

Mechanizmy i ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Bogdan Jaroszewicz

Białowieża Stacja Geobotaniczna, Wydział Biologii, Uniwersytet Warszawski

DEFINICJE: Co to jest inwazja biologiczna?

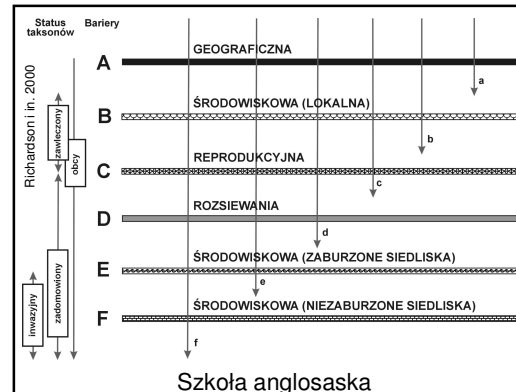
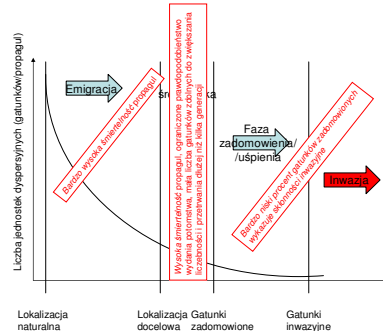
Inwazja biologiczna to zjawisko polegające na gwałtownym rozprzestrzenianiu się gatunku (zasiedleniu, wydaniu potomstwa, dalszym rozprzestrzenieniu i trwaniu), na terenie położonym poza granicami jego naturalnego występowania i z dala od ewentualnego miejsca introdukcji. Richardson i in. (2000) umownie przyjęli, że jest to rozprzestrzenianie z szybkością >100 m, w ciągu <50 lat.

Ranking wybranych zagrożeń dla różnorodności biologicznej (za Mack i in. 2000):

1. degradacja i utrata siedlisk (81%);
2. inwazje biologiczne (57%);
3. nadmierna eksploatacja ekosystemów (10%);
4. zanieczyszczenia środowiska (7%);

Straty w gospodarce światowej powodowane przez gatunki inwazyjne zostały oszacowane na ponad 1,4 biliona USD rocznie.

Inwazja jest jedynie końcowym etapem wieloetapowego procesu transportowego



DEFINICJE:

- **Gatunek rodzimy** – odnosi się do gatunków naturalnie występujących na danym obszarze, które nie zostały celowo lub przypadkowo wprowadzone przez ludzi. Termin ten jest zwykle stosowany w odniesieniu do roślin, które ewoluowały *in situ* albo pojawiły się na danym obszarze przed rozpoczęciem neolitu (w Europie Środkowej jest to około 5500 lat p.n.e)
- **Gatunek obcy (antropofil)** – gatunek, który został wprowadzony (introdukowany) poza jego naturalny aktualny lub historyczny zasięg, przy czym wprowadzanie (introdukcje) określa się jako przeniesienie obcego gatunku poza jego naturalny zasięg bezpośrednio lub pośrednio na skutek działania człowieka (Konwencja o różnorodności biologicznej).
- **Gatunek przejściowy** (przejściowy, okazjonalny, **efemeryt**, **ergazjofit**, „sporadyczny uciekinierzy”, „utrzymujące się po uprawie”) rośliny obce, które mogą dobrze się rozwijać i nawet okazjonalnie rozmnażać na danym obszarze, ale nie tworzą odradających się populacji i często ich utrzymanie wymaga wielokrotnego wprowadzania.
- **Gatunek zadomowiony (neofit, agriofit)** – gatunek obcy rozmnażający się skutecznie bez interwencji człowieka i tworzący populację odwarzającą się przez kilka pokoleń. Zadomowienie jest procesem, w efekcie którego gatunek jest w stanie skutecznie rozmnażać się na nowym obszarze na wystarczającym poziomie, aby zapewnić jego ciągłe przetrwanie bez dopływu nowego materiału genetycznego spoza tego obszaru. Na tym etapie roślinę określa się jako zadomowioną i w tym sensie jest to równoznaczne z jej naturalizacją (Konwencja o różnorodności biologicznej).
- **Gatunek inwazyjny** – gatunek obcy, który uległ naturalizacji i stanowi lub może stanowić zagrożenie dla różnorodności biologicznej ze względu na zdolność do skutecznego rozmnażania w znacznej odległości od roślin rodzicielskich oraz zdolność do rozprzestrzeniania się na dużych obszarach i wypierania elementów rodzimej flory i fauny (Richardson 2000).

