

Barbara Głowacka[✉], Sławomir Lipiński, Grzegorz Tarwacki¹

Możliwości ochrony kasztanowca zwyczajnego *Aesculus hippocastanum* L. przed szrotówkiem kasztanowcowiaczką *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic

Possibilities of protection of the horse-chestnut *Aesculus hippocastanum* L. against the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic

Abstract. Effectiveness of protection of the horse-chestnut against the horse chestnut leaf-miner *Cameraria ohridella* was evaluated using diflubenzuron and chlotianidine. Spraying of trees with water suspension of Dimilin 25 WP (0.05 %) and Dimilin 480 SC (0.025%) during the first swarm of butterflies was found to protect horse-chestnuts effectively against damage throughout the growing season. Insecticide Apacz 50 WG containing chlotianidine when applied to the soil beneath the trees at a rate of 0.3–0.4 g/cm of stem circumference protects them against the horse chestnut leaf-miner for three growing seasons.

Key words: diflubenzuron, chlotianidine, Dimilin 25 WP, Dimilin 480 SC, Apacz 50 WG.

1. Wstęp

Spośród znanych 25 gatunków kasztanowców *Aesculus* sp. jeden został opisany na Bałkanach, kilka spotyka się w Azji, a najwięcej gatunków związanych jest z Ameryką Północną. W Europie kasztanowiec zwyczajny *Aesculus hippocastanum* L. został rozpowszechniony w XVI-XVII wieku jako atrakcyjne drzewo ozdobne, charakteryzujące się okazałą koroną, dużymi intensywnie zielonymi liśćmi, oryginalnymi kwiatostanami i owocami.

Do niedawna przyczyną uszkodzeń kasztanowców były głównie owady żerujące na liściach oraz czekoladowa plamistość liści powodowana przez grzyb *Guignardia aesculi*. W 1984 r. w Macedonii, w pobliżu jeziora Ohryd, stwierdzono występowanie na kasztanowcu zwyczajnym nowego dla wiedzy gatunku owada, któremu nadano nazwę *Cameraria ohridella* (Deschka et Dimic 1986). W ciągu następnych kilkunastu lat ten niewielki motyl opanował całą Europę, powszechnie powodując przedwczesne brunatnienie i zasychanie liści kasztanowców. Jego liczebność wzrastała niezwykle szybko, m.in. dzięki niewielkiej aktywności parazytoi-

dów i drapieżców, znacznej odporności zimujących poczwerek na niskie temperatury, występowaniu kilku pokoleń w ciągu sezonu wegetacyjnego oraz zjawisku zwanym anemochorią, czyli zdolnością motyli do przeniesienia się z wiatrem na duże odległości. Szybkość ekspansji nowego gatunku i brak wrogów naturalnych redukujących jego liczebność wskazuje, że został on zawleczony z terenów odległych geograficznie, prawdopodobnie z Azji Wschodniej (Chiny), Indii lub Ameryki Północnej.

W Polsce gatunek *Cameraria ohridella*, po raz pierwszy zaobserwowany w 1998 r. w okolicach Wrocławia, otrzymał nazwę szrotówek kasztanowcowiaczek (Łabanowski et Sojka 1998). Szkodnik szybko opanował kasztanowce na południu kraju, obecnie występuje na terenie całej Polski. W końcu kwietnia i w maju z zimujących poczwerek wylęga się pierwsze pokolenie motyli, po czym odbywa się rójka na pniach kasztanowców. Druga rójka z reguły odbywa się na przełomie czerwca i lipca, a trzecia – w sierpniu i wrześniu. Żerowiska gąsienic (miny) wewnątrz blaszki liściowej kasztanowców mają kształt podłużnych, żółtawych lub brązowych plam i osiągają długość 3–4 cm (fot. 1).

