

MARIA KIERUZEL

Pracownia Etologii, Zakład Neurofizjologii
Instytut Biologii Doświadczalnej im. M. Nenckiego PAN
Pasteura 3, 02-093 Warszawa

ZACHOWANIE SIĘ MIĘDZYOSOBNICZE ŚWIRSZCZA DOMOWEGO (ACHETA DOMESTICUS L.)

WSTĘP

Świerszcz domowy stał się modelowym gatunkiem w wielu badaniach biochemicznych, genetycznych, cytologicznych i neurofizjologicznych, dlatego też znajomość biologii i etologii tego owada wydaje się bardzo ważna. Prawidłowości w zachowaniu się międzyosobniczym świerszczy domowych pozwalają przewidzieć reakcje tych owadów w różnych sytuacjach eksperymentalnych i, co jest niezwykle ważne, prawidłowo je interpretować.

Acheta domestica (L.), dawniej *Gryllus domesticus* L., należy do rzędu Orthoptera (Prostoskrzydłe), rodziny Gryllidae (Świerszcze). Prostoskrzydłe są owadami politermicznymi. Zazwyczaj do swojego rozwoju wymagają nie tylko podwyższonej temperatury, ale często i działania promieni słonecznych. Większość z nich to gatunki tropikalne i subtropikalne. Tropikalne świerszcze osiedlają się dość często w zabudowaniach ludzkich. Mogą tam zdobyć obfite i różnorodne pożywienie. Owady te nie towarzyszą jednak ludziom w ich przemieszczeniach na tereny o chłodniejszym klimacie, nie oddalają się od rejonów, które stanowią ich naturalne środowisko (BEIER 1972).

Inaczej jest w przypadku świerszcza domowego — formy prawdziwie domowej, który rozprzestrzenia się na inne obszary wraz z migracjami ludności. W pomieszczeniach ludzkich świerszcz domowy szuka nie tylko pokarmu, ale także schronienia przed zmianami klimatu. Żyje więc prawie w całej Europie i Afryce, w niektórych częściach Azji i Ameryki Północnej. Na pustynnych obszarach Afryki Północnej i Azji Zachodniej, z których prawdopodobnie pochodzi, jest owadem bardzo pospolitym i często żyje poza pomieszczeniami ludzkimi. Bardziej na północ od tych terenów można go spotkać poza zabudowaniami tylko w lecie (KEMPER 1937, FEDERHEN 1955). W Europie i Ameryce Północnej *A. domestica* jest znany już jako typowy owad domowy, choć są też sporadyczne przypadki znajdowania podczas letnich miesięcy, na wolnym powietrzu, w sterach desek czy kamieni zarówno pojedynczych osobników, jak i całych skupisk tych owadów (KIERUZEL 1995).

Możliwość schronienia się przed niekorzystnymi warunkami klimatycznymi sprawia, że cykl rozrodczy świerszcza domowego nie jest związany z określoną porą roku. Składanie jaj odbywa się przez cały rok, dlatego też obok siebie mogą występować różne stadia larwalne tego owada. Świerszcz przechodzi przeobrażenie niezupełne, a więc w osobniczym rozwoju owada występują dwa stadia: larwa i postać dorosła — *imago*. Formy młodociane, larwalne, to miniaturki owadów dorosłych, ale niedojrzałe płciowo i bezskrzydłe. Larwy przechodzą kilka linień, po których wyraźnie zwiększają swoje rozmiary. Po ostatniej lince — lince imaginalnej — stają się owadami dorosłymi (BAJ-KIERUZEL 1974).

