

Mechanizmy i ekologiczne skutki inwazji biologicznych

Inwazja biologiczna to zjawisko polegające na gwałtownym rozprzestrzenianiu się gatunku (zasiedleniu, wydaniu potomstwa, dalszym rozprzestrzenianiu 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 $> 100\text{m}$ w ciągu 50 lat.

Do lat 60-70 XX wieku uważało się, że las naturalny jest odporny na inwazję biologiczną, co się okazało nie do końca prawdą...

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 mld USD rocznie.

Inwazja jest jedynie końcowym etapem wieloetapowego procesu transportowego. Liczba jednostek dyspersyjnych maleje z czasem. Lokalizacja naturalna - produkcja bardzo dużej liczby propagul które migrują do lokalizacji docelowej. Ale ta migracja jest z reguły bardzo problematyczna: wiele z nich trafia do niewłaściwych środowisk, są niszczone, zjadane, etc. Jeśli przełamie opór środowiska to staje się gatunkiem zdomowionym. Prawdopodobieństwo że gatunek obcy wyda potomstwo jest bardzo niskie. Faza zdomowienia = faza uśpienia. Gatunek nie namnaża się od razu, dopiero potem niektóre stają się inwazyjne.

(wg szkoły anglosaskiej) Z punktu widzenia barier: jeśli przełamie barierę geograficzną to jest gatunkiem obcym, po przełamaniu bariery środowiskowej i reprodukcyjnej – gatunek zawleczony, po przełamaniu bariery rozsiewania – gatunek zdomowiony. Jeżeli powoduje zaburzenia w środowisku i zasiedla środowiska zaburzone i niezaburzone – to jest gatunek inwazyjny.

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 ok. 5500 lat p. n. e.).

Gatunek obcy (antropofit) - gatunek, który został wprowadzony (introdukowany) poza jego naturalnym aktualnym lub historycznym zasięgiem, przy czym wprowadzanie (introdukcję) określa się jako przeniesienie obcego gatunku poza jego naturalny zasięg bezpośrednio lub pośrednio na skutek działania człowieka (Konwencja o różnorodności biologicznej).

Gatunek przejściowy (okazjonalny, efemerofit, ergazjofigofit, "sporadyczni uciekinierzy", "utrzymujące się po uprawie") rośliny obce, które mogą dobrze się rozwijać i nawet okazjonalnie rozmnażać na danym obszarze, ale nie tworzą odnawiających się populacji i często ich utrzymanie wymaga wielokrotnego wprowadzania.

Gatunek zadomowiony (neofit, agriofit) - gatunek obcy rozmnażający się skutecznie bez interwencji człowieka i tworzący populacje odtwarzające 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 (obce pochodzenie geograficzne), 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, w środowiskach synantropijnych, półnaturalnych, naturalnych (generalnie wszystkich) i wypierania elementów rodzimej flory i fauny (Richardson 2000). Musi być pula dostępnych, nieopanowanych siedlisk – gatunek uznaje się za inwazyjny jeśli są wolne, dostępne siedliska. Jeśli się już nie rozprzestrzenia, zajął wszystkie siedliska to nazywa się go obcym. Patrz poniżej:

Przykłady obcych gatunków **nieinwazyjnych**

Archeofity - gatunki zawleczone i zadomowione do końca XV w., towarzyszące uprawom i tradycyjnej zabudowie; grupa gatunków często współcześnie ustępujących i zagrożonych wyginięciem. (np. kłkol *Agrostemma githago*)

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

- *Juncus tenuis*
- *Luzula luzuloides*
- *Bidens frondosa*
- *Elodea canadensis*

Inwazyjnością charakteryzują się wszystkie grupy systematyczne organizmów.

