

„BOSKA” MODRASZKA



Sikora modra (*Parus caeruleus*), zwana modraszką, jest ptakiem często spotykanym w lasach, parkach i ogrodach. Jest mniejsza od wróbla, wierzch głowy i skrzydła ma jasnoniebieskie, a spód ciała żółty. Waży około 10-12 g., rozpiętość skrzydeł ma 20 cm, a długość ciała 11,8 cm. Żywi się – podobnie jak wszystkie sikory – owadami i ich larwami, a także – szczególnie zimą – nasionami zawierającymi dużo tłuszczu. Gniazda buduje w dziuplach i budkach lęgowych. Składa do 16 jaj, które są białe z rdzawymi kropkami. Zimą często korzysta z pomocy człowieka je, słonek, słonecznik, łuskane orzechy włoskie, itp.

Czasami sikorki budują gniazda w najbardziej nieoczekiwanych miejscach. Ja zaobserwowałem parę sikorki modrej, gdy ścieliły sobie gniazdo w figurce Pana Jezusa. Wchodziły do niej przez otwór po ułamanej ręce i mieszkały w środku. Figurka jest metalowa i wydaje mi się, że w słoneczne dni młodym sikorkom było bardzo gorąco, ale zauważyłem, że udało im się dorosnąć i wylecieć, nie wiem tylko ile ich było. Na niewielkiej 16 arowej działce w Koźmicach Wielkich koło Wieliczki, w 2009 roku gniazdowały dwie pary modraszek. Jedna para zbudowała gniazdo w budce, a druga w figurce Pana Jezusa.

Przemysław Konrad Wojtaś, uczeń klasy V Szkoły Podstawowej nr 1 w Krakowie. E-mail przemyslawwojtas@op.pl

W JAKI SPOSÓB ŻERUJĄ MRÓWKI *FORMICA CINEREA*?

Lukasz Sokolowski (Łódź)

Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań było zakwalifikowanie strategii żerowania mrówek *Formica cinerea* (ryc. 1) do jednej z kilku określonych przez naukowców metod, opisanych dokładniej w rozdziale „Wstęp”. W tym celu obserwowano 10 kolonii *F. cinerea* w terenie. Przeprowadzono również serię eksperymentów na 2 koloniach hodowanych w formikarium (specjalnym terrarium przystosowanym do hodowli mrówek), mających na celu określenie, w jaki sposób *F. cinerea* reaguje na dostępność kilku różnych źródeł pokarmu jednocześnie i czy potrafi w sposób elastyczny przełączać się między źródłami pokarmu o mniejszej jakości na źródła pokarmu o wyższej jakości.

Obserwacje wykazały, że *F. cinerea* stosuje metodę żerowania wykorzystującą tak zwane szlaki zapachowe. Eksperymenty wykazały, że robotnice *F. cinerea* potrafią

przekazywać sobie informacje o jakości pokarmu i wykazują umiarkowaną elastyczność przy przełączaniu się między źródłami pokarmu o różnej jakości.



Ryc. 1. Królowa i robotnica *F. cinerea*. Fot. Radosław Krawczuk i Maciej Nielubowicz.

Wstęp

Spółcześnie mrówek mogą liczyć nawet miliony robotnic. Aby przy takiej liczbie współpraca między członkami kolonii była możliwa, mrówki musiały wytworzyć szereg zachowań pomocnych przy organizacji pracy.

Bez wątpienia jednym z aspektów życia kolonii mrówek wymagających najdoskonalszej koordynacji jest żerowanie. Gatunki mrówek są bardzo zróżnicowane, tym samym stosują rozmaite strategie ułatwiające poszukiwanie i eksploatację źródeł pokarmu. Należy jednak pamiętać, że we wszystkich z nich (poza żerowaniem indywidualnym) istotną rolę odgrywają feromony, organiczne substancje zapachowe, za pomocą których mrówki przekazują sobie informacje.

Najprostszą strategią jest **żerowanie indywidualne**. Stosując tę metodę robotnice poszukują pożywienia samodzielnie, nie współpracując z innymi. Znacznie bardziej rozpowszechnionym i efektywnym sposobem żerowania jest **żerowanie wykorzystujące rekrutację**, które możemy podzielić na kilka podrodzajów, z czego najważniejsze są:

- masowa rekrutacja;
- grupowa rekrutacja.

