

Przegląd badań nad zachowaniem się skórka zbożowego *Trogoderma granarium* EVERTS (Coleoptera, Dermestidae)\*

Behavior of khapra beetle *Trogoderma granarium* EVERTS (Coleoptera, Dermestidae) – a review

DARIUSZ DŁUGOSZ, SŁAWOMIR LUX

Katedra Entomologii Stosowanej SGGW-AR, ul. Nowoursynowska 166, 02-766 Warszawa

**Wstęp**

Skórek zbożowy pochodzi prawdopodobnie z Indii i stąd został zawleczony na kolejne kontynenty. Obecnie prawie we wszystkich krajach strefy subtropikalnej należy on do głównych szkodników przechowalni, a w krajach strefy umiarkowanej występuje niekiedy w magazynach produktów zbożowych (NAIR, DESAI, 1972; GOŁĘBIOWSKA, NAWROT, 1976a; MOCHIYUKI SONDA, 1968; BANKS, 1977 i inni). Chrzążcze skórka zbożowego mają owalne ciało długości 1,5–3,0 mm. Samice są z reguły większe niż samce. Osobniki dorosłe nie odżywiają się. Larwy mogą żywić się ziarnem różnych zbóż, produktami przemiału, słodem, ziołami a także resztkami zwierzęcymi (LINDGREN, VINCENT, 1959; BAR-ZEEV, 1975; GŁĘBOWSKA, NAWROT, 1976a). Zdaniem MRO-CZKOWSKIEGO (1975) gatunek ten odżywia się wyłącznie produktami roślinnymi. BHATTACHARAYA i PANT (1968) podają, że w odróżnieniu od innych *Dermestidae* ten gatunek mając możliwość wyboru odżywia się zbożem lub produktami zbożowymi, potrafi jednak rozwijać się na pokarmie pochodzenia zwierzęcego. Larwy są bardzo odporne na brak pokarmu oraz mogą przetrwać w odrętwieniu niskie temperatury (nawet  $-10^{\circ}\text{C}$ ) (SAXENA, VIR, 1975; GOŁĘBIOWSKA, NAWROT, 1976a). W temperaturze optymalnej  $32\text{--}35^{\circ}\text{C}$ ; rozwój trwa około 35 dni, ale mogą rozwijać się w temp.  $24\text{--}40^{\circ}\text{C}$ . Rozwój może odbywać się nawet przy wilgotności 1%. W wilgotności powyżej 90% rozwój jest wolniejszy.

\* Druk pracy w 20% sfinansowany przez Kat. Entomol. Stos. SGGW-AR.

### Zachowanie związane z żerowaniem

GOŁĘBIOWSKA i in. (1976b) badała szkodliwość kilku gatunków chrząszczy żerujących w ziarnie zbóż. Larwy skórka zbożowego zaczynają nagryzanie ziarna całego po stronie zarodka. Wyjadają płaskie i rozległe wyżerki. W ziarnie żyta i pszenicy oprócz strefy zarodka często uszkodzany jest dół ziarna. W strefie zarodka większość wyżerek obejmuje jednocześnie sam zarodek i jego okolice. Na kukurydzy najwięcej uszkodzeń spotykano na dole ziarna i w prawie jednakowym procesie atakowane były grzbiet i strefa zarodka ziarna. MROCKOWSKI (1975) podaje, że larwy 1–3 stadium mogą żerować tylko na ziarnie uszkodzonym, starsze larwy nagryzają ziarna nieuszkodzone.

