

PAWEŁ GARBALIŃSKI

Aktywność biologiczna zetacypermetryny — nowej substancji owadobójczej z grupy pyretroidów

Biological Activity of Zetacypermethrin
— New Pyrethroid with Insecticidal Activity

Wstęp

W ochronie roślin przed szkodnikami owadzimi, w tym również w ochronie lasu w Polsce stosuje się głównie insektycydy chemiczne (4), ze względu na ich dobrą aktywność owadobójczą (osiągającą ponad 90% śmiertelności), stosunkowo niskie koszty zabiegu w porównaniu z kosztami preparatów biologicznych oraz małe zagrożenie dla środowiska naturalnego. Stosowane obecnie insektycydy nie kumulują się w środowisku, nie stwarzają więc istotnego zagrożenia dla organizmów w nim żyjących. W wielu wypadkach, zwłaszcza przy insektycydach działających na układ nerwowy, efekt zwalczania jest bardzo szybki i widoczny już po 2–3 dniach, natomiast po zastosowaniu insektycydów biologicznych efekt zwalczania jest widoczny dopiero po 7–10 dniach lub później. Wydaje się, że w najbliższej przyszłości stosowanie środków chemicznych będzie nadal główną metodą ograniczania populacji szkodliwych owadów. W związku z tym celowe jest opracowywanie i wprowadzanie do stosowania nowych insektycydów o korzystniejszych właściwościach z punktu widzenia ochrony roślin i środowiska naturalnego.

Obecnie około 50% związków chemicznych używanych w ochronie lasu na świecie stanowią fotostabilne pyretroidy (3), zsyntetyzowane w latach siedemdziesiątych. Znalazły one szerokie zastosowanie w ochronie upraw polowych, sadowniczych, a także w leśnictwie. Do zalet pyretroidów należy zaliczyć wysoką aktywność owadobójczą i niską toksyczność dla zwierząt stałocieplnych. Dzięki wysokiej kontaktowej i żołądkowej aktywności owadobójczej można je stosować w dawkach kilkaset razy mniejszych niż stosuje się związki fosforoorganiczne czy karbaminiany (4). Syntetyczne pyretroidy pod względem chemicznym są estrami kwasów i alkoholi oraz mają w strukturze chemicznej asymetryczne atomy węgla. Oznacza to, że substancje te mogą składać się z mieszaniny kilku izomerów w różnych proporcjach, ale właściwości owadobójcze ma tylko jeden lub dwa izomery.

Przykładowo, cypermetryna jest mieszaniną kilku izomerów geometrycznych, a właściwości owadobójcze ma tylko izomer o konfiguracji (1R cis)S oraz jego enancjomer — (1S cis)R. Izomery nieaktywne mogą mieć działanie antagonistyczne tzn. mogą zmniejszać aktywność owadobójczą związku. Każdy izomer może również ulegać odmiennym przemianom w środowisku, co jest zjawiskiem niekorzystnym. Dąży się więc do wyeliminowania insektycydów wieloizomerowych i wprowadzenia do stosowania substancji zawierających jak najmniejszą liczbę izomerów. Prace badawcze prowadzone w laboratoriach USA doprowadziły do wyizolowania dwóch najaktywniejszych izomerów cypermetryny i powstania związku o lepszej od związku macierzystego aktywności owadobójczej, dla którego została zatwierdzona nazwa zwyczajowa zetacypermetryna.

W Polsce jest stosowany obecnie w rolnictwie preparat oparty na zetacypermetrynie, noszący nazwę handlową Fury 100 EC stanowiący koncentrat do sporządzania emulsji wodnej o zawartości 10% substancji aktywnej. Analogiczny preparat oparty na zetacypermetrynie, będzie od roku 1995 stosowany w ochronie lasu pod nazwą Zorro 100 EC.

Właściwości toksykologiczno-higieniczne zetacypermetryny

W ochronie roślin, w tym także i w leśnictwie można stosować jedynie te insektycydy, które są wymienione w wykazie środków dopuszczonych do obrotu, ogłaszanym corocznie w obwieszczeniu Ministra Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej. Wykaz ten obejmuje preparaty mające tzw. rejestrację, uzyskaną na podstawie pozytywnej opinii wydanej przez Państwowy Zakład Higieny i dotyczącej ich cech toksykologiczno-higienicznych.

