

Mutualizm – gdy dwaj partnerzy wyczerpują nawzajem swoje zasoby a mimo to mogą przetrwać. Korzyści odbywają się kosztem partnera, a więc jest to swego rodzaju wyścig zbrojeń.

Dziś – o zapylaniu kwiatów przez zwierzęta i o wpływie inwazji na ten proces.

Ogromna różnorodność relacji zapylacz-roślina. Głównymi zapylaczami są owady, co najmniej kilka dużych grup – błonkówki, muchówki, motyle i chrząszcze. Trudno określić ile w ogóle gatunków zwierząt bierze udział w zapylaniu (owady, ptaki, ssaki np. naczelnie ale też jaszczurki). Szacuje się, że prawie 90% roślin to rośliny zoogamiczne. Sieci zależności roślina-zapylacz jest bardzo skomplikowana, krzyżuje się wiele różnych gatunków i roślin i zapylaczy w jednym ekosystemie. Wiele tych sieci ma pewien „zagnieżdżony schemat połączeń”, gatunków rdzennych które stale nawiązują połączenia z jakimiś gatunkami, jest też pewna sieć specjalistów, które np. preferują jeden gatunek rośliny a ta roślina z kolei jest generalistą, jest zapylana przez wiele gatunków. Zaburzenie może mieć różne efekty. Nie wszystkie są równocenne z punktu widzenia stałości całego układu.

Inwazje w takich układach można rozpatrywać na kilku poziomach:

- wprowadzenie „obcego” zapylacza;
- wprowadzenie „obcej” rośliny;
- wprowadzenie gatunku „trzeciego”, wpływającego na system; np. gatunek drapieżny którego ofiarą jest zapylacz, albo roślinożerca zjadający roślinę zapylaną. Albo np. konkurent dla któregoś z tych gatunków.

Przykład nieprzemysłanego „eksperymentu” – wprowadzenie pewnego gatunku węża na wyspę Guam, przypadkowo, w latach 40' (znaczy zawleczenie...) z Nowej Gwinei. Wąż ten poluje na ptaki, zjada jaja ptasie. Na tej wyspie są dwa gatunki drzew, o podobnej, czerwonej barwie kwiatów, zapylanych przez ptaki. Porównano częstość odwiedzin tych kwiatów przez owady i przez ptaki na wyspie Guam i na sąsiedniej wyspie gdzie nie ma tyle tego węża. Na Guam nie ma już praktycznie ptaków. Odwiedzają te kwiaty tylko owady. Jest tam powoli coraz mniej młodych drzew tych gatunków, widać efekt inwazji przez węża.

Roślinożerność – możliwy wpływ na ekosystem.

- zmniejszenie zasobów pokarmowych zapylaczy;
- efekt wydeptywania oraz wynikające z tego zmiany zachowania zapylaczy
- zmiany fenotypowe cechach związanych z zapylaniem (np. czas kwitnienia, wytwarzanie kwiatów, etc.)
- sumarycznie więc może doprowadzić to do spadku populacji rodzimych roślin i rodzimych zapylaczy (trochę inna historia jest z nierodzimyimi...).

Pszczoła miodna, wprowadzona jako „dobry” zapylacz. Jest ona obca w większości świata. Nie wiadomo dokładnie skąd pochodzi chociaż prawdopodobnie gdzieś ze środkowej Afryki. Udomowiona prawdopodobnie w Azji mniejszej, potem przenoszona, w tym do Ameryki. Jest gatunkiem o silnych preferencjach co do obiektów na jakich żeruje, w porównaniu do dzikich pszczół (jest ich kilkaset gatunków). Optymalizuje w ten sposób zyski z okolicznych roślin. Pokarm kwiatowy jest kluczowy dla przeżycia jej i jej kolonii.

*Lantana camara* – gatunek inwazyjny w niektórych rejonach np. w Australii, ucieka z upraw, i zajmuje naturalne siedliska, pszczoła dodatkowo świetnie poprawia sukces reprodukcyjny tej rośliny. Synergistyczny efekt wzmacniania inwazji, dwa gatunki nierodzące na danym terenie. Na Seszelach – kilka gatunków drzew, pszczoła miodna coraz ważniejszym zapylaczem. Nie zawsze

przekłada się to na sukces reprodukcyjny rośliny, ale czasem tak.

Rodzime zapylacze też wchodzą w interakcje z tymi inwazyjnymi – np. zapylanie endemicznego zmijowca na Teneryfie. Tam gdzie są pasieki pszczoły miodnej, kwiaty są znacznie częściej odwiedzane. Populacje roślin odizolowane od pszczół mają znacznie wyższy poziom nektaru. Pszczoła miodna jest bardzo liczącym konkurentem, usuwa bardzo dużo zasobów pokarmowych.