### Zachowanie związane z rozrodem

Czynności związane z rozrodem możemy podzielić na trzy główne grupy: (1) poszukiwanie i rozpoznanie partnera, (2) – kopulacja oraz (3) – składanie jaj. Samce *T. granarium* odnajdują samice kierując się chemicznymi bodźcami – feromonami wydzielanymi przez samice (HAMMACK, BURKHOLDER, 1981, za VOELKEL, 1924; FINGER i in., 1965; VINON, SHULOV, 1967; ADEESAN i in., 1976). Gruczoły wydzielające feromon umieszczone są w fałdzie łączącym 5 i 6 siernit odwłokowy (STANIĆ i in., 1972). W 1976 r CROSS wraz ze współpracownikami wyizolował główne składniki feromonu płciowego skórka zbożowego. Tworzą one mieszaninę dwu optycznie czynnych form E i Z-14 metylo 8-heksadecenolu (inna nazwa: Z i E-trogodermal) w proporcji 92% Z do 8% E. SILVERSTEIN i inni (1980) oraz LEVINSON i MORI (1980) badali aktywność izomerów optycznych trogodermalu. Stwierdzili, że samice produkują i wydzielają feromon w konfiguracji R-enancjomeru, oraz że pozycja grupy metylowej wokół asymetrycznego atomu węgla ma znacznie większy wpływ na aktywność feromonu niż izomeria cis/trans. W pozbawionym zapachów powietrzu osobniki obu płci poruszają się, zmieniając od czasu do czasu kierunek i badając co chwilę podłoże czułkami. LEVINSON i BAR ILAN (1970b) podają, że bodźce wizualne – sam widok samicy nie odgrywa żadnej roli w jej lokalizacji. Zachowanie się samca zmienia się dopiero po wejściu w smugę feromonu. Wówczas samiec porusza się krótkimi zygzakami w kierunku źródła zapachu (LEVINSON, BAR ILAN, 1970 a). Takie zachowanie, określane jest mianem chemoklinotaksji. LEVINSON i inni (1978) podają, że powietrze przepuszczane nad  $10^{-5}$  do  $10^{-4}$  grama (Z) – trogodermalu (około 10 razy bardziej aktywnego od formy E) wywołuje u samca podobną reakcję jak jedna dziewicza samica, podczas gdy  $10^{-2}$  g substancji wystarcza na wzbudzenie kompletnej reakcji samca, łącznie z kopulacją. Czas ekspozycji na feromon niezbędny dla pojawienia się reakcji na zapach nie jest jednakowy dla wszystkich osobników. GOTHİ, TAMHANKAR i RAHALKAR (1984) podają np. że samce powstałe

z diapauzujących larw wykazują obniżoną reakcję na feromon samicy wprost proporcjonalną do czasu trwania diapauzy. Pozostając w stanie diapauzy larwy sporadycznie odżywiają się, zyskują na wadze na skutek akumulacji tłuszczów, glikogenu i protein. Powstałe z nich cięższe chrząszcze potrzebowały więcej czasu na osiągnięcie tego samego poziomu reakcji jak kontrolne. Samiec zbliżając się do samicy nadal bada czułkami podłoże, czasem zaczyna nimi wibrować (BAR IIAN, LEVINSON, 1970 b), po czym dotyka czułkami samicę i czasem ją okrąża. Przesuwa je po pokrywach skrzydłowych ku tyłowi samicy i na odwrót. Pobudzona samica wysuwa odwłok. Można zaobserwować, że samiec czasem podnosi się na dwu tylnych parach odnóży, wysuwa penis i naciska nim koniec odwłoka samicy. Samica, reagując na bodźce dotykowe rozchyła ostatnie segmenty odwłoka i wysuwa teleskopowo organ kopulacyjny w kształcie rurki z rozdwojonym końcem. Podczas kopulacji samiec pozostaje z boku samicy tworząc z jej ciałem kąt zbliżony do prostego. Przy końcu kopulacji chrząszcze gwałtownie ruszają odwłokami i następnie para rozdziela się (KARNAVAR, 1972; obserwacje własne). MROCZKOWSKI (1975) podaje, że kopulacja następuje zwykle w ciągu 24 godzin od opuszczenia wylinki, trwa około 1 minuty i przeważnie ma miejsce w nocy. CHAUDHARY i KAPIL (1976) także podają podobny czas kopulacji dodając, że ma ona miejsce wkrótce po wyjściu samicy z wylinek. Samce, które wychodzą z poczwerek nieco wcześniej, wabione są zapachem wydzielanym przez prawie dojrzałe samice. Czasem próbują kopulować z żeńskimi poczwarkami lub z wylinkami po nich. Według tych autorów samiec może kopulować 2–10 razy w ciągu swego życia, natomiast samica tylko jeden raz. KARNAVAR (1972) podaje, że samica może kopulować 3–4 razy, drugi raz w 12–24 godziny po pierwszej kopulacji i po złożeniu pierwszych jaj. Po kopulacji często samica jest bardziej aktywna, zaczyna badać otoczenie, natomiast samiec przez chwilę pozostaje w miejscu. Na skutek ustania emisji feromonu samica staje się nieatrakcyjna dla samców. Odzyskuje atrakcyjność po około 30–60 godzinach (obserw. własne). Jak podają HAMMACK i BURKHOLDER (1981) samice *T. granarium* przejawiają pewne formy zachowań wabiących. Podobnie jak *T. glabrum* HERBST samice skórka zbożowego w pozycji wabiącej unoszą odwłok i częściowo wysuwają pokładełko. Jest to pozycja ułatwiająca emisję substancji chemicznych działających na samce. Zapłodniona samica rozpoczyna poszukiwanie miejsca do złożenia jaj. Częściowo wysuniętym pokładełkiem bada podłoże. Po znalezieniu szczeliny wysuwa pokładełko całkowicie, jeszcze raz badając miejsce. Na chwilę ogranicza ruchy i wtedy jajo przeciska się przez pokładełko. Złożenie jaja trwa od 30 do 80 sekund (KARNAVAR, 1972).

