

KALENDARZ

Pszczelarza
polskiego

2025



KALENDARZ Pszczelarza *polskiego*

2025



**Kalendarz Pszczelarza Polskiego
przygotował zespół redakcji Fundacji „Humana Divinis”:
Stefania Moraczewska i Maria Mazurkiewicz.**

Zamówienia na Kalendarz Pszczelarza Polskiego 2025 oraz inne książki pszczelarskie, można składać na niżej zamieszczony adres wydawcy.

Adres wydawcy:

Fundacja Pomocy Człowiekowi i Środowisku „Humana Divinis”
ul. Biała 1A
87-100 Toruń
tel. 694 475 695
tel. 512 233 111
tel. 56 651 40 46
e-mail: humana.divinis@op.pl

© Copyright 2025 Fundacja Pomocy Człowiekowi i Środowisku „Humana Divinis”

Wszelkie prawa zastrzeżone. Materiał ten jest ograniczony prawami autorskimi oraz innymi prawami i nie może być kopio-
wany, publikowany i rozprowadzany w żadnej formie bez zgody wydawcy.

ISSN: 2081-9595

ISBN: 978-83-60152-43-8

Autorem fraszek, przysłów i aforyzmów publikowanych w kalendarzu jest Jerzy Gnerowicz.

Rzeźbę z okładki wykonał **Artur Kister dla Gospodarstwa Pasiecznego „Miód Podkarpacki”** z Ustrobną,
województwo podkarpackie. **Więcej prac na Facebooku „Drewniak.pl Artur Katarzyna Kister”**

Zdjęcia wykorzystane w kalendarzu pochodzą ze zbiorów:

Anieli Mazurkiewicz, autorów tekstów i ze zbiorów Fundacji Humana Divinis, w tym ks. Eugeniusza Marciniaka
oraz z serwisów:

<http://wikipedia.org/>

<http://www.pdphoto.org>

<http://pexels.com>

Druk:

Drukarnia Księży Werbistów
Górna Grupa;
ul. Klasztorna 4
86-134 Dragacz

Komunikacja w superorganizmie – rodzinie pszczelej

Przemysław Grodzicki

Katedra Fizjologii Zwierząt i Neurobiologii,

Wydział Nauk Biologicznych i Weterynaryjnych UMK w Toruniu; grodzick@umk.pl

Wstęp

Pszczoły miodne *Apis mellifera* L. tworzą najbardziej rozwinięte społeczeństwa w świecie zwierząt. Zdaniem wielu badaczy, skomplikowane zależności społeczne jakie panują w rodzinie pszczelej wskazują, że może być określana jako jeden organizm zbudowany z wielu osobników – *superorganizm*. Elementy tego złożonego bytu, członkowie rodziny pszczelej, reprezentują jego narządy. Matka pszczoła i trutnie to żeńskie i męskie narządy rozrodcze, z kolei robotnice – to narządy wegetatywne organizmu, decydujące o jego wzroście, odżywianiu i ochronie, oraz stworzeniu i utrzymaniu optymalnego środowiska dla rozwoju potomstwa. Potomstwo (czerw) odgrywa szczególnie istotną rolę w tym układzie, tak samo jak płód rozwijający się w macicy ciężarnej samicy, bo wymusza magazynowanie i dostarczanie pokarmu, zapewnienie ściśle określonych stałych warunków środowiskowych, szczególnie utrzymanie określonej temperatury we wnętrzu gniazda, czyli *homeostazę*. W wyniku zbiorowego działania wielu robotnic tworzy się tu tak zwana „macica społeczna”.

Nieodzownym warunkiem zorganizowania się rodziny pszczelej i współpracy pszczół w rodzinie jest wzajemne porozumiewanie się. Stąd też uważa się, że wymiana informacji pomiędzy członkami takiej rodziny: robotnicami między sobą, robotnicami a matką pszczołą, robotnicami a trutniami, czerwiem a robotnicami, a także wysyłanie sygnałów do „obcych” np. w celu ich odstraszenia dla ochrony własnego gniazda, odzwierciedla działanie układu nerwowego, hormonalnego i odpornościowego superorganizmu i jest warunkiem koniecznym przetrwania, zachowania integralności oraz przystosowania się rodziny pszczelej jako całości do zmieniających się warunków środowiskowych.