Mrówki stosujące **masową rekrutację** po znalezieniu pokarmu wracają do gniazda pozostawiając szlak zapachowy. Powrót takiej mrówki do mrowiska powoduje wzmożoną aktywność innych robotnic, po czym liczna, nieskoordynowana grupa mrówek rusza do pożywienia po trasie oznaczonej feromonami przez pierwszą zwiadowczynię. Pewnym szczególnym rodzajem tej strategii są **szlaki zapachowe**, różniące się od typowej rekrutacji masowej tym, że ścieżki feromonów utrzymują się przez dłuższy czas i służą do oznakowania drogi do zasobnych źródeł pokarmu.

Istnieje również **rekrutacja grupowa**, przy której robotnica odnajdująca pokarm nie pozostawia śladu zapachowego, tylko osobiście zaprowadza do niego grupę innych robotnic zdając się w większej mierze na indywidualną pamięć niż na ślady zapachowe (Beckers i in., 1989).

Literatura podaje, że niektóre strategie żerowania, głównie oparte na robotnicach doprowadzających osobiście inne robotnice do źródła pokarmu (rekrutacja grupowa), umożliwiają swobodniejsze przełączanie się między różnymi źródłami pokarmu, gdyż są mniej zależne od istniejących już śladów feromonalnych.

Celem przeprowadzonych badań było określenie, którą z tych strategii stosują mrówki *F. cinerea* oraz sprawdzenie, w jakim stopniu wykazują elastyczność podczas żerowania.

Metody

Badany gatunek mrówek *Formica cinerea* to mrówka zamieszkująca suche i nasłonecznione łąki całej Polski. Jest optymalnym obiektem badań, gdyż odznacza się łatwością hodowli i szybkością rozmnażania, co było istotne dla powodzenia laboratoryjnej części badań. Co więcej, jest gatunkiem słabo opisanym w literaturze, dzięki czemu badanie zyskuje na innowacyjności.

Obserwacjom poddano 10 różnych kolonii *F. cinerea* zamieszkujących suche łąki w miejscowości Sokolniki pod Łodzią (ryc. 2). Obserwacje prowadzono w ciepłe, słoneczne dni w miesiącach lipcu i sierpniu. W odległości 1 metra od gniazda umieszczono plastikową tackę z kroplami miodu. Zachowanie mrówek obserwowano przez 2 godziny od

rozpoczęcia żerowania. Eksperyment przeprowadzono dla każdej kolonii 4 razy. Pomiędzy każdym z nich robiono 4 dni przerwy, aby mieć pewność, że feromony pozostawione przez mrówki z poprzednich powtórzeń eksperymentu przestaną działać i nie będą miały wpływu na wyniki kolejnych powtórzeń badania.



Ryc. 2. Plan Sokolnik z naniesioną lokalizacją obserwowanych kolonii.

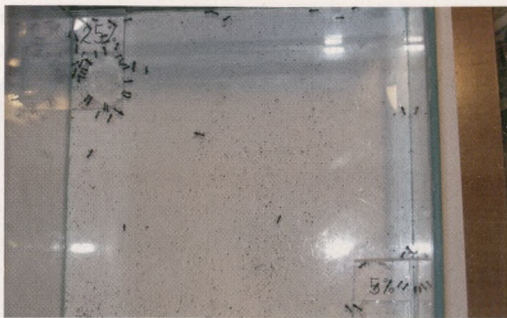
Przedmiotem drugiego eksperymentu były dwie kolonie hodowane w formikariach z wybiegami o wymiarach 20x20 cm (ryc. 3). W skład każdej z nich wchodziła królowa, około 500 robotnic, larwy, poczwarki i jaja. Podczas badań zastosowano podobną metodę jak w badaniach J.C. de Biesau, J.L. Deneuborga i J.M. Pasteelsa (1992) na gatunku *Myrmica sabuleti*. Przeprowadzono 3 rodzaje eksperymentów. W odległości 20 cm od wejścia do gniazda i 30 cm od siebie umieszczono 2 krople roztworu cukru o objętości 3 ml według jednego z poniższych schematów:

1. jednocześnie jedną kroplę o stężeniu 5% i drugą o stężeniu 25%;
2. najpierw jedną kroplę o stężeniu 5%, a 10 min. później drugą o stężeniu 25%;
3. najpierw jedną o kroplę stężeniu 25%, a 10 min. później drugą o stężeniu 25%.

Za każdym razem obserwacje prowadzono przez 45 min. od rozpoczęcia żerowania. Co 1 minutę liczone robotnice przy obu kroplach roztworu cukru (ryc. 4). Każdy z wariantów eksperymentu przeprowadzono na każdej z kolonii 4 razy. Pomiędzy każdym eksperymentem robiono 4 dni przerwy, z takich samych powodów jak w przypadku badań terenowych (dodatkowo wybieg przecierano materiałem).