### Diapauza

NAIR i DESAI, (1972) za BURGES (1963) zwrócili uwagę na fakt, że w dość zagęszczonej hodowli (50 larw/2,1 g pokarmu) w temperaturze 30°C wiele larw ostatniego stadium opóźniało przepoczwarczenie i zapadało w stan spoczynku charakteryzujący się niskim tempem oddychania. Larwy takie były zwykle silniejsze niż larwy niediapauzujące oraz przejawiały tendencję do chronienia się w szczelinach z dala od źródła pokarmu. Mogły one z nieregularnymi przerwami opuszczać swoje kryjówki by się pożywić, po czym wracały do stanu spoczynku lub rzadko ulegały przepoczwarczeniu. Taki stan spoczynku nie jest typową diapauzą gdyż może być szybko zakończony przez wzrost temperatury oraz larwy mogą sporadycznie odżywiać się i linieć. BURGES w swoich pracach wcześniejszych (1959, 1960) sugerował, że taki stan można uważać za stan słabej, fakultatywnej diapauzy. NAIR i DESAI (1972) rozróżniają dwie formy spoczynku i określają je przejętymi od BURGES'a terminami: diapauza zależna od zagęszczenia (DDD-density dependent diapause) oraz diapauza niezależna od zagęszczenia populacji (DID-density independent diapause). Na podstawie swoich obserwacji wprowadzają jeszcze jeden podział. Biorąc pod uwagę ilość oraz jakość pokarmu podzielili larwy (diapauzujące niezależnie od zagęszczenia) na (1) – larwy które przeszły w stan spoczynku zależnie od odżywiania oraz (2) – niezależnie od odżywiania. Ponieważ w doświadczeniach zapewniali dostateczną ilość pokarmu, zależność ta dotyczy raczej jego składu tj. zawartości niektórych niezbędnych do rozwoju larw elementów. Dodając np. do diety drożdże spowodowali spadek liczby larw zapadających w stan spoczynku (hodowlę prowadzono w temp. 30°C). Diapauzujące larwy mają większą szansę przetrwania w niekorzystnych warunkach oraz, ukryte w szczelinach skrzyń czy w workach mogą być roznoszone do innych magazynów. NAIR i DESAI w swojej pracy z 1973 roku podają, że larwy takie mogą się przepoczwarczać (1) – przy wzroście temperatury do optimum, (2) – po upływie pewnego okresu, nawet przy wyraźnym braku stymulacji środowiska, oraz (3) – po dostarczeniu świeżego pokarmu w powiązaniu z redukcją stopnia zagęszczenia populacji.

