

JAROSŁAW ANDRZEJ JONKISZ

## Mechanizm zasiedlania drzew przez kornikowate

Mechanisms of infesting trees by bark beetles

### ABSTRACT

Bark beetles (order *Coleoptera*, family *Scolityidae*) comprise a taxonomic group of species that look similar although they differ widely in their ecology and biochemical adaptations to host trees. This diversity of bark beetle biology in which each species is adapted to only one or a few host species, has probably resulted from natural selection due to the great variety of trees and their biochemicals. It also is likely that each species of tree has coevolved various chemicals to defend against the herbivorous selection pressures of bark beetles and other insects. Host plant chemicals can be attractive, repellent, toxic or nutritious to bark beetles and have effects on: (1) finding and accepting the host tree (host selection and suitability), (2) feeding stimulation and deterrence, (3) host resistance, (4) pheromone/allomone biosynthesis and communication, and (5) attraction of predators, parasites and competitors of bark beetles. There are two theories on how bark beetles find suitable host trees. The first is that they locate such trees by orienting over several metres to volatile chemicals usually released by damaged or diseased trees (called "primary attraction"). The second theory is that beetles fly about and encounter suitable host trees at random, whereupon they land and test them by short-range olfaction or gustation.

### KEY WORDS

bark beetle, host plant chemical, pheromone, process of infesting trees

Korniki są owadami roślinożernymi, a ściśle kambio- i ksylofagicznymi. Taki sposób odżywiania stawia je w łańcuchu troficznym, podobnie jak wszystkie zwierzęta, na szczeblu konsumentów. Jednak rodzaj zasiedlanego materiału, którym są głównie osłabione oraz powalone i połamane, lecz jeszcze żywe choć zamierające drzewa, wskazuje na istotną rolę tych chrząszczy w obiegu materii i energii w ekosystemach leśnych, których funkcjonowanie i równowaga zależy od obecności w nich przedstawicieli wszystkich typów troficznych organizmów. Z punktu widzenia gospodarki leśnej rola korników w lesie jest zaś rozpatrywana wyłącznie jako zagrażająca trwałości lasu i produkcji drewna.

Wiedza o procesach rozwojowych korników w naturalnych ekosystemach leśnych nie jest zbyt duża, głównie z powodu braku „naturalnych laboratoriów” w postaci niezmienionych od stuleci powierzchni lasów, których na terenie kraju nie jest zbyt wiele.

Dotychczasowa wiedza pozwala jednak na pewne uogólnienia:

- Krótki cykl rozwojowy (jeden lub nawet pół sezonu wegetacyjnego), liczne potomstwo i zdolność do skupiskowego występowania umożliwiają kornikom szybką eliminację drzew z drzewostanów i całych drzewostanów;

- Rozwój części gatunków korników w drewnie i ich ścisła symbioza z pewnymi gatunkami

grzybów (np. *Monilia candida* Neg.) dodatkowo ułatwiają zagrzybienie zamierających drzew i szybszy rozkład celulozy;

- Duży potencjał rozwojowy i liczne potomstwo korników jest przystosowaniem do naturalnych warunków środowiskowych, gdyż

#### JAROSŁAW ANDRZEJ JONKISZ

Nadleśnictwo Ujsoły  
ul. Św. Huberta 2  
34-371 Ujsoły  
xyjaroslaw@op.pl  
j.jonkisz@lasykatowice.com.pl

w pierwotnych ekosystemach leśnych naszej strefy klimatycznej biomasa zamarłych i zamierających drzew jest często znacznie większa od biomasy rosnącej;

- Korniki w naturalnych środowiskach leśnych są czynnikiem przyspieszającym procesy sukcesyjne zachodzące w ekosystemach poprzez silny wpływ na skład gatunkowy najwyższego piętra szaty roślinnej [Mazur 2001].

Szczególnym zainteresowaniem etiologów cieszą się procesy zasiedlania drzew przez korniki i związane z tym sposobem zachowania się poszczególnych gatunków, przejawy zachowań grupowych (rodziny), takich jak między innymi opieka nad potomstwem oraz sposoby komunikowania się pomiędzy osobnikami tego samego gatunku [Michalski 1999].