Porozumiewanie biologiczne

Czym więc jest owo porozumiewanie się? Jakie są drogi i sposoby komunikacji społecznej w rodzinach pszczół miodnych *Apis mellifera*? Zaczniemy od samego pojęcia „porozumiewanie biologiczne”. Można je zdefiniować jako „działanie jednego organizmu zmieniające wzór zachowania innego organizmu w sposób przystosowawczy, czyli taki, że sygnalizacja, reakcja czy obie te czynności są w pewnym stopniu zaprogramowane przez dobór naturalny”. Ta podręcznikowa definicja wymaga wyjaśnienia. Abyśmy mogli mówić o porozumiewaniu, musi zaistnieć kilka przesłanek. Po pierwsze potrzebne są przynajmniej dwa organizmy, które mają między sobą wymieniać informacje – „być gotowe, żeby ze sobą rozmawiać”. Po drugie, obiekt sygnalizujący musi sygnał nadać, a obiekt odbierający – zrozumieć go. Jeżeli skutecznie odbierze nadawany sygnał, wówczas w odpowiedzi nań zmieni swoje zachowanie – zareaguje na niego, realizując pewną czynność albo sekwencję czynności. Zatem, nadawca musi być wyposażony w „narzędzia” do

skutecznego wysyłania informacji, a odbiorca – w „narzędzia” służące do jej odebrania i następnie do zareagowania na sygnał w postaci adekwatnej zmiany zachowania. Opisane wyżej zmiany zachowania są przejawami przystosowania (*adaptacji*) organizmów do środowiska. Adaptacje te wykształcają się, są programowane oraz utrwalane drogą doboru naturalnego – czyli w taki sposób, że kolejnym pokoleniom przekazywane są tylko te, które warunkują skuteczne porozumiewanie się, a brak możliwości komunikacji oznacza dla tych organizmów śmierć bez przekazania swoich genów przyszłym pokoleniom. Z kolei, osobniki danego gatunku, które w ciągu życia wielu pokoleń nabeżdżą zdolność do określonego rodzaju komunikacji, będą przeżywały w większej liczbie i będą dawać liczniejsze potomstwo.

Co na to fizjologia? – Czym są narządy zmysłów i receptory zmysłowe?

Aby porozumiewanie się było skuteczne, organizmy muszą być wyposażone w wyspecjalizowane narządy odbiorcze – są nimi narządy zmysłów. Przekazanie informacji nierozzerwalnie wiąże się ze zmianą, jaka następuje w środowisku otaczającym dany organizm w wyniku wyemitowania danego sygnału przez nadawcę. To właśnie receptory zmysłowe, w jakie wyposażony jest każdy organizm zwierzęcy umożliwiają wykrycie w środowisku zmian temperatury, oświetlenia, ciśnienia, zapachu, itp. Adresat musi odebrać i rozpoznać te zmiany środowiska będące *bodźcami z otoczenia* (czyli tzw. *informację sensoryczną*) – czy dany sygnał jest dotknięciem przez innego osobnika, wysłaniem przez niego chmury substancji zapachowych czy manifestacją jego agresywnego zachowania albo zachętą do zbliżenia seksualnego.

Z fizycznego punktu widzenia, odbierana jest *energia* niesiona przez dany bodziec, a dany receptor zmysłowy jest wyczulony na określony rodzaj energii, ma w stosunku do niego najniższy próg pobudliwości. Oto kilka przykładów: *mechanoreceptory* odbierają energię mechaniczną (*dotyk, ucisk, rozciąganie, wibracje*), *chemoreceptory* – energię chemiczną (*smak i węch*). Fotoreceptory są wyspecjalizowane do odbioru szerokiego zakresu fal elektromagnetycznych: od ultrafioletu do światła widzialnego (*wzrok*). Termoreceptory pozwalają na wykrywanie zmian temperatury wnętrza organizmu oraz otoczenia i odbierają promieniowanie termiczne (promieniowanie podczerwone). *Higroreceptory* są wrażliwe na zmiany wilgotności. Wyżej wymienione receptory zmysłowe są *eksteroreceptorami*, odbierającymi sygnały ze środowiska zewnętrznego organizmu, w odróżnieniu od *interoreceptorów*, odbierających bodźce z narządów wewnętrznych i *proprioceptorów*, będących mechanoreceptorami umieszczonymi w głębi ciała, umożliwiających określenie położenia i ruchów własnych części ciała względem siebie. Wszystkie wymienione wyżej zmysły są potrzebne do sprawnej komunikacji między organizmami. W niniejszym artykule zajmiemy się tylko jednym zmysłem – *mechanorecepcją*.

Dotyk, węch i smak – czyli „Dotknij, powąchaj, posmakuj”

Spójrzmy na zachwycającą scenę (rysunek 1), która chyba w najpiękniejszy i najbardziej dobitny sposób określa istotę społeczności – wzajemną komunikację, porozumiewanie się między członkami rodziny pszczolej. Na zdjęciu widzimy spotkanie dwóch robotnic, do którego doszło na platformie wylotowej ula. Z pewnością jedna z nich (*zbieraczka*) wróciła z dalekiego lotu na pożytek i potwornie wyczerpana wylądowała przed wejściem do gniazda z zamiarem dostania się do jego wnętrza. Podróżniczka przyniosła ze sobą porcję pyłku



