

Barbara GŁOWACKA*

WRAŻLIWOŚĆ LEŚNYCH OWADÓW LIŚCIOŻERNYCH NA DIFLUBENZURON W WARUNKACH TERENOWYCH

SENSITIVITY OF FOLIOPHAGOUS FOREST INSECTS ON DIFUBENZURON
UNDER THE FIELD CONDITION

Abstract. In the years 2001–2003 the investigations were carried out on the *Dendrolimus pini* L. and *Lymantria monacha* L. caterpillar mortality in the Scots pine stands sprayed with diflubenzuron applied in doses of 24, 36 and 48 g/ha. Treatments were performed by the AN-2R airplane equipped with Micronair 5000, using 3 liters per hectare of solution containing Dimilin 480 SC, adjuvant and water. Obtained results showed that caterpillars of *L. monacha* were more sensitive to diflubenzuron than those of *D. pini*. High death rate of caterpillars of both insect species in the stands treated with diflubenzuron in doses 24 and 36 g of active substance per hectare indicated that recommended now dose of Dimilin 480 SC equal to 48–72 g of s.a/ha should be reduced.

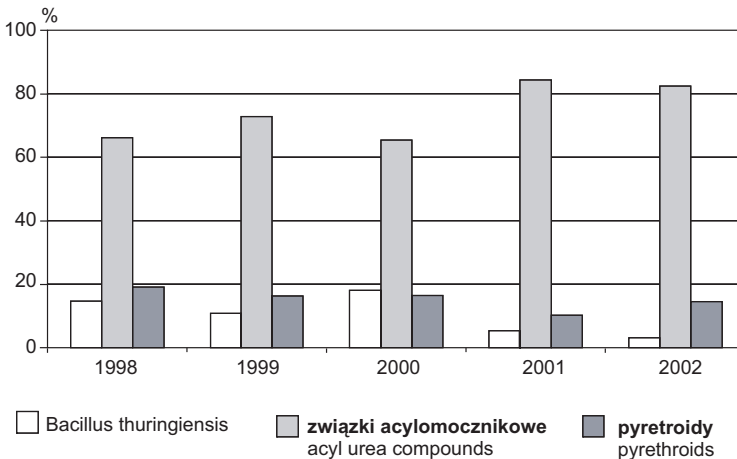
Key words: Diflubenzuron, *Dendrolimus pini*, *Lymantria monacha*.

* Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, Sękocin, 05-050 Raszyn,
e-mail: B.Glowacka@ibles.waw.pl

1. WSTĘP

Jednym z ważniejszych zadań ochrony lasu przed szkodliwymi owadami jest ograniczanie liczebności foliofagów. W tym celu stosowane są środki owadobójcze o działaniu żołądkowym (związki acylomocznikowe oraz bakterie *Bacillus thuringiensis*) lub kontaktowo-żołądkowym (pyretroidy). Przedstawione na rycinie 1 dane dotyczące udziału wymienionych środków w zabiegach agrolotniczych wskazują, że na około 80% powierzchni opryskiwanych lasów stosuje się związki acylomocznikowe, czyli inhibitory syntezy chityny.

Chityna, wielocukier zbliżony do celulozy, jest głównym składnikiem oskórka, stanowiącego zewnętrzną warstwę ochronną i zarazem strukturę szkieletową ciała owadów. Podczas rozwoju larwalnego oskórek jest kilkakrotnie zmieniany, dzięki czemu możliwy jest wzrost larwy i jej przeobrażenie w owada doskonałego. Kiedy we wczesnych latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku, w laboratoriach firmy Philips-Duphar B. V. stwierdzono, że diflubenzuron – związek z grupy acylomocznikowych, po spożyciu przez larwy owadów zakłóca biosyntezę chityny, rozpoczęto badania nad opracowaniem selektywnych, działających żołądkowo insektycydów, hamujących rozwój larwalny owadów, nie powodujących natomiast (jak to ma miejsce w przypadku owadobójczych środków o działaniu kontaktowym) bezpośredniej redukcji populacji owadów w stadium imago. Diflubenzuron, jako składnik aktywny różnych formułacji insektycydu Dimilin, stał się pierwszym środkiem owadobójczym z grupy związków acylomocznikowych, stosowanym na dużą skalę w ochronie roślin. W następnych latach zsyntetyzowano kolejne, podobne pod względem chemicznym związki (m.in. teflubenzuron, nowaluron, heksaflumuron, triflumuron, flufenoksuron), które zostały wykorzystane do handlowej produkcji całej grupy inhibitorów syntezy chityny.



