

JAN NAWROT, ELŻBIETA BŁOSZYK,  
JURAJ HARMATHA, LADISLAV NOVOTNÝ

**Deterenty pokarmowe chrząszczy *Sitophilus granarius* (L.)**  
**(Coleoptera, Curculionidae)**

Stosowanie na szeroką skalę pestycydów do zwalczania szkodników magazynowych niesie jednocześnie wiele zagrożeń dla ludzi i zwierząt stałocieplnych. Największym niebezpieczeństwem jest możliwość zatrucia tak w trakcie wykonywania zabiegów, jak i po ich zakończeniu, oraz w postaci pozostałości trucizny absorbowanej przez środki spożywcze. Używanie do tych zabiegów bardzo ostrych trucizn (bromek metylu, cyjanowodór) zmusza do poszukiwania nowych środków zwalczania. Od wielu lat rozwijane są badania nad możliwością wykorzystania substancji naturalnych, takich jak feromony, atraktanty, repelenty i antyfidanty. Związki chemiczne wykazujące własności przywabiające lub odstrasżające owady nie są stosowane bezpośrednio do ich zwalczania i prawdopodobnie nigdy nie będą w ten sposób wykorzystywane. Nowe podejście do stosowania tych związków opiera się na zasadzie homeostazy, czyli stanu równowagi dynamicznej układów ekologicznych. W przypadku populacji owadów przyjęto nazywać stan ten insektystazą, a czynniki wywołujące go – insektystatykami (Levinson 1977).

W praktyce bardziej prawdopodobne jest utrzymanie populacji owada na pewnym niskim poziomie liczebności, niż całkowite jego wytepienie. Feromony płciowe i atraktanty mogą być wykorzystane w formie pułapek dla oceny stanu liczebności populacji lub do stałego odławiania szkodników. Umożliwia to wczesne przewidywanie klęskowego rozwoju owadów i odpowiednio planowanie zabiegów chemicznych. Repelenty i antyfidanty wywołują negatywną reakcję owadów w poszukiwaniu pokarmu. Zmusza je to do wędrówek po pomieszczeniu magazynowym, które można pokryć insektycydem kontaktowym o przedłużonym działaniu. Skuteczność preparatu będzie wtedy większa, a liczebność populacji utrzyma się na niskim poziomie. Związki odstrasżające mogą być też używane do zabezpieczenia opakowań i materiału siewnego.

Wszystkie nazwy związków chemicznych wpływających na zachowanie się owadów pochodzą z języka angielskiego i bez tłumaczenia ulegają spolszczeniu. Tak więc użyte w tytule „deterenty pokarmowe” są związkami hamującymi pobieranie pokarmu i termin ten jest synonimem antyfidantów.

Poszukiwania substancji o działaniu deterentnym prowadzone są na szeroką skalę na całym świecie. W wyniku tych badań znaleziono kilkanaście związków działających silnie, z których jeden, azadirachtina, odznacza się skutecznością przeciwko wielu gatunkom owadów.

Mechanizm działania antyfidantów na owady nie jest jeszcze dokładnie poznany. Przypuszczalnie związki te blokują czynności receptorów smakowych i pokryty nimi produkt owady traktują jako nie nadający się do spożycia (Schoonhoven 1980). Do tej pory najlepszymi antyfidantami są związki pochodzenia roślinnego (azadirachtina, ajugarina, warbuganal i poligodial). Ich działanie nie ogranicza się tylko do owadów żerujących na roślinach, z których zostały wyizolowane, ale obejmuje także i inne gatunki.

W Instytucie Ochrony Roślin w Poznaniu prowadzone są testy mające na celu określenie własności deterentnych związków chemicznych izolowanych z roślin. Badania te są możliwe dzięki współpracy z Zakładem Roślin Leczniczych Akademii Medycznej w Poznaniu oraz z Instytutem Chemii Organicznej i Biochemii Czechosłowackiej Akademii Nauk w Pradze. Przetestowano do tej pory na chrząszczach wołka zbożowego (*Sitophilus granarius* L.) i trojszyka ulca (*Tribolium confusum* Duv.) oraz na larwach trojszyka ulca i skórka zbożowego (*Trogoderma granarium* Ev.) ponad 70 czystych związków wyizolowanych z roślin należących do rodzin złożonych (*Compositae*) i baldaszkowych (*Umbelliferae*) oraz z grzybów (*Mycobionta*), a także około 80 ekstraktów z tych roślin sporządzonych przy użyciu różnych rozpuszczalników.