Rysunek 1 – Dotknij, powąchaj, posmakuj (zdjęcie Internet, zmienione).

albo nektaru z kwiatów, które odwiedziła po drodze, lub być może wodę do ochłodzenia gniazda. Stała się też źródłem informacji w formie chemicznego sygnału, *bodźca zapachowego*. Jest to, w dużej mierze, zapach, który wyniosła z własnego gniazda i którym jest przesiąknięta od urodzenia. Do tego dokłada się mieszanina innych woni, które nabywała po drodze – zapachów odwiedzanych miejsc, kwiatów, pomieszczeń itp., niestety czasem również środków ochrony roślin, na które natrafiła podczas żerowania. Mamy tu więc do czynienia ze, stosowanymi w każdym prawdziwym, *eusocjalnym* społeczeństwie zwierzęcym, *wymianą substancji chemicznych, wymianą pokarmu i klasyfikacją, polegająca na rozróżnianiu swoich od obcych*. Są to formy komunikacji owadów społecznych, w które zaangażowane są receptory narządów zmysłów! Patrząc na tę sytuację, spostrzegamy, że pierwszym kontaktem pomiędzy pszczołą z ula a tą wracającą z podróży musi być dotknięcie czułkami – czyli wykorzystany jest tu dotyk – *mechanorecepcja* oraz węch i smak – czyli chemorecepcja, którą szerzej zajmiemy się, kiedy indziej.

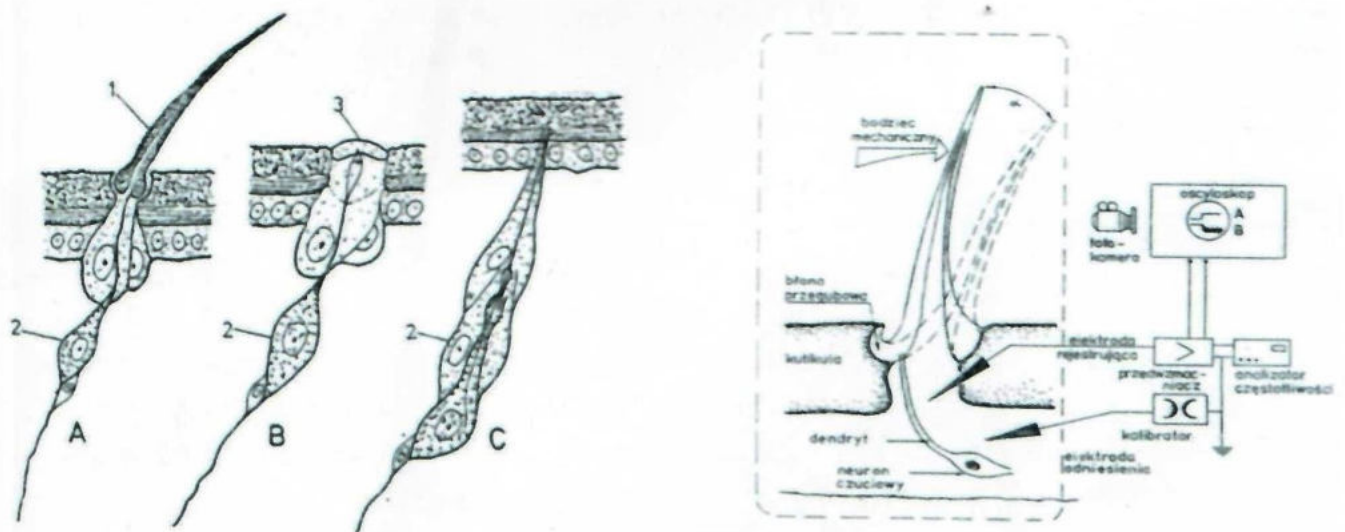
Mechanorecepcja – dotyk, słuch i orientacja przestrzenna

Mechanorecepcja (rysunek 2) jest to zmysł umożliwiający pszczołom reagowanie na dotyk, ucisk, wibracje oraz na orientację organizmu względem otoczenia, a także wyczuwanie kierunku góra-dół. Bodźce mechaniczne wywołują odkształcenie ścian ciała lub jego narządów. *Mechanosensille* – tak nazywają się receptory specjalizujące się w odbiorze energii mechanicznej, w które wyposażone są pszczoły – mogą być rozmieszczone pojedynczo albo znajdować się w wyspecjalizowanych narządach *kutikuli* – okrywy ciała i zarazem, szkieletu zewnętrznego owada. Należą do nich związane z kutikulą *włoski dotykowe* wrażliwe na minimalne odkształcenia mechaniczne, powodujące ich zginanie oraz *kopułki* – małe zagłębienia otoczone pierścieniem utworzonym z warstwy kutikuli, na które wywierają wpływ deformacje zewnętrznego pancerza wynikające z naprężenia ciała. Te dwa rodzaje receptorów zmysłowych często występują razem tworząc funkcjonalne jednostki czuciowe. Wszystkie *mechanosensilla*, niezależnie czy są to włoski dotykowe, kopułki, czy długie cienkie włoski reagujące na niewielkie zmiany strumienia powietrza, zwane *trichobotriami*, mają analogiczny plan budowy. Posiadają część związaną z kutikulą, do której