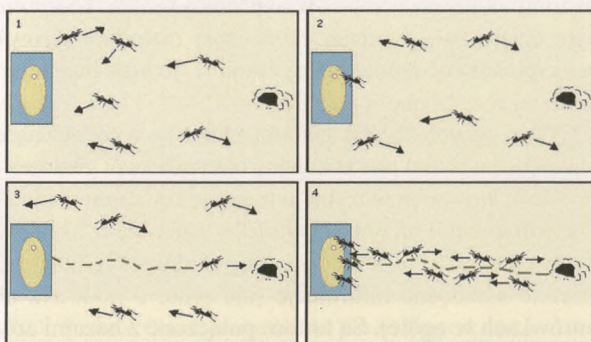
Ryc. 3. Formikarium (sztuczne mrowisko), w którym prowadzono laboratoryjną część badań. Fot. Łukasz Sokółowski.



Ryc. 4. Robotnice żerujące przy dwóch kroplach cukru różniących się stężeniami. Fot. Łukasz Sokołowski.

Wyniki eksperymentów terenowych

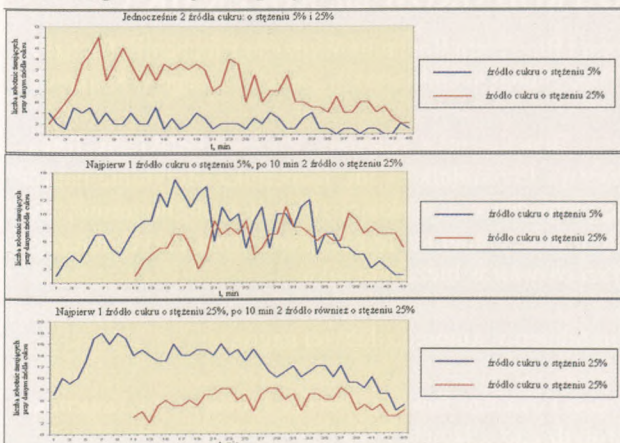
Podczas badań terenowych zachowanie mrówek za każdym razem było jednakowe. Kolejne stadia żerowania ilustrują poniższe rysunki.



Ryc. 5. Rysunki ilustrujące wyniki obserwacji terenowych.
1. Mrówki nie współpracują, każda indywidualnie poszukuje pożywienia obok wejścia do mrowiska.
2. Kilka mrówek przypadkowo natrafia na kroplę i pożywia się nią.
3. Najedzone mrówki wracają do mrowiska możliwie najkrótszą drogą.
4. Liczne mrówki kursują w obie strony między gniazdem i pokarmem tą samą drogą, co pierwsze mrówki, które odnalazły miód. Z biegiem czasu idzie tym szlakiem coraz więcej mrówek.

Wyniki eksperymentów laboratoryjnych

Zmienną liczbę żerujących robotnic wraz z upływem czasu ilustrują poniższe wykresy. Podczas każdego z powtórzeń w obu grupach badawczych otrzymano zbliżone wyniki prowadzące do tych samych wniosków. Z tego powodu zamieszczono tylko jeden, losowo wybrany wykres do każdego rodzaju eksperymentu.



Ryc. 6. Wykresy prezentujące wyniki badań laboratoryjnych.

Dyskusja

Obserwacje terenowe pozwoliły stwierdzić, że mrówka *Formica cinerea* stosuje strategię żerowania zwaną masową rekrutacją. Robotnice poszukują pożywienia pojedynczo, dopiero gdy przypadkowo natrafiają na pokarm, powracają do gniazda oznaczając drogę do pożywienia za pomocą feromonów. Tuż po powrocie robotnicy, która natrafiła na pokarm, gniazdo opuszcza liczna grupa robotnic i udaje się do pożywienia wzdłuż oznaczonego szlaku. Jednakże grupa mrówek opuszczających gniazdo nie jest kompletnie zdeorganizowana. Trzyma się ona dokładnie oznaczonej trasy, wzdłuż której mrówki kursują w obie strony przez dłuższy czas, aż do wyczerpania źródła pokarmu.

Takie zachowanie wskazuje, że *F. cinerea* stosuje odmianę rekrutacji masowej – szlaki zapachowe. Wniosek ten potwierdzają dane z literatury (R. Beckers i in., 1989), według których szlaki zapachowe są najczęstszą strategią żerowania wśród mrówek z rodzaju *Formica*.