Cechy gatunku inwazyjnego:

- obce pochodzenie geograficzne;
- zdolność kolonizowania siedlisk synantropijnych, półnaturalnych lub naturalnych;
- zdomowienie (występowanie populacji spontanicznych, utrzymujących się bez zasilania przez propagule pochodzące z zewnątrz);
- zdolność do skutecznego rozprzestrzeniania, namnażania się i zwiększania populacji
- istnienie puli nie opanowanych dogodnych siedlisk (gatunek w trakcie ekspansji).

Przykłady obcych gatunków **nieinwazyjnych**

Archeofity – gatunki zawleczone i zdomowione do końca XV w., towarzyszące uprawom i tradycyjnej zabudowie; grupa gatunków często współcześnie ustępujących i zagrożonych wyginięciem

kąkol *Agrostemma githago*

500 lat globalizacji biologicznej

Koniec XV w. przyjęto jako granicę pomiędzy archeofitami i kenofitami, gdyż od czasów odkrycia Ameryki przez Krzysztofa Kolumba nastąpił gwałtowny przyrost ilości transportowanych towarów i odległości na jakie transportowano towary, w tym celowo i przypadkowo również diaspory organizmów. Zakres przestrzenny i intensywność przenoszenia organizmów w skali globu w okresie ostatnich 200 lat nie ma żadnego porównywalnego odpowiednika w przeszłości.

Przykłady obcych gatunków **nieinwazyjnych**

Gatunki występujące wyłącznie na siedliskach antropogenicznych (np. na drogach leśnych) i takie, które już zakończyły ekspansję, m.in.

Juncus tenuis
Luzula luzuloides

Bidens frondosa
Elodea canadensis

Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów

- **mikroorganizmy** – inwazje głównie naturalne lub przypadkowe, celowe wsiedlenia mikroorganizmów przez człowieka dotyczą niewielu grup gatunków: drożdży (proces fermentacji) oraz grzybów mikoryzowych (w celu podniesienia żywotności roślin);

Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów

- **owady** – inwazje spowodowane głównie przypadkowym zawleczeniem wraz z transportowanymi towarami; ograniczona liczba inwazji została spowodowana celowymi wsiedleniami przez człowieka (np. trzmiele *Bombus* na Nowej Zelandii); obserwuje się także proces naturalnych inwazji (np. *Phyllonorycter issikii* i *Cameraria ohridella*);

Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów

- **bezkregowce morskie** – inwazje spowodowane głównie przypadkowym zawlečeniem wraz z transportowanymi towarami, na burtach statków oraz w balaście (np. *Dreysena polymorpha* – mięczak euroazjatycki opanowujący Wielkie Jeziora w USA); ograniczona liczba inwazji została spowodowana celowymi wsiedleniami przez człowieka (np. ostrzyga *Crassostrea gigas* pochodząca z wybrzeży Japonii wsiedlona na wybrzeżu USA); mniej wiadomo o naturalnych inwazjach tych organizmów;

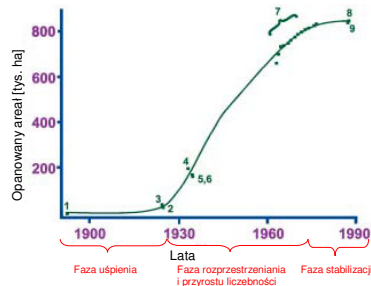
Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów

- **kregowce** – inwazje spowodowane głównie celowym wsiedleniem przez człowieka lub ucieczką z niewoli: norka amerykańska *Neovison vison*, jenot *Nyctereutes procyonoides*, wiewiórka szara *Sciurus carolinensis* w Europie, lis *Vulpes vulpes*, królik *Oryctogalus cuniculus* w Australii i wiele innych, w tym dziczak zwierzęta domowe; przypadkowe zawleczenia, choć rzadkie okazały się jednymi z najbardziej destrukcyjnych: szczur *Rattus norvegicus*, wąż *Boiga irregularis* zawleczony na wyspę Guam;

Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów

- **rośliny** – część inwazji spowodowało przypadkowe zawleczenie nasion z materiałem siewnym; zdecydowana większość inwazji roślinnych jest jednak efektem celowych wsiedleń gatunków jako: użytkowych (eukaliptusy *Eucalyptus* sp., czeremcha amerykańska *Prunus serotina*), dekoracyjnych (hiacynt wodny *Eichhornia crassipes*), czy w celach naukowych (ogrody botaniczne – niecierpek drobnokwiatowy *Impatiens parviflora*);

Model przyrostu liczebności populacji gatunków inwazyjnych na przykładzie *Opuntia aurantiaca* w Południowej Afryce