przylega wypustka czuciowa – dendryt komórki nerwowej. Odkształcenie (zgięcie, naciągnięcie, zduszenie) tej struktury kutykularnej powoduje następcze odkształcenie błony komórkowej dendrytu, co prowadzi do zmian jej przepuszczalności dla jonów. Generuje to zmiany transbłonowej różnicy potencjałów – powstaje *potencjał receptorowy*.

Trzeba dodać, że zarówno włoski dotykowe jak i kopułki, poza funkcją mechanoreceptorów, często posiadają też specjalne pory kontaktujące się z zakończeniami nerwowymi wyspecjalizowanymi do odbioru bodźców chemicznych. Równocześnie z mechanorecepcją pełnią więc funkcję narządów zmysłu węchu. Można je spotkać na całej powierzchni ciała pszczoł, ale w szczególnie dużej liczbie występują na czułkach pszczoł, spełniając u nich funkcję najważniejszych narządów odbiorczych. W tym miejscu pragniemy przypomnieć, że mechano- i chemorecepcja to właśnie zmysły wykorzystywane podczas opisanego już wyżej pierwszego dotknięcia czułkami spotykających się na platformie wylotowej dwóch pszczoł robotnic.

Ważne z punktu widzenia komunikacji społecznej wydaje się odbieranie wibracji otoczenia. U pszczoł miodnych nie występują wyspecjalizowane narządy tympanalne (występujące na przykład u świerszczy), spełniające funkcję typowego narządu słuchu i odbierające dźwięki przenoszone przez drgania powietrza. Okazuje się, że pszczoły nie reagują na głośny nawet hałas. Natomiast są bardzo wrażliwe na dźwięki przenoszone przez ciała stałe, na przykład drewniane podłoże (drewno ramki, elementy konstrukcyjne ula itp.), czy woskowe plastry. Wibracje przenoszone tą drogą są u nich odbierane przez stopę odnóży i przekazywane do tak zwanych *narządów podkolanowych* (schemat budowy tych narządów przedstawia rysunek 3), położonych w goleni tuż pod „kolanem”. Narząd podkolanowy pszczoł reaguje najsilniej na drgania między 200 a 6000Hz. W tym zakresie częstotliwości mieszczą się wszystkie najważniejsze dźwięki emitowane przez pszczoły (drżenie skrzydeł, dźwięki wywołane przez poruszające się względem siebie części ciała owada, wywijanie odwłokiem podczas tańca wywijanego itp.). Posiadając takie narządy,

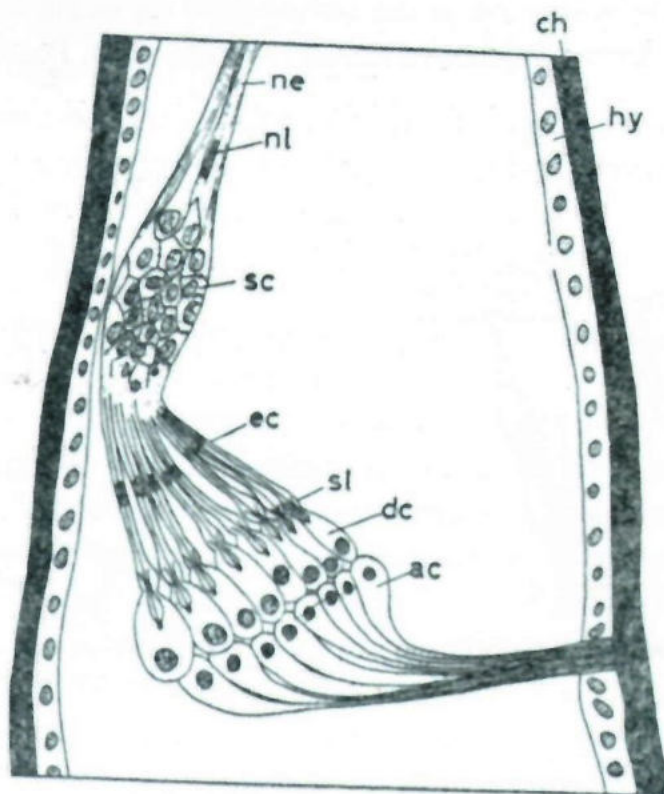


Rysunek 2 – Schemat budowy mechanoreceptorów pszczoły miodnej. A – włoski dotykowy – mechano- i/lub chemorecepcja; B – narząd kopułkowy – deformacje kutikuli związane z naprężeniem ciała; C – narząd chordotonalny – funkcja proprioceptorów. Aparatura do rejestracji potencjałów receptorowych włoska dotykowego stymulowanego bodźcem mechanicznym (oprac. dla celów dydaktycznych: <https://www.home.umk.pl/~grodzick/FEAZSO7.pdf>).

pszczoły miodne silnie reagują też na przenoszone przez podłoże stukanie i skrobanie, mogące sugerować napaść na ul większego zwierzęcia, na przykład niedźwiedzia albo... niezborne ruchy nieostrożnego, nerwowego pszczelarza.

