

## Streszczenie

Osobniki danego gatunku reagują na zmiany środowiskowe poprzez adaptacje biologiczne. Gatunki specjalistów stoją często w obliczu szybkiego spadku populacji z powodu nieprawidłowego przystosowania się do nowych warunków (maladaptacji). Szczególnie podatne na wyginięcie są gatunki pasożytnicze ze względu na dużą zależność pasożyta od obecności i liczebności gospodarza. Reintrodukcja służy jako narzędzie ochrony, mające na celu przywrócenie utraconych populacji danego gatunku i procesów ekologicznych po ich wyginięciu. Dodatkowo, reintrodukcje pozwalają obserwować zmiany ewolucyjne w nowych siedliskach, co pozwala dowiedzieć się czy i w jaki sposób organizmy mogą radzić sobie w nowych warunkach środowiskowych. W ostatnich dziesięcioleciach przeprowadzono wiele procesów reintrodukcji motyli, w tym również motyli z rodzaju *Phengaris* reintrodukowanych w Wielkiej Brytanii i Holandii. Motyle te są dobrymi wskaźnikami różnorodności biologicznej, wykazują wyspecjalizowany cykl życiowy jako pasożyty społeczne mrówek i posiadają specyficzne adaptacje ułatwiające integrację gąsienic w koloniach mrówek gospodarzy. Złożoność ich cyklu życiowego podkreśla konieczność uwzględnienia w strategiach ochrony zarówno gatunku pasożyta (motyla), żywiciela (mrówek z rodzaju *Myrmica*) jak i obecności roślin żywicielskich. Gąsienice motyli, naśladując sygnały chemiczne i wibroakustyczne mrówek, infiltrują kolonie gospodarza a następnie integrują się w celu dalszego przeżycia w kolonii mrówek. Poszczególne gatunki mrówek *Myrmica* różnią się profilami węglowodorów kutykularnych, co jest głównym mechanizmem rozpoznawania się u mrówek. Zatem gąsienice motyli *Phengaris* muszą naśladować specyficzny profil mrówek gospodarzy, aby oszukać robotnice mrówek danego gatunku i ułatwić adopcję oraz zabranie ich do kolonii. Geograficzne różnice w specyficzności względem mrówek gospodarzy ukazują tzw. mozaikę koewolucji, podkreślając przestrzennie zróżnicowany charakter interakcji i wzajemnej adaptacji gatunków. Istnieją dowody potwierdzające ten wzór u niektórych gatunków *Phengaris*, takich jak *Phengaris alcon*, natomiast nie udało się tego wykazać dla najmniej specyficznego względem mrówek gospodarzy gatunku, a mianowicie *Phengaris teleius*.

Po wyginięciu ostatniej populacji *P. teleius* w Holandii w 1976 r., w 1990 r. nastąpiła udana reintrodukcja, obejmująca translokację 86 motyli z Polski do rezerwatu przyrody Moerputten w Holandii. Wysiłki związane z reintrodukcją zaowocowały utworzeniem metapopulacji składającej się obecnie z kilku tysięcy osobników. Trzy dekady później przedstawione w rozprawie doktorskiej badania miały na celu ocenę potencjalnych zmian jakie mogły zajść zarówno u dorosłych motyli jak i u gąsienic pochodzących z metapopulacji źródłowej (polskiej) i metapopulacji reintrodukowanej (holenderskiej). Badania objęły analizy chemiczne (profile węglowodorów kutykularnych), wibroakustyczne i behawioralne gąsienic i mrówek oraz analizy morfologiczne i genetyczne dorosłych motyli. Ponadto ocenione zostały zmiany morfologiczne tylnych skrzydeł motyli w skali przestrzennej i czasowej dzięki integracji danych dotyczących osobników z obecnych metapopulacji z danymi historycznymi osobników z metapopulacji źródłowej i reintrodukowanej. Badania te zapewniają wgląd w trwający proces koewolucji, powstawanie adaptacji do nowych warunków oraz genetyczne skutki reintrodukcji. Postawiono hipotezę, że profile węglowodorów kutykularnych i sygnały wibroakustyczne u gąsienic różnią się w zależności od metapopulacji, przypominając profile ich lokalnych mrówek

gospodarzy *Myrmica scabrinodis*. Przewidywano również skuteczniejszą adopcję gąsienic i zwiększoną ich przeżywalność w koloniach mrówek z lokalnych populacji. Założono, że warunki biotyczne i abiotyczne w różny sposób wpływały na cechy morfologiczne motyli z poszczególnych metapopulacji oraz że metapopulacja reintrodukowana wykazuje się niższą zmiennością genetyczną. Założono również że łączność metapopulacji wpływa na dobór cech morfologicznych i zdolności do dyspersji motyli. Ponadto czynniki takie jak dobór płciowy, drapieżnictwo i stres w fazie rozwojowej mogą w różny sposób wpływać na wzorce kropek na skrzydłach motyli w metapopulacji źródłowej i reintrodukowanej.

Otrzymane wyniki wskazują, że gąsienice z metapopulacji reintrodukowanej różnią się sygnałami chemicznymi i wibroakustycznymi w porównaniu z metapopulacją źródłową po 30 pokoleniach od reintrodukcji. Gąsienice z reintrodukowanej metapopulacji emitują sygnały wibroakustyczne bardziej podobne do sygnałów emitowanych przez ich sympatycznych gospodarzy, co sugeruje potencjał adaptacyjny do lokalnych warunków. Nasze analizy nie wykazały natomiast dowodów na poprawę wydajności w zakresie mimikry chemicznej (profilu węglowodorów kutykularnych). Dorosłe motyle również wykazują różnice morfologiczne pomiędzy metapopulacjami. Motyle ze współczesnej, polskiej metapopulacji źródłowej charakteryzują się wyższą masą ciała i szerokością tułowia w porównaniu z motylami z holenderskiej metapopulacji. Mają one też największe skrzydła spośród wszystkich badanych metapopulacji (współczesnych i historycznych). Kształt skrzydeł i zmienność wzoru kropek również różnią się w zależności od metapopulacji. Łączność metapopulacji zmieniła się w czasie; w polskiej metapopulacji powoli spadała zaś w holenderskiej istotnie wzrosła, zwłaszcza po dodatkowym odtworzeniu siedlisk. Sugeruje to, że łączność metapopulacji może być jednym z ważniejszych czynników wpływających na zmiany w cechach morfologicznych dorosłych motyli w obu metapopulacjach. Analiza genetyczna ujawniła różnice w bogactwie alleli, wskazując na efekt założyciela oraz wąskiego gardła w reintrodukowanej metapopulacji z wyraźnym zróżnicowaniem struktury genetycznej pomiędzy metapopulacjami i mniejszą efektywną wielkością populacji holenderskiej w porównaniu ze źródłową.

Otrzymane wyniki podkreślają zdolność przystosowawczą motyla *P. teleius* na wszystkich etapach cyklu życiowego, wskazując zdolność gąsienic do ewolucji adaptacji do nowych mrówek gospodarzy. Również zaobserwowano zmiany morfologiczne u dorosłych motyli w odpowiedzi na presję środowiskową. Co więcej, w wyniku procesu reintrodukcji holenderska metapopulacja wykazuje odrębną strukturę genetyczną ale także odporność na utratę zmienności genetycznej, o czym świadczy pomyślna kolonizacja i wzrost liczebności metapopulacji. Otrzymane wyniki sugerują, że *P. teleius* jest obiecującym gatunkiem motyla do działań w zakresie reintrodukcji, zdolnym do rozwoju i adaptacji w nowych siedliskach.