Procesy zasiedlania drzew przez korniki można podzielić na dwa etapy. Pierwszym z nich jest reakcja korników na różne bodźce takie jak zapach pokarmu, zmiana jego zabarwienia i smaku, zazwyczaj niedziałających na owada pojedynczo, lecz w postaci kompleksu sygnałów informujących o atrakcyjności pokarmu [Baier 1999]. Największą rolę zwabiającą mają bodźce chemiczne w postaci zapachów żywic (w przypadku drzew iglastych) lub produktów kwaśnienia ligniny (w przypadku drzew liściastych). Istotne dla wywołania reakcji u owada jest odpowiednie stężenie tych zapachów, informujące korniki o stanie fizjologicznym rośliny żywicielskiej [Byers 1995]. Związki te, zwane też semiozwiązkami, mogą mieć zarówno właściwości atraktantów jak i antyatraktantów, oddziałujących na zachowanie owadów, a zwłaszcza na wybór odpowiedniego drzewa żywicielskiego. Informują również o obecności lub braku mechanizmów obronnych drzew. Są one także atrakcyjne dla drapieżców, jak i dla pasożytów i konkurentów korników, działając w sposób pobudzający lub hamujący na produkcję przez owady innych semiozwiązków – feromonów agregacyjnych [Byers 1995; Reddemann 1996].

W okresach letnich, bez ekstremalnie wysokich wartości temperatury i z optymalnymi opadami atmosferycznymi, zaatakowane drzewo jest w stanie wydzielać odpowiednią ilość semiozwiązków odpowiedzialnych za procesy obronne drzewa. Długotrwała susza jednak bardzo wyraźnie wpływa na obniżenie reakcji obronnych drzew i wzrost prawdopodobieństwa gradacji korników [Wermelinger 1999; Bakke 1992]. Osłabienie drzew może następować w wyniku chorób ich systemów korzeniowych – np. porażenia opieńką (*Armillaria* sp.). Wzrastająca wówczas produkcja lotnych olejków i zmiany w chemizmie drzewa jako efekt choroby tworzą predyspozycje drzew do zasiedlania, stając się bodźcem dla nadlatującego chrząszcza [Byers 1984]. Skrócenie okresu życia drzewa jest zależne przy tym od fazy choroby, w której drzewo zostało zaatakowane i wynosi kilka do kilkunastu lat. Zdolność zasiedlenia drzew rosnących w dużym zwarciu określa szczególną rolę szkodników w drzewostanach zagrożonych opieńką zgnilizną korzeni. Takie ataki mogą być szczególnie groźne dla drzewostanu po przekroczeniu fazy latencyjnej gradacji szkodników [Shaw 1991].

Podczas rójki chrząszcz, za pomocą rozwiniętej reakcji na lotne związki chemiczne wydzielane przez osłabione drzewo, lokalizuje jego obecność w drzewostanie [Byers 1995; Bockhorst 1997]. Kornik, w celu uniknięcia konkurencji, zakłada wtedy żerowisko w partiach drzewa o niskim stopniu zasiedlenia przez inne osobniki własnego gatunku.

Istnieją dwie teorie wyboru odpowiedniego drzewa: pierwsza, deterministyczna polegająca na lokalizacji źródła lotnych semiozwiązków, które wytwarzają uszkodzone lub chore drzewa (efekt „początkowej atrakcji”); druga „losowa” zakłada, że podczas lotu korniki napotykają odpowiednie drzewo żywicielskie przypadkowo, na którym lądują, a następnie testują je za pomocą węchu. Zauważono przy tym, że w takich przypadkach bardziej preferowane są podczas próby zasiedlenia drzewa leżące niż stojące [Byers 1995; Gothlin 2000]. Chrząszcz może prawdopodobnie rozpoznawać wówczas czy tkanka drzewa żywicielskiego jest dobrej jakości, i czy

poszczególne drzewa iglaste zawierają wystarczającą ilość glukozy, fruktozy i sacharozy, związków potrzebnych do rozwoju wyprodukowanego potomstwa.