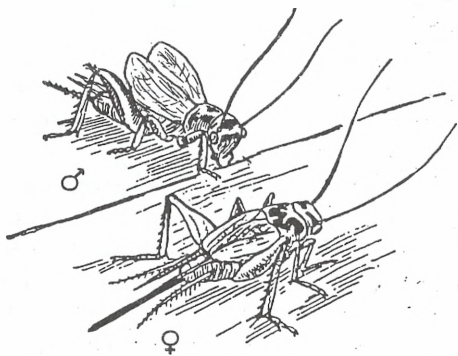
Międzyosobnicze zachowanie się świerszczy domowych jest bardzo różnorodne. Podobnie jak zachowanie się innych zwierząt, reakcje świerszczy są uzależnione od wielu czynników zewnętrznych (temperatury, wilgotności, pory dnia) i wewnętrznych (np. wieku, stanu głodu, poziomu agresji). Szczególnie dużą rolę w zachowaniu się świerszczy domowych odgrywa percepcja sygnałów zapachowych, dotykowych, wzrokowych i dźwiękowych przekazywanych sobie przez te owady. Są to sygnały porozumiewawcze i informacyjne, pozwalające świerszczom domowym przede wszystkim na rozpoznawanie innych przedstawicieli swego gatunku. Samce i samice wydzielają specyficzne dla gatunku, a także i płci, feromony odbierane przez chemoreceptory rozmieszczone w czułkach i odwłokowych wyrostkach rylcowatych (*cerci*) (SEXTON i HESS 1968). Te sygnały zapachowe, tak jak i sygnały akustyczne, mogą działać na dużą odległość. Umożliwiają odnalezienie się osobników przeciwnych płci i łączenie się ich w pary. Parametry sygnałów dźwiękowych emitowanych przez samca mówią samicy nie tylko o jego lokalizacji, ale i o rozmiarach partnera, co jest niezwykle ważne, gdyż samice wyraźnie preferują duże samce. Inne sygnały akustyczne zawierają ostrzeżenie o zajęciu danego terytorium przez samca czy też informują o wygranej przez niego walce i pierwszym miejscu w hierarchii danej populacji (JANISZEWSKI 1983, CADE i CADE 1992, WEBB i ROFF 1992).

Na międzyosobnicze reakcje, w przypadku owadów hodowanych laboratoryjnie, ma ogromny wpływ stopień zagęszczenia hodowli. W masowej hodowli międzyosobnicze zachowanie się świerszczy domowych jest modyfikowane przez częste kontakty, które przede wszystkim obniżają znacznie agresję, a nawet doprowadzają do jej całkowitego zaniku. Wzajemna tolerancja osobników w takiej hodowli jest bardzo duża. Brak agresji lub niski jej poziom znosi współzawodnictwo. Z kolei izolacja świerszczy, a szczególnie samców, wywiera odwrotny skutek pod warunkiem jednak, że osobnik taki będzie miał okazję przynajmniej kilka razy spotkać się z innymi samcami. Całkowita bowiem izolacja znosi zupełnie agresywność (LEROY 1966).

Zachowania się międzyosobnicze świerszczy domowych można podzielić na trzy zasadnicze typy: zachowanie się seksualne, agresywne i paraspołeczne.

ZACHOWANIE SIĘ SEKSUALNE

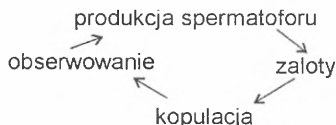
W okresie gotowości seksualnej partnerów intensywność porozumiewania się świerszczy osiąga swój szczyt. Samica z odległości kilku metrów reaguje na pieśń przywołującą, emitowaną przez samca. Kiedy samica znajduje się już



Rys. 1 Samiec ćwierkający w obecności samicy pieśń zalotną (wg ZENKIEVIČA 1969, zmienione).

blisko samca, ten zaczyna ćwierkać pieśń zalotną (rys 1). W pieśni zalotnej wyróżniono dwie fazy o różnych parametrach fizycznych: 1. śpiew poprzedzający pieśń zalotną (pre-courtship song) i 2. właściwą pieśń zalotną (courtship song) (BUSNEL 1963). Właściwą pieśń zalotną samiec zaczyna ćwierkać wtedy, gdy jego partnerka przejawia nim zainteresowanie, a więc nie oddala się, zmniejsza swoją ruchliwość i wymienia z nim dotknięcia czułkami. Samiec wślizguje się pod nią i przytwierdza spermatofor obok otworu płciowego samicy. Następuje czwarta z kolei faza zachowania się seksualnego — tak zwane obserwowanie (watching behaviour) lub pilnowanie (guarding behaviour). Takie zachowanie się jest bardzo charakterystyczne dla samców *Acheta domestica*.