Moran i Zimmerman 1980

Cechy predysponujące gatunek do zostania gatunkiem inwazyjnym

- Szeroka skala tolerancji w odniesieniu do warunków życia (u zwierząt również niska wybiórczość pokarmowa)
- Szybki rozwój osobniczy (od propaguli do osobnika generatywnego)
- U roślin:
 - zdolność do zapylenia i zapłodnienia bez udziału innych organizmów: (autogamia – *Arabidopsis thaliana*, *Bromus tectorum*; apomiksja – *Poa* sp., *Taraxacum officinale*);
 - produkcja propagul wegetatywnych (rozmnóżki, bulwki, itp.);
 - zdolność do rozprzestrzeniania się na duże odległości (wiatr – większość *Asteraceae*; mięsiste jadalne owoce – większość *Rosaceae* *Rubus* sp., *Vaccinium* sp.; czepność propagul haczyki, kolce, itp. – trawy, turzyce);

DEFINICJE:

Autogamia to zjawisko powstawania zygoty z połączenia komórek rozrodczych produkowanych przez jeden (ten sam) organizm. Autogamię u roślin określamy nazwą samozapylenia lub samopylności (zapłodnienie pyłkiem tej samej rośliny)

Apomiksja to typ rozmnażania roślin wyższych z pominięciem zapłodnienia; obejmuje rozmnażanie wegetatywne lub powstawanie zarodka z komórek innych niż płożce;

Dlaczego *Lantana camara* jest tak szeroko rozprzestrzeniona?

jest szeroko rozpowszechniona w uprawie (atrakcyjna dekoracyjnie)
jest bardzo zmienna genetycznie – takson pochodzenia mieszańcowego
jest uzbrojona w kolce
ma właściwości toksyczne i allelopatyczne
może rosnać w szerokim zakresie warunków klimatycznych i siedliskowych
łatwo regeneruje się po uszkodzeniach
obficie rozmnaża się zarówno wegetatywnie jak generatywnie
skutecznie konkuruje z rodzimymi gatunkami
krzyżuje się z pokrewnymi taksonami
jej nasiona roznoszą ptaki

DEFINICJE: Co to jest allelopatia?

Allelopatia to wzajemne oddziaływanie sąsiadujących ze sobą gatunków za pośrednictwem związków chemicznych wydzielanych przez osobniki żywe lub uwalnianych podczas rozkładu osobników martwych.
Może być oddziaływaniem zarówno hamującym jak stymulującym wzrost i rozwój.

Szwejkowska A. i Szwejkowski J. 1993. Słownik botaniczny.

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie osobniczym/organizmalnym:

- redukcja szybkości przyrostu i rozmiarów osobnika pod wpływem organizmu inwazyjnego (np. inwazyjny grzyb pasożytniczy lub roślinożerca ograniczający przyrosty roczne rodzimego drzewa); przykład: *Phyllonorycter issickii* vs. *Tilia* sp.

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie osobniczym/organizmalnym:

- redukcja szybkości przyrostu i rozmiarów osobnika pod wpływem organizmu inwazyjnego (np. inwazyjny grzyb pasożytniczy lub roślinożerca ograniczający przyrosty roczne rodzimego drzewa); przykład: *Phyllonorycter issickii* vs. *Tilia* sp.
- podwyższona śmiertelność/zamieranie we wcześniejszym wieku lub wcześniejszych fazach rozwojowych (wpływ asortiozy na zebra *Bison bonasus*);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie osobniczym/organizmalnym:

- redukcja szybkości przyrostu i rozmiarów osobnika pod wpływem organizmu inwazyjnego (np. inwazyjny grzyb pasożytniczy lub roślinożerca ograniczający przyrosty roczne rodzimego drzewa); przykład: *Phyllonorycter issickii* vs. *Tilia* sp.
- podwyższona śmiertelność/zamieranie we wcześniejszym wieku lub wcześniejszych fazach rozwojowych;
- wpływ na możliwość rozrostu lub rozprzestrzeniania się np. na głębokość uкорzenia;

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie genetycznym:

- zmiany w strukturze genetycznej populacji, a nawet zanik gatunków; w USA udokumentowano zanik 3 zagrożonych gatunków roślin w wyniku ich hybrydyzacji z gatunkami obcymi (Rhymer i Simberloff 1996);
- pojawianie się mieszańców o wysokiej inwazyjności (*Spartina anglica* w Wielkiej Brytanii – Thompson 1991);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie genetycznym:

