fot. K. Fyalkowska 2013)

Fig. 5. *Impatiens parviflora* along a forest road in the Ładzka Forest (phot. K.Fyalkowska 2013)

Wnioski

1. Choć w Puszczy Ładzkiej w ostatnich dekadach liczba stanowisk roślin inwazyjnych wyraźnie wzrosła, to nadal jej stopień zasiedlenia można określić jako inicjalny.
2. Najwięcej stanowisk gatunków obcych w Puszczy występuje w sąsiedztwie osad, dróg i terenów otwartych; najmniej – na siedliskach zabagnionych.
3. Istnieje szansa na skuteczne usunięcie większości gatunków roślin inwazyjnych z Puszczy Ładzkiej. Nie należy jednak odwlekać tego w czasie gdyż większość z analizowanych gatunków skutecznie się odnawia i powiększa liczbę stanowisk.

Podziękowania

Autorzy dziękują Panu Nadleśniczemu Nadleśnictwa Browsk mgr inż. Dariuszowi Skirko za udostępnienie leśnych map numerycznych i pomoc w organizacji prac terenowych, Panu dr. Piotrowi Zaniewskiemu za wykonanie analizy CCA oraz koleżankom i kolegom z Sekcji Botaniki Leśnej Koła Naukowego Leśników SGGW za pomoc przy zbieraniu danych. Dziękujemy także dwóm anonimowym recenzentom za cenne uwagi, które pozwoliły ulepszyć finalną wersję artykułu.

Literatura

- Adamowski W. 2009. Ornamental non-woody plants that threaten the native flora in Białowieża Forest (NE Poland). 10th International Conference Ecology and Management of Alien Plants Invasions, 23-27 August 2009. Book of abstracts. Stellenbosch, South Africa. p. 19.
- Adamowski W., Dvorak L., Romanjuk I. 2002. Atlas of alien woody species of the Białowieża Primaeval Forest. *Phytocoenosis N.S. Suppl. Cart. Geobot.*, 14: 1-301.
- Carboni M., Santoro R., Acosta A.T. 2011. Dealing with scarce data to understand how environmental gradients and propagule pressure shape fine-scale alien distribution patterns on coastal dunes. *J. Veg. Sci.* 22: 751-765.
- 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.
- DAISIE. Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe. <http://www.europe-alien.org>. Ostatni dostęp: 15.12.2014.
- Dajdok Z., Krzysztofiak A., Krzysztofiak L., Romański M., Śliwiński M. 2007. Rośliny inwazyjne w Wigierskim Parku Narodowym. Wigierski Park Narodowy, Krzywe. pp. 24.
- Danielewicz W., Maliński T. 1997. Drzewa i krzewy obcego pochodzenia w lasach Wielkopolskiego Parku Narodowego. *Rocznik Dendrologiczny* 45: 65-81.
- Gavier-Pizarro G.I., Radeloff V.C., Stewart S.I., Huebner C.D., Keuler N.S. 2010. Housing is positively associated with invasive exotic plant species richness in New England, USA. *Ecol. Appl.* 20: 1913-1925.
- Gazda A., Augustynowicz P. 2012. Obce gatunki drzew w polskich lasach gospodarczych: co wiemy o puli obcych gatunków drzew oraz o rozmieszczeniu wybranych taksonów. *Stud. i Mat. CEPL, Rogów* 33: 53-61.
- Genovesi P., Shine C. 2004. European Strategy on Invasive Alien Species. *Nature and Environment* 137. Council of Europe Publishing, Strasbourg. pp. 68.
- Hobbs R.J., Humphries S.E. 1995. An integrated approach to the ecology and management of plant invasions. *Conserv. Biology* 9 (4): 761-770.
- Hulme E.P., Pysek P., Pergl J., Jarosik V., Schaffner U., Vila M. 2014. Greater focus needed on alien plant impacts in protected areas. *Conservation Letters*, 7: 459-466.
- Ivlev V.S. 1961. *Experimental ecology of the feeding of fishes*. Yale University Press. New Haven. pp. 302.
- Koba J. 2012. Udział obcych gatunków roślin naczyniowych w strukturze leśnych zespołów roślinnych nadleśnictwa Kozienice. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 33 (4): 250-258.