Po kopulacji samiec nie oddala się od samicy, trzyma się blisko niej i kieruje swoje czułki do przyczepionego przed chwilą przez niego do ciała samicy spermatoforu. Samice *A. domestica*, zwłaszcza starsze, przejawiają tendencję do zrywania spermatoforu tylnymi odnóżami lub aparatem gębowym i zjadania go. Ilekroć samica wykona ruch, który mógłby doprowadzić do usunięcia spermatoforu, samiec, kołysząc się w przód i w tył, dotyka czułkami tylnego odcinka jej odwłoka. Jeśli samica zmienia miejsce pobytu, samiec postępuje za nią cały czas z czułkami skierowanymi ku spermatoforowi. Obserwowanie trwa czasami ponad godzinę. W tym czasie rozwija się u samca nowy spermatofor. To typowe tylko dla samca *A. domestica* zachowanie się pokopulacyjne wyzwała nie tylko jego partnerka, ale i inna samica ze spermatoforem. Zachowanie się obojga partnerów można przedstawić za pomocą schematu (KHALIFA 1950):



Wydaje się, że obserwowanie jest reliktem zachowania się, mającego na celu ochronę spermatoforów przed niszczeniem przez samice (KHALIFA 1950). Dla samicy niektórych prostoskrzydłych spermatofory są nie tylko źródłem plemników, ale i źródłem pokarmu (GWYNNE 1991). Brak fazy obserwowania u innych świerszczy, jak na przykład *Gryllus assimilis* Fabr., którego samice również często zrywają spermatofory po kopulacji, może być tłumaczony faktem, że samce tego gatunku produkują do 12 spermatoforów na dobę, podczas gdy samce świerszcza domowego wytwarzają ich tylko 2 lub 3. Dość duża liczba możliwych kopulacji u *Gryllus assimilis* wyrównuje więc ewentualne straty wynikłe ze zniszczenia spermatoforów przez samice (SIMMONS 1991, WILL i SAKALUK 1994).

ZACHOWANIE SIĘ AGRESYWNE

Okres ustalania dominowania na pewnym obszarze przez samce jest również niezwykle ważny dla danej populacji świerszczy domowych. Nietolerancja dotyczy tylko osobników tej samej płci, to znaczy samców. Samiec *A. domesticus* będzie więc bronił swego terytorium przed innym samcem, natomiast nie będzie przejawiał żadnej reakcji agresji w stosunku do samic czy larw przebywających w jego pobliżu. Zachowanie się agresywne samców *A. domesticus* i przekazywane sobie nawzajem informacje w postaci sygnałów akustycznych i wzrokowych są bardzo charakterystyczne dla tego gatunku (POPOV 1971, CRANKSHAW 1979, STOUT i współaut. 1983, GERM i KRAL 1995). Spotkanie się dwóch samców *A. domesticus* może przerodzić się w walkę. Walka jest jednak możliwa tylko wtedy, gdy obydwu świerszcze postępują identycznie. Jeśli dany osobnik odpowie w taki sam sposób, jak to uczynił przed chwilą jego partner, staje się tym samym rywalem napotkanego świerszcza. Ukierunkowanie dalszego zachowania się dwóch spotykających się samców zależy od pierwszych wzajemnych dotknięć czułkami. Jeśli te uderzenia będą dość silne i gwałtowne, następuje wzmocnienie agresji u obydwu osobników i pojawiają się dalsze elementy walki. Samce rozwierają szeroko żuwaczki, starają się ugryźć nimi przeciwnika i uderzyć go przednimi lub tylnymi odnóżami. Czułki wykonują szybkie ruchy lokalizujące rywala i penetrujące teren walki, a szeroko uniesione pokrywy wytwarzają pieśń agresywną (FEDERHEN 1955, ALEXANDER 1961).

Pieśń agresywna (pieśń rywalizacji) może być emitowana w różnych kontekstach. Służy ona do zastraszenia i przepędzenia świerszcza stojącego niżej w hierarchii. Towarzyszy też zawsze walce, a także wyraża ostateczne zwycięstwo. Feromony wydzielane przez dojrzałe samice wyraźnie zwiększają agresję samców. Jest to związane z rywalizacją o partnerkę, przy czym poziom agresji znacznie wzrasta, jeśli samce te są przetrzymywane przez kilka godzin bez możliwości bezpośredniego kontaktu z samicami (OTTE i CADE 1976).