Na podstawie badań toksykologicznych preparat zostaje zakwalifikowany do jednej z pięciu klas toksyczności. Podstawą klasyfikacji jest wartość LD_{50} , tzn. dawka insektycydu w mg/kg masy ciała powodująca śmiertelność 50% badanych zwierząt (I klasa: $LD_{50} < 50$, II klasa: $LD_{50} 50-150$, III klasa: $LD_{50} 151-500$, IV klasa: $LD_{50} 501-5000$, V klasa $LD_{50} > 5000$). Preparaty oparte na zetacypermetrynie, podobnie jak większość insektycydów z grupy pyretroidów (Karate, Sumi-Alpha, Cymbusz, Sumicidin) zostały zaliczone do III klasy toksyczności, czyli do środków szkodliwych.

Dla insektycydów określa się także okres karencji tzn. czas w którym preparat ulega w środowisku rozkładowi do poziomu nie zagrażającego zatruciem po zjedzeniu owoców, czy grzybów zebranych z opryskanej powierzchni. Dla zetacypermetryny podobnie jak dla innych pyretroidów okres karencji wynosi 14–21 dni (w uprawach polowych), natomiast w leśnictwie przewiduje się trzydniowy okres karencji.

Aktywność owadobójcza zetacypermetryny

Wpływ na owady zwalczane

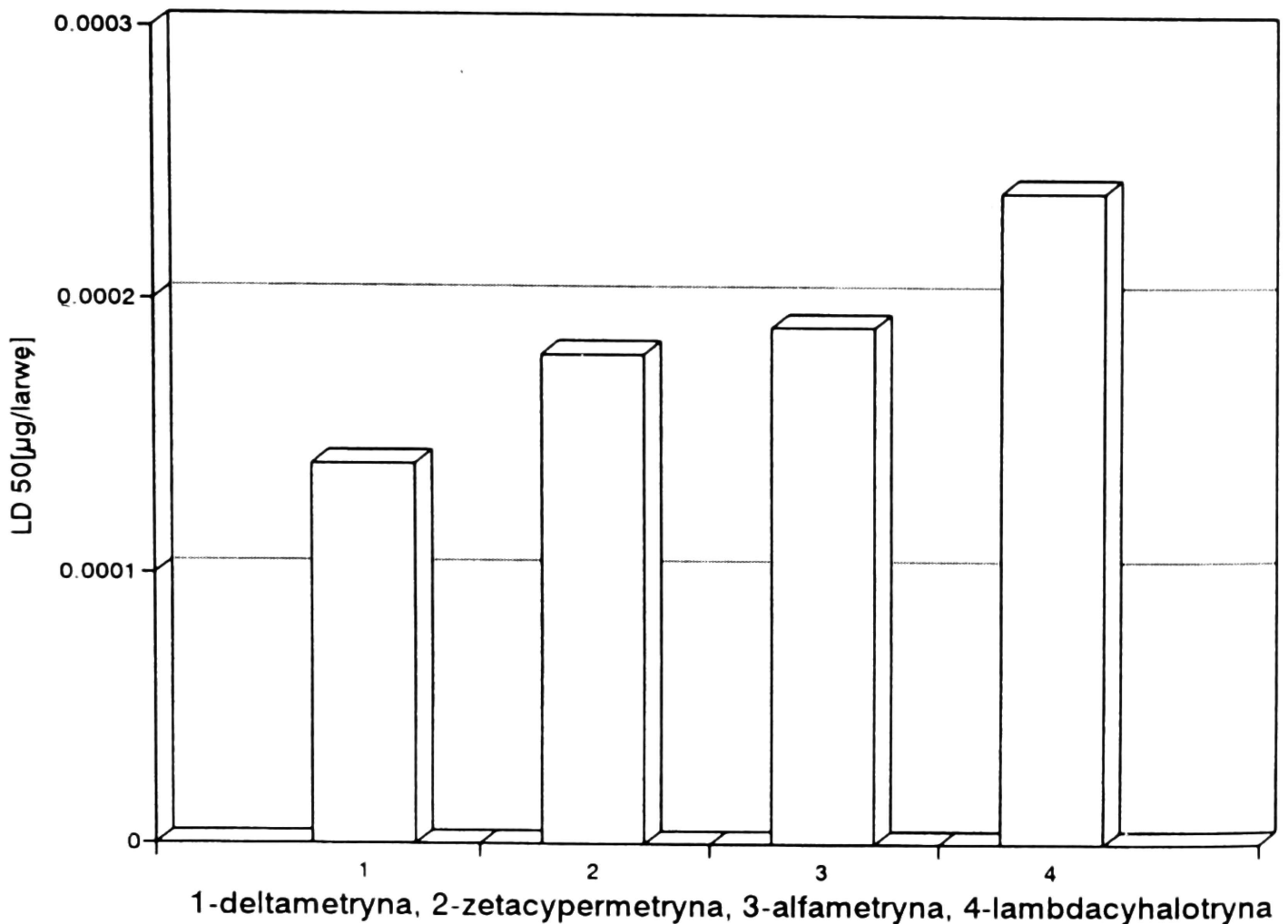
Od roku 1993 zetacypermetryna w postaci preparatu Fury 100 EC jest stosowana w polskim rolnictwie do zwalczania szkodników ssących i gryzących. Bardzo dobre efekty osiągnięto w ochronie upraw ziemniaka przed larwami i chrząszczami stonki ziemniaczanej (10). Zetacypermetryna w dawce 10 g/ha, obok deltametryny w dawce 7,5 g/ha okazała się substancją działającą najlepiej. Śmiertelność chrząszczy stonki nawet po 10 dniach po