Ryc. 1. Udział (%) insektycydów w ograniczaniu liczebności foliofagów
 Fig. 1. Insecticide share (%) in limiting of foliofagous insect population

W polskim leśnictwie najwcześniej stosowanym insektycydem z grupy związków acylomocznikowych był Dimilin ODC 45, dopuszczony do obrotu i stosowania podczas gradacji brudnicy mniszki w roku 1983, w dawce 0,16 l/ha, co odpowiadało 72 g substancji aktywnej (s.a.) na ha i zapewniało wysoką, prawie 100% śmiertelność gąsienic. W następnych latach, w wyniku dalszych badań stwierdzono, że równie wysoką skuteczność można osiągnąć stosując mniejsze ilości preparatu i zarejestrowano Dimilin 480 SC dla leśnictwa w dawkach 0,1–0,15 l/ha, tzn. 48–72 g s.a./ha. Kolejnymi preparatami z tej grupy dopuszczonymi do stosowania w leśnictwie były Nomolt 150 SC (0,1–0,2 l/ha), Ekos 100 EC (0,4–0,5 l/ha) i Rimon 100 EC (0,15–0,2 l/ha).

Dawki, w jakich zaleca się środki owadobójcze dla leśnictwa, są na ogół ujednolicone dla różnych gatunków foliofagów i zbliżone do dawek zalecanych w sadownictwie, ogrodnictwie i rolnictwie, natomiast laboratoryjne wyniki badań reakcji różnych gatunków leśnych owadów liściożernych wskazują, że różnią się one pod względem wrażliwości na insektycydy. Na przykład Malinowski (1995, 1996a, 1996b) określając wrażliwość larw boreczników *Diprion* spp., barczatki sosnowki *Dendrolimus pini* L. i brudnicy mniszki *Lymantria monacha* L. na kilka związków acylomocznikowych wykazał, że LC_{90} (stężenie substancji aktywnej insektycydu powodujące śmiertelność 90% testowanej populacji owadów) zależne jest od gatunku owada. Wskazywałoby to na możliwość zróżnicowania dawek zalecanych do ograniczania liczebności leśnych foliofagów i na celowość obniżenia dawek w stosunku do niektórych gatunków, charakteryzujących się wyższą wrażliwością na inhibitory syntezy chityny.

Dane dostępne w literaturze świadczą, że w niektórych zagranicznych programach ograniczania liczebności leśnych foliofagów inhibitory syntezy chityny stosowane są z dobrym skutkiem w znacznie niższych dawkach, niż dawki obecnie zalecane w leśnictwie w Polsce. W USA w stanie Maryland uzyskano zadowalające wyniki w zwalczaniu brudnicy nieparki *Lymantria dispar* L. na dębach w miejskich parkach, stosując diflubenzuron w dawce 28 g s.a./ha (Webb i in. 1991). Podobnie w stanie Pensylwania w programie ochrony dębów przed brudnicą nieparką stosowano diflubenzuron w dawce 33,2 g s.a./ha (Prendergast i in. 1995). W stanie Alabama w wyniku 4-letnich badań stwierdzono, że użycie diflubenzuronu w dawce 34 g s.a./ha zapewnia ochronę drzewostanów *Nyssa aquatica* L. przed prządką *Malacosoma disstria* Hübner (Harper i Abrahamson 1979). W Kanadzie, w stanie Ontario uzyskano ponad 96% śmiertelność w zabiegach zwalczania larw osnuji *Acantholyda erythrocephala* L. diflubenzuronem użytym w dawce 35 g s.a./ha (Lyons i in. 1988).