- zmiany w strukturze genetycznej populacji, a nawet zanik gatunków; w USA udokumentowano zanik 3 zagrożonych gatunków roślin w wyniku ich hybrydyzacji z gatunkami obcymi (Rhymer i Simberloff 1996);
- pojawianie się mieszańców o wysokiej inwazyjności (*Spartina anglica* w Wielkiej Brytanii – Thompson 1991);
- mieszańce posiadające morfologiczne i genetyczne cechy pośrednie pomiędzy gatunkami rodzicielskimi mogą ułatwiać patogenom przysposobienie się do nowych gospodarzy; może to mieć postać zasiedlania mieszańców, ale organizmy hybrydowe mogą też być użyte jako etap pośredni w przystosowaniu do nowego gospodarza (przejście z jednego gatunku rodzicielskiego na drugi) – hybrid bridge hypothesis (Floate and Whitham 1993);
- ewolucja gatunków w nowej ojczyźnie może spowodować powstanie nowych form, dostosowanych do innych warunków (np. klimatycznych) niż te, w których zył gatunek w swoim naturalnym środowisku; np. tropikalny glon *Caulerpa taxifolia* wyewoluował (prawdopodobnie) w zbiornikach wodnych stuttgardzkiego ogrodu zoologicznego w formie o podwyższonej tolerancji na niskie temperatury, co umożliwiło mu zasiedlenie regionu Morza Śródziemnego (Meinzer 1998);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie genetycznym:

- zarówno gatunki inwazyjne jak i rodzime mogą wykazywać skłonność do ewolucji preferencji pokarmowych; rodzimy dla USA gatunek przepiółki *Euphydryas editha* żerujący naturalnie na rodzimych roślinach z rodzajów *Castilleja*, *Penstemon*, *Pedicularis*, *Orthocarpus*, *Collinsia* rozwija się obecnie głównie na inwazyjnej babce lancetowatej *Plantago lanceolata* (Singer i in. 1993); przestawienie się z jednej rośliny żywicielskiej na drugą trwało zaledwie 10 pokoleń/lat;

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie genetycznym:

- zarówno gatunki inwazyjne jak i rodzime mogą wykazywać skłonność do ewolucji preferencji pokarmowych; rodzimy dla USA gatunek przepiółki *Euphydryas editha* żerujący naturalnie na rodzimych roślinach z rodzajów *Castilleja*, *Penstemon*, *Pedicularis*, *Orthocarpus*, *Collinsia* rozwija się obecnie głównie na inwazyjnej babce lancetowatej *Plantago lanceolata* (Singer i in. 1993); przestawienie się z jednej rośliny żywicielskiej na drugą trwało zaledwie 10 pokoleń/lat;
- w nowych warunkach środowiskowych może nastąpić zmiana w relacjach pomiędzy gospodarzem a jego pasożytem wprowadzonym w celu biologicznej kontroli; wirus *Myxoma* wprowadzony do Australii w celu kontroli populacji królika *Oryctogalus cuniculus* po kilku latach obniżył wirulencję, a odporność królików na zarażenie istotnie wzrosła (Dwyer i in. 1990); patogeny grzybowe, bakteryjne i wirusowe ewoluują bardzo szybko, szacuje się, że geny warunkujące odporność na grzyby pasożytnicze wywołujące rdzę zdżbłową w nowych odmianach owsa zabezpieczają je zaledwie na 5 lat;

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie populacyjnym:

- redukcje liczebności lub wymieranie populacji gatunków rodzimych w wyniku inwazji organizmów patogenicznych, np.: *Graphostoma ulmi* i zamieranie wiązków *Ulmus* sp., grzyb *Cryphonectria parasitica* i północnoamerykański kasztan *Castanea dentata* – gatunek prawie wymarł w całym swoim zasięgu (miał udział ponad 25% w drzewostanach na 90 mln hektarów);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie populacyjnym:

- redukcje liczebności lub wymieranie populacji gatunków rodzimych w wyniku inwazji organizmów patogenicznych, np.: *Graphostoma ulmi* i zamieranie wiązków *Ulmus* sp., grzyb *Cryphonectria parasitica* i północnoamerykański kasztan *Castanea dentata* – gatunek prawie wymarł w całym swoim zasięgu (miał udział ponad 25% w drzewostanach na 90 mln hektarów);
- redukcje liczebności lub wymieranie populacji gatunków i gatunków endemicznych w wyniku drapieżnictwa lub spasaniania/zgryzania przez organizmy inwazyjne, np.: zdziczale kotły odpowiadają za wyniszczenie ponad 70 gatunków ptaków na Nowej Zelandii i sąsiednich wyspach; kozy introdukowane na Wyspę św. Heleny spowodowały wyniszczenie wielu endemicznych gatunków roślin; w USA około 400 gatunków spośród 958 znajdujących się na liście gatunków zagrożonych, jest zagrożonych ze względu na konkurencję lub drapieżnictwo ze strony gatunków inwazyjnych;
- redukcje liczebności i wypieranie gatunków rodzimych przez konkurencję o zasoby pokarmowe, np.: wiewiórka *Sciurus vulgaris* wypierana w wyniku konkurencji o pokarm na Wyspach Brytyjskich przez wiewiórkę szarą *Sciurus carolinensis*, norka europejska *Mustela lutreola* wypierana przez norkę amerykańską *Neovison vison*; zjawisko konkurencji o zasoby dotyczy również roślin;

