

BARBARA GŁOWACKA, CEZARY BYSTROWSKI, IWONA SKRZECZ

Skuteczność insektycydu Mimic 240 LV w ochronie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. przed brudnicą mniszką *Lymantria monacha* L. i barczatką sosnówką *Dendrolimus pini* L.

Efficacy of Mimic 240 LV in the protection of Scots pine *Pinus sylvestris* L. against the nun moth *Lymantria monacha* L. and the pine lappet moth *Dendrolimus pini* L.

ABSTRACT

Głowacka B., Bystrowski C., Skrzecz I. 2018. Skuteczność insektycydu Mimic 240 LV w ochronie sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris* L. przed brudnicą mniszką *Lymantria monacha* L. i barczatką sosnówką *Dendrolimus pini* L. Sylwan 162 (5): 403-410.

The nun moth *Lymantria monacha* L. and pine lappet moth *Dendrolimus pini* L. belong to the insects occurring in cyclical outbreak threatening the sustainability of Scots pine *Pinus sylvestris* L. forests. The populations of both species are reduced in aerial treatments carried out in Poland on thousands of hectares. Therefore there still is a need to implement to the forest practice insecticides that characterize by high efficiency and meet the safety standards for the environment. The aim of the study was to evaluate the effectiveness of Mimic 240 LV (24% of tebufenozide) in the control of nun moth and pine lappet moth populations. Aerial treatments were performed in 55-80-years old Scots pine stands located in three forest districts on the area of Regional Directorate of the State Forest in Zielona Góra (western Poland). The experiment consisted of one aerial spray to limit the population of nun moth with the use of tested insecticide at a dose of 0.3 l/ha and two aerial treatments to control pine lappet moth with a doses of 0.4 and 0.5 l/ha. The treatments were conducted with the use of Dromader M-18 and AN-2R aircrafts equipped with Micronair AU 5000 atomizer. The insecticide was mixed with adjuvant Ikar 95 EC (mineral oil) and water, and applied at a dose of 3 l of spray solution/ha. In the case of *L. monacha*, evaluation of treatment efficacy showed insect mortality at the rate of 98.7%. The lower and higher doses of Mimic 240 LV caused the mortality of 90.4% and 97.2% of *D. pini* caterpillars respectively. The obtained results confirm a high efficacy of tested insecticide, which can be recommended for aerial applications in the forest practice.

KEY WORDS

insect control, mature stand defoliators, tebufenozide

ADDRESSES

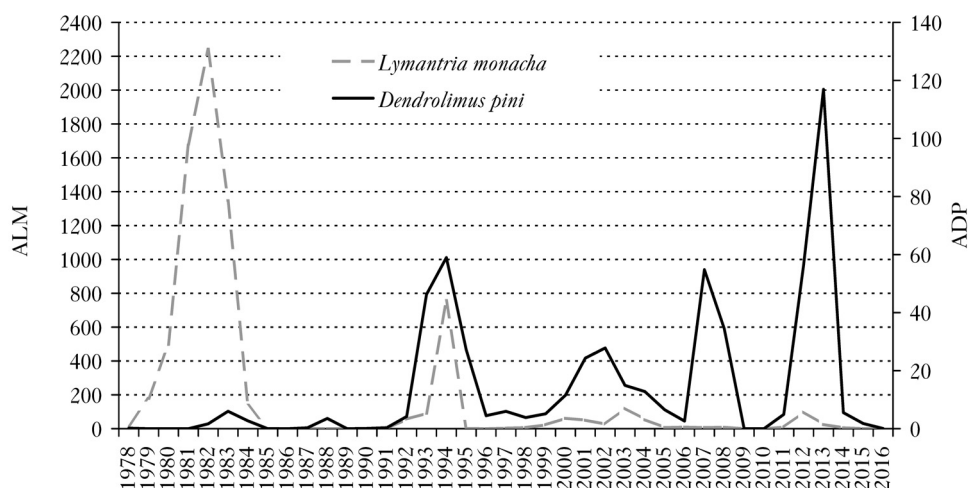
Barbara Głowacka – e-mail: B.Głowacka@ibles.waw.pl
Cezary Bystrowski – e-mail: C.Bystrowski@ibles.waw.pl
Iwona Skrzecz – e-mail: I.Skrzecz@ibles.waw.pl

