

# Reakcje dżdżownic (Lumbricidae) na stres na poziomie populacyjnym i komórkowym

## Streszczenie

Dżdżownice (Lumbricidae) odgrywają ważną rolę w wielu procesach zachodzących w ekosystemach. Jako „*ecosystem engineers*” wpływają na właściwości fizyczne i chemiczne gleb oraz uczestniczą w funkcjonowaniu szeroko rozumianego środowiska.

Mają również duże znaczenie praktyczne m. in. w gospodarce odpadami. Vermikompostowanie z udziałem dżdżownic może być jedną ze skutecznych metod unieszkodliwiania odpadów na miejscu ich powstawania. Jest to metoda skuteczna, często stosowana na świecie i stanowiąca obiekt wielu różnokierunkowych badań, ale nadal wymagająca uaktualniania rozwiązań wielu problemów.

Ponadto dżdżownice, ze względu na dużą wrażliwość na stres środowiskowy, można wykorzystać w ekotoksykologii gleb. Zwierzęta te mogą być wykorzystywane jako biowskaźniki przy badaniu zanieczyszczenia gleby np. różnymi ksenobiotykami. Dzięki mechanizmom odpornościowym do jakich zaliczamy system odpowiedzi komórkowej, można z ich udziałem monitorować poziom skażenia gleby również na poziomie ich celomocytów. Dżdżownice narażone na działanie czynnika stresowego wyrzucają płyn celomatyczny z zawartymi w nim celomocytami. Metoda pozyskiwania celomocytów jest wykorzystywana przez naukowców zajmujących się badaniem układu odpornościowego dżdżownic. Dzięki wrażliwości na różnego rodzaju stres, dżdżownice i celomocyty stanowią model w badaniach skażenia środowiska.

Lumbricidae mogą być również wykorzystywane jako model doświadczalny na pierwszym etapie testowania działania różnych substancji chemicznych, w tym anestetyków lokalnych stosowanych do znieczulania kręgowców. Obiecujące wyniki obserwacji działania na dżdżownice prilokainy i lidokainy pozwalają sądzić, że wykorzystując je jako zwierzęta modelowe, można by próbami z ich udziałem zastąpić kosztowne i wymagające zgody komisji etycznej, eksperymenty prowadzone na świnkach morskich, królikach, szczurach i myszach.

Celem niniejszej pracy było określenie reakcji dżdżownic na stres, w tym: () przedstawienie wybranych cech populacji dżdżownic z gatunku *Eisenia fetida* (Sav.) i *Dendrobaena veneta* (Rosa) w cyklu rocznym, co ma znaczenie praktyczne na przykład przy doborze gatunku dla vermikultury i produkcji wermikompostu; () określenie wpływu regularnego czynnika stresowego na wybrane cechy badanych populacji dżdżownic oraz na ich celomocyty (za stres uznano tu oddziaływanie prądu elektrycznego o napięciu 4,5V); () określenie wpływu prokainy i lidokainy na badane gatunki dżdżownic pod kątem znalezienia stężeń toksycznych –

LC<sub>05</sub>, LC<sub>50</sub>, LC<sub>95</sub> (dla nich za stres uznano oddziaływanie wybranych anestetyków lokalnych);  
( ) znalezienie stężeń prokainy i lidokainy, które są bezpieczne oraz skuteczne w odwracalnym znieczuleniu dżdżownic.

Wyniki ostatniej części pracy mają znaczenie zarówno przy wyborze właściwego środka do unieruchamiania dżdżownic przy podejmowaniu badań tego wymagających, jak i mogą być ważne dla budowania nowej płaszczyzny wiedzy, wiążącej się z możliwością zastosowania dżdżownic do wstępnego testowania różnych środków farmakologicznych.

Obiekt badawczy stanowiły dwa gatunki dżdżownic *Eisenia fetida* (Sav.) i *Dendrobaena veneta* Rosa. W pierwszej części pracy analizowano zmiany populacji badanych gatunków w ciągu roku. W drugiej części badano reakcję dżdżownic na stres wywołany drażnieniem prądem elektrycznym (zmiany populacyjne, zmiany liczby celomocytów). W ostatniej części pracy określono reakcję dżdżownic na środki znieczulające – prokainę i lidokainę.

