

Pośród czynników, które kształtują bioróżnorodność znajduje się rozmnażanie płciowe. To właśnie ono ma znaczący wpływ na to jak wygląda świat, który nas otacza. Rozmnażanie płciowe może wpływać między innymi na to jak populacje adaptują się do nowych środowisk czy też na ewolucję cech związanych z krzyżowaniem międzyosobniczym. Cechy te mogą być zarówno kooperacyjne jak i konfliktowe. Z rozmnażaniem płciowym związane są również koszty, takie jak np. koszt samców. Samozapłodnienie jest typem rozmnażania płciowego, który pod wieloma względami przypomina bezpłciowość, ponieważ odbywa się bez krzyżowania międzyosobniczego. W związku z tym, populacje rozmnażające się przez samozapłodnienie unikają większości kosztów związanych z rozmnażaniem płciowym. Jednak samozapłodnienie również niesie za sobą konsekwencje. W populacjach, w których dominuje samozapłodnienie, często obserwowany jest „syndrom samozapłodnienia”, który powoduje utratę bądź degenerację cech związanych z krzyżowaniem międzyosobniczym. Ponadto, samozapłodnienie może ograniczać potencjał adaptacyjny populacji, ponieważ – podobnie jak w przypadku rozmnażania bezpłciowego - nie występuje rekombinacja informacji genetycznej pomiędzy genomami pochodzącymi od różnych osobników.

Dzięki współczesnym metodom genetycznym, możliwa jest zmiana systemu reprodukcyjnego u niektórych organizmów. Jednym z takich organizmów jest nicienie *Caenorhabditis elegans*, bardzo popularny organizm modelowy. Swoją sławę zawdzięcza cechom takim jak: krótki cykl życiowy, niewielkie rozmiary oraz łatwość hodowli laboratoryjnej czy modyfikacji genetycznych. U tego gatunku, formą dominującą są hermafrodyty, zdolne do samozapłodnienia, ale niezdolne do zapładniania siebie nawzajem. Występują tu również osobniki płci męskiej, zdolne do zapładniania hermafrodyt, jednak w większości populacji stanowią one mniej niż 1% populacji. U *C. elegans* „syndrom samozapłodnienia” widoczny jest zarówno na poziomie fizjologicznym np. objawiającym się poprzez brak wywołania paraliżu hermafrodyt (paraliż ułatwia samcom kopulację), jak i behawioralnym np. odrzucanie plemników samców przez hermafrodyty, czy też krótszy czas kopulacji.

W niniejszej pracy użyto podejścia ewolucji eksperymentalnej w celu zbadania czy zmiana systemu reprodukcyjnego u *C. elegans* z niemal wyłącznego samozapładniania na obligatoryjne krzyżowanie wpłynie na adaptację do nowych warunków środowiska oraz na re-ewolucję cech związanych z krzyżowaniem. Praca ta była częścią większego eksperymentu ewolucyjnego, w którym wyjściowe populacje posiadały izogeniczne tło genetyczne. W celu utworzenia populacji obligatoryjnie krzyżujących zablokowano możliwość produkcji spermy u hermafrodyt poprzez introgresję genu *fog-2(q71)*, tym samym zmieniając je w funkcjonalne

samice. Obydwa systemy reprodukcyjne (typ dziki – używający głównie samozapłodnienia oraz obligatoryjnie krzyżujący się – *fog-2*) ewoluowały przez ponad 100 pokoleń w dwóch temperaturach: 20°C – kontrola oraz 24°C – podwyższona temperatura.

Pierwsza hipoteza badawcza postawiona na początku eksperymentów zakładała, że zmiana systemu reprodukcyjnego nałoży presję selekcyjną na cechy związane z obligatoryjnym krzyżowaniem, co w efekcie przełoży się na re-ewolucję cech zdegenerowanych przez „syndrom samozapłodnienia”. Druga hipoteza wiązała się z adaptacją do nowego środowiska w zależności od systemu reprodukcyjnego. Tempo adaptacji w nowym środowisku powinno być wyższe u populacji, które obligatoryjnie się krzyżują niż u populacji, które rozmnażają się głównie przez samozapłodnienie.

W pierwszym badaniu testowałam przewidywania wynikające z pierwszej hipotezy. Efektem wprowadzenia obligatoryjnego krzyżowania w populacjach wykazujących „syndrom samozapłodnienia” powinno być pojawienie się silnej presji selekcyjnej na cechy związane z krzyżowaniem, prowadzącej do ewolucji bardziej „wydajnych” zachowań reprodukcyjnych związanych z kopulacją i zapłodnieniem. W rozdziale pierwszym zbadano tempo zapłodnienia samic, zarówno w populacjach *fog-2*, które ewoluowały przez 100 pokoleń w zmienionym systemie reprodukcyjnym, jak i u ich przodków, u których system został zmieniony, lecz populacje te nie uległy ewolucji. Aby sprawdzić powtarzalność wyników, badania dla każdej populacji powtórzono w 2 lub 3 niezależnych blokach. Udało się zidentyfikować 5 populacji, w których prawdopodobnie wyewoluowało wyższe tempo zapłodnienia niż u ich przodków. Jednak odnotowana została duża wariancja między blokami, co powoduje, że wyniki te powinny być traktowane z ostrożnością.

Drugie badanie miało na celu przetestowanie drugiej z wyżej wymienionych hipotez. W tym celu zmierzono dostosowanie (fitness) populacji zarówno typu dzikiego (samozapłodniających się) jak i populacji obligatoryjnie krzyżujących się po 100 pokoleniach ewolucji, jak też ich przodków. Populacje ewoluowały w dwóch temperaturach: 20°C oraz 24°C, następnie fitness populacji był sprawdzany w 24°C. W tym eksperymencie przewidywano, że populacje ewoluujące w 24°C będą adaptować się do tego środowiska, co powinno przejawiać się wyższym fitnessem u populacji po ewolucji w porównaniu do przodków. Dodatkowo, przewidywano, że adaptacja będzie lepiej widoczna w populacjach, które rozmnażały się poprzez obligatoryjne krzyżowanie. Również to badanie było powtórzono w 2 lub 4 niezależnych blokach. W tym badaniu nie udało nam się potwierdzić przewidywań testowanej hipotezy. Podobnie jak w pierwszym badaniu wykryto dużą wariancję między blokami. Dodatkowo zasadniczym

elementem tych wyników było tło genetyczne, które istotnie wpłynęło na różnice pomiędzy populacjami ewolucyjnymi a ich przodkami.

Trzeci rozdział pracy jest opisem metody, którą opracowano, aby móc oszacować dostosowanie, opisane w badaniu drugim. Metoda ta pozwala na wysoko przepustowe oszacowanie dostosowania populacji nicieni, mierzonego w konkurencji ze szczepem *C. elegans* oznaczonym fluorescencyjnym białkiem GFP (białko zielonej fluorescencji). Dzięki zastosowaniu modelu uczącego się za pomocą sieci neuronowych (CNN – konwolucyjne sieci neuronowe), „nauczono” model klasyfikacji nicieni widocznych na zdjęciach na zwierzęta wykazujące fluorescencję i te, które jej nie wykazywały. Osiągi modelu zostały oszacowane przy użyciu parametrów precyzji i odwołania. Dodatkowo, porównano jego osiągi z manualnym liczeniem ze zdjęć. W obydwu miarach, model osiągał dobre wyniki oraz w porównaniu do liczenia ręcznego, zmniejszał czas potrzebny na analizę zdjęć 20-krotnie, unikając przy tym błędów ludzkich.