Zakład Ochrony Lasu, Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn

Wstęp

Brudnica mniszka *Lymantria monacha* L. i barczatka sosnowka *Dendrolimus pini* L. to dwa gatunki motyli Lepidoptera, które cyklicznie pojawiają się w drzewostanach sosnowych w dużych liczebnościach, a żery ich larw mogą stanowić poważne zagrożenie dla trwałości lasu. W latach 1978-1984, podczas wyjątkowo dotkliwej gradacji brudnicy mniszki, kiedy na niektórych terenach zabiegi zwalczania wykonywano kilkakrotnie, całkowita powierzchnia opryskiwanych drzewostanów przekroczyła 6 mln ha (ryc. 1). Od lat 80. ubiegłego wieku, po kilkunastoletnim okresie zwalczania szkodników liściożernych sosny *Pinus sylvestris* L. niebezpiecznymi dla środowiska preparatami z grupy związków fosforoorganicznych, stosowano głównie pyretroidy zawierające deltametrynę (Decis 2,5 EC), alfametrynę (Fastac 10 EC) i esfenwalerat 50 (Sumi Alfa 50 EC) oraz związki benzoilomocznikowe oparte na diflubenzuronie (Dimilin 480 SC), teflubenzuronie (Nomolt 150 SC) i novaluronie (Rimon 100 EC).

Sytuacja zmieniła się w pierwszej dekadzie obecnego wieku, kiedy w krajach Unii Europejskiej weszły w życie dwa nowe dokumenty dotyczące stosowania środków ochrony roślin [Dyrektywa... 2009; Rozporządzenie... 2009]. Przyczyniły się one do zaostrzenia wymagań związanych z dopuszczeniem preparatów do stosowania, skutkiem czego w Europie rozpoczęło się sukcesywne wycofywanie z użycia większości środków ochrony roślin. Równocześnie Zakład Ochrony Lasu Instytutu Badawczego Leśnictwa uzyskał od Głównego Inspektora Ochrony Roślin i Nasiennictwa upoważnienie do prowadzenia rejestracyjnych badań skuteczności środków ochrony roślin zgodnie z nowymi wymaganiami i Zasadami Dobrej Praktyki Eksperymentalnej. Rozpoczęto poszukiwanie nowych rozwiązań, uwzględniających obowiązujące rygorystyczne przepisy dotyczące zwłaszcza oprysków agrolotniczych i równocześnie pozwalających na skuteczne zwalczanie leśnych szkodników liściożernych występujących na dużych powierzchniach. W ten sposób powrócono do badań nad możliwością zarejestrowania dla leśnictwa nieco zapomnianego w Polsce insektycydu Mimic 240 LV.



Ryc. 1.

Powierzchnia [tys. ha] zwalczania brudnicy mniszki *Lymantria monacha* (ALM) i barczatki sosnowki *Dendrolimus pini* (ADP) w drzewostanach sosnowych w latach 1978-2016

Control area [$\times 1000$ ha] of nun moth *Lymantria monacha* (ALM) and pine lappet moth *Dendrolimus pini* (ADP) in Scots pine stands in the years 1978-2016

Jego substancja czynna (tebufenozyd), opisana w latach 90. ubiegłego wieku przez firmę Rohm and Haas, należy do grupy insektycydów antyhormonalnych, współdziałających z recepto-rami hormonów owadów z rzędu Lepidoptera. Procesy wzrostu i rozwoju owadów są sterowane przez dwa główne hormony: juwenilny – odpowiedzialny za niezakłócone procesy rozwoju stadiów larwalnych i wylinkowy, czyli ekdyson regulujący procesy linienia. Tebufenozyd, jako agonista ekdysonu, po zjedzeniu przez larwę wraz z pokarmem, odgrywa częściowo rolę naturalnego hormonu rozpoczynającego proces linienia [Malinowski, Głowacka 1996]. Kutikula larwy zostaje rozpuszczona, ale nie powstaje utwardzony nowy oskórek, w rezultacie czego larwa zamiera po kilku dniach, po pierwszym etapie linienia.

W końcu ubiegłego wieku Mimic 240 LV, jako selektywny insektycyd działający tylko na larwy niektórych gatunków motyli i nieszkodliwy dla innych stawonogów [Smagghe, Degheele 1994], a także bezpieczny dla ryb, ptaków oraz ssaków, stał się obiektem dużego zainteresowania w leśnictwie w Kanadzie [West i in. 1997; Cadogan i in. 1998], Stanach Zjednoczonych [McCravy i in. 2001] i krajach Europy [Jousseume 1998; Švestka, Holuša 2000]. W Polsce na niewielką skalę był stosowany do zwalczania barczatki sosnowki i poprocha cetyniaka [Skrzecz i in. 1998], po czym został zastąpiony w ochronie lasu przez inhibitor syntezy chityny – Dimilin 480 SC oraz przez skuteczne, tanie i szybko działające, ale nieselektywne pyretroidy.