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie populacyjnym:

- oddziaływania konkurencyjne z gatunkami rodzimymi o podobnych wymaganiach środowiskowych; np. inwazja mrówek ognistych *Solenopsis invicta* spowodowała spadek różnorodności gatunkowej mrówek w Teksasie o 70%, a ich liczebności o 90% oraz spadek różnorodności gatunkowej innych stawonogów o 30% i ich liczebności o 70%; jedno z najbogatszych na świecie zbiorowisk roślinnych - południowoafrykański fynbos (2285 rodzimych gatunków, w tym 90 endemicznych) po inwazji obcych gatunków roślin (głównie sosny *Pinus* spp.) ubożeje o 60-86% gatunków (Richardson i in. 1989);
- redukcje liczebności rodzimych populacji w wyniku hybrydyzacji z bliskopokrewnionymi gatunkami inwazyjnymi może prowadzić do: zaniku gatunku rodzimego w formie czystej (kaczka północnoamerykańska i kaczka na Nowej Zelandii i na Hawajach), powstania nowego mieszańca o wysokiej inwazyjności (*Spartina*), obniżenia współczynnika rozrodczości przez produkcję nieplodnych mieszańców lub odzucanie płodów (samice *Mustela lutreola* są zapładniane przez samce *Neovison vison*, ale embryony nie rozwijają się, niemniej obniża to liczebność i tak już rzadko występującego gatunku zwierząt);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie populacyjnym:

- oddziaływania konkurencyjne z gatunkami rodzimymi o podobnych wymaganiach środowiskowych; np. inwazja mrówek ognistych *Solenopsis invicta* spowodowała spadek różnorodności gatunkowej mrówek w Teksasie o 70%, a ich liczebności o 90% oraz spadek różnorodności gatunkowej innych stawonogów o 30% i ich liczebności o 70%; jedno z najbogatszych na świecie zbiorowisk roślinnych – południowoafrykański fynbos (2285 rodzimych gatunków, w tym 90 endemicznych) po inwazji obcych gatunków roślin (głównie sosny *Pinus* spp.) ubożeje o 60-86% gatunków (Richardson i in. 1989);
- redukcje liczebności rodzimych populacji w wyniku hybrydyzacji z bliskospokrewnionymi gatunkami inwazyjnymi może prowadzić do: zaniku gatunku rodzimego w formie czystej (kaczka północnoamerykańska i kaczki na Nowej Zelandii i na Hawajach), powstania nowego mieszańca o wysokiej inwazyjności (*Spartina*), obniżenia współczynnika rozrodczości przez produkcję nieplodnych mieszańców lub odrzucanie płodów (samice *Mustela lutreola* są zapładniane przez samce *Neovison vison*, ale embriony nie rozwijają się, niemniej obniża to liczebność i tak już rzadko występującego gatunku zwierząt);

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie zespołu:

- inwazje biologiczne prowadzą niesynchronnie do spadku różnorodności biologicznej, choć lokalnie i w krótkim okresie czasu jest to wzrost różnorodności gatunkowej w skali lokalnej; zakres inwazji w różnych krajach jest bardzo różny, w przypadku roślin w wielu krajach współcześnie obce gatunki inwazyjne stanowią już ponad 20% ich flory;
- niszczenie i zmiana zależności troficznych; zamieranie kasztanów *Castanea dentata* w USA doprowadziło do dominacji w lasach dębów *Quercus* sp., co z kolei sprzyja rozprzestrzenieniu się inwazyjnej brudnicy mniszki *Lymantria monacha*, której gradacje powodują głochozy w drzewostanach, a to z kolei wpływa istotnie na liczebność innych foliofagów oraz sieci troficzne, w których one funkcjonują;

Globalny maksymalny efekt inwazji

Brown (1995) na podstawie zależności gatunek-przestrzeń dla kontynentów opracował prognozę najgorszego możliwego scenariusza swobodnej wymiary gatunków pomiędzy izolowanymi geograficznie regionami. Scenariusz ten zakłada sytuację odpowiadającą powtórnemu połączeniu się wszystkich kontynentów w jeden superkontynent (odwrócenie dryftu kontynentalnego), przy zachowaniu współczesnych warunków klimatycznych. Spadek różnorodności gatunkowej został oszacowany dla podstawowych grup organizmów lądowych: **ssaków (67,5%), ptaków (47,6%), motyli 35%), roślin okrytoziarnych (70,5%)**;