¹ Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, ul. Braci Leśnej 3, Sękocin Stary, 05-090 Raszyn,
✉ Fax +48 227200397, B.Głowacka@ibles.waw.pl



Fot. 1. Mina szrotówka kasztanowcowiaczka na liściu kasztanowca (fot. M. Kosibowicz)

Photo 1. A mine of a horse chestnut leaf-miner on a horse chestnut's leaf

Prostym i efektywnym sposobem redukcji liczebności szrotówka jest grabienie i niszczenie lub kompostowanie opadłych liści wraz poczwarkami (Arnold et Sengonca 2002, Pavan 2003, Głowacka 2005). Metoda ta może jednak okazać się nieskuteczna, jeśli część opadłych liści znajduje się w miejscach niedostępnych do grabienia, jak żywopłoty, rośliny okrywowe, zakrzewienia, zachwaszczenie, itp.

Chemiczna ochrona kasztanowców przed szrotówką jest możliwa przy użyciu środków owadobójczych w formie opryskiwania koron lub iniekcji – bezpośrednio do drzew, albo do gleby. Obiecującą grupą insektycydów, branych pod uwagę jako środki przydatne do ograniczania populacji szrotówka, są inhibitory syntezy chityny z grupy związków benzoilomocznikowych. W krajach europejskich, w których szrotówek kasztanowcowiaczek pojawił się wcześniej niż w Polsce, inhibitory syntezy chityny testowano już w latach dziewięćdziesiątych, na ogół uzyskując zadowalającą ochronę kasztanowców w danym sezonie wegetacyjnym. Blümel i Hausdorf (1996) oraz Marx (1997) z powodzeniem zastosowali w Wiedniu opryski kasztanowców 0,04% preparatem Dimilin 480 SC, zawierającym jako substancję aktywną diflubenzuron, oraz 0,06% preparatem Alsystin, zawierającym triflumuron. Autorzy zwrócili uwagę na konieczność wykonywania opryskiwania na początku rójki motyli, ponieważ inhibitory syntezy chityny, w przeciwieństwie do związków systemicznych, działają na roślinie powierzchniowo i w przypadku wylęgu z jaj i wgryzienia się gąsienic w miękisz liści przed wykonaniem zabiegu, zwalczanie nie jest skuteczne. W Polsce dotychczas nie przeprowadzono badań dających podstawę do rejestracji i dopuszczenia inhibitorów syntezy chityny do stosowania w ochronie kasztanowca zwyczajnego, chociaż są one od lat powszechnie stosowane w warzywnictwie, sadownictwie, leśnictwie, ochronie pieczarek itp. Kilka z nich (diflubenzuron, tefluben-

zuron, novaluron) zostało zarejestrowane dla leśnictwa i od lat jest stosowane w zwalczaniu owadów liściożernych.

Drugim kierunkiem badań nad chemiczną ochroną przed szrotówką jest wykorzystanie insektycydów o działaniu systemicznym w endoterapii kasztanowców. Z tej grupy środków najskuteczniejszy okazał się imidachlopyrd (Feemers 1997, Clabassi et al. 2000, Korsic et Jancar 2001, Ferracini et Alma 2008). Imidachlopyrd należy do grupy związków neonikotynoidowych, charakteryzujących się szerokim zakresem kontaktowego i żołądkowego działania owadobójczego, wysoką skutecznością oraz umiarkowaną lub małą toksycznością dla ssaków. Cechą szczególną neonikotynoidów jest działanie układowe, czyli systemiczne; insektycydy z tej grupy pobrane przez liście lub korzenie, przemieszczają się w całej roślinie, docierając do najbardziej odległych miejsc, również do najmłodszych, rozwijających się liści.

W Polsce w Instytucie Sadownictwa i Kwaciarstwa w Skierniewicach opracowano i wdrożono w 2003 roku metodę ochrony kasztanowców polegającą na stosowaniu w formie iniekcji do pni preparatu o nazwie „Żel do równoczesnego zwalczania szrotówka kasztanowcowiaczka *Cameraria ohridella* oraz grzyba *Guignardia aesculi*” zawierającego 12% imidachlopyrdy i 8% tebukonazolu (Łabanowski et al. 2004). Zastosowany wcześniej wiosną preparat w znacznym stopniu zabezpiecza kasztanowce przed defoliacją, w pewnych przypadkach jednak nawiercanie pni powoduje niepożądane skutki uboczne.