Obecnie w Stanach Zjednoczonych i Kanadzie głównym problemem ochrony lasu przed szkodliwymi owadami liściożernymi są gatunki motyli z rodziny Erebidae, Geometridae, Lasiocampidae i Tortricidae. Specjalnie opracowana dla leśnictwa formuacja tebufenozydu „Mimic 240 LV forestry insecticide” przeznaczona jest do zwalczania *Choristoneura fumiferana* (Clemens), *Ch. occidentalis* (Walsingham), *Ch. pinus* (Free.), *Lambdina fiscelaria* (Hulst.), *Orygia pseudotsugata* (McDunnough), *O. leucostigma* (Smith), *Malacosoma disstria* (Hübner), *M. americanum* (Fabr.), *M. californicum* (Packard), *Lymantria dispar* (L.), *Rhyacionia* spp. i in. Wieloletnie badania pozwoliły ustalić dla każdego gatunku najbardziej odpowiedni termin zabiegu agrolotniczego lub naziemnego (<https://forestry.valentbiosciences.com/docs/forestry-resources-library/mimic-240lv-label-canadian>), np. na stadium wylęgu z jaj lub L₃-L₆ rozwoju larwalnego. Preparat zastosowany na późniejsze stadia larwalne (L₅-L₆) *Ch. fumiferana* – najgroźniejszego szkodnika świerka i jodły w Kanadzie – może również redukować liczebność następnego pokolenia szkodnika [Doucet i in. 2007] dzięki długotrwałej obecności na opryskanych igłach.

Obecnie w Europie tebufenozyd jako Mimic 240 LV lub Confirm 240 LV jest zarejestrowany w Austrii, Belgii, Bułgarii, Chorwacji, Francji, Grecji, Hiszpanii, Niemczech, Portugalii, Słowenii i Włoszech do zwalczania szkodników m.in. winorośli, jabłoni, gruszy, ryżu, dębów korkowego i ostrolistnego oraz różnych gatunków sosny na południu Europy (<http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/611.htm>).

W latach 2015-2016 w Zakładzie Ochrony Lasu IBL podjęto prace nad oceną efektywności działania insektycydu Mimic 240 LV w ochronie sosny przed brudnicą mniszką i barczatką sosnowką. W pracach przyjęto dwie hipotezy badawcze. Pierwsza z nich dotyczyła potwierdzenia możliwości wykorzystania tebufenozydu w agrolotniczych zabiegach zwalczania wymienionych gatunków szkodliwych owadów. W drugiej natomiast przyjęto założenie, że pomimo częstego współwystępowania obu gatunków szkodników w tych samych drzewostanach do ich zwalczania wymagane są różne dawki insektycydu.

Materiał i metody

Ocenę skuteczności testowanego insektycydu wykonano w 3 nadleśnictwach na terenie RDLP w Zielonej Górze. Kierując się wymaganiami dotyczącymi badań rejestracyjnych, doświad-

czenia prowadzono zgodnie z wytycznymi EPPO (European Plant Protection Organization). Każde doświadczenie obejmowało 3 warianty (tab. 1), na które składały się drzewostany opryskane testowanym preparatem Mimic 240 LV produkcji Nippon Soda Co. Ltd (substancja czynna: tebufenazyd w ilości 240 g/l) i drzewostany opryskane referencyjnym (porównawczym) preparatem Dimilin 480 SC produkcji Arysta LifeScience (substancja czynna: diflubenzuron w ilości 480 g/l). Kontrolę doświadczenia stanowiły drzewostany nieopryskane. Ze względu na fakt, że w drzewostanach nieopryskanych roślinożerne larwy przechodzą pełny rozwój i dają początek następnemu pokoleniu, powierzchnie kontrolne wyznaczano na terenach o mniejszym zagrożeniu przez szkodniki, aby uniknąć pozostawienia aktywnych ognisk gradacyjnych.

Zabiegi opryskiwania wykonywano samolotami Dromader M-18 lub AN-2R wyposażonymi w atomizery Micronair AU 5000. Na hektar zużywano około 3 l cieczy użytkowej o składzie: insektycyd w podanej dawce (tab. 1) z dodatkiem 1 l adiuwantu Ikar 95 EC oraz 1,5-2 l wody. Pomiedzy wariantami pozostawiano strefę buforową o szerokości 200 m.