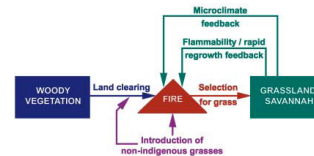
Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie ekosystemu:

Gatunki inwazyjne modyfikujące procesy ekologiczne specyficzne dla danego ekosystemu prowadzą do całkowitej zmiany jego funkcjonowania. Z reguły zmiana ta następuje poprzez:

- zmianę (z reguły spadek) produkcji biologicznej pierwotnej i wtórnej; odlesione tereny Amazonii są obsiewane obcymi gatunkami traw, które wykazują skłonność do inwazji (m.in. afrykańska *Melinis minutiflora*); obecność traw sprzyja częstym pożarom, co z kolei powstrzymuje powrót dzungli; zmiana ekosystemu dzungli na step powoduje zmianę zawartości gazów cieplarnianych w powietrzu, zmianę albedo terenu na mniej korzystny oraz poważnie zakłóca układ hydrologiczny (Mack i in. 2000);

Melinis minutiflora



Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie ekosystemu:

Gatunki inwazyjne modyfikujące procesy ekologiczne specyficzne dla danego ekosystemu prowadzą do całkowitej zmiany jego funkcjonowania. Z reguły zmiana ta następuje poprzez:

- zmianę (z reguły spadek) produkcji biologicznej pierwotnej i wtórnej; odlesione tereny Amazonii są obsiewane obcymi gatunkami traw, które wykazują skłonność do inwazji (m.in. afrykańska *Melinis minutiflora*); obecność traw sprzyja częstym pożarom, co z kolei powstrzymuje powrót dzungli; zmiana ekosystemu dzungli na step powoduje zmianę zawartości gazów cieplarnianych w powietrzu, zmianę albedo terenu na mniej korzystny oraz poważnie zakłóca układ hydrologiczny (Mack i in. 2000);
- zmiana warunków hydrologicznych (najczęściej przesuszenie, ale bywa zabagnianie);
- zmiana obłgu pierwiastków; inwazja *Myrica faya* – gatunku żyjącego w symbiozie z bakteriami wiążącymi azot, na ubogich w ten pierwiastek glebach wulkanicznych wysp hawajskich doprowadziła do całkowitego zaniku specyficznych rodzimych ekosystemów; wzbogacone w azot gleby są zasiedlane przez inne gatunki inwazyjne (wymagające z reguły żyznych gleb); dodatkowo ten ornitochoryczny gatunek sprzyja wzrostowi liczebności inwazyjnego ptaka *Zosterops palpebrosus* konkurującego o pokarm z rodzimymi ptakami, a żywiącego się też owocami *M. faya* i przyczyniającego się w ten sposób do jego dalszego rozprzestrzeniania;

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Na poziomie ekosystemu:

Gatunki inwazyjne modyfikują procesy ekologiczne specyficzne dla danego ekosystemu prowadzą do całkowitej zmiany jego funkcjonowania. Z reguły zmiana ta następuje poprzez:

- wpływ na proces tworzenia się gleb;
- zmiana intensywności i częstotliwości występowania zaburzeń; na Florydzie australijskie drzewo *Melaleuca quinquenervia* zaburzając stosunki hydrologiczne i wypierając całkowicie rodzime gatunki roślin oraz zmieniając warunki życia dla większości gatunków rodzimych zwierząt buduje olbrzymie pola jednogatunkowych zarośli, które mają bardzo wysoką palność; *Melaleuca* jest przystosowana do pożarów i bardzo szybko się regeneruje, podczas gdy gatunki rodzime dla Florydy nie są dostosowane do takiej częstotliwości pożarów; gatunek ten zajmuje obecnie już 160 tys. ha i pod koniec XX w. zajmował każdego dnia kolejne 20 ha terenu (Schmitz i in. 1997);

Ekonomiczne skutki inwazji biologicznych

- wiele strat nie jest możliwa do wycenienia, bo utrata tzw. usług ekosystemowych (produkcja tlenu, wiązanie dwutlenku węgla, itp.) jest trudna do wycenienia w jednostkach monetarnych;
- głównym kosztem inwazji są straty w plonach, w produkcji zwierzęcej, itp. w USA te straty szacuje się na ok. 27 mld USD/rok przy wartości plonów wynoszącej ok. 267 mld USD/rok; dla Polski brak takich opracowań;
- dodatkową stratą dla gospodarki jest koszt herbicydów, insektycydów i fungicydów stosowanych do zwalczania organizmów inwazyjnych (w USA ok. 6 mld USD/rok);