### Tendencja do migracji

W porażonych produktach larwy grupują się w warstwie powierzchniowej. Po dłuższym żerowaniu pokarm pokryty jest wylinkami (GOŁĘBIOWSKA, NAWROT, 1976 a). Migracja diapauzujących larw od źródła pokarmu (słodu) do kryjówek powodowana jest między innymi przez akumulację odchodów, gwałtowne zmiany temperatury, wyczerpywanie się zasobów pokarmowych (BURGES, 1959). W 1969 roku STANIĆ i SHULOV badali reakcję dorosłych chrząszczy. *T. granarium* na zapach kału swoich larw oraz pszenicy. Stwierdzili, że szczególnie dla dorosłych samic zapach kału jest bardziej atrakcyjny niż

zapach pszenicy. Przyjmują oni za JACOBSON i BEROZA (1963), opartą na zachowaniu owadów, klasyfikację atraktantów dzieląc je na płciowe, pokarmowe i owipozycyjne. Ponieważ chrząszcze nie odżywiają się, autorzy przypuszczają, że odchody stanowią dla samic atrakcyjne środowisko dla złożenia jaj. STANIĆ i SHULOV (1972) zwrócili uwagę na zachowanie larw w hodowlach w warunkach laboratoryjnych. Zaobserwowali, że larwy przemieszczają się do wierzchniej warstwy hodowli a następnie próbują wspinąć się na ścianki słoja. Tym razem stwierdzili, że zapach odchodów działa repelentnie a zapach pszenicy jest atrakcyjny. Przy zastosowaniu ekstraktów z odchodów i pszenicy o równych stężeniach, ekstrakt kału wabił larwy pochodzące z hodowli o dużym poziomie odchodów, a działał odstraszająco na larwy wywodzące się ze środowiska mało zanieczyszczonego odchodami. Autorzy głoszą pogląd, że kierunek i intensywność migracji przynajmniej częściowo zależny jest od wzajemnej proporcji zapachu odchodów oraz zapachu świeżej pszenicy. ATWAL i BAINS (1974) donoszą, że zależnie od temperatury larwy mogą preferować schronienie lub pokarm. Przy obniżeniu temperatury larwy przechodzą na powierzchnię i grupują się w jakichkolwiek szczelinach (ubrania, worki jutowe, deski). BURGES (1960) wiąże tę reakcję z tigmotaksją oraz specyficzną tendencją do agregacji YLNON i SHULOV (1966) badali reakcję chrząszczy skórka zbożowego na światło. Owady podzielone na grupy jednopłciowe i mieszane wykazywały podobną, wyraźną tendencję do unikania światła. Samice w większym stopniu niż samce ukrywały się w ciemnych miejscach. Autorzy stwierdzają wyraźną tendencję do agregacji chrząszczy w strefie ciemnej, szczególnie przy użyciu w doświadczeniu większej liczby owadów. Przy wzroście temperatury reakcja na światło staje się niewyraźna na skutek zwiększenia ruchliwości. Stwierdzono natomiast (KARNAVAR, 1983), że sama obecność larw *T. granarium* w howowli może wpływać na rozmieszczenie populacji *Sitophilus oryzae* L. Chrząszcze *S. oryzae* wyraźnie gromadziły się w jednym miejscu, podczas gdy w słojach kontrolnych (bez larw *T. granarium*) nigdy nie wykazywały tendencji do agregacji.

#### SUMMARY

Khapra beetle, *Trogoderma granarium* EVERTS is one of the most common storage product pest, especially in warm climate countries. It feeds on whole grains, grain products, herbs, malt etc. Some information concerning feeding and reproductive behavior, diapause and migration were collected. Elder larvae are capable to feed on whole grain but larvae of 1-3 instar may feed only on crashed one. Adult beetles do not feed at all thereby their main activity is reproduction. Their reproductive behavior may be divided into three main parts: (1) - searching for mate and mate recognition, (2) - copulation and (3) - oviposition. Copulation happens usually within 24 hours after emergence from pupae and takes 1 minute about. Just after copulation females become unattractive (stop pheromone emission) and nonreceptive to males. They regain their receptivity after about 30-60 hours. Males of

*T. granarium* can copulate 2–10 times in their lifetime, females 3–4 times. Fertilized female probes the area with ovipositor for a crevice to hide an egg. Deposition of an egg lasts 30–80 sec. Larvae of *T. granarium* are able to survive unfavorable conditions in diapause. Two forms of diapause were distinguished: (1)–DDD– density dependent diapause and (2)–DID– density independent diapause. Larvae can stop diapause: (1)– in case of temperature increase to optimum, (2)– after certain time passed even without significant environment stimulation and (3)– when fresh food was supplied and/or population density decreased. Migration of diapausing larvae from food source to the shelters might be caused by faeces accumulation, temperature changes or food shortage. Direction and intensity of migration partly depends on mutual proportion of faeces and food volatiles. Beetles tend to aggregate in darkness rather than at light spots.