Zarówno czyste związki, jak i ekstrakty rozpuszczano w etanolu do stałego stężenia  $10 \text{ mg/cm}^3$  i w roztworach tych zanurzano krążki opłatka o średnicy 1 cm. Każdy związek testowany był w trzech doświadczeniach: pierwsza grupa owadów otrzymywała do zjadania opłatki nasycone czystym etanolem (kontrola), druga miała opłatki nasycone roztworem związku lub ekstraktu, natomiast trzecia miała możliwość wyboru między pokarmem czystym i zaprawionym. Na podstawie masy zjedzonego pokarmu przez każdą grupę obliczano trzy różne wskaźniki stopnia deterentności i klasyfikowano dany związek. Bardzo silne własności hamowania pobierania pokarmu miało 5 związków: helenalina i linifolina A z *Helenium aromaticum* (Hook.) L. H. Bailey, bakkenolid A z *Homogyne alpina* (L.) Cass., bisaboloangelon z nasion *Angelica silvestris* L. i laktarorufina A z *Lactarius rufus* (Scop.) Fr. Zauważono przy tym, że własności te nie zależą od budowy związku chemicznego oraz rozmieszczenia grup funkcyjnych w cząsteczce. Do dalszych badań wytypowano trzy związki chemiczne, które całkowicie hamowały pobieranie pokarmu z opłatka.

Najsilniej na obecność związków chemicznych w pokarmie reagowały chrząszcze trojszyka ulca, najslabiej wołka zbożowego. Związane to jest z różnicą w liczebności i rozmieszczeniu sensili smakowych na czułkach

i aparacie gębowym u tych dwóch gatunków. Trojszyk ulec ma ich kilka razy więcej i jego ocena składu chemicznego pokarmu jest bardziej dokładna. Wartości wskaźników stopnia deterentności stadiów larwalnych trojszyka ulca były z zasady niższe niż chrząszcza, co jest zgodne z ogólną zasadą, że wybór substratu do składania jaj należy do stadium dorosłego owada, a larwy zjadają taki pokarm, w jakim się znalazły. Ponieważ zdecydowana większość związków była obojętna dla badanych owadów w procesie pobierania pokarmu (Nawrot i wsp., w druku), naniesiono na ziarno pszenicy helenalinę, bisaboloangelon i bakkenolid w dawkach 50 i 250 mg na 1 kg ziarna.

Doświadczenia założono w podobnym układzie jak z oplatkami (pokarm czysty, zaprawiony i mieszanina). W każdym doświadczeniu umieszczono 15 ziarn w 5 powtórzeniach. Na przygotowane ziarno włożono 5 par wołka zbożowego na okres 20 dni. Po upływie tego okresu kontrolowano masę wytworzonego pyłu, liczbę ziarn uszkodzonych i zniszczonych całkowicie oraz liczebność potomstwa. Najwięcej pyłu chrząszcze wytworzyły w kontroli (16.1 mg), najmniej w ziarnie zaprawionym helenaliną i bakkenolidem A. Nie stwierdzono istotnych różnic w liczebności potomstwa oraz ziaren uszkodzonych i zniszczonych. Najwięcej ziaren bez śladów żerowania było po zaprawieniu ich helenaliną oraz wyższymi dawkami bakkenolidu A i bisaboloangelonu. Nie ma też różnic świadczących o preferowaniu ziarna czystego w przypadku możliwości wyboru. We wszystkich kombinacjach chrząszcze w równym stopniu uszkadzały ziarna czyste i pokryte antyfidantami.

W innym doświadczeniu testowane związki naniesiono na bibułę filtracyjną w dawce 0,03 i 0,15 mg na cm<sup>2</sup>. Na podłożu tym umieszczono po 15 czystych ziaren pszenicy i nałożono na nie po 5 par wołka zbożowego na okres 20 dni. Kontrolowano te same parametry co poprzednio. Chrząszcze zniszczyły taką samą liczbę ziaren jak w kontroli, wytwarzając przy tym nieco mniej pyłu. Liczba potomstwa była mniejsza niż w próbach kontrolnych (4 osobniki w porównaniu z 7 osobnikami).

Można przyjąć, że chrząszcze które miały do dyspozycji czyste ziarno na podłożu opryskanym antyfidantami były bardziej ruchliwe, przez co zjadały mniej pokarmu i składały mniej jaj niż na podłożu czystym.

