

Streszczenie

Celem pracy badawczej było sprawdzenie czy ślimak z gatunku *Cepaea hortensis* może wykształcić odruch warunkowy pod wpływem bodźców zewnętrznych.

Pracę badawczą stanowiła grupa 16 ślimaków, które przez miesiąc codziennie były poddawane próbom w specjalnie przygotowanym korytarzu z plastikowej butelki. Na jednym jego końcu zawsze było umieszczone jedzenie (pokrzywa, marchewka, ogórek, mniszek lekarski) jako bodziec pozytywny, a na drugim cebula lub czosnek, których zapach miał zniechęcać ślimaki (bodziec negatywny) (Fot.1). Ślimaki miały dostęp do pokarmu jedynie w korytarzu. Mięczaki były po kolei umieszczane na środku tunelu, aby w odpowiednim dla siebie czasie podjęły dane działanie. Po przeprowadzeniu każdej próby liczono ile ślimaków dotarło do pokarmu, nie podjęło próby ruchu, doszło do cebuli/ czosnku i pozostało w tej części korytarza lub ile po wyczuciu bodźca negatywnego zawróciło i dotarło do bodźca pozytywnego.

Fot. 1

Badania pokazały, że wraz z kolejnymi próbami coraz większa liczba ślimaków od razu wybierała drogę do pokarmu (pozytywnego bodźca).

Wyniki uzyskane w poszczególnych próbach zostały przedstawione w formie graficznej i opisowej. Wyniki poddano interpretacji uwzględniając dostępne materiały naukowe [1].

Wstęp

Wstężyk ogrodowy (*Capaea hortensis*) należy do gromady ślimaków. Gromada ta jest bogata w gatunki i bardzo zróżnicowana – zalicza się do niej około 105 tys. gatunków, z czego w Polsce występuje 6 gat. morskich oraz ok. 200 gat. lądowych i ok. 50 słodkowodnych [2]. Wiele z nich jest uważanych za szkodniki ogrodów i upraw w tym wstężyk ogrodowy. Ludzie podejmują wiele często nieskutecznych prób ich zwalczania. Zdarza się, że mogą mieć one negatywny wpływ na ekosystem czy zagrażać naszym rodzimym gatunkom ślimaków, niekiedy objętych ochroną. W dostępnych źródłach [3,4,5] możemy dowiedzieć się jakich środków i metod używać, aby chronić nasze ogródki, ale brak informacji czy odstraszać z naszych grządek ślimaki po usunięciu bodźca negatywnego będą tak chętne na nie powracać. Dalej szukając skutecznych, ale bezpiecznych metod walki z tymi mięczakami możemy znaleźć rady aby sadzić w ogródkach z dala od naszych upraw rośliny atrakcyjniejsze dla ślimaków lub pozostawiać np. obierki po owocach i warzywach, przez co mają one nie żerować na grządkach położonych w innej części ogrodu [4]. Tu nasuwa się kolejne pytanie czy ślimak będzie w stanie wybierać tę część ogrodu, a nawet do niej powracać jeśli będziemy regularnie pozostawiać w niej wspomniane wyżej alternatywne źródła pokarmu.

Wyniki pracy badawczej mogą pomóc w stwierdzeniu czy tego typu metody, dzięki którym nie wyrządzałyby krzywdy samym ślimakom jak i środowisku, mogą być skuteczne w ochronie roślin w naszym ogrodzie. Dlatego celem pracy było zbadanie czy wstężyk ogrodowy może wykształcić odruchy warunkowe pod wpływem bodźców zewnętrznych, tych negatywnych lub też pozytywnych.

Materiały i metody

Doświadczenie zostało przeprowadzone w okresie od 10.10.2019 do 08.11.2019 r. Badaniom poddano grupę ślimaków z gatunku wstężyk ogrodowy (*Capaea hortensis*). Jest to gatunek synantropijny występujący w zróżnicowanych biotopach: od trawiastych łąk i zagajników do terenów zurbanizowanych. Dla celów badania zebrano 16 wstężyków ogrodowych z przydrożnego rowu. Podczas trwania doświadczenia ślimaki były umieszczone w specjalnie przygotowanym akwarium (Fot. 3)[6] z odpowiednio utrzymaną wilgotnością, a każdy miał przymocowaną do muszli numerek dla ułatwienia obserwacji.