W 2004 r. w Instytucie Badawczym Leśnictwa podjęto kompleksowe prace nad metodami ochrony kasztanowców finansowane ze środków Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Przeprowadzono trzyletnie badania nad rolą wrogów naturalnych (mikroorganizmów chorobotwórczych i parazytoidów) w regulacji liczebności szrotówka oraz wykonano ocenę przydatności metody mechanicznej (grabienie liści, opaski lepowe), biotechnicznej (pułapki feromonowe) i chemicznej w redukcji uszkodzenia liści przez szrotówka.

W ramach badań nad chemiczną metodą ochrony kasztanowców przeprowadzono ocenę skuteczności diflubenzuronu stosowanego w formie oprysków koron drzew wodnymi zawiesinami preparatów Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC, a także stosowanego doglebowo preparatu Apacz 50 WG, zawierającego substancję aktywną o nazwie chlotianidyna z grupy związków neonikotynoidowych. Następnie w 2005 r., po uzyskaniu przez IBL upoważnienia do prowadzenia badań rejestracyjnych środków owadobójczych dla leśnictwa, przeprowadzono zgodnie z obowiązującymi procedurami doświadczenia, których wyniki dały producentom insektycydów podstawę do starań o zarejestrowanie preparatów Dimilin 25 WP i Apacz 50 WG do ochrony kasztanowców przed szrotówką.

2. Metodyka badań

Badania skuteczności insektycydów w zwalczaniu szrotówka kasztanowcowiaczka prowadzono na kasztanowcach znajdujących się w Grójcu przy ul. Szkolnej (N 51°52'14", E 20°52'18", UTM DC94), Podkowie Leśnej obok leśniczówki (N 52°06'47", E 20°46'27", UTM DC 87), w parku w Radziejowicach (N 52°00,23", E 20°33'24", UTM DC66), parku w Sierakówku (N 52°21'42", E 19°25'20" UTM CD90), Parku Sowińskiego w Warszawie (N 52°13'31", E 20°56'03", UTM DC 98) i parku w Żelazowej Woli (N 52°15'28", E 20°19'29", UTM DC 59) oraz w alejach: w Jastrzębi Starej (N 51°42'01", E 20°45'31", UTM DC82), Woli Raciborowskiej (N 52°17'48", E 19°21'29", UTM CC89) i Częstoniewie (N 51°51' 17", E: 20°55'39", UTM DC94).

Zabiegi zwalczania polegały na doglebowych iniekcjach wykonywanych wczesną wiosną przed rozwojem liści kasztanowców lub na opryskiwaniu koron drzew w maju podczas rójki motyli. Jako drzewa kontrolne każdorazowo pozostawiano 2–5 kasztanowców nietraktowanych. Wiek doświadczalnych drzew (poza jednym przypadkiem w Jastrzębi Starej, kiedy doświadczenie

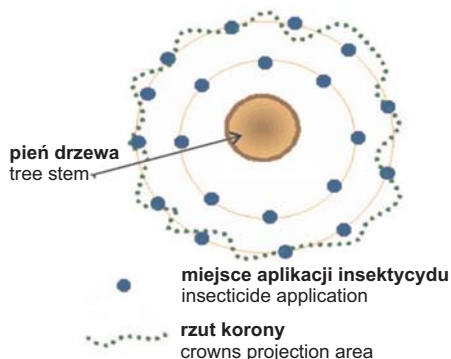
wykonano na drzewkach w wieku 6 lat) wahał się od 40 do 120 lat. Na niektórych stanowiskach kasztanowców, z inicjatywy właścicieli lub administratorów terenu, liście zasiedlone przez szrotówka były grabione (z różną dokładnością) i usuwane jesienią w latach poprzedzających zabiegi chemiczne. Kontrola skuteczności działania insektycydów, polegająca na porównaniu liczby min szrotówka na ściętych sekatorom (na wysokości około 2 m) liściach z drzew traktowanych i kontrolnych, była przeprowadzana dwukrotnie, w czerwcu i sierpniu–wrześniu. Uzyskane wyniki dotyczące liczby min poddano transformacji pierwiastkowej według wzoru $\sqrt[3]{x+1}$, a następnie wykonano dwuczynnikową analizę wariancji (model stały). Grupy jednorodnie wydzielono za pomocą testu Scheffego, obliczenia wykonano przy użyciu pakietu statystycznego STATISTICA wersja 8.