Argumentem przemawiającym za możliwością obniżenia zalecanych dawek insektycydów jest również fakt, że w ochronie lasu przed owadami, w przeciwieństwie do np. ogrodnictwa czy kwiaciarnictwa, nie jest wymagana maksymalna śmiertelność szkodników i dopuszczalna jest (a według niektórych autorów – nawet korzystna) niewielka defoliacja.

Ważnym czynnikiem regulującym liczebność szkodliwych liściożernych owadów leśnych są parazytoidy. Ich działanie jest szczególnie widoczne w końcowym okresie gradacji szkodników, kiedy porażenie populacji żywicieli osiąga wysoki poziom. Prowadzone w latach 1994–97 w Zakładzie Ochrony Lasu IBL badania nad wpływem insektycydów o działaniu żołądkowym na liczebność parazytoidów z rodziny *Ichneumonidae* i *Tachinidae* wykazały, że głównym czynnikiem ograniczającym populacje parazytoidów jest liczebność ich żywicieli (Głowacka i in. 1997). Z tego względu, celem zabiegów ochronnych nie powinno być dążenie do osiągnięcia jak najwyższej śmiertelności foliofagów, ale takie obniżenie ich liczebności, aby nie zagrażały one trwałości ekosystemu leśnego, a równocześnie, pozostała przy życiu niewielka liczba owadów liściożernych, zapewniała możliwość przetrwania następnym pokoleniom rozwijających się w nich parazytoidów.

W roku 2001 w Zakładzie Ochrony Lasu IBL rozpoczęto badania skuteczności zabiegów ograniczania liczebności barczatki sosnowki i brudnicy mniszki przy zastosowaniu diflubenzuronu użytego w różnych dawkach. Celem badań było sprawdzenie, czy w warunkach terenowych gąsienice obu gatunków liściożernych szkodników sosny wykazują, podobnie jak w warunkach laboratoryjnych, wyraźnie zróżnicowaną wrażliwość na insektycyd. Ewentualne różnice tej wrażliwości mogłyby stanowić podstawę do obniżenia dawek preparatu Dimilin 480 SC zalecanego do zwalczania bardziej wrażliwego gatunku, jakim w warunkach laboratoryjnych okazała się brudnica mniszka. Pozwoliłoby to uzyskać zadowalającą redukcję liczebności szkodnika, z równoczesnym pozostawieniem przy życiu niewielkiej części jego populacji, stanowiącej bazę pokarmową dla pożytecznych owadów drapieżnych i pasożytniczych. Przedstawione w niniejszej pracy wyniki stanowią syntezę powyższych badań.

2. METODYKA PRACY

Badania prowadzono w latach 2001–2003 w drzewostanach sosnowych *Pinus silvestris* L. charakteryzujących się podobnym wiekiem drzew (60–80 lat) i typem siedliskowym lasu (BMśw), zagrożonych równocześnie przez brudnicę mniszkę i barczatkę sosnowkę. W drzewostanach wybranych do badań wyznaczono powierzchnie doświadczalne o wielkości około 100 ha, na których przed zabiegiem opryskiwania wybrano po 4–5 przeciętnych drzew modelowych i umieszczono pod każdym z nich płócienną opadówkę o powierzchni 1 m².

Zabiegi opryskiwania przeprowadzono samolotem AN-2R wyposażonym w atomizery typu Micronair 5000, zużywając na 1 ha 3 litry cieczy zawierającej testowaną dawkę insektycydu, adjuwant Ikar 95 EC w dawce 0,7 l/ha i odpowiednią ilość wody. Preparat Dimilin 480 SC stosowano w zalecanej dawce 0,1 l/ha oraz

w obniżonych dawkach: 0,075 i 0,05 l/ha, co odpowiadało dawkom 48, 36 i 24 g s.a./ha.