## PIŚMIENNICTWO

- ADEESAN C., TAMHANKAR A. J., RAHALKAR G. W., 1976: Influence of larval diapause on pheromone communication in the khapra beetle, *Trogoderma granarium*, EVERTS. *Experientia*, **33**, 1: 45–46.
- ATWAL A. S., BAINS S. S., 1974: Ecological studies on *Trogoderma granarium*, EVERTS, and methods of its control. Final Technical Report, 1969–1974. PL–480 Project (A7–MQ–24) Completed of the Punjab Agricultural University, Ludhiana: 67–74.
- BANKS H. J., 1977: Distribution and establishment of *Trogoderma granarium*, EVERTS (*Coleoptera: Dermestidae*): climatic and other influences. *J. Stored Prod. Res.* **13**: 182–202.
- BAR-ZEEV., 1976: Materials attractive or repellent to larvae of *Trogoderma granarium*. *Isr. J. Entomol.*, **11**: 61–72.
- BHATTACHARAYA A. K., PANT N. C., 1968: Dietary efficiency of natural, semi-synthetic and synthetic diets with special reference to qualitative amino acid requirements of the khapra beetle, *Trogoderma granarium*. EVERTS (*Col. Dermestidae*). *J. Stored Prod. Res.*, **4**: 249–257.
- BURGES H. D., 1959: Studies on the dermestid beetle *Trogoderma granarium*, EVERTS. III. Ecology in malt stores. *Ann. Appl. Biol.*, **47**; 3: 445–462.
- BURGES H. D., 1960: Studies on the dermestid beetle *Trogoderma granarium*, EVERTS. IV. Feeding, growth, and respiration with particular reference to diapause larvae. *J. Ins. Physiol.*, **5**: 317–334.
- CHAUDHARY J. P., KAPIL R. P., 1976: Reproductive biology of khapra beetle; *Trogoderma granarium* Ev. (*Col., Dermestidae*). *Z. Ang. Ent.*, **81**: 30–37.
- CROSS J. H., BYLER R. C., CASSIDY R. F., 1976: Porapak-Q collection of pheromone components and isolation of Z- and E-14 methyl 8 heksadecenol, sex pheromone components from the females of four species of *Trogoderma*. *J. Chem. Ecol.*, **2**, 4: 457–468.