W tabeli 1 podano charakterystykę 7 powierzchni doświadczalnych, na których w latach 2004–2006 wykonano zabiegi przy użyciu chlotianidyny w postaci insektycydu Apacz 50 WG. Zabiegi ochronne, polegające na doglebowej iniekcji wodnej zawiesiny preparatu, wykonywano opryskiwaczem ciśnieniowym wyposażonym w plastikową rurkę zakończoną metalową lancą z otworami, przez które ciecz użytkową wstrzykiwano do gleby pod okapem korony traktowanego drze-

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni doświadczalnych traktowanych preparatem Apacz 50 WG

Table 1. Characterisation of the experimental plots treated with preparation Apacz 50 WG

Nr doświadczenia Experiment no.	Data zabiegu Date of treatment	Lokalizacja Location	Dawka preparatu (g/cm obwodu pnia) Preparation rate in g/cm of stem circumference	Wiek (lata) Age (years)	Liczba traktowa- nych drzew Number of treated trees
1	24.03.2004 r.	Podkowa Leśna, liście niegrabione w 2003 r. Podkowa Leśna, leaves not raked in 2003	0,3	100	1
			0,6	100	1
2	09.04.2005 r.	Podkowa Leśna, liście częściowo grabione w 2004 r. Podkowa Leśna, leaves partly raked in 2004	0,3	100–110	5
			0,4	100–130	5
3	19.04.2005 r.	Grójec, liście niegrabione w 2004 r. Grójec, leaves not raked in 2004	0,4	50	7
4	20.04.2005 r.	Warszawa, Park Sowińskiego, liście niegrabione w 2004 r. Warsaw, Sowiński Park, leaves not raked in 2004	0,3	40	8
			0,4	40	8
5	13.04.2006 r.	Radziejowice, liście niegrabione w 2005 r. Radziejowice, leaves not raked in 2005	0,1	100–120	12
			0,2	100–120	12
			0,4	80–100	12
6	20.04.2006 r.	Jastrzębia Stara, liście grabione jesienią w 2005 r. Jastrzębia Stara, leaves raked in autumn 2005	0,1	6	12
			0,2	6	12
			0,4	6	12
7	24.04.2006 r.	Sierakówek, liście niegrabione w 2005 r. Sierakówek, leaves not raked 2005	0,1	100–120	12



Rycina 1. Schemat iniekcji glebowych – rzut z góry
Figure 1. Diagram of soil injections – top view

wa (ryc. 1). Przed zabiegiem mierzono taśmą obwód każdego pnia na wysokości 1,3 m i obliczano ilość preparatu oraz wody przypadającą na dane drzewo. W poszczególnych doświadczeniach testowano rozcieńczony w wodzie insektycyd w dawkach 1, 2, 3 lub 4 g/cm obwodu pnia. Na powierzchnię podokapową wokół pnia, w zależności od ich wielkości, zużywano różne ilości cieczy użytkowej, wynikające z dawki 1 dm³/10 cm obwodu pnia.

W tabeli 2 podano charakterystykę 7 powierzchni doświadczalnych, na których w latach 2004–2005 za-

stosowano diflubenzuron w formie preparatów Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC. Termin wykonania oprysków ustalano na podstawie obserwacji intensywności lotu motyli za pomocą pułapek feromonowych produkcji Instytutu Przemysłu Organicznego w Warszawie. Odważone dawki insektycydów rozpuszczano w odpowiedniej ilości wody z dodatkiem adiuwantu Superam 10 AL. Zabiegi opryskiwania wykonywano opryskiwaczami plecakowymi Stihl z podnośnikami koszowych (Fot. 2), zużywając na drzewo, zależnie od wielkości korony, od 15 do 20 dm³ cieczy użytkowej. W doświadczeniach nr 1–6 opryski przeprowadzono w maju podczas rójki I pokolenia szrotówka, natomiast doświadczenie nr 7 wykonano w lipcu, podczas rójki II pokolenia.