zabiegu była wysoka i wynosiła ponad 90%. Aby uzyskać podobną skuteczność przy użyciu innego preparatu opartego na pyretroidzie — cypermetrynie, dawkę należałoby zwiększyć 2,5-krotnie. Znamienny jest fakt, że zetacypermetryna oraz pozostałe użyte w doświadczeniach pyretroidy, mimo tak niskich dawek, dawały dobre efekty przez cały okres prowadzenia doświadczenia. Zetacypermetryna okazała się preparatem niezwykle skutecznym w walce ze szkodnikami ssącymi, jakimi są mszyce (10). Po zastosowaniu tego preparatu w dawce 10 g/ha przeciwko *Aphis fabae* (Scop.), żerującej na bobiku, śmiertelność szkodnika była wysoka (90-91%) i utrzymywała się na takim poziomie przez dłuższy okres czasu. Użyty dla porównania Pirimor 50 DP (substancja aktywna: pirimikarb), insektycyd z grupy karbaminianów, okazał się mało skuteczny. Dopiero po dwunastokrotnym zwiększeniu dawki uzyskano 90% śmiertelności szkodnika, a więc skuteczność zbliżoną do zetacypermetryny. Podobnie w uprawach zbożowych, zetacypermetryna użyta w dawce 10 g/ha przeciwko *Sitobion avenae* F. dała wysoką (90%-97%) śmiertelności (10) i była ponad 20-krotnie skuteczniejsza od pirimikarbu. Zbliżone efekty uzyskano po zastosowaniu Fury 100EC do ochrony upraw rzepaku, czy grochu (10). Mimo stosowania niskich dawek (10 g s.a./ha), o wiele niższych od pozostałych insektycydów, pyretroid ten okazał się najskuteczniejszy. Ponadto stwierdzono, że pozostałości zetacypermetryny w tkankach roślin zanikają w stosunkowo szybkim tempie (9).

Aktywność zetacypermetryny w stosunku do szkodliwych owadów leśnych jest na ogół zbliżona do aktywności stosowanych dotychczas pyretroidów (alfametryna, deltametryna, lambda-cyhalotryna). Wynika to z porównawczych badań laboratoryjnych dotyczących aktywności owadobójczej insektycydów z grupy pyretroidów oraz innych grup chemicznych (6,7,8). W doświadczeniach tych stosowano dwie metody oceny aktywności owadobójczej insektycydów: kontaktu miejscowego (indywidualnego dawkowania środków na owady) oraz kontaktowo-żołądkową (ekspozycja owadów na traktowanym igliwiu sosny). Przy pierwszej metodzie stosowano jako kryterium dawkę powodującą 50% śmiertelności populacji (LD₅₀), przy drugiej stężenie powodujące minimum 90% śmiertelności (LC₉₀).