Zapobieganie, zwalczanie i kontrola inwazji biologicznych

- zapobieganie wwozowi obcych gatunków stwarzających zagrożenie inwazją – stosowane głównie przez kraje izolowane geograficznie, np. Australię i Nową Zelandię, co umożliwia im wprowadzenie ograniczeń celnych;
- wprowadzanie kwarantanny dla nowoprowadzanych gatunków (niestety stosuje się założenie, że gatunek jest niegroźny o ile się nie udowodni jego szkodliwości/inwazyjności podczas gdy dużo skuteczniejsze byłoby stosowanie założenia, że każdy gatunek obcy jest groźny o ile nie udowodni się braku jego szkodliwości/inwazyjności);
- szybkie rozpoznawanie zagrożeń i ich likwidacja – większość inwazji rozpoczęło się przez wwiezienie niewielkiej liczby osobników, które w porę zlokalizowane mogły być zwalczane bez wielkich kosztów;
- zwalczanie gatunków inwazyjnych; ma największe szanse, jeśli uchwyci się początkowe stadium inwazji; na Nowej Zelandii w wielu miejscach udało się zwalczyć kombinację 12 gatunków obcych ssaków (gryzoni, dziczykłych kotów i innych) na łącznej powierzchni ok. 2000 ha wysp; w Wielkiej Brytanii 50-letnia kampania przeciwko dziczykalej nutrii doprowadziła do jej wytepienia;

Powstrzymanie inwazji jest możliwe jeśli:

- biologia gatunku inwazyjnego i zakres inwazji umożliwiają zastosowanie skutecznych środków;
- istnieje stałe i długoterminowe finansowanie kampanii na całym terenie zajęтым przez gatunek;
- współpraca i zrozumienie wszystkich zainteresowanych stron na terenie inwazji (właściciele i zarządców gruntów oraz mieszkańców);

Metody powstrzymania inwazji

- metody chemiczne – główna metoda zwalczania rodzimych i inwazyjnych organizmów powodujących szkody w rolnictwie, ogrodnictwie, leśnictwie, jednak powoduje duże negatywne efekty uboczne (w tym również zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego) i w rozwiniętych demokracjach wzbudza protesty społeczne przy próbach stosowania na szerszą skalę



Metody powstrzymywania inwazji

- metody chemiczne – główna metoda zwalczania rodzimych i inwazyjnych organizmów powodujących szkody w rolnictwie, ogrodnictwie, leśnictwie, jednak powoduje duże negatywne efekty uboczne (w tym również zagrożenie zdrowia i życia ludzkiego) i w rozwiniętych demokracjach wzbudza protesty społeczne przy próbach stosowania na szerszą skalę;
- Metody mechaniczne – bezpieczne dla środowiska, wzbudzają czasami zainteresowanie społeczne (i poparcie), stwarzają miejsca pracy, bardzo selektywne (należy tu również myślistwo) – mało skuteczne w przypadku organizmów o skrytym trybie życia, populacji o wysokich liczebnościach, czasami wymagają kosztownego sprzętu.
- Metody biologiczne – bezpieczne jeśli organizm zastosowany do zwalczania gatunku inwazyjnego jest dobrze dobrany – istnieje wysokie niebezpieczeństwo wykazania przez organizm antagonistyczny niespecyficzności w stosunku do „ofiary” i atakowania również gatunków rodzimych.

Spoleczne uwarunkowania przeciwdziałania inwazjom

- większość inwazji nie jest postrzegana przez społeczeństwo jako problem, gdyż nie powodują bezpośrednich strat ekonomicznych, a nawet „poprawiają estetykę krajobrazu”
- niektóre grupy społeczne są zainteresowane jak najmniejszymi ograniczeniami i jak najmniejszą kontrolą sprowadzanych gatunków (np. ogrodnicy, sklepy zoologiczne)
- niektóre grupy społeczne są zainteresowane wprowadzaniem obcych gatunków roślin i zwierząt do środowiska i mają do tego zagwarantowane prawo w naszym kraju: (np. architektki krajobrazu, leśnicy, myśliwi, wędkarze)
- brak jakiegokolwiek kontroli nad wprowadzaniem nowych gatunków roślin przez osoby prywatne w ich ogrodach, parkach, lasach, niewielka możliwość kontroli osób posiadających zwierzęta, które po ucieczce mogą zadomowić się i wykazywać inwazyjność (nutria w Wielkiej Brytanii, zółw czerwonolicy, szop prac w Europie zachodniej, norka amerykańska i wiele innych), brak pewnych zabezpieczeń ferm futrzarskich;
- brak społecznej akceptacji woli zwalczania zdziczałych/waleśających się zwierząt domowych: kotów i psów; oszacowano, że w Wielkiej Brytanii koty domowe są odpowiedzialne za zabijanie ok. 20 mln ptaków rocznie