- **mikroby** - inwazje głównie naturalne lub przypadkowe, celowe wsiedlenia mikrobów przez człowieka dotyczą niewielu grup gatunków: drożdży (fermentacja) oraz grzybów mikoryzowych (w celu podniesienia żywotności roślin)
- **owady** - inwazje spowodowane głównie przypadkowym zawleczeniem wraz z transportowanymi towarami; ograniczona liczba inwazji została spowodowana celowymi wsiedleniami przez człowieka (np. trzmiel *Bombus* na Nowej Zelandii); obserwuje się także proces naturalnych inwazji (np. *Phyllonorycter issikii* i *Cameraria ohridella*)
- **bezkęgowce morskie** - inwazje spowodowane głównie przypadkowym zawleczeniem 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 przez człowieka (np. ostryga *Crassostea gigas* pochodząca z wybrzeży Japonii wsiedlona na wybrzeżu USA); mniej wiadomo o naturalnych inwazjach tych organizmów
- **kręgowce** - 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 zdziczałym zwierzęta domowe; przypadkowe zawleczenia, choć rzadkie okazały się jednymi z najbardziej destrukcyjnych: szczur *Rattus norvegicus*, wąż *Boiga irregularis* zaleczony na wyspę Guam
- **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*)

Mapka z migracją niecierpka w czasie... Trochę mu to zajęło, ale opanował całą Europę.

Model przyrostu liczebności populacji gatunków inwazyjnych na przykładzie *Opuntia aurantiaca* w Południowej Afryce. Najpierw jest faza uśpiania (bardzo mały areal opanowany) - może trwać ok. 30 lat. Potem gwałtowny przyrost liczebności w fazie rozprzestrzeniania (30 lat) - areal wzrasta do kilkuset tysięcy ha. Ostatecznie, faza stabilizacji, w której wszystkie lokalizacje zajęte i areal jest już stały (duży).

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 officinalis*)
 - produkcja propagul wegetatywnych (rozmnożki, bulwki, itp)
 - zdolność do rozprzestrzeniania się na duże odległości (wiatr - większość *Astraceae*; mięsiste owoce jadalne - większość *Rsaceaea*, *Rubus* sp., *Vaccinium* sp.; czepność propagul haczyki, kolce - trawy, turzyce).

Autogamia - 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 - typ rozmnażania roślin wyższych z pominięciem zapłodnienia; obejmuje rozmnażanie wegetatywne lub powstawanie zarodka z komórek innych niż płciowe.

Mapka z inwazją *Lantana camara* - opanowało cały świat, chociaż zajęło to wiele lat.

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 rosnąć 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

Allelopatia - 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. Np. pod orzechem włoskim nic praktycznie nie rośnie – rozkładające się liście hamują kiełkowanie.

Hybrydyzacja - północnoamerykański gatunek trawy *Spartina alternifolia* zawleczona do Europy skrzyżowała się z rodzimą *S. stricta*. Rozprzestrzeniający się wegetatywnie sterylny mieszańiec zaczął wypierać rodzimy gatunek rodzicielski. Przez podwojenie liczby chromosomów doszło też do powstania kolejnego, bardzo inwazyjnego taksonu, nazwanego *Spartina anglica*.

Ekologiczne skutki inwazji biologicznych na poziomie osobnika

- zahamowanie lub utrudnienie wzrostu osobnika, [Mapka z inwazją *Phyllonorycter issikii* (owad), który w 1990 roku był za naszą wschodnią granicą, a w 2000 już atakował Niemcy].
- powodowanie podwyższonej śmiertelności, albo zamieranie we wcześniejszych stadiach rozwoju [żubr *Biosn bonasus* versus inwazyjny nicien *Asworthius sidemii*]
- możliwość rozrostu i rozprzestrzeniania się, np. ukorzeniania się roślin.

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 Simberlof 1996)
- pojawienie się mieszańców o wysokiej inwazyjności (*Spartina anglica* w UK - Thompson 1991)
- mieszańce posiadające morfologiczne i genetyczne cechy pośrednie pomiędzy gatunkami rodzicielskimi mogą ułatwiać patogenom przystosowywanie 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 żył gatunek w swoim naturalnym środowisku; np. tropikalny glon *Caulerpa taxifolia* wyewoluował (prawdopodobnie) w zbiornikach wodnych stuttgartzkiego zoo w formę o podwyższonej tolerancji na niskie temperatury, co umożliwiło mu zasiedlenie regionu Morza Śródziemnego (Meinesz 1999)
- zarówno gatunki inwazyjne jak i rodzime mogą wykazywać skłonność do ewolucji preferencji pokarmowych; rodzimy dla USA gatunek przeplatki *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 żdźbłową w nowych odmianach owsa zabezpieczają je na zaledwie 5 lat

na poziomie populacyjnym

- redukcje liczebności lub wymieranie populacji gatunków rodzimych w wyniku inwazji organizmów patogenicznych, np. *Graphistoma 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 ha)