W badaniach nad agresywnością samców świerszcza domowego wyróżniono pięć poziomów agresji, obierając jako kryterium rodzaj kontaktu: 1. reakcja obojętna dwóch samców, 2. wycofanie się jednego z partnerów, 3. lekka agresywność wywołująca ucieczkę jednego ze świerszczy, 4. krótka walka kończąca się ucieczką jednego z samców i 5. długa walka w kilku rundach (ALEXANDER 1961).

Walkę dwóch świerszczy koniecznie musi charakteryzować podobieństwo wykonywanych przez rywali czynności, to znaczy podobieństwo wymienionych nawzajem informacji. Za tym stwierdzeniem przemawiają następujące fakty:

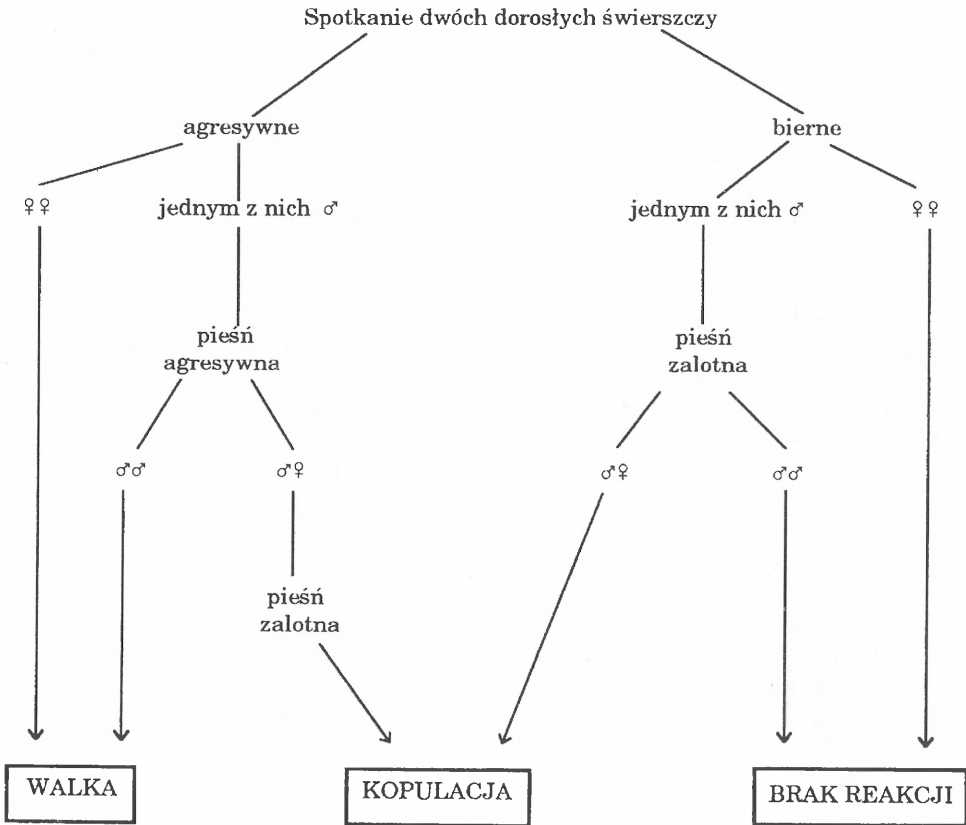
1. Świerszcz A — osobnik aktywny i agresywny — został pokonany w walce przez świerszcza B ze zniszczonym aparatem strydulacyjnym. Stało się tak dlatego, że świerszcz A niezbyt pewnie atakował „niemego” przeciwnika, podczas gdy osobnik B walczył zdecydowanie widząc agonistyczne zachowanie się swego rywala i słysząc jego śpiew.

2. Prawdziwa walka nie zachodzi nigdy między osobnikami różnych gatunków świerszczy, nawet pokrewnych.

3. Nie są spotykane walki samców z samicami i larwami (LEROY 1971).

Zdarzają się walki pomiędzy dwiema samicami, ale są one krótkie i zdecydowanie mniej zaciekle. Jednak samice deprywowane pokarmowo walczą ze sobą zupełnie jak samce, odganiając się nawzajem od karmnika z mięsem. Błyskawicznie gryzą szeroko rozstawionymi żuwaczkami, silnymi wyrzutami trzeciej pary odnóży uderzają się nawzajem, a drgającymi czułkami badają otoczenie (KIERUŻEL i CHMURZYŃSKI 1988). Walki między larwami są niezwykle rzadkie (LEROY 1971).