3. Wyniki

Chlotianidyna (Apacz 50 WG)

Poddane transformacji średnie liczby min na liściach pochodzących z drzew traktowanych i kontrolnych w poszczególnych doświadczeniach przedstawiono na rycinach 2 i 3. Średnie zasiedlenie liści kasztanowców w doświadczeniu nr 1 wykonanym w 2004 r. w Podkowie Leśnej przedstawiono w tabeli 3. Doświadczenie miało

Tabela 2. Charakterystyka powierzchni doświadczalnych traktowanych preparatami Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC
Table 2. Characterisation of the experimental plots treated with preparations Dimilin 25 WP and Dimilin 480 SC

Nr doświadczenia Experiment no.	Data zabiegu Date of treatment	Lokalizacja Location	Preparat, stężenie w % Preparation and concentration in %	Wiek (lata) Age (years)	Liczba traktowa nych drzew (szt.) Number of treated trees
1	10.05.2004 r.	Żelazowa Wola, liście (z wyjątkiem kontroli) grabione jesienią w 2003 r. Żelazowa Wola, leaves (except for control) raked in autumn 2003	Dimilin 25 WP, 0,05 Dimilin 480 SC, 0,025	100–130 100–130	7 7
2	18.05.2004 r.	Radziejowice, liście częściowo grabione jesienią w 2003 r. Radziejowice, leaves partly raked in autumn 2003	Dimilin 25 WP, 0,05 Dimilin 480 SC, 0,025	80–100 80–100	8 8
3	18.05.2004 r.	Radziejowice, liście niegrabione jesienią w 2003 r. Radziejowice, leaves not raked in autumn 2003	Dimilin 25 WP, 0,05 Dimilin 480 SC, 0,025	80–100 80–100	8 8
4	19.05.2005 r.	Wola Raciborowska, liście częściowo grabione w 2004 r. Wola Raciborowska, leaves partly raked in autumn 2004	Dimilin 25 WP, 0,05	80–120	60
5	20.05.2005 r.	Częstoniew, liście grabione jesienią w 2004 r. Częstoniew, leaves raked in autumn 2004	Dimilin 25 WP, 0,05 Dimilin 480 SC, 0,025	60–100 60–100	12 12
6	23.05.2005 r.	Radziejowice, liście częściowo grabione jesienią w 2004 r. Radziejowice, leaves partly raked in autumn 2004	Dimilin 25 WP, 0,05	80–100	30
7	08.07.2005 r.*	Radziejowice, liście częściowo grabione jesienią w 2004 r. Radziejowice, leaves partly raked in autumn 2004	Dimilin 25 WP, 0,05	80–100	5

* zabieg na II pokolenie szrotówka
treatment against second generation of *C. ohridella*



Fot. 2. Oprysk kasztanowców preparatem Dimilin 25 WP, Wola Raciborowska, 2005 r. (fot. A. Latos)

Photo 2. Spraying of horse chestnut trees with Dimilin 25 WP. Wola Raciborowska 2005 (photo by A. Latos)

charakter orientacyjny, chlotianidyna w formie preparatu Apacz 50 WG była testowana jedynie na 3 drzewach (2 dawki insektycydu + kontrola). W celu oceny skuteczności, z każdego drzewa pobrano w dniach 8 lipca i 24 września po 30 liści. Końcowa ocena liczebności min szrotówka wykazała, że na drzewie traktowanym dawką 6 g/cm obwodu pnia, liście w ogóle nie zostały zasiedlone przez szkodnika (fot. 3). Średnia liczba min na drzewach traktowanych dawką 3 g/cm oraz kontrolnych wynosiła odpowiednio 1,7 i 220,4. Przeprowadzone w latach 2005–2006 obserwacje zasiedlenia liści z drzew traktowanych w 2004 r. wykazały, że owadobójcze działanie preparatu Apacz 50 WG użytego w dawce 0,6 g/cm obwodu pnia w pełni utrzymywało się przez 3 sezony wegetacyjne, natomiast część liści kasztanowca traktowanego dawką 0,3 g/cm w trzecim sezonie wegetacyjnym została nieznacznie zasiedlona. Wyniki analizy statystycznej danych z 3 sezonów wegetacyjnych świadczą o istotnych różnicach ($F=1493,7$ oraz $p<0,001$) w zasiedleniu liści pobranych z drzew traktowanych oraz z drzewa kontrolnego. W trzecim sezonie wegetacyjnym wystąpiła ponadto istotna statystycznie różnica między średnimi dla dawki 0,3 i 0,6 g/cm obwodu pnia (ryc. 2, $p=0,041$).