Po zakończeniu pierwszego gwałtownego etapu ataku korników na drzewo osłabione, dalsze zasiedlenie jest stopniowo spowalniane zanikiem wabiących zapachów, co zapobiega konkurencji pomiędzy atakującymi chrząszczami [Byers 1995].

Interesujące, choć niewyjaśnione ostatecznie, jest przypuszczenie, że drzewa iglaste nie mają rozwiniętej zdolności zamiany atrakcyjnego alpha-pinenu na odstraszący verbenon, skutkiem czego nie dochodzi do reakcji obronnych drzewa w okresie zasiedlania przez korniki. Ponadto niektóre substancje drzew iglastych często przyciągają korniki, nawet gdy występują w dużej koncentracji stają się dla nich toksyczne [Byers 1995]. Brak takiego mechanizmu obronnego jest szczególnie interesujący, gdyż drzewa liściaste z rodzaju *Betula* sp., *Populus* sp., *Sambucus* sp. wydzielają antyatraktanty odstraszące atakujące korniki [Zhang 1998, 1999, 2000].

Drugi etap zasiedlania drzew przez korniki występuje po odszukaniu i swoistym wypróbowaniu osłabionego drzewa przez owady, tj. reakcji na bodźce smakowe. Etap ten polega na wydzielaniu przez osobniki zasiedlające drzewa, feromonów płciowych i agregacyjnych, które przywabiają kolejne osobniki, co doprowadza do opanowania całych drzew [Byers 1995]. Na zasiedlonym drzewie, podczas penetracji powierzchni kory, samce korników gwałtownie emitują feromon złożony z dwóch komponentów (metylobutenolu i cis-verbenolu), który przyciąga zarówno samice jak i samce. Produkcja feromonu jak i w konsekwencji jego atrakcyjność wzrasta aż do momentu całkowitego wygryzienia komory godowej i maleje po przywabieniu samic. Wspomniane feromony działają w krótkim czasie, masowe zasiedlenie drzew przez korniki grozi bowiem przegęszczeniem populacji, co nie zapewniłoby rozwijającemu się młodemu pokoleniu korzystnych warunków pokarmowych.

Nowo przybyłe samice, unikając miejsc już zasiedlonych przez inne osobniki, zasiedlają wolne jeszcze lub słabo skolonizowane inne partie osłabionego drzewa. W ten sposób samice prawdopodobnie polegając na samczym „osądzie”, co do prawdopodobieństwa wystąpienia konkurencji, mają większą szansę sukcesu rozrodczego. Jakkolwiek opisany mechanizm nie wyjaśnia procesu kończącego wydzielanie atraktantów, wyrażono pogląd, że „chrząszcze prawdopodobnie instynktownie rozdzielały kierunek ataku tak, że nadmierne przegęszczenie populacji nie pojawia się na dowolnych partiach zasiedlonego drzewa” [Anderbrandt 1985; Byers 1995]. Prawdopodobieństwo zasiedlenia drzewa zależy od: (1) poziomu populacji chrząszczy, (2) witalności atakowanego drzewa i jego zdolności do produkcji wycieków obronnych żywicy.

Podczas pierwszej fazy zasiedlania drzewa zachodzi pozytywne sprzężenie zwrotne pomiędzy liczbą atakujących i zwabionych chrząszczy. Drzewa osłabione zawierają i wydzielają większą ilość substancji wabiących, co powoduje wydzielanie większej ilości feromonów przez korniki i zwabianie większej liczby nowych osobników. Oznacza to, że opisane sprzężenie zwrotne jest silniejsze im słabsze jest drzewo i dlatego dochodzi do jego zasiedlenia [Anderbrandt 1988]. Odkryto, że liczba chrząszczy na zaatakowanym drzewie jest kilka razy większa niż liczba chrząszczy zasiedlających je ostatecznie. Wskazuje to, że liczne korniki opuszczają zaatakowane drzewa pod wpływem przegęszczenia i poszukują innych drzew. Kiedy populacja kornika z jakichś przyczyn zaczyna wzrastać, to co zwykle nazywamy fazą wstępną gradacji, zagrożeniem mogą być objęte wszystkie drzewa osłabione [Schlyter 1984].