Spotkanie się dwóch dorosłych świerszczy wywołuje czasem krańcowo różne reakcje (rys. 2).



Rys. 2. Schemat możliwych reakcji dwóch dorosłych świerszczy podczas spotkań (wg LEROYA 1966).

TERYTORIALIZM

Stosunki międzyosobnicze samców *A. domesticus* ulegają zmianie wraz z wiekiem tych owadów, co jest związane zarówno z osiąganiem gotowości do rozrodu, jak i terytorializmem dojrzałych osobników. Terytorializm ujawnia się

po około 12 dniach od imaginalnej linki, to znaczy przeistoczenia się ostatniego stadium larwalnego w postać dorosłą (ALEXANDER 1961). Badania KIERUZEL (1976) wykazały, że u samców przebywających ze sobą w terrariach parami od momentu wyklucia się zauważa się właśnie w tym czasie istotne różnice w zachowaniu. Podczas gdy w stadium larwalnym obydwie samce przebywały w większości przypadków razem i nigdy nie dochodziło między nimi do sytuacji konfliktowych, to w 10–12 dni po linieniu imaginalnym dorosłe już samce przesiadywały w różnych miejscach terrarium, a podczas spotkań zachowywały się w stosunku do siebie agresywnie. Obserwowano reakcje agresywne pomiędzy samcami, z których jeden bronił przed drugim zajętego przez siebie schronienia — prostopadłościanu z małym otworem wejściowym — jedynej skrytki na obszarze zamieszkałym przez tę parę świerszczy. Obydwie świerszcze ćwierkały pieśń agresywną, rozsuwały szeroko żuwaczki, wykonywały ruchy ciałem kołysząc się w przód i w tył, przy czym świerszcz broniący schronienia wysuwał się z niego tylko do połowy. Specyficzne rozproszenie w zasiedlaniu dostępnych owadom skrytek nastąpiło, kiedy w doświadczeniu z większą liczbą samców świerszczy w terrarium użyto więcej zaciemnionych miejsc schronienia — długich tuneli otwartych z obu stron. W większości przypadków każdy z nich został zamieszkały przez jednego, a tylko sporadycznie przez dwa osobniki. Samce zasiedlające skrytki bardzo rzadko je opuszczały. Na ogół nie jadły przy karmniku, a przenosiły w żuwaczkach kawałki pożywienia do swoich miejsc schronienia.

W masowych hodowlach laboratoryjnych agresywność świerszczy wygasa prawie zupełnie, a przez to zanika też ich terytorializm. Okazuje się jednak, że na dostatecznie dużej przestrzeni zamieszkiwanej przez kilka zaledwie samców wziętych z masowej hodowli może dojść do wytworzenia się zachowania terytorialnego tych owadów (LEROY 1971, KIERUZEL 1976).

TENDENCJA DO GROMADZENIA SIĘ

Jest ciekawym zjawiskiem, że obok zachowania się agresywnego zarówno w naturalnych warunkach życia populacji świerszczy domowych, jak i w specyficznych warunkach hodowli laboratoryjnej występuje też zupełnie przeciwstawne zjawisko — tendencja do gromadzenia się wielu tych owadów w jednym miejscu.

Z moich obserwacji wynika, że w klatkach hodowlanych, w jednej tylko skrytce — pudełku od zapalek — przesiadywało jednocześnie około 10 osobników: dorosłych i larw. Również dane doświadczalne (KIERUZEL 1976) wskazują, że świerszcze wpuszczone do terrariów parami trzymały się na ogół razem. Zachowanie takie szczególnie jaskrawo widać było u nich w stadium larwalnym. W blisko 70% przypadków znajdowano je w skrytce czy w rogu terrarium, siedzące jeden obok drugiego. Świerszcze dorosłe przebywały także przeważnie razem. Wyjątkiem okazały się tylko pary składające się z osobników męskich, gdzie zaznaczył się wyraźny podział terytoriów.