Przed opryskiem w każdym wariantcie wyznaczano na każdym powtórzeniu jedno drzewo modelowe o przeciętnej koronie, pod którym umieszczano płócienną opadówkę o powierzchni 1 m² w celu obserwacji i zbioru spadających z korony martwych larw szkodnika i owadów niebędących celem zabiegu zwalczania. Po około 3 tygodniach od daty oprysku obliczano powierzchnię podokapową każdego drzewa modelowego według wzoru πr^2 , po czym drzewo ścinano na płachtę o rozmiarach 4×5 m i zbierano pozostałe w koronie żywe i martwe owady. Na podstawie danych zebranych z koron drzew modelowych, a także przemnożenia liczby larw znalezionych na opadówce przez powierzchnię podokapową określano śmiertelność larw w poszczególnych wariantach. Następnie, uwzględniając śmiertelność naturalną na powierzchniach kontrolnych, obliczano śmiertelność skorygowaną według wzoru [Abbott 1925]:

$$SMs = \frac{100 \cdot (X - Y)}{Y}$$

X – udział żywych owadów w nietraktowanej kontroli [%],

Y – udział żywych owadów w wariantcie doświadczalnym [%].

Tabela 1.

Lokalizacja i data oprysku (Stanowisko), wiek drzew (W [lata]), stadium larw (Larwy), insektycyd i jego dawka [l/ha] (Wariant), liczba i areal powtórzeń [ha] (N×A) oraz liczba larw na drzewie przed opryskiem (NLprzed)

Location and date of the treatment (Stanowisko), age of trees (W [years]), larval instar (Larwy), insecticide and its dose [l/ha] (Wariant), number and area [ha] of replications (N×A) and number of larvae per tree before the treatment (NLprzed)

Stanowisko	W	Larwy	Wariant	N×A	NLprzed
Lubsko		<i>Lymantria monacha</i>	Mimic 240 LV/ 0,3		100-200
14°72'30,4"E	55-65	L ₂ – 40%	Dimilin 480 SC/ 0,1	5 × 20	150-300
51°71'94,8"N		L ₃ – 60%	Kontrola		50-100
2.06.2015					
Babimost		<i>Dendrolimus pini</i>	Mimic 240 LV/ 0,4		30-80
15°86'90,1"E	60-70	L ₃ – 65%	Dimilin 480 SC/ 0,1	6 × 7	20-40
52°13'50,6"N		L ₄ – 35%	Kontrola		5-15
16.05.2015					
Nowa Sól		<i>Dendrolimus pini</i>	Mimic 240 LV/ 0,5		100-150
15°84'38,5"E	60-80	L ₃ – 90%	Dimilin 480 SC/ 0,1	6 × 13,3	50-100
51°81'28,7"N		L ₄ – 10%	Kontrola		10-20
6.05.2016					

Ponieważ rozkład, a szczególnie wariancja liczby gąsienic zebranych w trakcie prowadzonych doświadczeń różniły się istotnie na powierzchniach traktowanych i kontrolnych, dlatego analizy statystyczne wykonano testami nieparametrycznymi. Różnice między medianami liczby larw żywych i martwych stwierdzonych w koronach drzew modelowych przeanalizowano nieparametrycznym testem Kruskala-Wallisa. Analizy wykonano w programie Statistica 10 (StatSoft, Inc.).

Wyniki

Zastosowane preparaty spowodowały blisko 99-procentową śmiertelność gąsienic brudnicy mniszki (tab. 2). Stwierdzono brak istotnych różnic w liczbach martwych i żywych gąsienic obserwowanych w drzewostanach traktowanych insektycydami Mimic 240 LV i Dimilin 480 SC (ryc. 2a). Istotnie mniej martwych gąsienic obserwowano na powierzchni kontrolnej, co zdecydowanie potwierdziło skuteczność przeprowadzonych zabiegów.

Niezależnie od zastosowanej dawki preparat Mimic 240 LV spowodował również ponad 90-procentową śmiertelność gąsienic barczatki sosnowki, podobnie jak insektycyd porównawczy Dimilin 480 SC (ryc. 2). Nie stwierdzono istotnych różnic między liczbami martwych i żywych gąsienic znalezionych na powierzchniach traktowanych insektycydami, co potwierdza ich podobną skuteczność. Istotnie mniej martwych gąsienic znaleziono na powierzchniach kontrolnych.