Aktywność owadobójcza zetacypermetryny na poziomie LD₅₀ w stosunku do larw (2 stadium) boreczników (6) była zbliżona do aktywności owadobójczej pozostałych pyretroidów użytych w doświadczeniu (ryc.1). Na poziomie LD₉₅ (dawka powodująca 95% śmiertelności) zetacypermetryna obok alfametryny zadziałała najlepiej i była około dwa razy aktywniejsza od innych pyretroidów. Także w przypadku gąsienic barczatki sosnowki (7) zetacypermetryna (LD₅₀=0,0021) zadziałała podobnie jak inne stosowane dotychczas insektycydy z grupy pyretroidów. Toksyczność zetacypermetryny — badana metodą kontaktu miejscowego w stosunku do gąsienic brudnicy mniszki (8) była zbliżona do aktywności pozostałych pyretroidów.

Badania metodą kontaktowo-żołądkową wykazały, że wartości LC₉₀ dla zetacypermetryny i innych insektycydów z grupy pyretroidów oscylowały wokół 0,00001 g/l. Pyretroidy działały lepiej od eteru arylopropylowego — etofenproksu (LC₉₀=0,0001 g/l) i preparatów acylomocznikowych (LC₉₀=0,0001–0,001). Zetacypermetryna wykazała dobrą aktywność owadobójczą także w stosunku do szeliniaka sosnowca (2), głównego szkodnika upraw sosnowych w Polsce. Stosując metodę indywidualnego dawkowania stwierdzono, że aktywność zetacypermetryny (LD₅₀=2,10) była zbliżona do aktywności deltametryny (LD₅₀=1,70) ale nieco lepsza od alfametryny (LD₅₀=2,78) (ryc.2).