Według GRASSÉGO (1949) tendencja do gromadzenia się jest wynikiem prostych mechanizmów behawioralnych, prowadzących świerszcze do znalezienia się w najdogodniejszych dla nich, optymalnych warunkach, nie wynika ona

natomiast z popędu gregarnego, to znaczy popędu do tworzenia skupisk. Późniejsze badania wykazały jednak, że osobniki obu płci *Acheta domestica* produkują feromony agregacyjne (SEXTON i HESS 1968). Opierając się na dokonanym przez LE MASNE'A (1952) podziale zgrupowań społecznych bezkręgowców — skupiska świerszczy można zaliczyć do tak zwanych zgrupowań nieskoordynowanych i okresowych. Takie gromadzenie się w grupy nie jest cechą charakterystyczną wszystkich świerszczy. Świerszcz polny (*Gryllus campestris* L.) nie tworzy nigdy grup, natomiast osobniki dorosłe i larwy *Gryllus bimaculatus* de Geer i właśnie *Acheta domestica* można bardzo często spotkać w dość dużych gromadach (LEVITA 1962).

Powstaje pytanie, czy w takim skupisku świerszczy występuje tak zwany efekt grupy. Określenie to oznacza zwiększenie potencjału biotycznego owadów wywołane przez określone i specyficzne dla danego gatunku nasilenie kontaktów z osobnikami tego samego lub także niektórych innych gatunków (LEŚNIAK 1974). Na potencjał biotyczny, czyli wrodzoną zdolność gatunku do zwiększenia liczebności (CHAPMAN 1931) mają wpływ pozytywne zmiany w intensywności pobierania pokarmu przez zwierzęta, w ich ruchliwości, w zwiększeniu płodności, a także w przeżywalności osobników wyrażającej się większą odpornością na choroby i pasożyty. O istnieniu efektu grupy można mówić tylko wtedy, gdy pewna liczba zwierząt nie dotkniętych przegęszczeniem żyje razem mając do rozporządzenia nadmiar pokarmu (LEŚNIAK 1974).

Jak to stwierdził CHAUVIN (1958), na określonej powierzchni hodowlanej (30 cm^2) wyraźne przyspieszenie wzrostu nastąpiło u larw świerszczy *Acheta domestica* i *Gryllus bimaculatus* zgrupowanych po 2 i 3 osobniki. W porównaniu do larw hodowanych pojedynczo, u tych żyjących w grupach już po 14 dniach trwania obserwacji nastąpiło przyspieszenie wzrostu, a przez to i szybszy rozwój osobniczy tych świerszczy. Natomiast, gdy na tej powierzchni znajdowało się więcej niż 5 osobników, dał się zauważyć wpływ zbyt dużego przegęszczenia, a więc i opóźniony wzrost larw. Ten negatywny wpływ przegęszczenia określa się też jako tak zwany efekt masy (GRASSÉ i CHAUVIN 1944) lub efekt interferencji (SCHWERDTFEGER 1957). W badaniach M. KIERUZEL (1976) larwy *A. domestica*, hodowane od pierwszych dni po wylęgu z jaj po dwa osobniki w doświadczalnych terrariach o powierzchni 600 cm^2 , osiągnęły stadium imago dopiero po 6 miesiącach, podczas gdy rozwój osobniczy owadów z masowej hodowli zawierającej 60–80 świerszczy obu płci i różnego wieku w takim samym terrarium trwał średnio tylko 2,5 miesiąca. Tak więc efekt grupy jest ważnym czynnikiem w rozwoju osobniczym świerszczy. Aktywność świerszczy izolowanych spada gwałtownie (LEVITA 1962).