Dyskusja

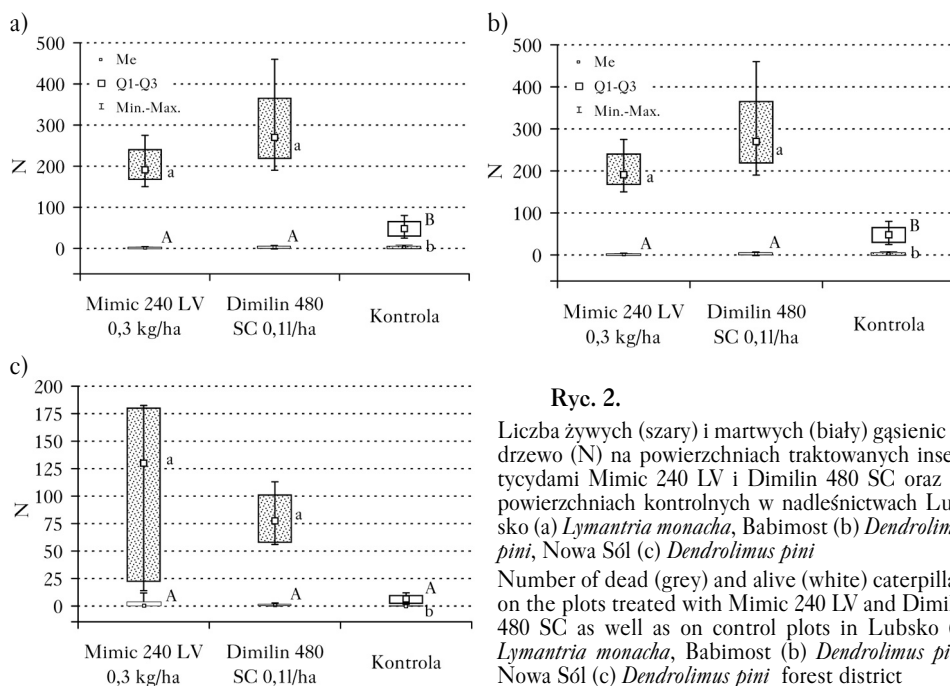
W badaniu skuteczności preparatu Mimic 240 LV wobec brudnicy mniszki zastosowano dawkę 0,3 l/ha, zbliżoną do dawki 290 ml/ha zalecanej w Kanadzie do zwalczania brudnicy nieparki i pozostałych szkodników z rzędu Lepidoptera, żerujących na dębach, jodłach, świerkach, sosnach i innych północnoamerykańskich gatunkach drzew leśnych. Brudnica mniszka należy do szkodników wrażliwych na działanie insektycydów i w zabiegach zwalczania, nawet przy wysokiej liczebności larw, nie jest konieczne stosowanie podwyższonych dawek preparatów. Na ogół opryski wykonuje się na najmłodsze stadia rozwojowe szkodnika, dzięki czemu w ostatnich dwu dekadach powierzchnia zwalczania brudnicy mniszki tylko raz, w 2003 roku, przekroczyła 100 tys. ha. W porównaniu z latami 1981-1983, kiedy leśnictwo nie dysponowało efektywnymi środkami owadobójczymi i co roku opryskiwano ponad 1-2 mln ha drzewostanów, obecnie zabiegi wykonuje się na powierzchniach wielokrotnie mniejszych.

Tabela 2.

Liczba żywych (NLż) i martwych (NLM) larw *Lymantria monacha* i *Dendrolimus pini* w koronach drzew modelowych oraz ich nieskorygowana (SMns) i skorygowana (SMs) śmiertelność [%] w badanych wariantach oprysku drzewostanów sosnowych

Number of alive (NLż) or dead (NLM) *Lymantria monacha* and *Dendrolimus pini* caterpillars as well as their uncorrected (SMns) and corrected (SMs) mortality in analysed treatments

Stanowisko/larwy	Wariant	NLż	NLM	NLż+NLM	SMns	SMs
Lubsko/ <i>L. monacha</i>	Mimic 240 LV	12	1026	1038	98,8	98,7
	Dimilin 480 SC	22	1510	1532	98,6	98,5
	Kontrola	253	23	276	8,33	
Babimost/ <i>D. pini</i>	Mimic 240 LV	23	227	250	90,8	90,4
	Dimilin 480 SC	6	171	177	96,6	96,5
	Kontrola	68	3	71	4,2	
Nowa Sól/ <i>D. pini</i>	Mimic 240 LV	18	660	678	97,3	97,2
	Dimilin 480 SC	9	484	493	98,2	98,1
	Kontrola	39	2	41	4,9	



Ryc. 2.