W ciągu miesiąca po zabiegu liczono martwe gąsienice szkodników opadające na opadówki, po czym drzewa modelowe ścinano na płachty i dla każdego z nich (po określeniu promienia korony r) obliczano powierzchnię rzutu korony. W koronach ściętych drzew przeliczano pozostałe żywe i martwe, przylegające do igieł sosnowych gąsienice i obliczano śmiertelność szkodników na danej powierzchni doświadczalnej wg wzoru:

$$M = \frac{(A + B) \times 100}{A + B + C}$$

M – śmiertelność (%),

A – całkowita liczba martwych gąsienic pod drzewem (liczba martwych znalezionych na $1m^2$ opadówki x powierzchnia rzutu korony),

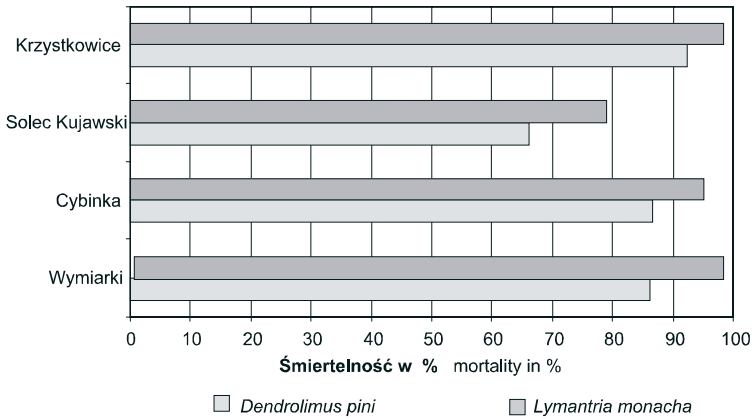
B – liczba martwych gąsienic znalezionych w koronie,

C – liczba żywych gąsienic znalezionych w koronie.

W roku 2001 zabiegi przeprowadzono w dniach 17–19 maja w Nadleśnictwie Wymiarki (RDLP w Zielonej Górze). W roku 2002 drzewostany opryskano w dniach 13–14 maja w Nadleśnictwie Cybinka (RDLP w Zielonej Górze), a w roku 2003, w dniu 17 maja, w Nadleśnictwie Solec Kujawski (RDLP w Toruniu) oraz w dniu 29 maja w Nadleśnictwie Krzystkowice (RDLP w Zielonej Górze).

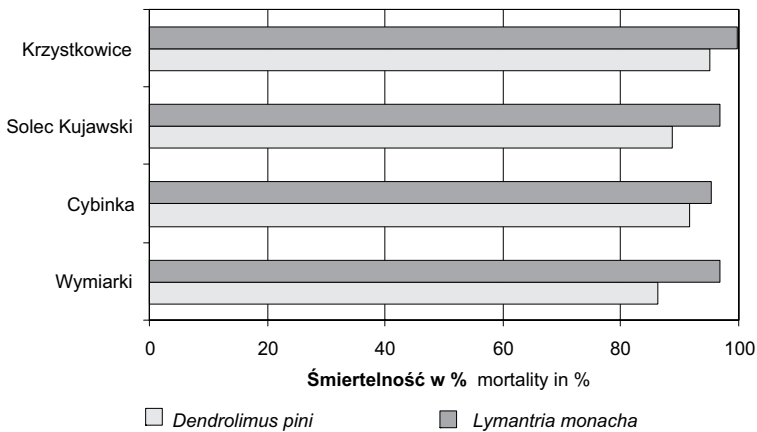
3. WYNIKI I DYSKUSJA

Przedstawione na rycinie 2 wyniki dotyczące barczatki sosnówki wskazują, że śmiertelność gąsienic w 4 nadleśnictwach, w drzewostanach opryskanych najniższą dawką diflubenzuronu (24 g s.a./ha) wahała się od 62,4 do 92,3%. Diflubenzuron w dawce 36 g s.a./ha powodował śmiertelność od 86,2 do 95,0% gąsienic (ryc. 3), a w zarejestrowanej dawce 48 g s.a./ha – śmiertelność od 86,5 do 98% (ryc. 4). Przedstawione dane świadczą, że redukcja liczebności gąsienic barczatki pod wpływem najniższej dawki diflubenzuronu była zróżnicowana w zakresie 30%. Najniższa śmiertelność gąsienic zaobserwowana w Nadleśnictwie Solec Kujawski osiągnęła jedynie 62,4%, co wskazuje, że w przypadku wysokiej liczebności owadów, skuteczność zabiegu zwalczania przy użyciu dawki 0,05 g s.a./ha byłaby niezadowalająca. W drzewostanach opryskanych diflubenzuronem w dawce zmniejszonej do 36 g s.a./ha śmiertelność gąsienic barczatki kształtowała się na podobnym poziomie, jak w przypadku zarejestrowanej dawki 48 g s.a./ha, a zróżnicowanie śmiertelności gąsienic pod wpływem obu dawek wahało się w granicach 11–12%. Wynik taki świadczy o możliwości obniżenia dawki zalecanej do zwalczania barczatki sosnówki do 36 g s.a. diflubenzuronu na ha.