Problem mechanizmów odpowiedzialnych za efekt grupy u owadów nie jest do tej pory dostatecznie dobrze poznany. Bardzo ogólnie można powiedzieć, że główny udział w wywoływaniu efektu grupy ma system neuroendokryalny świerszczy. Zmiany są wywoływane bodźcami nerwowymi związanymi z określonym natężeniem kontaktów osobnika ze współplemięncami (LEŚNIAK 1974). Wiadomo, że bodźce zmysłowe wywołujące efekt grupy są przekazywane przez czułki i wyrostki rylcowate owadów. Amputacja tych przydatków u świerszczy znosi go całkowicie. Części bazalne czułków i cerci nie były uszkodzane podczas zabiegu amputacji, wydaje się więc, że komórki zmysłowe wywołujące efekt grupy

u świerszczy znajdują się raczej w wiciach czułków i końcowych odcinkach wyrostków rylcowatych, a nie w częściach bazalnych tych organów. Rola wzroku została wykluczona, ponieważ doświadczenia były prowadzone w ciemności (CHAUVIN 1958, LEVITA 1962). Szybszy wzrost i rozwój świerszczy w masowych hodowlach jest wywoływany również poprzez feromony wydzielane przez te zwierzęta (MCFARLANE 1966).

Wrażliwość larw na oddziaływanie efektu grupy zależy od wieku ich matek. Okazało się bowiem, że u potomstwa młodych samic efekt grupy nie przejawia się zupełnie. Z upływem czasu te same samice dadzą następne pokolenia larw reagujących na obecność innych osobników swym wzrostem i rozwojem coraz szybciej i efektywniej (CHAUVIN 1958).

INTERINDIVIDUAL INTERACTIONS IN THE HOUSE CRICKET (*ACHETA DOMESTICUS* L.)

Summary

The present paper provides a review of literature data and of the author's own data on the behaviour of house crickets (*Acheta domesticus* L.) during encounters with conspecifics. Three main categories of intraspecific behaviour are: sexual behaviour, aggressive behaviour and parasocial behaviour. House crickets use four main modes of sensory perception and signalling: acoustic, olfactory, visual and tactile. The three basic types of song are: (1) calling song, (2) courtship song, and (3) aggressive song. Sexual behaviour of house crickets involves courtship, mating, and guarding of the female by the male. Aggressive behaviour is observed mostly during territorial fights between males. However, food deprived females may fight, too, when competing for food. In laboratory mass cultures, aggressiveness of crickets is usually very low, and territorial behaviour is absent. However, crickets may show territorial behaviour even in the laboratory if they are kept in sufficiently large cages. Males and females of *A. domesticus* produce sex-specific, species-specific and aggregation pheromones. Aggregations of crickets are non-coordinated and temporary. Growth and development of house crickets may be significantly accelerated as a consequence of intense contacts with conspecifics ("the group effect"). Mechanisms underlying the group effect are yet not fully known. However, it is already known that they are based on responses to stimuli transmitted by the antennae and cerci, and that they involve responses to pheromones.

LITERATURA

- ALEXANDER R. D., 1961. *Aggressiveness, territoriality and sexual behavior in Field Crickets*. Behaviour 17, 130-223.
- BAJ-KIERUZEL M., 1974. *Świerszcz domowy*. Przegl. Zool. 18, 58-66.
- BEIER M., 1972. *Saltatoria (Grillen und Heuschrecken)*. Handbuch der Zoologie 4 (2), 1-217.
- BUSNEL R. G., 1963. *Acoustic behaviour of animals*. Elsevier Publ. Comp. Amsterdam-London-New York, str. XX+933.
- CADE W. H., CADE E. S., 1992. *Male mating success, calling and searching behaviour at high and low densities in the field cricket, Gryllus integer*. Anim. Behav. 43, 49-56.
- CHAPMAN R. N., 1931. *Animal ecology. With special reference to Insects*. McGraw-Hill, New York, str. X+464.
- CHAUVIN R., 1958. *L'action du groupement sur la croissance des grillons (Gryllulus domesticus)*. J. Insect Physiol. 2, 235-248.
- CRANKSHAW O. S., 1979. *Female choice in relation to calling and courtship song in Acheta domesticus*. Anim. Behav. 27, 1274-1275.
- FEDERHEN M., 1955. *Zur Biologie und Physiologie der Hausgrille*. Z. angew. Ent. 38, 224-244.
- GERM M., KRAL K., 1995. *Influence of visual deprivation on levels of dopamine and serotonin in the visual system of house crickets, Acheta domesticus*. J. Insect Physiol. 41, 57-63.
- GRASSÉ P. P., 1949. *Traité de zoologie*. Vol. 9. Masson et C^{le} Éditeurs, Paris, str. 1117.