Przyczyną obrania takiej metody żerowania może być fakt, że *F. cinerea* jest mrówką wysoce terytorialną i agresywną, żerującą na rozległej przestrzeni wokół gniazda. Ta dominacja pozwala *F. cinerea* na zajmowanie dla siebie najzasobniejszych źródeł pokarmu (owoców, martwych zwierząt, itp.) i spokojne eksploatowanie ich przy pomocy efektywnych i efektywnych szlaków zapachowych. Tymczasem inne, mniej agresywne mrówki muszą zadowolić się gorszym pokarmem, który eksploatują w mniej spektakularny sposób (np. w małych grupach), aby nie ściągnąć na siebie uwagi dominujących *F. cinerea* i nie narazić się na ich atak.

Eksperymenty laboratoryjne wykazały, że robotnice *F. cinerea* potrafią przekazywać sobie informacje o jakości pokarmu i wykazują umiarkowaną elastyczność przy przełączaniu się między jego źródłami. Jeśli *F. cinerea* otrzyma jednocześnie dostęp do źródeł pokarmu o różnej jakości, to w szczytowym momencie żerowania źródło zasobniejsze wybiera przeszło 4 razy więcej robotnic. Jak ustalono wcześniej, mrówki te stosują rekrutację masową i jedyną wskazówką prowadzącą do pokarmu jest ślad zapachowy. Należy zadać sobie pytanie: w jaki sposób mrówki modyfikują ów ślad, aby zawierał on informacje o jakości pokarmu? Najbardziej prawdopodobną metodą jest stosownie przez robotnice wydzielin dwóch gruczołów: gruczołu Dufora i gruczołu jelita tylnego (E. Wilson, B. Holldobler, 1990). Jeśli robotnica znacząc feromonami trasę wiodącą do pokarmu użyje mieszaniny dwóch wspomnianych wydzielin, to manipulując ich wzajemnym stosunkiem ilościowym może zakodować informację o jakości pokarmu, do którego prowadzi ów szlak. Jest również prawdopodobne, że robotnice znacząc drogę do pokarmu wydzieliną tylko jednego z tych gruczołów, a informacja przekazywana jest dzięki stosowaniu różnych jej ilości, zależnych od jakości odnalezionej pokarmu. Jednak aby zweryfikować te przypuszczenia dla gatunku *F. cinerea* należałoby przeprowadzić badania z użyciem specjalistycznej aparatury.

W przypadku, gdy robotnice najpierw otrzymają dostęp do pokarmu o gorszej jakości i utworzą prowadzący

do niego ślad zapachowy, a 10 min. później udostępni im się źródło pokarmu o wyższej jakości, to jeszcze przez około 10 min. grupa robotnic pożywiająca się gorszym pokarmem jest liczniejsza. Po upływie 10 minut liczba robotnic przy obu źródłach pokarmu zrównuje się i taki stan utrzymuje się przez około 15 min. Dopiero po 25 min. od udostępnienia lepszego źródła pokarmu liczba żerujących przy nim robotnic zaczyna zdecydowanie przewyższać liczbę robotnic przy gorszym pokarmie. Oznacza to, że mrówki *F. cinerea* potrafią przełączać się z pokarmu gorszego na lepszy, ale proces ten zachodzi stosunkowo powoli, zwłaszcza jeśli uwzględnimy fakt, że powierzchnia wybiegu, na którym badano mrówki jest wielokrotnie mniejsza niż faktyczny obszar żerowania *F. cinerea*. Przypuszczalnie przełączanie się między źródłami pokarmu w warunkach naturalnych trwa jeszcze dłużej. Przemawia to za tym fakt, że *F. cinerea* są w dużym stopniu zależne od utworzonego już szlaku zapachowego i dość niechętnie zmieniają raz obraną trasę.

Tezę tę potwierdza trzeci eksperyment, w którym najpierw udostępniło mrówkom 1 źródło pokarmu, a po 10 min drugie tej samej jakości. W tym przypadku zabrakło bodźca w postaci różnej jakości pokarmów zachęcającego mrówki do zmiany obranej trasy. Z tego powodu, mimo, że najkorzystniej byłoby eksploatować dwa źródła pokarmu naraz z jednakową efektywnością, przez cały czas trwania eksperymentu przeszło 2 razy więcej mrówek żerowało przy źródle, do którego na początku utworzyły szlak zapachowy.

Bibliografia:

1. Beckers R., Goss S., Deneubourg J.L., Pasteels J.M., (1989). Colony size, communications and ant foraging strategy.
2. Biesau J.C., Deneubourg J.L., Pasteels J.M., (1992). Collective flexibility during mass recruitment in the ant *Myrmica sabuleti*.
3. Holldobler B., Wilson E.O., (1990). The Ants. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
4. Holldobler B., Wilson E.O., (1998). Podróż w krainę mrówek. Prószyński i S-ka, Warszawa.

