

Nisza ekologiczna to zakres warunków środowiska, w którym organizmy mogą żyć, rozwijać się i rozmnażać. Środowisko zmienia się nieustannie, zwłaszcza w ostatnich dekadach, gdy zmiany nabrały rozpędu na skutek działalności człowieka. Aby przetrwać, organizmy muszą reagować na zmiany i przystosowywać się poprzez odpowiednie dopasowanie zakresu tolerancji środowiskowej. W efekcie, szerokość niszy ekologicznej podlega ciągłej ewolucji. Modele teoretyczne przewidują, że zarówno stałe, jak i zmienne warunki środowiskowe prowadzą do odmiennych odpowiedzi adaptacyjnych i skutkują ewolucją, odpowiednio, w kierunku specjalistów lub generalistów. Badania empiryczne przeprowadzone w celu weryfikacji tych predykcji dostarczają jednak niejednoznacznych odpowiedzi. Pomimo, iż proces ewolucji szerokości niszy od dawna nurtuje biologów, wyjaśnienie mechanizmów leżących u jego podstaw oraz płynących z tego konsekwencji jest nadal jednym z głównych wyzwań współczesnej ekologii ewolucyjnej.

Ogólnym celem tego projektu jest wyjaśnienie mechanizmów leżących u podstaw ewolucji szerokości niszy ekologicznej. W szczególności przetestujemy:

1. czy ewolucja szerokości niszy w wymiarach biotycznych zależy od ewolucji szerokości niszy w wymiarach abiotycznych i odwrotnie;
2. jak stałe i zmienne warunki środowiska kształtują szerokość niszy;
3. jakie mechanizmy genetyczne są odpowiedzialne za adaptacje do stałych i zmiennych warunków abiotycznych.

Zgodnie z powszechnie przyjętą koncepcją Hutchinsona, nisza jest wielowymiarową przestrzenią ekologiczną, która umożliwia długotrwałe przetrwanie populacji. W niniejszym projekcie zbadamy ewolucyjne zależności między dwoma wymiarami niszy: biotycznym (gatunek rośliny żywicielskiej) i abiotycznym (temperatura). Systemem badawczym będzie obligatoryjny pasożyt roślin, roztoc *Aceria tosichella*, który jest jednym z najpoważniejszych na świecie szkodników przenoszących wirusy zbóż. Problem jego ekspansji w wielu regionach na całym świecie jest od lat wyzwaniem dla badaczy i hodowców zbóż. Jednakże, dotąd nie podjęto jeszcze starań, aby dokładnie wyjaśnić mechanizmy odpowiedzialne za zwiększenie tolerancji względem różnych warunków środowiskowych u tego gatunku oraz ewolucję szerokości jego niszy, co pozwoliłoby zrozumieć tak niespotykany potencjał inwazyjny.

Roślinożerne stawonogi są doskonałym systemem do badania ewolucji niszy biotycznej, ponieważ ich środowisko życia składa się z wyraźnie wydzielonych, dyskretnych jednostek (roślin żywicielskich). W związku z tym, szerokość ich niszy biotycznej może być określona ilościowo, jako liczba gatunków zasiedlanych roślin. Zarówno rośliny żywicielskie, jak i temperatura są kluczowymi elementami definiującymi środowisko życia obligatoryjnych pasożytów roślin, decydującymi o ich przetrwaniu, rozwoju i reprodukcji. Dlatego, wnioski wyciągane na podstawie analizy tych właśnie wymiarów niszy będą miały dużo bardziej ogólny charakter.

Do badań zostaną użyte populacje, które zostały wcześniej zaadaptowane do stałych oraz zmiennych warunków biotycznych w drodze wielokrotnie zreplikowanej ewolucji eksperymentalnej. Każda z linii była przez dziesiątki pokoleń przystosowywana odpowiednio do jednego lub dwóch zmieniających się gatunków roślin żywicielskich. Wartość dostosowawcza tych populacji, różniących się szerokością niszy biotycznej, zostanie oszacowana w szerokim spektrum temperatur. W drugim etapie badań, populacje te będą stanowiły punkt wyjścia do ewolucji eksperymentalnej w różnych reżimach termicznych: stałym, fluktuującym w sposób przewidywalny i fluktuującym chaotycznie. Następnie, zmierzmy szerokość niszy zarówno w wymiarze abiotycznym (poprzez ocenę dostosowania w różnych reżimach termicznych), jak i w wymiarze biotycznym (pomiar dostosowania na różnych gatunkach roślin żywicielskich). W ten sposób uzyskamy informację o mechanizmach ewolucji szerokości niszy, potencjalnych kompromisach pomiędzy ewolucją niszy w różnych wymiarach oraz roli jaką w tych procesach odgrywa przewidywalność środowiska. Ponadto, podczas ewolucji eksperymentalnej będziemy śledzić zmiany zachodzące w całych genomach badanych populacji, co pozwoli na identyfikację proksymatycznych mechanizmów odpowiedzialnych za ewolucję szerokości niszy.

Badania te dostarczą wiedzy na temat mechanizmów, które wpływają na zdolność do zwiększania tolerancji środowiskowej, a tym samym na poszerzanie zasięgów. Duża łatwość adaptacji do zmiennych warunków abiotycznych (np. temperatury) może potencjalnie wywoływać szybką ewolucję w kierunku poszerzenia niszy biotycznej (zwiększenia zakresu roślin żywicielskich), a tym samym powodować wzrost inwazyjności wielu gatunków. Jest to szczególnie ważny problem w obliczu zmian klimatycznych, które głównie objawiają się wzrostem wariacji parametrów pogodowych. To zaś może istotnie wpływać na szerokość niszy stawonogów żywiących się roślinami, a tym samym poważnie modyfikować ich zasięgi (zarówno żywicielskie, jak i geograficzne). Zrozumienie tych zjawisk ma kluczowe znaczenie dla wyjaśnienia przyczyn i mechanizmów inwazji biologicznych.