Liczba żywych (szary) i martwych (biały) gąsienic na drzewo (N) na powierzchniach traktowanych insektycydami Mimic 240 LV i Dimilin 480 SC oraz na powierzchniach kontrolnych w nadleśnictwach Lubsko (a) *Lymantria monacha*, Babimost (b) *Dendrolimus pini*, Nowa Sól (c) *Dendrolimus pini*

Number of dead (grey) and alive (white) caterpillars on the plots treated with Mimic 240 LV and Dimilin 480 SC as well as on control plots in Lubsko (a) *Lymantria monacha*, Babimost (b) *Dendrolimus pini*, Nowa Sól (c) *Dendrolimus pini* forest district

A, B – grupy jednorodne w obrębie gąsienic żywych; a, b – grupy jednorodne w obrębie gąsienic martwych
A, B – homogenous groups within alive caterpillars; a, b – homogenous groups within dead caterpillars

Specyficzny charakter owadobójczego działania tebufenozydu i jego selektywność są cennymi zaletami, szczególnie wobec szkodliwych owadów, których liczebność często jest regulowana przez pasożytnictwo i drapieżne stawonogi, wrażliwe na większość insektycydów. Potwierdzają to m.in. wyniki badań wykonanych w USA [Butler i in. 1997], gdzie na dziewięciu powierzchniach dębowych oceniano wpływ oprysku dwoma dawkami tebufenozydu RH-5992 na larwy brudnicy nieparki oraz na stawonogi niebędące celem zwalczania. Wykonana przed zabiegiem ocena wykazała podobną liczebność i bogactwo gatunkowe stawonogów obecnych na dębach. Analizy wykonane po zabiegu wykazały, że oprysk spowodował oczekiwaną redukcję populacji brudnicy nieparki. W porównaniu z nietraktowaną kontrolą nie stwierdzono ujemnego wpływu tebufenozydu na stawonogi należące do różnych grup systematycznych, niebędące celem zabiegu, z wyjątkiem Macrolepidoptera, szczególnie z rodzin Noctuidae, Geometridae, Notodontidae i Lycaenidae, których liczebność i bogactwo gatunkowe również uległy redukcji. Wskazuje to, że stosując tebufenozyd, należy liczyć się z wpływem zabiegu na larwy innych grup Lepidoptera, które jednak jako owady głównie roślinożerne nie są regulatorami liczebności gatunków traktowanych jako szkodliwe. McCravy i in. [2001] badali wpływ agrolotniczych oprysków insektycydami: fosforoorganicznym acefatem (preparat Orthene), bakterią *Bacillus thuringiensis* (Foray) i tebufenozydem (Mimic) na pasożytnictwo zwójki *Rhyacionia frustrana* (Comstock) porażającej kilka gatunków sosen w południowo-wschodniej części Stanów Zjednoczonych. Uzyskano wyniki wskazujące na negatywne oddziaływanie acefatu oraz brak wyraźnego wpływu preparatów Foray i Mimic na porażenie zwójki przez pasożytnictwo z rodzin Tachinidae i Chalcididae.

W badaniach skuteczności preparatu Mimic 240 LV w Nadleśnictwie Lubsko, prowadzonych w 2015 roku przez Zakład Ochrony Lasu, podczas oceny liczebności martwych owadów na opadówkach umieszczonych pod drzewami modelowymi znajdowano głównie gąsienice brudnicy

mniszki. Nie stwierdzono obecności martwych przedstawicieli entomofauny drapieżnej i pasożytniczej, natomiast podczas ścinania drzew modelowych na płachty obserwowano liczne żywe pajęczaki, chrząszcze, mrówki i mszyce.

W badaniach barczatki sosnówki w pierwszym doświadczeniu w roku 2015 w Nadleśnictwie Babimost zastosowano Mimic 240 LV w ilości 0,4 l/ha, kierując się informacją podaną przez Skrzecz i in. [1998], że tebufenozyd w tej dawce powodował śmiertelność ponad 90% larw. W doświadczeniu wykonanym w Nadleśnictwie Babimost uzyskano podobny wynik (tab. 2), jednak wobec faktu, że podczas ostatnich gradacji barczatki sosnówki obserwowano na jednym drzewie obecność 2-3 tysięcy larw starszych stadiów, uznano, że w przypadku tego szkodnika śmiertelność około 90% może okazać się niewystarczająca do redukcji populacji do poziomu gwarantującego zakończenie gradacji. Zabiegi zwalczania barczatki sosnówki wykonuje się na ogół wiosną, kiedy larwy po zimowej diapauzie w ściółce wchodzić po pniach w korony sosen i rozpoczynają intensywny żer, zjadając igły, pączki i korę młodych pędów. Zwykle są to osobniki w III-IV stadium rozwojowym, odporniejsze na działanie insektycydów niż brudnica mniszka. Z tego względu w 2016 roku wykonano kolejne badanie rejestracyjne, stosując dawkę 0,5 l/ha, zalecaną do ochrony sosny przed korowódką sosnową *Thaumtopoea pityocampa* w Hiszpanii [Jousseume 1998].