Codziennie przez 30 dni ślimaki po kolei były umieszczane na środku tunelu o długości 25 cm, szerokości 6 cm i wysokości 4 cm. (fot. 1) Został on wykonany z plastikowej butelki przeciętej na pół, pozbawionej dna i szyjki. Tunel umieszczono na stole pokrytym folią. Na jednym jego końcu znajdował się pokarm - posiekane liście pokrzywy, marchewka lub liście mniszka lekarskiego. Po przeciwnej stronie czosnek i cebula, których zapach i smak jest nielubiany przez ślimaki. Czynniki te były dobierane na podstawie informacji zawartych w poradnikach ogrodniczych [3,4,7]. Wstężyki są aktywniejsze wieczorami i w nocy dlatego badania były przeprowadzane od ok. 20:00, A obserwacje odnotowywane w zeszycie. Sprawdzano jaką reakcję wykazuje dany osobnik podczas próby. Uwzględniono:

- 1) brak reakcji, czyli pozostanie ślimaka na środku tunelu bez wyraźnego zaznaczenia ruchu w jakimś kierunku,
- 2) dotarcie do pokarmu,
- 3) dotarcie do bodźca negatywnego i pozostanie w tej części tunelu,
- 4) dotarcie do bodźca negatywnego, zawrócenie i dotarcie do pokarmu (Fot. 5).

Po dotarciu przez ślimaka do pokarmu wzmacniano pozytywny bodziec pozwalając na konsumpcję przez niego dowolnej ilości pokarmu z boku, aby móc prowadzić dalsze obserwacje z kolejnym ślimakiem—bez ryzyka, że będzie on sugerował się poprzednim osobnikiem. Dlatego też po każdej próbie śluz poprzednika był wycierany.