Ryc. 2. Śmiertelność gąsienic w drzewostanach opryskanych preparatem Dimilin 480 SC w dawce 0,05 l/ha (24 s.a./ha)

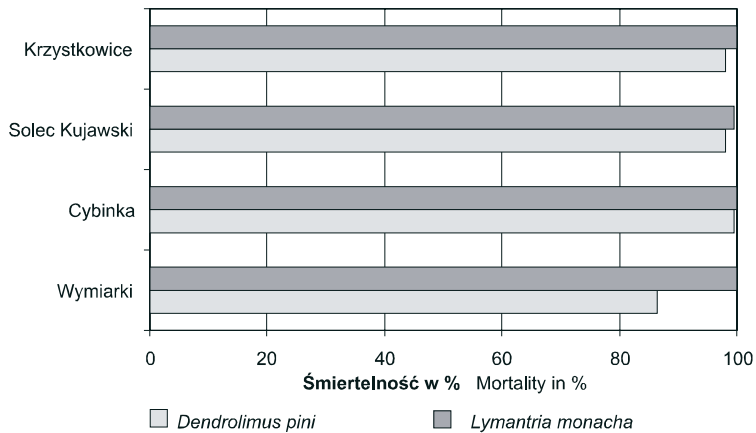
Fig. 2. Caterpillar mortality in stands treated with 0,05 l/ha dose of Dimilin 480 SC (i.e. 24 g of active substance per hectare)



Ryc. 3. Śmiertelność gąsienic w drzewostanach opryskanych preparatem Dimilin 480 SC w dawce 0,075 l/ha (36 g s.a./ha)

Fig. 3. Caterpillar mortality in stands treated with 0,075 l/ha dose of Dimilin 480 SC (i.e. 36 g of active substance per hectare)

Dane dotyczące śmiertelności gąsienic brudnicy mniszki zamieszczone na rycinie 2 świadczą, że diflubenzuron w dawce 24 g s.a./ha był przyczyną śmiertelności 95,2–98,5% gąsienic. We wszystkich nadleśnictwach, w drzewostanach opryskanych insektycydem w dawce 36 g s.a./ha oraz w zarejestrowanej dawce 48 g s.a./ha śmiertelność gąsienic była również bardzo wysoka i wahała się odpowiednio w granicach 95,3–99,7 i 99,6–100%. Uzyskane wyniki sugerują, że w przypadku brudnicy mniszki możliwe jest obniżenie do 24 g s.a./ha dawki diflubenzuronu zalecanej do zwalczania gąsienic.



Ryc. 4. Śmiertelność gąsienic w drzewostanach opryskanych preparatem Dimilin 480 SC w dawce 0,1 l/ha (36 g s.a./ha)

Fig. 4. Caterpillar mortality in stands treated with 0,1 l/ha dose of Dimilin 480 SC (i.e. 48 g of active substance per hectare)