W doświadczeniach nr 2–4 przeprowadzonych w 2005 r. w Podkowie Leśnej, Grójcu i Parku Sowińskiego w Warszawie, testowano preparat Apacz 50 WG w dawkach 0,3 i 0,4 g/cm obwodu drzewa. Dogłębowymi zabiegami objęto ogółem 33 drzewa, jako kontrolę pozostawiono 15 drzew. We wszystkich przypadkach zasiedlenie przez szrotówka liści z drzew traktowanych w porównaniu z kontrolą okazało się wielokrotnie mniejsze (tab. 3). Dla doświadczenia nr 2 i 3 stwierdzono różnice istotne statystycznie (odpowiednio $F=173,9$ i $F=330,9$ oraz $p<0,001$) w zasiedleniu liści pobranych z drzew kontrolnych i drzew traktowanych (ryc. 3A, B), nie stwierdzono przy tym istotnych różnic w zasiedleniu

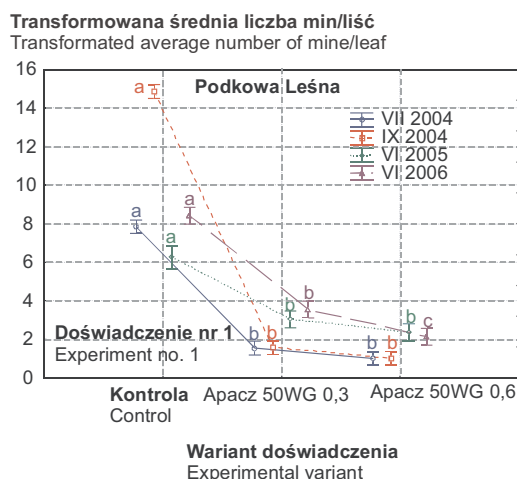


Fot. 3. Liście kasztanowców traktowanych preparatem Apacz 50 WG; od lewej: dawka 0,6 g/cm obwodu pnia, dawka 0,3 g/cm, nietraktowana kontrola; Podkowa Leśna, 2004 r. (fot. B. Głowacka)

Photo 3. Horse chestnut leaves treated with Apacz 50 WG, from the left: rate 0.6 g/cm of the stem circumference, rate 0.3 g/cm, untreated control. Podkowa Leśna 2004 (photo by B. Głowacka)