Fot. 3 Rzut z góry akwarium



Fot. 4 *Capaea hortensis* w tunelu zmierzający do pokarmu



Fot. 5 Ślimak zawracający od bodźca negatywnego

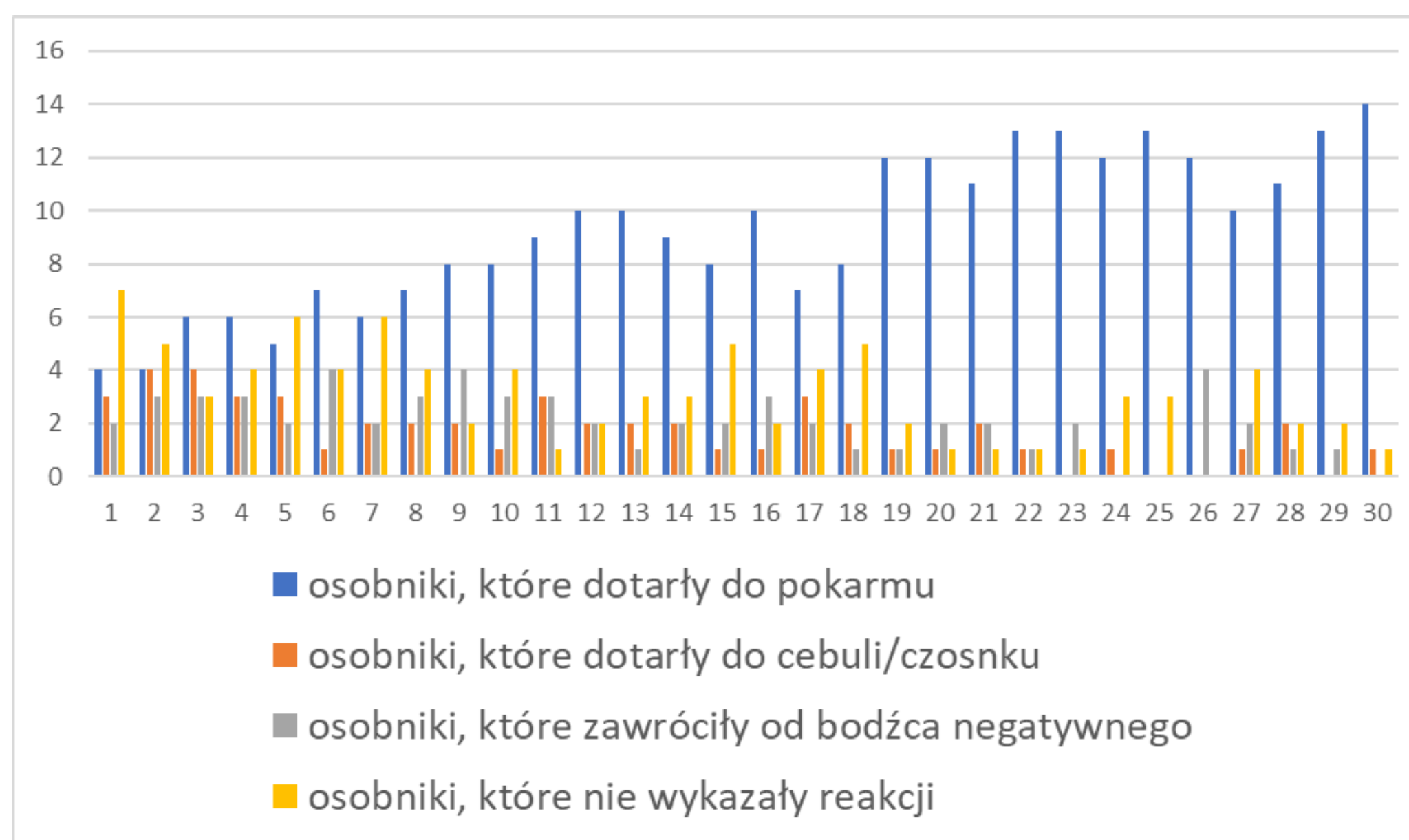
Wyniki

Wyniki obserwacji zostały przedstawione w Tab. 1. Zaobserwowano, że początkowo badane osobniki miały problem ze znalezieniem wyjścia z tunelu (w Tab. 1 opisane jako osobniki, które nie wykazały konkretnej reakcji w danym kierunku). Wraz z kolejnymi powtórzeniami ślimaki coraz częściej podejmowały próbę wyjścia z tunelu.

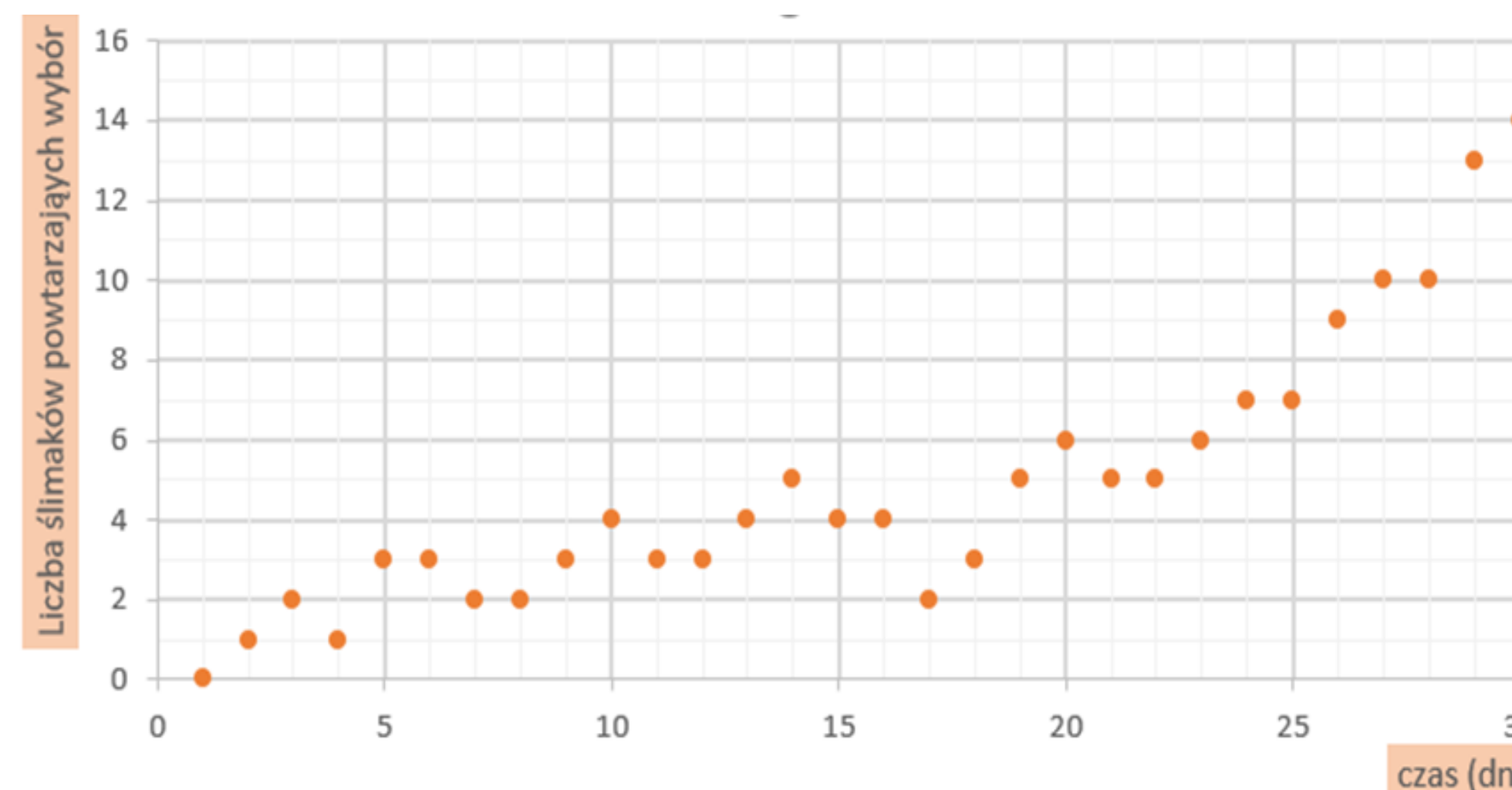
Tab.1 - liczba osobników podejmujących daną reakcję w kolejnych dniach