- FINGER A., STANIC V., SHULOV A., 1965: Attracting substance (pheromone) produced by virgin females of *Trogoderma granarium*, EVERTS. (*Coleoptera: Dermestidae*). Riv. di Parasit., **26**, 1: 27-29.
- GOŁĘBIEWSKA Z., NAWROT J., 1976 a: *Trogoderma granarium*. W: Szkodniki magazynowe. PWRiL, Warszawa.: 118-120.
- GOŁĘBIEWSKA Z., NAWROT J., PRĄDZYŃSKA A., 1976 b: Studia nad szkodliwością kilku gatunków chrząszczy żerujących w ziarnie zbóż. Prace Nauk. 10R, **18**, 2: 49-87.
- GOTHI K. K., TAMHANKAR A. J., RAHALKAR G. W., 1984: Influence of larval diapause on male response to female sex pheromone in *Trogoderma granarium*, EVERTS. (*Coleoptera: Dermestidae*) J. Stored Prod. Res., **20**, 2: 65-69.
- HAMMACK I., BURKHOLDER W. E., 1981: Calling behaviour in female *Trogoderma granarium*, EVERTS. (*Coleoptera: Dermestidae*). J. Stored Prod. Res., **17**: 25-29.
- JACOBSON M., BEROZA M., 1963: Chemical insect attractants. Science, **140**: 1367-1372.
- KARNAVAR G. K., 1972: Mating behaviour and fecundity in *Trogoderma granarium* J. Stored Prod. Res., **8**: 65-69.
- KARNAVAR G. K., 1983: Scientific Notes. Observations on the aggregation behaviour of *Sitophilus oryzae* adults. J. Ent. Soc. Sth. Afr., **46**, 1: 153-156.
- LEVINSON H. Z., BAR IAN A. R., 1970 a: Olfactory and tactile behaviour of the khapra beetle, *Trogoderma granarium*, with special reference to its assembling scent. J. Stored Prod. Res., **16**: 561-572.
- LEVINSON H. Z., BAR IILAN A. R., 1970 b: Behaviour of the khapra beetle, *Trogoderma granarium* towards the assembling scent released by the female. Experientia, **26**, 8: 846-847.
- LEVINSON A. R., LEVINSON H. Z., SCHWAIGER H. i in., 1978: Olfactory behaviour and receptor potentials of the khapra beetle *Trogoderma granarium* (*Col., Dermestida*) induced by the major components of its sex pheromone, certain analogues, and fatty acid esters. J. Chem. Ecol, **4**, 1: 95-108.
- LEVINSON H. Z., MORI K., 1980: The pheromone activity of chiral isomers of trogodermal for male khapra beetles. Naturwissenschaften, **67**, 3: 148-149.

- LINDGREN D. I., VINCENT L. F., 1959: Biology and control of *Trogoderma granarium*, EVERTS. J. Econ. Entomol., **52**, 2: 312-319.
- MOCHIYUKI SONDA, 1968: The status of *Trogoderma granarium*, EVERTS on *T. varium* (MATSUMARO and VOKOYAMA) (*Coleoptera: Dermestidae*) as pest of stored product in Japan. J. Stored Prod. Res., **4**, 1: 23-30.
- MROCKOWSKI M., 1975: *Dermestidae*-Skórnikowate: Fauna Polski, Warszawa, **4**: 1-163.
- NAIR K. S. S., DESAI A. K., 1972: Some new findings on factors inducing diapause in *Trogoderma granarium*; EVERTS. (*Coleoptera: Dermestidae*) J. Stored Prod. Res., **8**: 27-54.
- NAIR K. S. S., DESAI A. K., 1973: The termination of diapause in *Trogoderma granarium*, EVERTS. (*Coleoptera: Dermestidae*) J. Stored Prod. Res., **8**: 275-290.
- SAXENA S. C., VIR S., 1975: Temperature as a factor affecting egg production, oviposition periods and adult longevity in *Trogoderma granarium*, EVERTS (Khapra beetle, *Col., Dermestidae*). Cur. Sci., **44**, 15: 556-557.
- SILVERSTEIN R. M., CASSIDY R. F. i in.; 1980: Perception by *Trogoderma* species of chirality and methyl branching at a site for removed from a functional group in a pheromone component. J. Chem. Ecol., **6**, 5: 911-917.
- STANIĆ V., SHULOV A., 1969: Olfactory response of *Trogoderma granarium* adults (*Col., Dermest.*) to odours of wheat, faeces and some faecal components. J. Stored Prod. Res., **5**: 299-304.
- STANIĆ V., ZLOTKIN E., SHULOV A., 1972: Localization of pheromone excretion in the female of *Trogoderma granarium* (*Dermestidae*). Ent. Exp. & Appl., **13**: 342-351.
- STANIĆ V., SHULOV A., 1972: Migratory behaviour of diapausing larvae of *Trogoderma granarium* (*Coleoptera: Dermestidae*) in relation to odours produced in their culture medium. J. Stored Prod. Res., **8**: 95-101.
- VINON U., SHULOV A., 1966: Some factors influencing phototactic responses of adult *Trogoderma granarium*, EVERTS (*Coleoptera: Dermestidae*) J. Stored Prod. Res., **2**: 57-67.
- VINON U., SHULOV A., 1967: New findings concerning pheromones produced by *Trogoderma granarium*, EVERTS, (*Coleoptera: Dermestidae*) J. Stored Prod. Res., **3**: 251-254.