## Literatura

- Baier P. 1999. Monoterpene content and monoterpene emission of Norway spruce *Picea abies* (L.) Karst.) bark in relation to primary attraction of bark beetles (*Col.*, *Scolytidae*). Les Colloques 90: 249-259.
- Bakke A. 1992. Monitoring bark beetle populations: effects of temperature. Journal-of-Applied-Entomology. 114, 2: 209-211.

- Bockhorst E. 1997. Zuflug des Borkenkäfers *Ips typographus* L. an stehende Fichten in einem hochmontanen Brutherd. Proceedings of the German Society for General and Applied Entomology, Bayreuth, Germany, 18-22 March 1997.
- Byers J. A. 1995. Host tree chemistry affecting colonization in bark beetles. W: R. T. Cardé and W. J. Bell [red.]. Chemical Ecology of Insects 2, 132: 132-157.
- Byers J. 1984. Nearest neighbor analysis and simulation of distribution patterns indicates an attack spacing mechanism in the bark beetle, *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae). Environmental Entomology 13, 5: 1191-1200.
- Gothlin E. 2000. Attacks by *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* on windthrown spruces (*Picea abies*) during the two years following a storm felling, Scandinavian Journal of Forest Research. 15, 5: 542-549.
- Mazur A. 2001. Ochrona lasu przed owadzimi szkodnikami wtórnymi. Poradnik Ochrony Lasu. Warszawa.
- Michalski J. 1999. Korniki. Praktyczny przewodnik dla leśników. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Reddemann J. 1996. Zur Bedeutung von Monoterpenen bei der Aggregation des Buchdruckers *Ips typographus* (Coleoptera: Scolytidae: Ipinae). Entomologia Generalis 21, 1-2: 69-80.
- Shaw J. 1991. *Armillaria* root disease. Agriculture Handbook, Washington.
- Wermelinger B. 1999. Temperature-dependent reproduction of the spruce bark beetle *Ips typographus*, and analysis of the potential population growth. Ecological Entomology, 24, 1: 103-110.
- Zhang Q. 2000. Bark volatiles from nonhost angiosperm trees of spruce bark beetle, *Ips typographus* (L.) (Coleoptera: Scolytidae): chemical and electrophysiological analysis. Chemoeology. 10, 2: 69-80.
- Zhang Q. 1999. Green leaf volatiles interrupt pheromone response of spruce bark beetle, *Ips typographus*. Journal of Chemical Ecology 25, 12: 2847-2861.
- Zhang Q. 1998. Leaf volatiles from nonhost deciduous trees: variation by tree species, season and temperature, and electrophysiological activity in *Ips typographus* Journal of Chemical Ecology 25, 8: 1923-1943.

## SUMMARY

### Mechanisms of infesting trees by bark beetles

Processes of infesting trees by bark beetles can be divided into two stages. The first one is response of bark beetles to different feeding stimulants such as host odour, change of its colour and taste which individually do not affect an insect however they do as a complex of signals informing about attractiveness of food. Host plant chemicals are most attractive to insects. Concentrations of volatile compounds released by host plant informing about its physiological state evolve insect reaction. Those compounds called semiochemicals can be attractive or repellent to bark beetles and have effect on insect behaviour, especially selection of suitable host tree. The second stage of colonisation of trees by bark beetles is that they find and test damaged or diseased trees (i.e. taste response). This stage consists in producing sex and aggregation pheromones by individuals colonising trees to entice other insects and finally leading to suppression of whole trees. The probability of selecting and colonising a host tree depend on: (1) population level of beetles, (2) vitality of an attacked tree and its capability of producing /exude defending/resistance resin flow. There is a positive feedback between the number of the attacking and enticed beetles during the first stage of tree colonisation. Diseased trees contain and release greater quantities of luring substances which make bark beetles, produce greater amount of pheromones and thus entice greater number of new individuals. It was noted that the number of bark beetles on the attacked tree is twice as high as the number of beetles colonising it. It indicates that bark beetles leave the attacked trees when they find it overcrowded and look for another host. When for some reason the bark beetle population grows, which is known as an initial outbreak phase, all diseased trees can be considered threatened.