Analizując cykl rocznego rozwoju średniej populacji dżdżownic *E. fetida* i *D. veneta* wykazano, że równoważne liczbowo (10 osobników) populacje startowe obu gatunków rozwijały się do końca badań, co świadczy o korzystnych warunkach zapewnionych w tym czasie w hodowli. Populacja dżdżownic z gatunku *E. fetida* charakteryzowała się szybszym tempem rozwoju – po 52 tygodniach, liczebność jej populacji była trzykrotnie wyższa niż u *D. veneta*. Przy trzykrotnie wyższej liczebności, dżdżownice *E. fetida* osiągały istotnie niższą średnią masę indywidualną w porównaniu do *D. veneta*. Dotyczyło to zarówno osobników niedojrzałych, przeddojrzałych jak i dojrzałych. Niższa masa indywidualna *E. fetida* była jednak rekompensowana liczniejszą populacją oraz w związku z tym podobną jak u *D. veneta* łączną sumą jej biomasy. Kokony składane przez *E. fetida* były lżejsze, węższe i krótsze w porównaniu do kokonów składanych przez *D. veneta*, ale stwierdzano podobny czas pojawiania się w podłożu wykłutych z nich młodych osobników. Dżdżownice *E. fetida* szybciej osiągały dojrzałość płciową. U *D. veneta* osobniki przeddojrzałe, dojrzałe oraz kokony pojawiały się później.

Na podstawie analizy i porównania wybranych cech wermikompostów wyprodukowanych z odpadów domowych przez oba gatunki dżdżownic stwierdzono, że w przypadku utylizacji przez *D. veneta*, wermikomposty były bogatsze w potas, sód oraz magnez i zawierały też więcej kadmu i chromu. Pomimo zastosowania różnych gatunków dżdżownic otrzymane wermikomposty były podobnie zasobne w azot, fosfor i wapń oraz ołów, cynk, miedź,

nikiel, mangan i żelazo. Vermikompost wyprodukowany przez *D. veneta* miał wyższe pH i niższe zasolenie.

Stwierdzono zróżnicowanie reakcji dżdżownic z gatunku *E. fetida* i *D. veneta* na stres wywoływany przez stymulację prądem elektrycznym (4,5 V). Regularne stymulacje prądem elektrycznym nie miały tu wpływu na cechy *E. fetida* na poziomie populacyjnym. Zastosowany czynnik stresowy nie wpływał na średnią liczebność, sumę biomasy, średnią masę ciała osobników stanowiących populacje pełne oraz kokony. Wrażliwość ujawniła się natomiast w postaci spadku średniej masy indywidualnej, średniej sumy biomasy osobników stanowiących populacje niepełne oraz średniej masy pojedynczego kokonu.

W przypadku dżdżownic z gatunku *D. veneta* stresowanie prądem elektrycznym wywoływało zmiany w populacji. Stwierdzono tu spadek liczebności wszystkich analizowanych grup wiekowych oraz kokonów. Osobniki reagowały również obniżeniem średniej masy indywidualnej i średniej sumy biomasy. Dotyczyło to wszystkich klas wiekowych *D. veneta* we wszystkich populacjach.

Prąd elektryczny o niskim napięciu nie wpłynął na długość życia stresowanej populacji *E. fetida*, w odróżnieniu od przypadku *D. veneta*, gdzie istotnie obniżał prawdopodobieństwo przeżycia populacji stresowanej.

Skutki regularnych stymulacji prądem elektrycznym dżdżownic *E. fetida* i *D. veneta* ujawniły się także na poziomie komórkowym, co było widoczne w postaci obniżenia się całkowitej liczby celomocytów oraz niższego procentu eleocytów. Niska zawartość komórek w płynie celomatycznym (stwierdzana w przyjętej procedurze badania) może świadczyć także o tym, że dżdżownice potrzebują więcej niż 4 tygodnie czasu na odbudowę pełnej puli celomocytów.

Obiegowe opinie krążące wśród hodowców dżdżownic mówiły, że prąd elektryczny może pobudzać dżdżownice do szybszego rozwoju. Nie znalazło to potwierdzenia – należy nadal poszukiwać ewentualnych stymulatorów rozwoju populacji dżdżownic wermikompostujących odpady organiczne.

Reakcje dżdżownic w kontakcie z anestetykami były zróżnicowane. Możliwość zastosowania wyższego zakresu stężeń prokainy i lidokainy dla *E. fetida* w porównaniu do *D. veneta* świadczy o większej odporności *E. fetida* na zastosowany stres w postaci działania substancji chemicznych. Reakcja na ten stres była zróżnicowana i zależała od zastosowanego stężenia. Wyższe stężenia anestetyków były przyczyną gwałtownych ruchów ciała i wyrzutu płynu celomatycznego oraz zmian morfologicznych obserwowanych po 48 godzinach.

Wartości  $LC_{05}$ ,  $LC_{50}$ ,  $LC_{95}$  różniły się istotnie w obrębie analizowanych anestetyków i gatunków testowanych dżdżownic. Prokaina nie była skuteczna w unieruchamianiu dżdżownic, natomiast okazało się, że lidokaina może być stosowana do odwracalnego unieruchamiania obu gatunków.