Dźwięki przenoszone przez podłoże mają u pszczół wiele zastosowań, związanych z komunikacją społeczną, wzajemną identyfikacją i wyznaczaniem hierarchii, ról, jakie mają pełnić w kolonii jej członkowie. Przedstawmy tu niektóre z nich. Na przykład, królowe porozumiewają się między sobą za pomocą dźwięków zwanych „śpiewem matek”. Młoda matka po wyjściu z matecznika zaznacza swoją obecność, wydając głos przypominający przeciągłe „tii-tii-tii” zwany „titanem”. Głos ten jest na tyle donośny, że zapewne nieraz słyszeliśmy go w najbliższym sąsiedztwie ula. Pobudza on do odpowiedzi inne matki, które dojrzały w matecznikach, ale z nich jeszcze nie wyszły. Głos wydawany przez matki w mateczniku jest przytłumiony i przypomina dźwięki „kwa-kwa” stąd określany jest mianem „kwakania”.

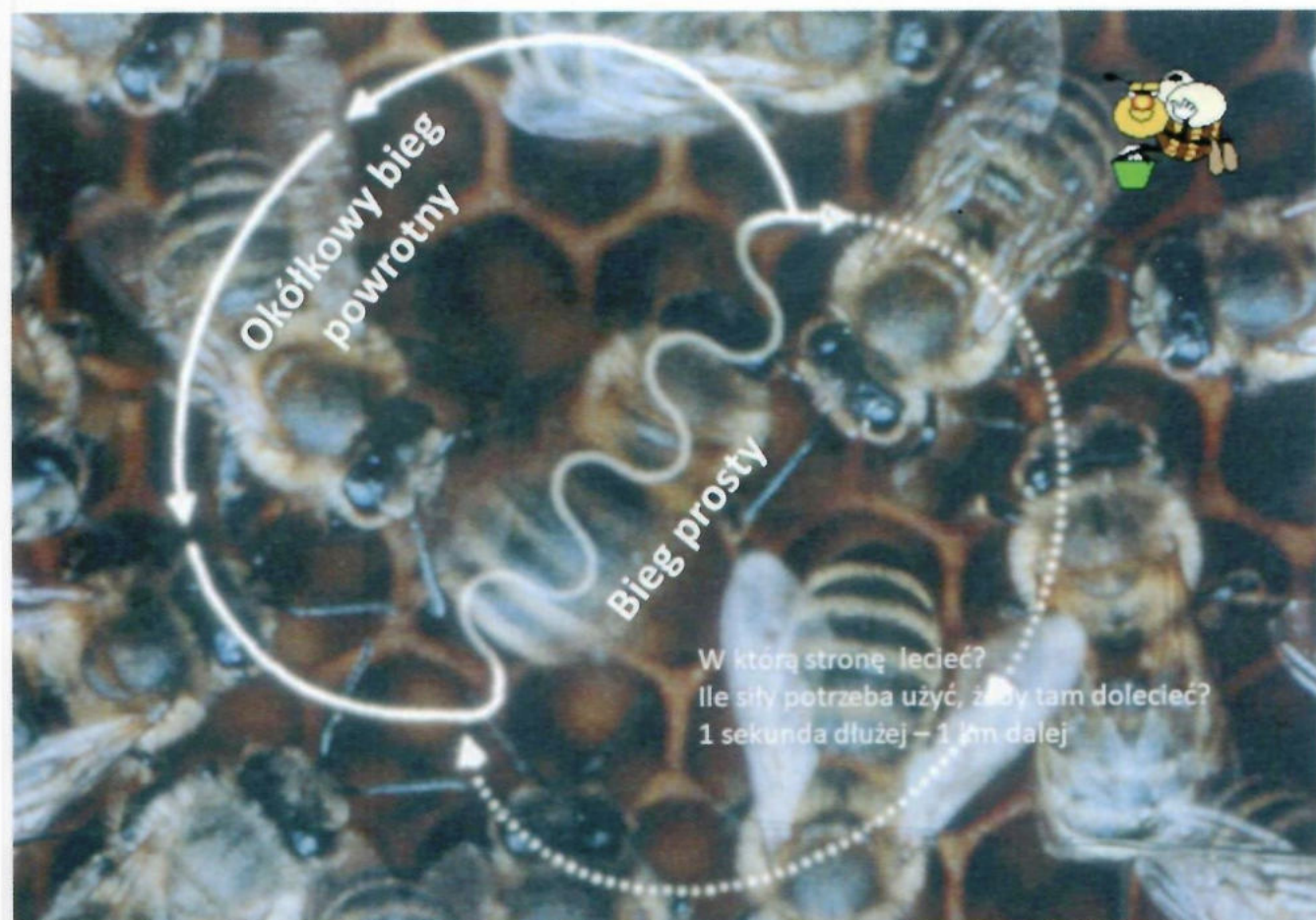
Poszukując innych zastosowań mechanorecepcji w komunikacji pszczół kontynuujemy rozpoczętą kilka akapitów wcześniej historię. Opisywana przez nas robotnica zbieraczka zauważona na platformie wylotowej ula została wreszcie wpuszczona do gniazda i musi teraz poinformować inne robotnice o nowym źródle pokarmu, a następnie skłonić je do udania się we wskazane miejsce – należy więc pokazać im właściwy kierunek oraz odległość i pobudzić je do działania. Pszczoły używają do tego specjalnego rodzaju zachowania, zwanego „tańcem wywijanym” albo tańcem potrząsającym (wymachującym, wywijającym) ogonem. Jest to unikalna, realizowana tylko przez pszczoły miodne, forma zachowania, gdyż prezentowany w jego trakcie sygnał nie jest tożsamy z prezentowaną informacją. Taniec wywijany składa się ze zrytualizowanego i zminiaturyzowanego naśladownictwa podróży, którą sygnalizująca robotnica już odbyła i w którą mają się właśnie udać niektóre