Podwyższona dawka tebufenozydu w połączeniu ze stabilnością jego depozytu na igłach w przypadku zabiegu zwalczania barczatki w sezonie wiosennym stwarza możliwość oddziaływania insektycydu także na następne pokolenie szkodnika, które wylęga się w sierpniu-wrześniu. Literatura na temat tebufenozydu zawiera wiele pozycji dotyczących charakterystyki depozytu, świadczących o jego długotrwałej toksyczności dla larw. W Kanadzie oceniano trwałość formuacji RH-5992 tebufenozydu na igłach świerka traktowanych opryskiwaczem naziemnym dawką 35, 70 i 140 g substancji czynnej w 2 l cieczy użytkowej na ha [Sundaram i in. 1996b]. Igliwie do analiz pobierano w różnych odstępach czasu przez 64 dni, po czym chromatograficznie określano pozostałości tebufenozydu w igłach i karmiono nimi larwy L_4 i L_6 zwiójki *Ch. fumiferana*. Uzyskano wyniki świadczące, że okres półtrwania substancji czynnej wahał się od 20 do 45 dni (zależnie od zastosowanej dawki), a śmiertelność larw karmionych opryskanymi igłami po 64 dniach od oprysku wynosiła 49-70%. W innym doświadczeniu w Kanadzie badano trwałość depozytu tebufenozydu w różnych elementach środowiska leśnego po zabiegu agrolotniczym dawką substancji czynnej 70 g/ha [Sundaram i in. 1996a]. Oceniano losy tebufenozydu w igłach, ściółce, glebie i wodach strumienia oraz stawu. Najszybciej insektycyd zanikał w wodzie (okres półtrwania – 1,6 dnia), gdzie był przejściowo adsorbowany przez wodne mszaki, w których następnie wykrywano go przez dłuższy czas. Dla gleby okres półtrwania tebufenozydu wynosił 42,2 dnia, dla ściółki – 80 dni, dla starszych igieł – 44,3 dnia i dla pędów tegorocznych – 18,4 dnia. Kanaadyjscy badacze [West i in. 1997; Cadogan i in. 1998] ustalili również, że dla skutecznej redukcji liczebności larw *Lamda fiscellaria* i *Ch. fumiferana* konieczna jest dawka tebufenozydu dająca depozyt nie mniejszy niż 1,5 $\mu\text{g/g}$ igieł. Z kolei van Frankenhuyzen i Régnière [2016] określali przeżywalność i rozwój larw zwiójki *Ch. fumiferana* karmionych igłami świerka opryskanymi różnymi dawkami tebufenozydu. Żerowanie na igłach z depozytem 0,5-1,5 μg tebufenozydu/g igieł wywoływało wysoką śmiertelność larw starszych stadiów, ekspozycja na depozyt 0,15-0,5 $\mu\text{g/g}$ powodowała przedłużającą się śmiertelność w stadium poczwarki i obniżoną rozrodczość motyli wylęgających się z poczwerek, które przeżyły, natomiast ekspozycja na subletalny depozyt 0,07-0,15 μg tebufenozydu/g igieł powodowała redukcję płodności samic uzyskanych z osobników żerujących na igliwiu traktowanym niską dawką badanego insektycydu.

Przytoczone dane sugerują, że również w przypadku larw barczatki sosnówki zabieg zwalczania dawką 0,5 l/ha (co odpowiada 120 g substancji czynnej/ha) może spowodować, że depozyt tebufenozydu na igłach sosny będzie wystarczająco wysoki, by wywołać dalszą redukcję liczeb-

ności szkodnika, gdyby część populacji wiosennej przeżyła zabieg i wydała następne pokolenie. Badania wpływu preparatu Mimic 240 LV na barczatkę sosnowkę wymagają więc kontynuacji i wyjaśnienia związku między dawką tebufenozydu, trwałością jego depozytu na sosnie i śmiertelnością larw barczatki sosnowki.