| Nr próby | Osobniki, które wybrały pokarm | Osobniki, które wybrały cebulę/ czosnek/ cebule | Osobniki, które zawróciły od bodźca negatywnego | Osobniki, które nie wykazały reakcji |
|----------|--------------------------------|---|---|--------------------------------------|
| 1. | 4 | 3 | 2 | 7 |
| 2. | 4 | 4 | 3 | 5 |
| 3. | 6 | 4 | 3 | 3 |
| 4. | 6 | 3 | 3 | 4 |
| 5. | 5 | 3 | 2 | 6 |
| 6. | 7 | 1 | 4 | 4 |
| 7. | 6 | 2 | 2 | 6 |
| 8. | 7 | 2 | 3 | 4 |
| 9. | 8 | 2 | 4 | 2 |
| 10. | 8 | 1 | 3 | 4 |
| 11. | 9 | 3 | 3 | 1 |
| 12. | 10 | 2 | 2 | 2 |
| 13. | 10 | 2 | 1 | 3 |
| 14. | 9 | 2 | 2 | 3 |
| 15. | 8 | 1 | 2 | 5 |
| 16. | 10 | 1 | 3 | 2 |
| 17. | 7 | 3 | 2 | 4 |
| 18. | 8 | 2 | 1 | 5 |
| 19. | 12 | 1 | 1 | 2 |
| 20. | 12 | 1 | 2 | 1 |
| 21. | 11 | 2 | 2 | 1 |
| 22. | 13 | 1 | 1 | 1 |
| 23. | 13 | 0 | 2 | 1 |
| 24. | 12 | 1 | 0 | 3 |
| 25. | 13 | 0 | 0 | 3 |
| 26. | 12 | 0 | 4 | 0 |
| 27. | 10 | 1 | 2 | 4 |
| 28. | 11 | 2 | 1 | 2 |
| 29. | 13 | 0 | 1 | 2 |
| 30. | 14 | 1 | 0 | 1 |

Zbrane wyniki poddano analizie w formie wykresów:



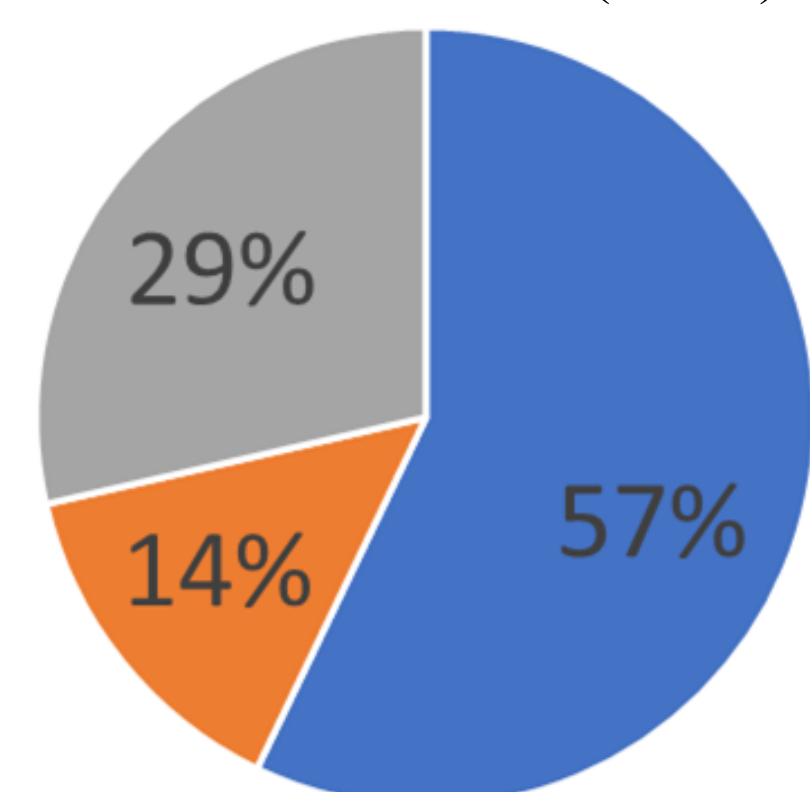
Wykres 1: Liczba ślimaków podejmujących dane reakcje w kolejnych dniach



Wykres 2: Liczba ślimaków ponownie wybierających drogę do pokarmu w zależności od czasu

Z przedstawionych danych wynika, że wraz z kolejnymi powtórzeniami wzrosła ogólna liczba osobników wybierających pokarm (Wykres 1). Analizując poszczególne ślimaki w tej grupie można zbadać po jakim czasie ich działania zaczęły być powtarzalne (Wykres 2).

Po upływie połowy czasu trwania badania 31,25% z wszystkich osobników nauczyło się jak docierać do pokarmu. Na koniec trwania doświadczenia 87,5% ślimaków potrafiło powtórzyć swój poprzedni wybór i dojść do bodźca pozytywnego. Osobnik, który najszybciej przyjął omawiany schemat postępowania to ślimak z numerem 1 (Fot. 4).



Wykres 3: Stosunek różnych reakcji ślimaków poprzedzający wykształcenie u nich powtarzalnego zachowania w obrębie grupy ślimaków, które nauczyły się docierać do pokarmu

Zaobserwowano, że ślimaki, które w późniejszych próbach nauczyły się docierać do pokarmu, początkowo w różny sposób poruszały się w korytarzu poszukując odpowiedniego wyjścia (Wykres 3). Osobniki, które w jednej próbie zareagowały na bodziec negatywny, a później pozytywny stanowią 57% omawianej grupy. Ślimaki, które od razu trafiły do pokarmu to 29%, a najmniejszy odsetek stanowią ślimaki, które początkowo nie podejmowały żadnej próby. Interpretując wykres 2 można zauważyć, że najwięcej ślimaków, które na koniec trwania doświadczenia powtarzało ruch w kierunku pokarmu, we wcześniejszych próbach sprawdziło również drugą część korytarza (5 z nich więcej niż jeden raz) i dopiero wtedy nauczyły się poruszać w stronę pokarmu.

Dyskusja

Celem pracy było zbadanie wpływu bodźców pozytywnych, czyli pokarmu oraz bodźców negatywnych, czyli roślin mających nieprzyjemny dla ślimaków zapach i smak na wykształcenie się u badanych osobników odruchu warunkowego polegającego na wyborze drogi w tunelu (Fot.1). Odruchem warunkowym nazywa się odruch powstający na bazie odruchu bezwarunkowego (reakcja wrodzona) skojarzonego z innym bodźcem [8,9]. Zwierzęta, dzięki swojemu ścisłemu przystosowaniu do świata zawsze starają się zmierzać w kierunku jedzenia [8], a zatem wykorzystując tunel użyty w doświadczeniu można było połączyć naturalne zachowanie zwierzęcia z próbą wydostania się ze wspomnianego tunelu w taki sposób aby dotrzeć do bodźca pozytywnego (Fot.4,6).