Rysunek 3 – Schemat narządu podkolanowego pszczoły. Oznaczenia: ch – oskórek, hy – naskórek, ac – komórki pomocnicze, dc – komórki czapeczkowe, ec – komórki okładzinowe, ne – nerwy podkolanowe, sc – komórka czuciowa, sl – szyft (oprac. dla celów dydaktycznych: <https://www.home.umk.pl/~grodzick/FEAZSO7.pdf>).

z jej siostr. Unikalną cechą tego tańca jest to, że nie jest on podróżą *per se*, ale stanowi jedynie jej symboliczne odzwierciedlenie. Postępując za tańczącą pszczołą, naśladujące ją robotnice powtarzają pokazywaną przez nią sekwencję symboli i przygotowują się do jej przetłumaczenia na prawdziwy lot. Jeżeli naśladowczynie polecą we wskazane miejsce, można powiedzieć, że zostaną wysłane do celu, nie zaś doprowadzone. Otrzymają mapę z dokładnie wyznaczonym azymutem do celu i same, bez drogowskazów w terenie, kierując się tylko informacjami uzyskanymi w gnieździe i położeniem słońca na niebie, dodatkowo uwzględniając jeszcze upływ czasu, muszą odnaleźć wskazany pożytek.

Jak przekazywane są informacje o źródle pokarmu? Zwiadowczymi wchodzi do ula i wdrapuje się na jeden z pionowych plastrów. Im bardziej źródło pożywienia jest oddalone od gniazda, tym sygnalizująca pszczoła dociera bardziej w głąb gniazda. Następnie zwraca z wola nektar, dając do picia otaczającym ją współtowarzyszkom z gniazda (chemorecepcja) i rozpoczyna taniec (rysunek 4). Ma on kształt ósemki. Składa się z biegu prostego, następnie skrętu w lewo, zatoczenia kręgu i powrotu mniej więcej do pozycji początkowej. Następnie dochodzi do powtórnego biegu prostego, skrętu i okrążenia w prawo do punktu początkowego biegu prostego i tak dalej. Bieg prosty dostarcza najwięcej informacji. Towarzyszą mu gwałtowne boczne drgania ciała. „Wywijanie” największą amplitudę na końcu odwłoka a najmniej jest dostrzegalne na głowie. Te drgania wraz z nakładającym się na nie modulowanym przez wahania odwłoka dźwiękiem drżenia skrzydeł, przenoszą się na podłoże i są wyczuwane przez pszczoły znajdujące się na woskowym plastrze, dlatego odbierające sygnał robotnice mogą łatwo określić czas ich trwania. Drgania przenoszą się tak długo, jak długo tańcząca pszczoła wykonuje bieg prosty. Kierunek biegu prostego na pionowym plastrze i jego czas trwania oznaczają od-



Rysunek 4 - Przebieg tańca wywijanego pszczoł oraz uzyskiwane z niego informacje (opracowanie własne)