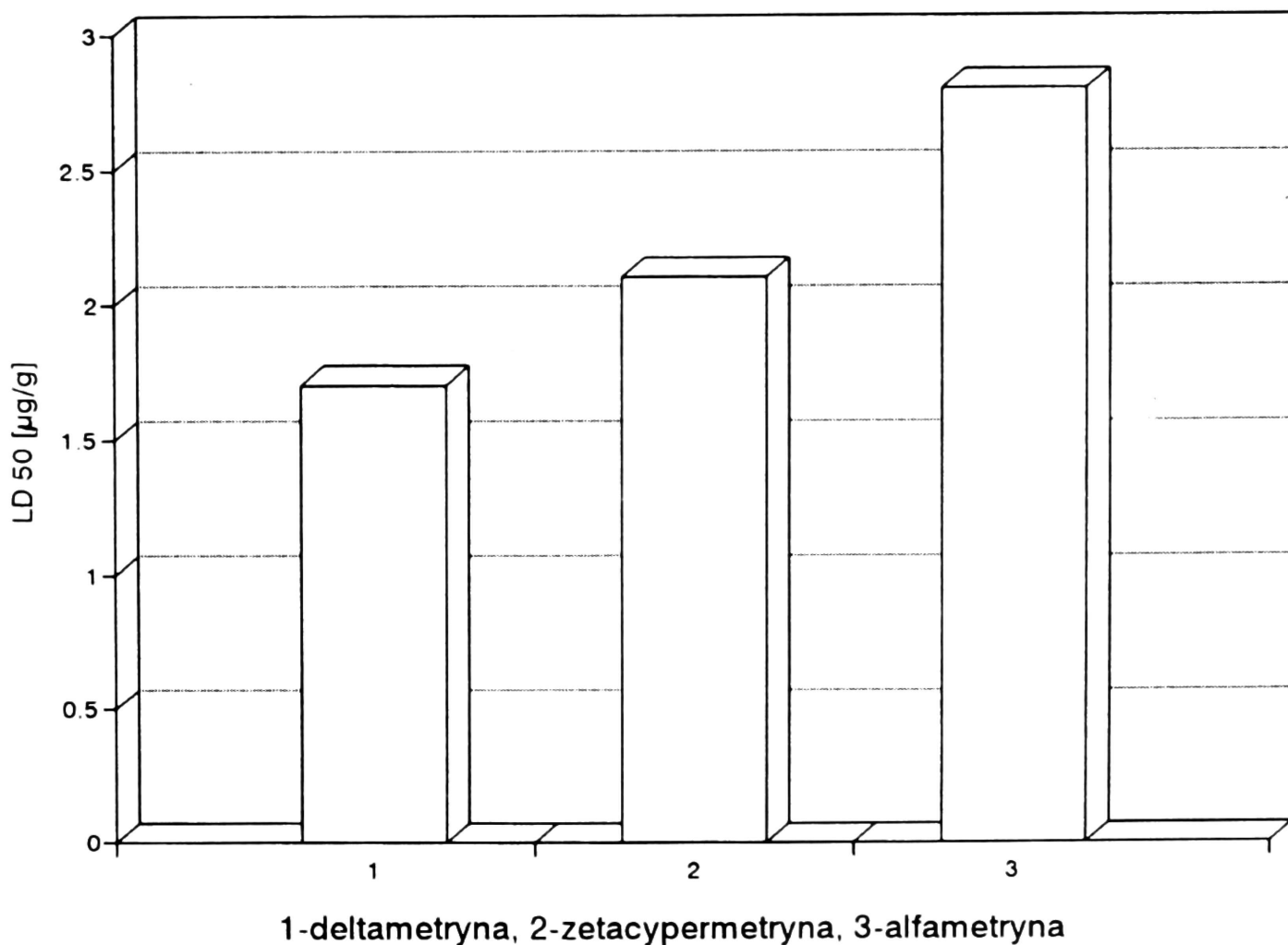


RYC. 1. Działanie insektycydów z grupy pyretroidów na larwy (drugie stadium) boreczników; opracowano na podstawie danych (6)

Bardzo dobra aktywność owadobójcza zetacypermetryny przeciwko foliofagom leśnym została potwierdzona w doświadczeniach terenowych. W 1994 roku preparat oparty na zetacypermetrynie (zawierający 10% substancji aktywnej) w postaci koncentratu do sporządzenia emulsji wodnej został zastosowany w dawce 0,075 l/ha + Ikar 95EC w dawce 0,7 l/ha + woda 1,3 l/ha do zabiegów samolotowych przy użyciu aparatury ULV przeciwko gąsienicom brudnicy mniszki. Uzyskano bardzo dobrą skuteczność zwalczania (ponad 90%) zbliżoną do skuteczności preparatów opartych na innych insektycydach z grupy pyretroidów (deltametryna).

W 1995 roku preparat zawierający 10% zetacypermetryny, o nazwie Zorro 100 EC, będzie zarejestrowany do ochrony lasu przed owadami. Zaleca się go do zwalczania brudnicy mniszki, osnuj gwiazdzistej oraz zasnuj i innych owadów żerujących w oprzędach w dawce 0,075–0,1 l/ha.

Do zwalczania boreczników, strzygoni oraz innych gąsienic szkodliwych motyli zaleca się dawkę 0,06–0,075 l/ha. Zorro 100 EC może być także stosowany (w stężeniu 0,5%–1,0%) do ochrony upraw drzew iglastych przez maczanie nadziemnych części sadzonek lub opryskanie całej uprawy oraz do ochrony surowca drzewnego przed szkodnikami wtórnymi (300–500 ml preparatu w 100 l wody przy zastosowaniu 5 l cieczy użytkowej na m³ drewna).



RYC. 2. Działanie insektycydów z grupy pyretroidów na chrząszcze szeliniaka sosnowca; owady zbierano na terenie nadl. Sokołów Podlaski (oryg.)

Wpływ na pożyteczne stawonogi

Wprowadzenie do środowiska obcej substancji (insektycydu) może powodować wiele konsekwencji. Preparaty chemiczne działają nie tylko na gatunek owada zwalczanego, ale też na inne organizmy (ryby, ptaki, ssaki) żyjące w tym ekosystemie. Prowadzone obecnie prace nad nowymi preparatami mają na celu zsyntetyzowanie związków działających selektywnie, o jak najmniejszym wpływie na środowisko. Szczególnie dużą uwagę zwraca się na selektywność insektycydów, ochronę owadów drapieżnych i parazytoidów — sprzymierzeńców człowieka w walce z owadami wyrządzającymi szkody gospodarcze.