Lukasz Sokołowski wykonał prezentowaną pracę w czasie wakacji, pomiędzy 2 a 3. klasą. W trakcie pisania pracy i przygotowywania się do olimpiady Jego opiekunką była mgr Ilona Majewska, nauczycielka biologii w XXI LO w Łodzi. Lukasz Sokołowski zdobył tytuł laureata II stopnia oraz wyróżnienie w Konkursie prac badawczych na XXXVIII Olimpiadzie Biologicznej. W finale polskich eliminacji Konkursu Prac Młodych Naukowców UE otrzymał tytuł laureata, wyróżnienie za najlepszy plakat oraz nominację do reprezentowania Polski w czasie europejskich finałów w Lizbonie w 2010 r. Aktualnie Lukasz Sokołowski studiuje na Wydziale Lekarskim Uniwersytetu Medycznego w Łodzi. Jego zainteresowania to: hodowla i życie mrówek (myrmekologia), zoologia, medycyna, gry komputerowe, manga i anime (japońskie komiksy i animacja), amerykańskie seriale (House MD, Lost itp.).

KONKURS O NAGRODĘ PREZESA POLSKIEGO TOWARZYSTWA PRZYRODNIKÓW im. KOPERNIKA

Kolejna edycja konkursu o Nagrodę Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika, na najciekawszy artykuł opublikowany przez doktoranta w 110 tomie Pisma Przyrodniczego *Wszechświat* w roku 2009, została rozstrzygnięta. W okresie tym opublikowano 5 artykułów spełniających wymogi regulaminu konkursu.

Jury konkursu pod przewodnictwem Prof. dr hab. Elżbiety Pyzy, Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika uznało, że laureatem nagrody została mgr Renata Szymańska, za artykuł – „Witamina E – leczy wszystko, oprócz złamanego serca”, który ukazał się w tomie 110, z. 1-3, str. 54-57 Pisma Przyrodniczego *Wszechświat*. Autorka jest doktorantką w Zakładzie Fizjo-

logii i Biochemii Roślin na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Pozornie metodę żerowania *F. cinerea* (odmiana masowej rekrutacji – szlaki zapachowe) można określić jako średnio skuteczną. Jest ona z pewnością efektywniejsza niż żerowanie indywidualne czy typowa rekrutacja masowa. Jednak rekrutacja grupowa zapewnia o wiele większą elastyczność przy eksploatacji źródeł pokarmu. Aby w pełni zrozumieć zalety szlaków zapachowych *F. cinerea* należy spojrzeć na tę mrówkę i jej środowisko okiem ekologa. Drugą mrówką, która obok *F. cinerea* najliczniej zasiedla suche łąki naszego kraju jest *Tetramorium caespitum*. Jest ona mrówką znacznie mniejszą, jednak równie terytorialną i agresywną co *F. cinerea*, do tego jej kolonie górują pod względem liczebności. Gdyby te dwa gatunki stosowały tę samą metodę żerowania, to z pewnością prowadziłyby to do licznych walk wyniszczających dla obu gatunków. Jednakże *T. caespitum* stosuje rekrutację grupową, więc podczas gdy *F. cinerea* eksploatuje duże i nieliczne źródła pokarmu za pomocą szlaków zapachowych, *T. caespitum* może dzięki swej bardziej elastycznej metodzie żerowania eksploatować źródła mniej zasobne, jednak liczniejsze i bardziej rozrzucone w terenie.

Tym sposobem oba gatunki uniknęły wyniszczającej konkurencji a natura po raz kolejny ujawniła swój geniusz...

Jeśli ktoś po przeczytaniu mojej pracy zainteresowałby się mrówkami na tyle, że chciałby zająć się ich hodowlą, to na stronach: formicopedia.org i antmania.pl znajdzie wszelkie niezbędne informacje (nie tylko o hodowli, ale o mrówkach w ogóle). Są to fora połączone z bazami artykułów o hodowli mrówek.

logii i Biochemii Roślin na Wydziale Biochemii, Biofizyki i Biotechnologii Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

Beneficjentka Nagrody Prezesa Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika otrzymuje nagrodę pieniężną w wysokości 1000 złotych, honorowy dyplom oraz prenumeratę rocznika Pisma Przyrodniczego *Wszechświat* w bieżącym roku.

Gratulujemy Autorce zdobytej nagrody!

Prezes Polskiego Towarzystwa Przyrodników im. Kopernika
Prof. dr hab. Elżbieta Pyza