- redukcje liczebności lub wymieranie populacji gatunków i gatunków endemicznych w wyniku drapieżnictwa lub spasaniania/zgryzania przez organizmy inwazyjne, np. zdziczałe koty 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 w UK przez wiewiórkę szarą *Sciurus carolinensis*, norka europejska *Mustela lutreola* wypierana przez norkę amerykańską *Neovison vison*; zjawisko konkurencji o zasoby dotyczy także roślin
- 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 innych stawonogów o 30% i 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 niepłodnych 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)

na poziomie zespołu

- inwazje biologiczne prowadzą nieuchronnie 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 (tak się szacuje dla Europy)
- niszczenie i zmiana zależności troficznych; zamieranie kasztanów *Castanea dentata* w USA doprowadziło do dominacji w lasach dębów *Quercus sp.*, co z kolei sprzyja rozprzestrzenianiu się inwazyjnej brudnicy mniszki *Lymantria monacha*, której gradacje powodują gołozery w drzewostanach, a to z kolei wpływa istotnie na liczebność innych foliofagów oraz sieci troficzne, w których występują; w Polsce – nawłóć na łąkach, jeśli opanuje dany teren to nic poza nią nie rośnie.

Globalny maksymalny efekt inwazji

Brown (1995) na podstawie zależności gatunek-przeźreń dla kontynentów opracował prognozę najgorszego możliwego scenariusza swobodnej wymiany 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 okrytozalążkowych (70,5%).

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 dżungli; zmiana ekosystemu dżungli 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, np. w Europie południowej - eukaliptusy pobierają bardzo dużo wody i pojawiają się jej deficyty, ale bywa też zabagnienie, np. działalność bobrów)
- zmiana obiegu 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
- 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 połacie 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.

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 nowosprowadzanych 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 rozpoznanie zagrożeń i ich likwidacja - większość inwazji rozpoczęło się przez wwiezienie niewielkiej liczby osobników, które w porę zlokalizowane mogły być zwalczone 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, zdziczałych kotów i innych) na łącznej powierzchni ok. 2000 ha wysp; w UK 50-letnia kampania przeciwko zdziczałej nutrii doprowadziła do jej

wytopienia

Powstrzymanie inwazji jest możliwe jeśli:

- biologia gatunku inwazyjnego i zakres inwazji umożliwia zastosowanie skutecznych środków
- istnieje stałe i długoterminowe finansowanie kampanii na całym terenie zajęтым przez gatunek
- zrozumienie społeczne problemu

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. architekci krajobrazu, leśnicy, myśliwi, wędkarze)
- brak jakiegokolwiek kontroli nad wprowadzaniem nowych gatunków roślin przez osoby prywatne i ich ogrodach, parkach, lasach, niewielka możliwość kontroli osób posiadających zwierzęta, które po ucieczce mogą zadomowić się i wykazywać inwazyjność (nutria w UK, żółw czerwonołody, szop pracz w Europie zachodniej, norka amerykańska i wiele innych), brak pewnych zabezpieczeń ferm futrzarskich
- brak społecznej akceptacji/woli zwalczania zdziczałych/wałęsających się zwierząt domowych: kotów i psów; oszacowano, że w UK koty domowe są odpowiedzialne za zabijanie ok. 20 mln ptaków rocznie.