- GRASSÉ P. P., CHAUVIN R., 1944. *L'effet de groupe et la survie des neutres dans les sociétés animales*. Rev. Sci. 82 (cyt. wg LEŚNIAK 1974).
- GWYNNE D. T., 1991. *Sexual competition among females: what causes courtship role-reversal?* Trends Ecol. Evol. 6, 118–122.
- JANISZEWSKI J., 1983. *Fizjologiczne podłoże generowania dźwięków przez świerszcze (Orthoptera, Gryllidae)*. Przegl. Zool. 27, 161–169.
- KEMPER H., 1937. *Beobachtungen über die Biologie der Hausgrille*. Z. hyg. Zool. 29, 3.
- KHALIFA A., 1950. *Sexual behaviour in Gryllus domesticus L.* Behaviour 2, 264–274.
- KIERUZEL M., 1976. *The selection of shelter place by the house cricket*. Acta Neurobiol. Exp. 36, 561–580.
- KIERUZEL M., 1995. *Zarys biologii świerszcza domowego Acheta domesticus L.* Wszechświat, 96, 247–250.
- KIERUZEL M., CHMURZYŃSKI J. A., 1988. *Behaviour of food and water deprived house cricket, Acheta domesticus (L.)*. Polskie Pismo Entomol. 57, 645–656.
- LE MASNE G., 1952. *Classification et caractéristiques des principaux types des groupements sociaux réalisés chez les Invertébrés*. Coll. Int. C. N. R. S. Structure et physiologie des sociétés animales. 34, 19–70.
- LEROY Y., 1966. *Signaux acoustiques, comportement et systematique de quelques espèces de Gryllides (Orthoptères, Ensifères)*. Bull. biol. Fr. Belg. 100, 3–134.
- LEROY Y., 1971. *Communication circonstancielle chez les grillons et sauterelles (Insectes, Orthoptères, Ensifères)*. J. Psychol. norm. Path. 3/4, 261–280.
- LEŚNIAK A., 1974. *Efekt grupy w populacjach owadów*. Wiad. ekol. 20, 14–20.
- LEVIT B., 1962. *Contribution à l'étude du mécanisme d'un effet de groupe chez un insecte Orthoptère: Gryllus bimaculatus de Geer*. Bull. Soc. Zool. Fr. 87, 197–221.
- McFARLANE J. E., 1966. *Studies on group effects in crickets. I. Effect of methyl linolenate, methyl linoleate, and vitamin E*. J. Insect Physiol. 12, 179–188.
- OTTE D., CADEW., 1976. *On the role of olfaction in sexual and interspecies recognition in crickets (Acheta and Gryllus)*. Anim. Behav. 24, 1–6.
- POPOV A. V., 1971. *Apparat zvukoizucenia i struktura prizivnoj pesni domašrnego sverčka Acheta domesticus L.* Ž. evoluc. Biochim. Fizjol. 7, 87–95.
- SCHWERDTFEGER F., 1957. *Die Waldkrankheiten*. P. Parey, Hamburg-Berlin, str. 543.
- SEXTON O. J., HESS E. H., 1968. *A pheromone-like dispersant affecting the local distribution of the European house cricket, Acheta domestica*. Biol. Bull. 134, 490–502.
- SIMMONS L. W., 1991. *On the post-copulatory guarding behaviour of male field crickets*. Anim. Behav. 42, 504–505.
- STOUT J. F., DEHAAN C. H., MCGHEE R. W., 1983. *Attractiveness of the male Acheta domesticus calling song to females*. J. Comp. Physiol. 153, 509–521.
- TROJAN P., 1977. *Ekologia ogólna*. PWN, Warszawa, str. 419.
- WEBB K. L., ROFF D. A., 1992. *The quantitative genetics of sound production in Gryllus firmus*. Anim. Behav. 44, 823–832.
- WILL M. W., SAKALUK S. K., 1994. *Courtship feeding in decorated crickets: is the spermatophylax a sham?* Anim. Behav. 48, 1309–1315.
- ZENKJEWIČ L. A., (red.), 1969. *Žyžn' žyvoťnych*. Prosveščene, Moskva, str. 573.