Porównanie danych dotyczących śmiertelności gąsienic obu gatunków świadczy, że brudnica mniszka charakteryzowała się wyższą wrażliwością na diflubenzuron niż barczatka sosnówka. Różnice te były zwłaszcza widoczne w przypadku dwu niższych dawek (ryc. 2–3). W drzewostanach opryskanych dawką najwyższą, śmiertelność gąsienic (z wyjątkiem Nadl. Wymiarki) była zbliżona i dla obu gatunków wahała się w granicach 98–100%. Przedstawione wyniki potwierdzają dane uzyskane przez Malinowskiego (1996a, 1996b) wskazujące, że brudnica mniszka charakteryzuje się wyższą wrażliwością na diflubenzuron niż barczatka sosnówka. Autor określając w warunkach laboratoryjnych LC_{90} dla diflubenzuronu wykazał, że 90% populacji gąsienic barczatki obumierało żerując na igłach traktowanych stężeniem 0,001 g/l, natomiast w przypadku brudnicy mniszki taką śmiertelność obserwowano pod wpływem stężenia 10-krotnie mniejszego, czyli 0,0001 g/l.

Ważną zaletą insektycydów z grupy związków acylomocznikowych, w tym diflubenzuronu, jest stwierdzany przez wielu autorów brak szkodliwego działania na parazytoidy rozwijające się w ciele roślinożernych owadów żywicielskich. M.in. Skatulla (1975) w Niemczech obserwował reakcje parazytoidów i owadów drapieżnych na diflubenzuron. Autor stwierdził, że imagines gąsieniczników *Aphanistes ruficornis* Grav. i *Barichneumon pachymerus* Ratz. odżywiające się pokarmem zawierającym 0,01% preparatu Dimilin oraz drapieżny pluskwiak *Picromerus bidens* L. karmiony larwami brudnicy nieparki wyhodowanymi na liściach opryskanych preparatem, nie różniły się od owadów kontrolnych. Granett i inni (1976) w USA określali w warunkach terenowych wpływ terminu wykonania zabiegu zwalczania brudnicy nieparki na rozwój parazytoidea *Apanteles melanoscelus* Ratz. Po wykonaniu 3 kolejnych oprysków na stadia: L_1-L_2 , L_2-L_3 i L_3-L_4 gąsienic, autorzy uzyskali we wszystkich przypadkach wysoką śmiertelność szkod-

nika, natomiast procent wylęgu parazytoidów z traktowanych gąsienic był obniżony jedynie na skutek najwcześniejszego oprysku. Zabiegi wykonane w późniejszych terminach nie miały wpływu na rozwój *A. melanoscelus*. We Francji Demolin (1978) prowadził obserwacje kilku gatunków parazytoidów z rodziny *Tachinidae* porażających gąsienice brudnicy nieparki hodowane na liściach opryskanych preparatem Dimilin. Spośród parazytoidów, które rozwijały się w traktowanych gąsienicach, rączyce z gatunków *Sturmia scutelata* R.-D., *Exorista larvarum* L., *Exorista sassiata*, *Carcelia lucorum* M. i *Drino inconspicua* M. osiągały stadium imago, pomimo śmierci żywicieli, pod warunkiem że koncentracja diflubenzuronu nie przekraczała 5 g s.a./100 l wody. Sample i inni (1993) w Kanadzie podczas zwalczania brudnicy nieparki oceniali wpływ diflubenzuronu na owady nie będące celem zabiegu. W wyniku dwuletnich badań wykonanych w kilkunastu różnych drzewostanach, gdzie dominującymi gatunkami drzew były: dąb *Quercus* spp., hikora *Carya* spp. lub sosna *Pinus* spp., autorzy stwierdzili, że po zastosowaniu Dimilinu największej redukcji uległa liczebność liściożernych *Lepidoptera*, zwłaszcza *Noctuidae*, *Geometridae*, *Notodontidae* i *Arctiidae*. Nie stwierdzono natomiast negatywnych skutków w populacjach *Coleoptera*, *Diptera* i *Hymenoptera*.