- Kołaczkowska E., Obidziński A., Mędrzycki P., Dudek M. 2013. Obce inwazyjne gatunki roślin w Lasach Miejskich Warszawy. W *Interdyscyplinarne i aplikacyjne znaczenie nauk botanicznych. Streszczenia wystąpień ustnych i plakatów LVI. Zjazdu Polskiego Towarzystwa Botanicznego, Olsztyn, 24–30 czerwca 2013.* p. 316-317.
- Kondracki J., 2002. *Geografia Regionalna Polski*, PWN, Warszawa. pp. 634.
- Kwiatkowski W. 1994. Krajobrazy roślinne Puszczy Białowieskiej. *Phytocoenosis N.S.* 6, Suppl. Cart. Geobot. 6: 35-87.
- Luczaj Ł. 1994. Development of forest edge scrub communities in the Białowieża Forest in north-eastern Poland. *Fragmenta Floristica et Geobotanica* 39 (2): 589-604.
- Matuszkiewicz J.M. 1993. Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski. *Prace geograficzne* 158. Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław.
- Matuszkiewicz W., Faliński J.B., Kostrowicki A.S., Matuszkiewicz J.M., Olaczek R., Wojterski T., 1995. Potencjalna roślinność naturalna Polski. Mapa przeglądowa 1:300 000. IGiPZ PAN, Warszawa.
- Milbau A., Stout J.C., Graae B.J., Nijs I. 2009. A hierarchical framework for integrating invasibility experiments incorporating different factors and spatial scales. *Biol. Invasions* 11: 941-950.
- Niinemets U., Valladares F. 2006. Tolerance to shade, drought, and waterlogging of temperate Northern Hemisphere trees and shrubs. *Ecological Monographs* 76: 521–547.
- Olaczek R. 1998. The synanthropization of plant cover in the protected areas as a scientific and conservation problem. W: Faliński J. B., Adamowski W., Jackowiak B. (red.) *Synanthropization of plant cover in new Polish research.* *Phytocoenosis* 10 (N. S.), Suppl. Catogr. Geobot. 9: 275-279
- Otręba A., Michalska-Hejduk D. (red.) 2014. *Inwazyjne gatunki roślin w Kampinoskim Parku Narodowym i w jego sąsiedztwie.* Wyd. Kampinoski Park Narodowy. Izabelin. pp.122.
- Pino J., Font X., Carbo J., Jové M., Pallares L. 2005. Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biol. Conserv.* 122: 339–350.
- Póltorak J. 2011. *Elaborat Planu Urządzania Lasu Nadleśnictwa Browsk obrębów: Browsk, Lacka Puszcza, Narewka na okres 01.01.2012–31.12.2021.* Tom 1. Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej oddział w Białymstoku, Białystok.
- Pyšek P., Jarošík V., Hulme P.E., Kühn I., Wild J., et al. 2010. Disentangling the role of environmental and human pressures on biological invasions across Europe. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 107: 12157-12162.
- Rejmánek M., Pitcairn M. J. 2002. When is eradication of exotic pest plants a realistic goal? In C.R. Veitch, M.N. Clout, [eds.], *Turning the tide: the eradication of invasive species*, International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland. p. 249-253.
- Sokołowski A.W. 1995. Flora roślin naczyniowych Puszczy Białowieskiej. *Białowiecki Park Narodowy.* pp. 273.
- Sokołowski A.W. 2004. *Lasy Puszczy Białowieskiej.* Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. pp. 363.
- Strauss R.E. 1979. Reliability estimates for Ivlev's electivity index, the forage ratio, and proposed linear index of food selection. *Transactions of The American Fisheries Society*, 108 (4): 344-352.

- ter Braak C.J.F., Šmilauer P. 2012. Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer Power, Ithaca, USA. pp. 496.
- Theoharides K.A., Dukes J.S. 2007. Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion. *New Phytol.* 176: 256–273.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa. p. 106.
- Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej Gdańsk. 2010. Inwentaryzacja inwazyjnych gatunków obcych na terenie Parku Narodowego Bory Tucholskie. Charzykowy. Maszynopis. pp. 23.

Kateryna Fyalkowska¹, Maciej Rafal Wroniewski¹, Artur Obidziński²

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie,

¹Koło Naukowe Leśników,

²Samodzielny Zakład Botaniki Leśnej

kasia.chudijenko@vp.pl,

m.r.wroniewski@gmail.pl,

artur_obidzinski@sggw.pl