Na podstawie badań terenowych (9) prowadzonych w uprawach zbożowych stwierdzono, że zetacypermetryna wywierała mniejszy negatywny wpływ na entomofaunę pożyteczną, czy obojętną niż inne stosowane insektycydy. W porównaniu z innymi preparatami, zetacypermetryna w niewielkim stopniu wpływała na populację *Carabidae*: na powierzchniach traktowanych preparatem Fury 100 EC już po 13 dniach od zabiegu nastąpiło odbudowanie populacji *Loricera pilicornis*, a po 16 dniach wzrosła liczebność *Pterostichus madidus*. Na powierzchniach porównawczych opryskanych Dimethoatem (s.a. dimetoat) zaobserwowano gwałtowny spadek liczebności biegaczowatych, a tendencja spadkowa utrzymywała się praktycznie przez cały okres prowadzenia obserwacji.

Zetacypermetryna w przeciwieństwie do dimetoatu nie wpłynęła negatywnie na liczebność *Pterostichus cupreus*: przez pierwsze sześć dni po zabiegu zanotowano spadek liczby odławianych chrząszczy, a następnie liczebność populacji wróciła do poziomu wyjściowego. W przypadku kusakowatych również nie stwierdzono negatywnego działania zetacypermetryny (9). Nieznacznie niższa liczebność owadów na powierzchni traktowanej nie była istotna statystycznie od danych uzyskanych z powierzchni kontrolnych. Natomiast dimetoat drastycznie zredukował populację kusakowatych i praktycznie nie zaobserwowano wzrostu ich liczebności przez cały okres obserwacji.

Szkodliwy wpływ zetacypermetryny na populację pajaków był stosunkowo krótkotrwały i wynosił około 21-31 dni (9), natomiast w przypadku innych pyretroidów (deltametryna, lambdacyhalotryna) okres ten był znacznie dłuższy (1).

Bardzo ważny składnik biotopów rolniczych i leśnych stanowią organizmy glebowe, a zwłaszcza skoczogonki (*Collembola*). Są one składnikiem pokarmu wielu epigeicznych owadów drapieżnych np. *Loricera pilicornis*. W przypadku zetacypermetryny nie zanotowano żadnego negatywnego wpływu na te organizmy, natomiast dimetoat, użyty porównawczo zredukował populację skoczogonków prawie do zera w 11 dni po zabiegu (9).

Bardzo ważnym czynnikiem redukującym populację szkodliwych owadów są ich pasożyty, które mogą spasożytować nawet 50% populacji (5). Dlatego ważne jest, by stosowanie insektycydu w jak najmniejszym stopniu wpływało na redukcję populacji owadów pasożytniczych. Negatywny wpływ zetacypermetryny na pasożyty jest krótkotrwały (9); po 29 dniach od zabiegu z 80% zebranego materiału (spasożytowane mszyce) nastąpił wylot owadów dorosłych. Dla porównania, z mszyc zebranych w tym samym okresie na powierzchniach traktowanych dimetoatem nie wyleciał żaden pasożyt.

Badając czas przez jaki insektycydy (ich pozostałości) zalegają w glebie posłużono się metodą, w której wskaźnikiem były gąsienice rolnicy — *Agrotis segetum*, żerujące na korzeniach zbóż (9). Znaczną toksyczność stwierdzono w przypadku Dimethoatu i Fury (zetacypermetryna). W drugim dniu po zabiegu śmiertelność wynosiła odpowiednio 65% i 36,2%. Po 24 dniach od wykonania oprysku śmiertelność spadła do 47,5% (dimetoat) i do 30% (Fury). Przez cały okres obserwacji najbardziej toksycznym insektycydem okazał się Dimethoate.