W niniejszych badaniach, podobnie jak w przytoczonych powyżej przykładach, podczas ścinania drzew na płachty w celu oceny śmiertelności szkodników po zabiegach opryskiwania prowadzono obserwacje nad porażeniem przez parazytoidy pozostałych przy życiu gąsienic. Szczególnie wysoki udział (48%) gąsienic brudnicy mniszki, na ciele których widoczne były jaja złożone przez rączycę *Parasetigena silvestris* R. D. (*Tachinidae*) zanotowano w Nadleśnictwie Solec Kujawski, gdzie na powierzchni opryskanej diflubenzuronem w dawce 24 g s.a./ha śmiertelność mniszki wynosiła 77%. W tym samym czasie, udział gąsienic mniszki porażonych przez *P. silvestris* na powierzchni kontrolnej wynosił jedynie 19%, prawdopodobnie dlatego, że ogólna liczebność żywych gąsienic była 3-krotnie wyższa. Rączyca *P. silvestris* była obserwowana również na powierzchniach doświadczalnych we wszystkich pozostałych nadleśnictwach, jednak ze względu na niewielkie liczby znalezionych żywych gąsienic mniszki, nie określono % udziału porażonych osobników.

Obserwacje martwych gąsienic barczatki sosnówki (zwłaszcza w drzewostanach opryskanych dawką 24 i 36 g s.a./ha) wykazały, że część z nich pokryta była licznymi kokonami gąsienicznika *Apanteles* sp. (*Braconidae*) co wskazuje, że parazytoidy rozwijające się w ciele gąsienic żerujących na opryskanym igliwiu zdołały ukończyć rozwój larwalny i osiągnąć stadium poczwarki.

4. WNIOSKI

1. Gąsienice brudnicy mniszki wykazują w warunkach terenowych wyraźnie wyższą wrażliwość na diflubenzuron niż gąsienice barczatki sosnówki.

2. Znaczna redukcja liczebności gąsienic w drzewostanach opryskanych diflubenzuronem w dawkach 24 i 36 g s.a./ha świadczy, że istnieje możliwość obniżenia dawek preparatu Dimilin 480 SC zalecanego w ochronie lasu przed owadami liściożernymi będącymi przedmiotem badań.

3. Wysoka śmiertelność gąsienic brudnicy mniszki we wszystkich drzewostanach doświadczalnych wskazuje, że Dimilin 480 SC może być zalecany do zwalczania tego szkodnika w dawce zmniejszonej do połowy, tj. do 0,05 l/ha, co odpowiada 24 g diflubenzuronu na ha.

4. W przypadku gąsienic barczatki sosnowki charakteryzującej się mniejszą wrażliwością na diflubenzuron, możliwe jest obniżenie zalecanej dawki Dimilinu 480 SC do 0,075 l/ha, tj. 36 g s.a./ha.

5. Po upływie miesiąca od wykonania zabiegu, w drzewostanach opryskanych niższymi dawkami Dimilinu 480 SC, na pozostałych przy życiu gąsienicach brudnicy mniszki i barczatki sosnowki obserwowano rozwijające się rączyce *Parasetigena silvestris* i baryłkarze *Apanteles* sp. co wskazuje, że pomimo wysokiej śmiertelności żywicieli, liczebność populacji parazytoidów nie uległa drastycznej redukcji.

Autorka dziękuje serdecznie Wydziałom Ochrony Lasu Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych w Toruniu i Zielonej Górze, Zespołowi Ochrony Lasu w Czerwonaku oraz Pracownikom nadleśnictw w Cybince, Krzystkowicach, Solcu Kujawskim i Wymiarkach za pomoc i aktywny udział w pracach terenowych.

Praca została złożona 21.03.2004 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 20.04.2004 r.

SENSITIVITY OF FOLIOPHAGOUS FOREST INSECTS ON DIFUBENZURON UNDER THE FIELD CONDITION

Summary

In the years 2001–2003 the investigations were carried out on the *Dendrolimus pini* L. and *Lymantria monacha* L. caterpillar mortality due to treatments of Dimilin 480 SC with the diflubenzuron as biologically active substance. In four forest districts 16 experimental plots were selected in the stands where both insect species occurred simultaneously. The airplane AN-2R equipped with Micronair 5000 was applied to perform the spraying while the usage of solution containing insecticide, adjuvant and water was 3 l per hectare. In all forest districts diflubenzuron was applied in recommended dose of 48 g as well as in reduced amounts of 24 and 36 g/ha.