Najbardziej ekspansywne gatunki inwazyjne w Polsce (wg. bazy IOP PAN):

Rośliny:

Barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnowskyi*)
 Barszcz Mantegazziego (*Heracleum mantegazzianum*)
 Rdestowiec ostrokończysty (*Reynoutria japonica*)
 Rdestowiec sachaliński (*Reynoutria sachalinensis*)
 Rdestowiec czeski (*Reynoutria x bohemica*)
Klon jesionolistny (*Acer negundo*)
 Kolczurka klapowana (*Echinocystis lobata*)
 Nawoć kanadyjska (*Solidago canadensis*)
 Nawoć późna (*Solidago gigantea*)
 Niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*)
 Niecierpek gruczołowaty (*Impatiens glandulifera*)
Czeremcha amerykańska (*Prunus serotina*)
 Róża pomarszczona (*Rosa rugosa*)

Najbardziej ekspansywne gatunki inwazyjne w Polsce (wg. bazy IOP PAN):

Zwierzęta:

Babka bycza (*Neogobius melanostomus*)
 Babka szczypta (*Neogobius fluviatilis*)
 Babka lysa (*Neogobius gymnotrachelus*)
Jenot (*Nyctereutes procyonoides*)
Norka amerykańska (*Neovison vison*)
 Wiosłarka kaspijska (*Cercopagis pengoi*)
 Racicznica zmienna (*Dreysena polymorpha*)
 Rak sygnatowy (*Pacifastacus lenisculus*)
 Rak pręgowany (*Oreocetes limosus*)

Najbardziej ekspansywne gatunki roślin,

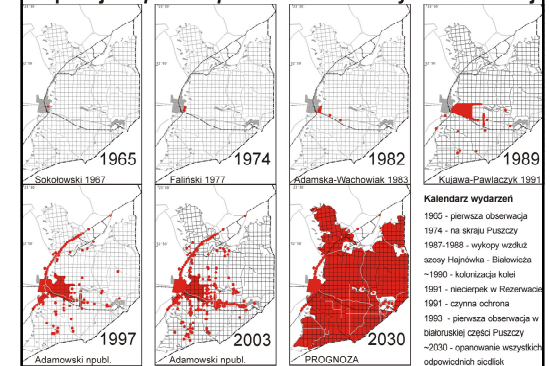
stanowiące duże zagrożenie dla ekosystemów naturalnych i półnaturalnych Białowieckiego Parku Narodowego:

Acer negundo
Acer pseudoplatanus
Amelanchier lamarckii
Carex brizoides
Impatiens parviflora
Sambucus racemosa

Gatunki potencjalnie ekspansywne:

Impatiens glandulifera
Ligustrum vulgare
Lupinus polyphyllus
Padus serotina
Partenocissus inserta
Quercus rubra
Reynoutria japonica
Rosa rugosa
Solidago spp.
Spiraea pseudosalicifolia
Thuja occidentalis

Ekspansja *Impatiens parviflora* w Puszczy Białowiejskiej



Dylemat : ochrona ścisła wobec ekspansji gatunków obcych

Obserwować reakcję ekosystemów naturalnych na inwazyjne rozprzestrzenianie się gatunku obcego czy przeciwdziałać?

Czy nadrzędnym celem ochrony jest zachowanie ekosystemów naturalnych, czy też umożliwienie naturalnego przebiegu procesów bez ingerencji człowieka?

Czy jesteśmy w stanie pogodzić się z wizją całych hektarów łąk o runie opanowanym przez łąny *Carex brizoides* lub z podszytem tworzonym przez świdośliwę *Amelanchier* sp.?

Metody kontroli, zapobiegania i zwalczania ekspansji obcych gatunków roślin:

- spójna strategia kontroli gatunków obcych na obszarze całej Puszczy Białowieskiej; działania Parku Narodowego bez współuczestnictwa samorządów lokalnych i Lasów Państwowych są skazane na porażkę
- likwidacja wszystkich zidentyfikowanych głównych ognisk ekspansji
- wycinanie drzewiastych gatunków obcych na obszarze ochrony częściowej (m.in. *Acer negundo*, *A. pseudoplatanus*); kontrolowanie rozwoju odrośli i nalotu oraz ich usuwanie