Podsumowanie

Insektycydy chemiczne stanowią ponad 90% preparatów owadobójczych używanych obecnie w ochronie lasu. Wydaje się, że taki stan utrzyma się jeszcze przez kilkanaście lat, dlatego też tak dużą wagę przywiązuje się do badań mających na celu otrzymanie nowych insektycydów. Dąży się do zsyntetyzowania substancji selektywnych, działających w niskich stężeniach, nieszkodliwych dla entomofauny pożytecznej. Jednym z takich insektycydów jest zetacypermetryna, nowa substancja owadobójcza z grupy pyretroidów. Dzięki temu, że cząsteczka zetacypermetryny zawiera tylko aktywne izomery znacznie wzrosła jej aktywność owadobójcza w porównaniu do związku macierzystego -cypermetryny. Pozwoliło to obniżyć dawkę z 20 g s.a./ha do 10 g s.a./ha. Preparaty oparte na zetacypermetrynie mają krótki okres karencji, w mniejszym stopniu niż inne pyretroidy

wpływają negatywnie na entomofaunę pożyteczną, nie powodują zmian w populacji organizmów glebowych (*Collembola*). Skutecznie zwalczają szkodniki ssące i gryzące w uprawach rolniczych i ogrodniczych. W leśnictwie znajdują zastosowanie do ochrony starszych drzewostanów przed owadami liściożernymi (barczatka sosnowka, brudnica mniszka i in.), do ochrony upraw drzew iglastych przed ryjkowcami (głównie szeliniakiem sosnowcem) oraz do zabezpieczania surowca drzewnego i zwalczania szkodników wtórnych.

Z Zakładu Ochrony Lasu
Instytutu Badawczego Leśnictwa

Literatura

1. **Brown, R.A., White, J.A. & Everett, C.J.** (1988): How does an autumn pyrethroid affect the forrestrial arthropod community? In "Field methods for the study of environmental effects of pesticides" Ed. Greaves, M.P., Smith, B.D. and Grieg-Smith, P.W.. 137–146, BCPC Monograph 40, BCPC, Farnham, Surrey.
2. **Garbaliński P., Malinowski H.** (1995): Wrażliwość różnych populacji chrząszczy szeliniaka sosnowca (*Hylobius abietis* L.) na zetacypermetrynę. XXXV Sesja Naukowa IOR, Poznań, 16–17 luty 1995, Cz.II, Postery.
3. **Głowacka B.** (1992): Środki chemiczne stosowane w leśnictwie. Biblioteczka leśniczego. z. 10.
4. **Głowacka B.** (1994): Insektycydy zalecane w ochronie lasu w 1994r. Wydawnictwo IBL.
5. **Malinowski H.** (1993): Postępy w zakresie biopreparatów opartych na bakterii *Bacillus thuringiensis* (Berliner). Sylwan, 7, 67–73.
6. **Malinowski H.:** Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. V. Efektywność działania insektycydów na larwy boreczników (*Diprionidae*), w druku.
7. **Malinowski H.:** Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. VI. Efektywność działania insektycydów na gąsienice barczatki sosnowki (*Dendrolimus pini* L.), w druku.
8. **Malinowski H.:** Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. VII. Efektywność działania insektycydów na gąsienice brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.), w druku.
9. Materiały firmy FMC Corporation.
10. **Mrówczyński M., Pruszyński S.** (1992): Trials of zetacypermethrin for pest control in agricultural crops in Poland. Brighton Crop Protection Conference. Pest and Disease — 1992, vol.2, 597–603.
11. **Pawińska M., Mrówczyński M., Widerski K., Chmielińska M.**, (1993): Badania nad zastosowaniem zetacypermetryny (Fury 100 EC) w zwalczaniu szkodników upraw polowych. Materiały XXXV Sesji Naukowej IOR, Część II — Postery, 318–324.

Summary

Biological activity of zetacypermethrin — new pyrethroid with insecticidal activity

The characteristic of zetacypermethrin is given in this paper. Zetacypermethrin is a new pyrethroid with insecticidal activity. It is more active than other pyrethroids because its molecule is composed only of two active isomers. That is why zetacypermethrin can be used in low doses: 10g active ingredient per ha. Zetacypermethrin has no negative impact on mammals, birds, parasitoids and soil organism (*Collembola*).

This new pyrethroid can be used against insect pests in agriculture and forestry. In forestry zetacypermethrin will protect stands against caterpillars and coniferous plantations against *Hylobius abietis* L. Also can be used in wood protection against xylophages.