Evaluation of treatment effectiveness made after one month demonstrated that *Lymantria monacha* was very sensitive to diflubenzuron. In all experimental stands the caterpillar death rate was high independently of applied diflubenzuron dose, what indicated that the Dimilin 480 SC might be used for control of that insect pest in reduced dose of 0,05 l/ha (i.e. 24 g of diflubenzuron per hectare). In the case of *Dendrolimus pini*, characterized by the lower susceptibility of cater-

pillars to diflubenzuron, it seems reasonable to reduce Dimilin 480 SC dose down to 0,075 l/ha, what makes 36 g of biologically active substance per hectare.

During the effectiveness evaluation the tachinid *Parasetigena silvestris* and braconids *Apanateles* sp. were observed on survived caterpillars of nun moth and pine lappet moth, what indicates that in spite of high mortality of hosts, the parasitoid population size was not significantly reduced.

(transl. P. L.)

LITERATURA

- Demolin G. 1978: Action du Dimilin, sur les chenilles de *Lymantria dispar* L.: incidence sur les tachinaires endoparasites. Ann. Sci. Forest, 35, 3: 229-234.
- Głowacka B., Bystrowski C., Hilszczański J. 1997: Zmiany liczebności entomofauny koron po zabiegach zwalczania brudnicy mniszki. Materiały VI Symp. Ochrony Ekosyst. Leśnych, Walo-ryzacja ekosystemów leśnych metodami zooindykacyjnymi, Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa: 159-178.
- Granett J., Dunbar D. M., Weseloh R. M. 1976: Gypsy moth control with Dimilin sprays timed to minimize effects on the parasite *Apanteles melanoscelus*. J. Econ. Entomol. 69, 3:403-404.
- Harper J. D., Abrahamson L. P. 1979: Forest tent caterpillar control with aerially applied formulation of *Bacillus thuringiensis* and Dimilin. J. Econ. Entomol. 72:74-77.
- Lyons D. B., Helson B. V., Jones G. C., McFarlane J. W. 1998: Effectiveness of neem- and diflubenzuron-based insecticides for control of the pine false webworm, *Acantholyda erytocephala* (L.) (Hymenoptera: Pamphiliidae). Proc. Entomol. Soc. of Ontario, 129:115-126.
- Malinowski H. 1995: Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. V. Efektywność działania insektycydów na larwy boreczników (Diprionidae). Prace Inst. Bad. Leś., A, 80: 23-34.
- Malinowski H. 1996a: Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. VI. Efektywność działania insektycydów na gąsienice barczatki sosnowki (*Dendrolimus pini* L.) Prace Inst. Bad. Leś., A, 812: 5-15.
- Malinowski H. 1996b: Oddziaływanie insektycydów na szkodliwe owady leśne. VII. Efektywność działania insektycydów na gąsienice brudnicy mniszki (*Lymantria monacha* L.) Prace Inst. Bad. Leś., A, 813: 17-24.
- Prendergast B. F., Yendol W. G., Maczuga S., Reardon R. C., McLane W. H., Miller D. R., McAneney M. P. 1995: Diflubenzuron residue and persistence on an oak forest after aerial application. J. Environ. Sci. and Health, 30, 3: 359-376.
- Sample B. E., Butler L., Whitmore R. C. 1993: Effects of an operational application of Dimilin on non-target insects. The Canad. Entomologist, 125,2:173-179.
- Skatulla U. 1975: Über die Wirkung des Entwicklungshemmers Dimilin auf Forstinsekten. Anz. Schädlingskde., Pflazen-Umweltschutz 48: 145-147.
- Webb R. E., Ridgway R. L., Thorpe W., Tatman K. M., Wieber A. M., Venables L. 1991: Development of a Specialized Gypsy Moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*), Management Program for Suburban Parks. J. Econ. Entomol., 84, 4:1320-1991.
- Webb R. E., Shapiro M., Podgwaite J. D., Reardon R. C., Tatman K. M., Venables L., Kolodny-Hirsch D. M. 1989: Effect of aerial spraying with Dimilin, Dipel, or Gypchek on two natural enemies of the gypsy moth (*Lepidoptera: Lymantriidae*). J. Econ. Entomol. 82, 6:1695-1701.