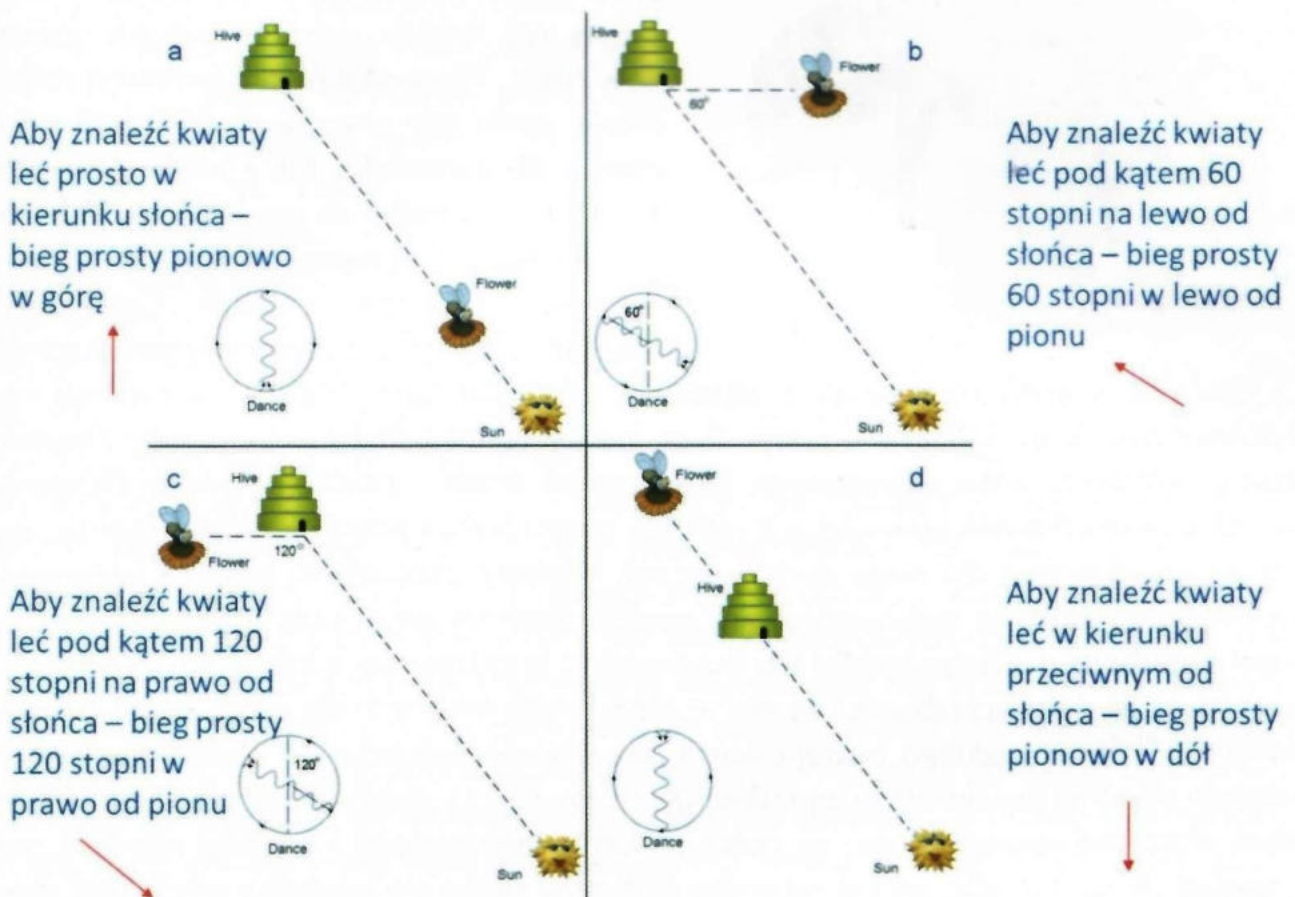
powiednio kierunek i odległość od ula do znalezionej pokarmu. Sygnalizujące pszczoły, które mają zdolność rejestrowania płaszczyzny polaryzacji światła słonecznego, przed powrotem do gniazda nabyły dokładną wiedzę o aktualnym położeniu słońca na niebie. Dlatego przenoszą kąt między linią prostą do pożytku a linią wskazującą kierunek do słońca zarejestrowany w czasie lotu do pożytku i z powrotem, na kąt między biegiem prostym i linią pionową określoną kierunkiem siły ciężenia w początkowym punkcie biegu prostego (rysunek 5). Orientują się bardzo dokładnie, ponieważ, dzięki receptorom, które opiszemy za chwilę, mają też możliwość rejestrowania siły ciężenia, wyznaczenia kierunku góra-dół i określenia wszelkich odchyłeń od tego kierunku. Czas trwania biegu prostego wzrasta z długością podróży do źródła pokarmu. Odmierzając czas trwania biegu prostego, pszczoły w rzeczywistości powołują się na odbytą z ula podróż. Długość biegu zależy nie tyle od absolutnej odległości od celu, co raczej od wydatku energii potrzebnej do jego osiągnięcia. Jeżeli lot ułatwia sprzyjający wiatr, wykonywany następnie w ulu bieg prosty będzie krótszy. Podczas tańca, wokół zwiadowczymi tłoczą się zwabione wywołanym przez nią poruszeniem naśladowczyni, które wyciągają czułki i dotykają jej. W czasie kilku minut niektóre z nich zaczynają opuszczać ul i po uprzednim rozoznaniu kierunków, odlatywać w stronę pokarmu. Poszukiwania ich są całkiem dokładne i większość z nich zaczyna badanie przy ziemi w odległości, która od prawidłowej może odbiegać najwyżej o 20%. Bardzo ciekawe jest to, że jeżeli taniec w ciemnym wnętrzu ula trwa dłużej, muszą jeszcze uwzględnić upływ czasu i wynikającą z niego zmianę położenia słońca na niebie. Wywiązują się z tego doskonale, ponieważ potrafią mierzyć czas. Badania wskazują, że pszczoły żerujące charakteryzują się *okołodobowym rytmem aktywności*, zatem zdają sobie sprawę z upływu czasu. Mają *endogenne zegary biologiczne*.