Fot. 6 Ślimak zmierzający do bodźca pozytywnego (marchewka)

Analizując doświadczenie przeprowadzone przez badaczy z University of California w Los Angeles [1] można wnioskować, że badane przez nich ślimaki morskie *Aplysia californica* wykształciły odruch warunkowy spowodowany przez bodziec negatywny (łagodne wstrząsy elektryczne) polegający na wzmocnieniu swoich odruchów obronnych. Ślimaki z próby badawczej na zwykły dotyk reagowały skurczem obronnym trwającym średnio 50 s, a osobniki z próby kontrolnej skurczem trwającym jedynie około jedną sekundę. Ten gatunek ślimaka był w stanie wykształcić odruch warunkowy pod wpływem działania czynnika zewnętrznego. Doświadczenie to daje podstawę do nazwania wykształconego typu zachowania przez wstężyki ogrodowe w przeprowadzonej pracy badawczej - odruchem warunkowym, skoro inny organizm o zbliżonej budowie (należący do tej samej gromady) go wykształca. 87,5% badanych wstężyków ogrodowych na koniec trwania doświadczenia powtarzało wybór tego wyjścia z tunelu, na którego końcu znajdował się bodziec pozytywny. Osobniki te wykształciły odruch ruchu w konkretnym kierunku. Mimo tego do pełnego potwierdzenia postawionej w doświadczeniu hipotezy należałoby przeprowadzić dokładniejsze obserwacje również z użyciem innego rodzaju bodźców lub większej ilości odnóg tunelu. Warto jednak podkreślić walory użytkowe pracy.

Wyniki doświadczenia pokazują, że badane wstężyki powracają do miejsca, w którym zawsze znajduje się pokarm wybierając odpowiednią drogę w tunelu, zatem stosowanie alternatywnych źródeł pokarmu w ogródkach może ochronić rośliny ozdobne i uprawne. Pozostawianie nieskoszonych fragmentów może okazać się pomocne, ponieważ znajdujące się w nich rośliny (np. pokrzywa zwyczajna, mniszek lekarski), będą stanowiły pokarm dla ślimaków [4].

Z pracy badawczej wynika, że rośliny, których ślimaki nie lubią, skutecznie odstraszą te zwierzęta od miejsc w których występują. Szacenie tego typu roślin na poblizu grządek lub roślin ozdobnych będzie stanowiło barierę dla mięczaków (np. majeranek, macierzanka, cebula, szalwia) [3].

Najwięcej badanych osobników nauczyło się docierać do konkretnego miejsca, kiedy podczas trwania jednej próby były wzmacniane zarówno przez bodziec negatywny jak i pozytywny. Ślimaki te najpierw docierały do cebuli / czosnku, a później zmieniały swój kierunek ruchu docierając do pokarmu. Z każdą kolejną próbą bodziec negatywny coraz bardziej zniechęcał ślimaki, przez co wraz z upływem czasu więcej ślimaków zaczęło od razu wybierać drogę w kierunku pokarmu. Przekładając te informacje na zabiegi pielęgnacyjne w ogrodach w celu ochrony roślin przed ślimakami można stosować wyżej omawiane metody równocześnie dla wzmocnienia efektu.



Fot. 8 Wstężyki ogrodowe karmione liśćmi pokrzywy po zakończonym doświadczeniu

Ślimaki są ważnym elementem ekosystemu, dlatego nie powinno podejmować się prób ich całkowitego zwalczania. Często jednak oprócz rodzimych gatunków ślimaków w ogrodzie można spotkać gatunki obce, których masowe pojawy zaburzają równowagę w środowisku. W takich sytuacjach przedstawione metody mogą okazać się mniej skuteczne [4].

Piśmiennictwo

1. <https://www.eneuro.org/content/5/3/ENEURO.0038-18.2018> Dostęp: 30.12.2019
2. <https://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9AŚlimaki> Dostęp: 30.12.2019
3. <http://ladnydom.pl/Ogrody/1,113393,5245748,splosoby-na-slimaki-w-ogrodzie.html> Dostęp: 30.12.2019
4. „Ślimaki nagie w uprawach, klucz do identyfikacji, metody zwalczania” Jan Kozłowski, IOR-PIB Poznań 2010
5. Sposoby zwalczania ślimaków w uprawach ogrodniczych i rolniczych”, Jan Kozłowski, IOR-PIB Poznań 2011 (ulotka)
6. <http://slimaki.info.pl/opisy-gatunkow/cepaea-hortensis-wsteczyk-ogrodowy.html> Dostęp: 30.12.2019
7. <http://slimakwdomu.pl/slimak-afrykanski/czym-karmic-slimaka/> Dostęp: 30.12.2019
8. „Wykład o czynności mózgu” Iwan Pawłow, Towarzystwo Wydawnicze „Rój” Warszawa 1938
9. https://pl.wikipedia.org/wiki/Odruch_warunkowy Dostęp: 30.12.2019