Wnioski

- ✦ Terenowe badania wykonane aparaturą agrolotniczą wykazały, że insektycyd Mimic 240 LV użyty w dawce 0,3 l/ha powoduje śmiertelność 98,7% gąsienic *L. monacha*.
- ✦ Mimic 240 LV zastosowany w dawkach 0,4 i 0,5 l/ha w zabiegach agrolotniczych do zwalczania *D. pini* powodował śmiertelność odpowiednio 90,4 i 97,2% gąsienic.
- ✦ Mimic 240 LV może być zarejestrowany do ochrony sosny przed brudnicą mniszką w dawce 0,3 l/ha i przed barczatką sosnowką w dawce 0,5 l/ha.

Podziękowania

Autorzy publikacji dziękują pracownikom Zespołu Ochrony Lasu w Łopuchówku oraz Wydziału Gospodarki Leśnej Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Zielonej Górze za pomoc w organizacji doświadczeń.

Literatura

- Abbott W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal Economic Entomology* 18: 265-267.
- Butler L., Kondo V., Blue D. 1997. Effects of tebufenozide (RH-5992) for gypsy moths (Lepidoptera: Lymantriidae) suppression on nontarget canopy arthropods. *Environmental Entomology* 26 (5): 1009-1015.
- Cadogan B. L., Thompson D., Retnakaran A., Scharbach R. D., Robinson A., Staznik B. 1998. Deposition of aerially applied tebufenozide (RH5992) on balsam fir (*Abies balsamea*) and its control of spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* [Clem.]). *Pesticide Science* 53 (1): 80-90.
- Doucet D., Frisco C., Cusson M., Bauce E., Palli S. R., Tomkins B., Arif B. M., Retnakaran A. 2007. Diapause disruption with tebufenozide for early-instar control of the spruce budworm *Choristoneura fumiferana*. *Pest Management Science* 63: 730-736.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów. 2009. Dz. U. UE L 309/71.
- van Frankenhuyzen K., Régnière J. 2016. Multiple effects of tebufenozide on the survival and performance of the spruce budworm (Lepidoptera: Tortricidae). *The Canadian Entomologist* 149 (2): 227-240.
- Jousseume C. 1998. MIMIC®. Nuevo concepto el control de *T. pityocampa* de los pinos. II Congreso Forestal Español. <http://seceforestales.org/publicaciones/index.php/congresos/articulo/viewFile/4392/4321>
- Malinowski H., Głowacka B. 1996. Tebufenozyd (tebufenozide) agonista ekdyzonu jako insektycyd w ochronie lasu. *Progress in Plant Protection* 36 (1): 222-228.
- McCrary K. W., Dalusky M. J., Berisford C. W. 2001. Effects of a broad spectrum and biorational insecticides on parasitoids of the Nantucket pine tip moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal Economic Entomology* 94 (1): 112-5.
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1107/2009 z dnia 21 października 2009 r. dotyczące wprowadzania do obrotu środków ochrony roślin i uchylające dyrektywy Rady 79/117/EWG i 91/414/EWG. 2009. Dz. U. UE L 309/1.
- Skrzecz I., Lutyk P., Rodziewicz A., Garbaliński P. 1998. Mimic – kolejny krok w stronę insektycydów selektywnych. *Sylwan* 142 (11): 21-25.
- Smaghe G., Degheele D. 1994. Action of a novel nonsteroidal ecdysteroid mimic, tebufenozide (RH-5992), on insects of different orders. *Pesticide Science* 42 (2): 85-92.
- Sundaram K. M. S., Nott R., Curry J. 1996a. Deposition, persistence and fate of tebufenozide (RH-5992) in some terrestrial and aquatic components of a boreal forest environment after aerial application of Mimic®. *Journal of Environmental Science and Health B* 31 (4): 699-750.
- Sundaram K. M. S., Sundaram A., Sloane L. 1996b. Foliar Persistence and Residual Activity of Tebufenozide Against Spruce Budworm Larvae. *Pesticide Science* 47 (1): 31-40.
- Švestka M., Holuša J. 2000. Effect of aerial treatment of insecticides Dimilin 48 SC, Mimic 240 LV and Trebon 10 F on the little spruce sawfly (*Pristiphora abietina*) larvae. *Zprávy Lesnického Výzkumu* 45 (2): 15-17.
- West R. J., Thompson D. G., Sundaram K. M. S., Retnakaran A., Mickle R. E. 1997. Efficacy of aerial application of *Bacillus thuringiensis* and tebufenozide against the eastern hemlock looper (Lepidoptera: Geometridae). *The Canadian Entomologist* 129: 613-626.