Podobnie w przypadku innych obszarów, np. Pszczoła miodna vs. Kalifornijskie trzmiele. Trzmiele mają znacznie większy sukces reprodukcyjny gdy są oddalone od kolonii pszczół.

Nie zawsze jednak tak jest. np. w Europie środkowej nie zaobserwowano takiego negatywnego wpływu pszczoły miodnej. Możliwe że wynika to z dłuższego czasu koewolucji, kilka tysięcy lat. (W Kalifornii to tylko 200-250 lat).

Niektóre trzmiele też są inwazyjne, np. trzmiel ziemny i kamiennik. Często są wykorzystywane jako owady hodowlane w zapylaniu roślin szklarniowych i sadach, bo mają dużą efektywność zapylania. Często uciekają i zakładają dzikie kolonie, naturalizujące się w środowisku. Negatywne skutki tego już dowiedziono w Japonii i Nowej Zelandii, na Bliskim Wschodzie. Powoduje spadek populacji różnych pszczołowatych. W silnie zmienionych i pofragmentowanych środowiskach często tylko gatunki introdukowane, jak pszczoła miodna pozostają jedynymi zapylaczami dla roślin. Mogą przejmować funkcje pełnione do tej pory przez organizmy rodzime.

Podsumowując: wpływ na systemy zapylania obcych zapylaczy może być bardzo różnorodny: konkurencja z rodzimymi zapylaczami, czasami mimo obecności rodzimych zapylaczy gatunek obcy ogranicza sukces reprodukcyjny rośliny kradnąc pyłek który już jest na znamieniu. Może być dyskryminowana jakaś płęć kwiatu, może dochodzić do częstszego samozapylania, mogą być przenoszone choroby i pasożyty (np. pszczoła miodna przenosi różne pasożyty i choroby, które mogą przeskakiwać na rodzime populacje owadów).

Skutki wprowadzenia nowego zapylacza zwykle są złe:

zazwyczaj powoduje spadek wielkości populacji rodzimych zapylaczy, albo nie obserwuje się wpływu. Co do roślin różnie, czasami zawiązywanie nasion jest lepsze, czasem słabsze, zazwyczaj powoduje spadek męskiego sukcesu reprodukcyjnego, choć nie zawsze, podobnie co do jakości nasion. Bardzo często powoduje zmiany w strukturze genetycznej populacji.

Mogą być dwa scenariusze jeśli chodzi o zapylanie:

nowa roślina może konkurować z gatunkami rodzimymi odciągając owady do siebie. Ale może spowodować, że zwiększy się zainteresowanie owadów gatunkami rodzimymi, przez taki efekt „magnesowy”. Albo może nie być efektu jak w przytoczonym badaniu (bo np. wabione są różne niepokrywające się gatunki zapylaczy). Efekt zależy też czy rozpatrujemy rośliny morfologicznie podobne czy nie. Jeśli gatunek obcy jest podobny do rodzimego to konkurencja jest większa.

Zmiany na poziomie ekosystemu są znacznie trudniejsze do interpretowania. Czasami obecność gatunku inwazyjnego powoduje, że sieć jest bardziej złożona a nie zubożona. Ale mogą być i skutki negatywne dla entomofauny. np. *Solidago* – siedliska gdzie występuje są zubożone jeśli chodzi o różnorodność biologiczną także owadów, bo wypierając rodzimą roślinność, oferuje bogate źródło pokarmu ale bardzo sezonowego. Podobny wpływ jak pól uprawnych, np. rzepak, bardzo dużo pokarmu, ale bardzo krótko.

A więc skutki negatywne to: Konkurencja o zapylaczy z gatunkami rodzimymi, interferencja z rodzimym pyłkiem na znamionach rodzimych roślin („zapychanie”), hybrydyzacja – mieszańce o nieznanych właściwościach, wpływ na zachowanie zapylaczy (np. dystans pokonywany między roślinami rośnie), konkurencyjne wypieranie preferowanych roślin pokarmowych rodzimych zapylaczy.

Skutki wprowadzenia nowej rośliny są więc nieprzewidywalne, chociaż zazwyczaj negatywne.

Cechy ułatwiające inwazję w układach mutualistycznych związanych z zapylaniem:

szeroka nisza ekologiczna roślin i zwierząt (interakcje generalistyczne); rośliny – samozgodność, umożliwiająca samozapylanie; Trudno jest jednoznacznie powiedzieć jak inwazje wpływają na zapylanie. W literaturze raczej przeważają przykłady negatywne, ale nie jest to reguła.