Dokładne badania nad przebiegiem tańca wywijanego i jego informacyjną funkcją przeprowadził Karl Von Frisch. Współcześni autorzy w pewnym stopniu kwestionują jego odkrycia. Okazuje się, że nie wszystkie pszczoły w rodzinie wykazują chęć naśladowania sygnalizującej pszczoły. Część z nich podejmuje poszukiwania na własną rękę. Należy wspomnieć, że taniec wywijany jest też wykonywany przez pszczoły podczas *rójki*, służąc do informowania roju o znalezieniu nowego miejsca na gniazdo.

Jak już zaznaczyliśmy, pszczoły mają zadziwiającą zdolność odbioru siły ciężenia, co jak wiemy, świetnie wykorzystują w trakcie opisanego wyżej tańca wywijanego. Jest to niezmiernie ważna informacja, ponieważ umożliwia orientację podczas chodzenia i lotu oraz utrzymywanie normalnej postawy stojącej jak również pozwala na wchodzenie i schodzenie z pionowych ścian pod stałym kątem oraz również chodzenie po pionowych plastrach w całkowitej ciemności wnętrza gniazda, bez jakichkolwiek innych informacji orientacyjnych. Ten rodzaj zachowania nosi nazwę „*geomenotaksji*”, czyli kierowania się względem ziemskiej siły ciężenia. Odbiór siły ciężenia ma też dla pszczół olbrzymie znaczenie podczas budowy plastrów, które zawsze są nabudowywane z góry do dołu, według symetrii dwubocznej. Receptory siły ciężenia zostały odkryte u pszczół przez Lindauera i Nedela. Składają się one z sześciu pęczków zewnętrznych szczecinek czuciowych, z których jedna para mieści się na szyi, a dwie na styliku. Podobne narządy w postaci szczecinek czuciowych wykryto też na nogach i czułkach. Ruchy ciała i jego zginanie wywołane zmianą kierunku powodują drobne, nierównomierne zmiany nacisku na te receptory, zależne od położenia ciała owada względem linii siły ciężenia. Informacja z receptorów siły ciężenia jest bezpośrednio przekazywana do dwóch dużych zwojów tułowiowych i stąd do mózgu. Szczecinki receptorów siły ciężenia mają formę włosków dotykowych.

Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiliśmy kilka ogólnie znanych faktów dotyczących zachowania się pszczół, wynikających z komunikacji biologicznej we rodzinie pszczelej. Z pewnością można by znaleźć jeszcze inne przykłady, ale niech te uświadomią nam, jak ważna jest dla nich komunikacja społeczna. Można by rzec, że warunkuje przeżycie pszczół w zmieniających się warunkach środowiskowych. Omówiliśmy funkcję mechanorecepcji, jednego ze zmysłów o największym znaczeniu w komunikacji społecznej, bez którego ani pszczoły, ani inne organizmy zwierzęce nie mogłyby się obyć.



Rysunek 5 - Informacje o kierunku do źródła pokarmu uzyskane podczas tańca wywijanego (opracowanie własne)

Piśmiennictwo

- ✓ Michener, C. D. (1974). *The Social Behavior of the Bees*. The Belknap Press of Harvard University Press.
- ✓ Migula P. (1990). *Podstawy Fizjologii Owadów*. Skrypty Uniwersytetu Śląskiego nr 453. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice
- ✓ Tautz, J., Sandeman, D. C., & Heilmann, H. R. (2008). *The Buzz about Bees. Biology of a Superorganism*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- ✓ Wilson, E. O. (1979). *Spółczeństwa owadów/The Insect Societies 1971*; Polish trans. Państwowe Wydawnictwo Naukowe - Warszawa.