Zasady Hodowli Lasu

- Celem gospodarki nasiennej w lasach jest [...] wyeliminowanie z udziału w reprodukcji lasu nasion drzew i krzewów obcych gatunków lub obcych pochodzeń (z wyjątkiem gatunków, które dobrze sprawdziły się już w hodowli lasu w polskich warunkach klimatycznych, takich jak daglezja zielona, sosna czarna) oraz nasion nieznanego pochodzenia - zagrożonych ryzykiem niepowodzeń hodowlanych
- Daglezja zielona jest dopuszczona do sadzenia w drzewostanach na terenie Polski, również sosna czarna, modrzew jest dopuszczony do sadzenia, zalecany jako domieszka.

Mapka zasięgu... cośtam decidua - izolowane stanowiska vs. zasięg zwarty.

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

Rośliny:

- Barszcz Sosnowskiego (*Heracleum sosnovskyi*)
- 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*)
- Nawłóć kanadyjska (*Solidago canadensis*)
- Nawłóć późna (*Solidago gigantea*)
- Niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens parviflora*)
- Niecierpek gruczołowaty (*Impatiens glandulifera*)

- Czeremcha amerykańska (*Prunus serotina*)

Zwierzęta:

- Babka bycza (*Neogobius melanostomus*)
- Babka szczupła (*Neogobius fluviatillis*)
- Babka łysa (*Neogobius gymnotrachelus*)
- Jenot (*Nyctereutes procyonoides*) – azjatycki, wsiedlony w Europejskiej części Rosji, obecnie prawie w całej Europie występuje, w Polsce od lat 50'
- Norka amerykańska (*Neovison vison*)

Najbardziej ekspansywne gatunki roślin stanowiące duże zagrożenie dla ekosystemów naturalnych i półnaturalnych Parku Narodowego:

- *Acer negundo*
- *Acer pseudoplatanus*
- *Amelanchier lamarckii*
- *Carex brizoides* (turzyca)
- *Impatiens parviflora* (niecierpek)
- *Sambucus racemosa* (bez koralowy)

Gatunki **potencjalnie ekspansywne**:

- *Impatiens glandulifera*
- *Ligustrum vulgare*
- *Lupinus polyphyllos*
- *Padus serotina*
- *Partenocissus inserta*
- *Quercus rubra*
- *Reynourtia japonica*
- *Rosa rugosa*
- *Solidago* spp.
- *Spiraea pseudosalicifolia*
- *Thuja occidentalis*

Ekspansja *Impatiens parviflora* w Puszczy Białowieskiej

- 1965 - pierwsza obserwacja
- 1974 - na skraju Puszczy
- 1987-1988 - wykopy wzdłuż szosy Hajnówka-Białowieża
- ok. 1990 - kolonizacja kolei
- 1991 - niecierpek w Rezerwacie, czynna ochrona
- 1993 - pierwsza obserwacja w białoruskiej części Puszczy
- ~2030 - opanowanie wszystkich odpowiednich siedlisk

Ochrona czynna - aktywna ręczna eliminacja: 2 osoby, 1-4 kontrole rocznie, 9 lat walki, ok. 100 osobogodzin pracy, 811 osobników usuniętych. Udało się to stanowisko oczyścić po ok. 10 latach. (i tak potem się pojawiły następne).

Najbardziej rozpowszechniony obcy gatunek drzewiasty w Puszczy Białowieskiej - jabłoń domowa. Wszystkie polany, obrzeża Puszczy są nimi zarośnięte. Rozprzestrzenia się m. in. w wyniku dokarmiania zwierzyny jabłkami, poza tym wiele zostało celowo posadzonych przez lasy Państwowe jako „wzbogacenie bazy pokarmowej żubra”, oraz nieświadomość turystów (ogryzki).

Czy las naturalny jest odporny na inwazję? Mapka drzewiaste gatunki obce (ponad 160 taksonów –

więcej niż rodzimych. Większość nie wykazuje inwazyjności): Najwięcej obcych gatunków jest w okolicy miast, drogi (szosa + kolej) oraz na granicy parku.

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 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 ognisk ekspansji
- wycinanie drzewiastych gatunków obcych na obszarze ochrony częściowej (m. in. *Acer negundo*, *A. pseudoplatanus*); kontrolowanie rozwoju odrośli i nalotu oraz ich usuwanie.