Aby uzupełnić obraz żerowania chrząszczy wołka zbożowego i chrząszczami trojszyka ulca. Owady miały do dyspozycji ziarno pokryte antyfidantami w dawkach 50 mg i 250 mg na 1 kg. Kontrolowano ich śmiertelność w ciągu 29 dni oraz masę wytworzonego pyłu i liczebność potomstwa. Najmniej chrząszczy wołka zbożowego przeżyło w ziarnie zaprawionym wyższą dawką bisaboloangelonu (tylko 30%) oraz helenaliną. Wyższa dawka helenaliny również wyraźnie hamowała wytwarzanie pyłu przez te owady, natomiast liczebność potomstwa była zdecydowanie mniejsza tylko po zastosowaniu wyższej dawki

bisaboloangelonu niż w kontroli. Na przeżywalność chrząszczy trojszyka ulca miał wpływ tylko bisaboloangelon. Ciężar wytworzonego pyłu przez te owady był o połowę niższy w ziarnie traktowanym helenaliną i o 75% niższy w ziarnie z bisaboloangelonem. Obecność bakkenolidu A nie miała wpływu na wytwarzanie pyłu, a więc i na intensywność żerowania. W ziarnie traktowanym bisaboloangelonem nie stwierdzono potomstwa trojszyka ulca, a w przypadku helenaliny potomstwo było trzykrotnie mniej liczne niż w kontroli. Zatem na śmiertelność larw skórka zbożowego w czasie wstępnego żerowania wpływ miał bisaboloangelon i helenalina w większej dawce w porównaniu z kontrolą. Intensywność pobierania pokarmu była nieco mniejsza w ziarnie opryskanym bakkenolidem A i helenaliną, natomiast w bisaboloangelonie masa wytworzonego pyłu była 10-krotnie mniejsza niż w kontroli. Podobne zależności zaobserwowano w liczebności potomstwa.

Należy wyjaśnić, że różnice w masie wytworzonego pyłu są wynikiem odmiennego uszkodzania ziarna. Chrząszcze wołka zbożowego nagryzają ziarno punktowo i po przegryzieniu okrywy owocowo-nasiennej zjadają bielmo. Chrząszcze trojszyka ulca i larwy skórka zbożowego żerują na powierzchni ziarna, powodując rozległe uszkodzenia. Dlatego chrząszcze wołka zbożowego mają krótszy kontakt z antyfidantem i ich reakcja na taki związek nie jest wyraźna. Na pozostałe dwa gatunki, które przez dłuższy czas mają kontakt z preparatem, działa on zdecydowanie silniej. Szczególnie wyraźną reakcję zaobserwowano w przypadku bisaboloangelonu, który powodował zwiększoną śmiertelność i zmniejszenie płodności. W przypadku trojszyka ulca brak potomstwa w ziarnie mógł być spowodowany kanibalizmem wymuszonym brakiem czystego pokarmu.

We wstępnych doświadczeniach nie stwierdzono toksycznego działania badanych związków na owada. Jednak po zastosowaniu ich w dawce 0,01 mg bezpośrednio na ciało larw i poczwerek trojszyka ulca i skórka zbożowego obserwowano u obydwu gatunków zmiany morfogenetyczne, analogiczne do tych, które powodują juwenoidy. Tylko z 20% poczwerek wychodziły normalne chrząszcze; pozostałe były zdeformowane, z wyraźnymi fragmentami kutikuli imaginalnej. Bisaboloangelon i helenalina zastosowane na larwy wyżej wymienionych gatunków działały toksycznie.

Jak widać z przedstawionych wyników wybrane antyfidanty działały słabiej po zastosowaniu na ziarno, niż we wstępnych testach po naniesieniu na oplatki. Spowodowane to jest tym, że cała objętość oplatek była przesycona związkami, natomiast na ziarnie stanowiły one barierę powierzchniową, po pokonaniu której owady miały dostęp do czystego pokarmu. Bezpośrednie działanie wybranych związków na kutikulę owadów zachęca do dalszych badań ich własności przydatnych do ograniczania liczebności populacji szkodliwych owadów.

## PIŚMIENNICTWO

- Levinson H. Z. 1977. Lockstoffe als Insektistatika. Zeitschr. f. Angew. Entomol., Berlin—Hamburg, 84: 1–19.
- Nawrot J., Drożdż B., Holub M. 1985. Feeding deterrent activity of some natural sesquiterpene lactones for selected storage pests. Herba Polonica. Poznań 31, 3–4: 276–284.
- Schoonhoven L. M. 1980. Biological aspects of antifeedants. Entomol. Exp., Appl., Hague, 31: 57–69.

---

*Przyjęto do druku 1985. 11. 15*

Instytut Ochrony Roślin  
ul. Miczurina 20  
60-318 Poznań