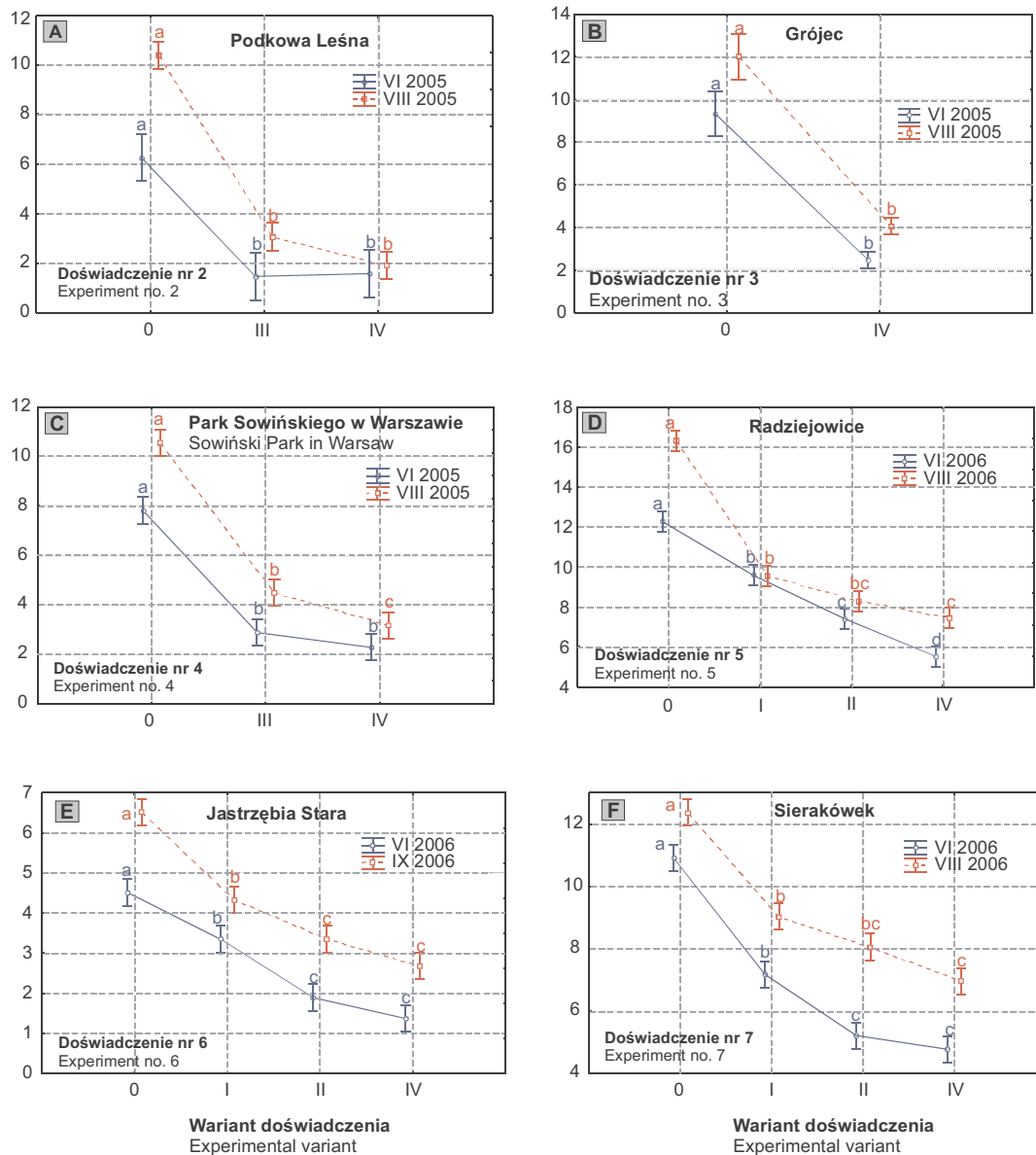
liści z drzew traktowanych dwoma dawkami preparatu ($df=114$, $p=0,057$). Natomiast wyniki analizy statystycznej danych z doświadczenia nr 4 (rycina 3C) świadczą o istotności różnic ($F=329,9$ oraz $p<0,001$) w zasiedleniu liści pobranych z drzew traktowanych i kontrolnych, a także różnic dla liści z drzew traktowanych dwoma dawkami – 0,3 i 0,4 g/cm obwodu pnia ($p=0,045$).

W 2006 r. w doświadczeniach nr 5–7 przeprowadzonych w Radziejowicach, Jastrzębi Starej i Sierakówku sprawdzano, czy preparat Apacz 50 WG zastosowany w niższych dawkach (0,1 i 0,2 g/cm obwodu drzewa) zapewni, podobnie jak w dawkach 0,3 i 0,4 g/cm, skuteczną ochronę kasztanowców przed uszkodzeniami



Rycina 2. Chlotianidyna. Średnie liczby min po transformacji, grupy jednorodne średnich oznaczono literami
Figure 2. Chlotianidyna. Mean number of mines after transformation, homogenous groups of means are marked with letters

Transformowana średnia liczba min/liść
Transformated average number of mine/leaf



0 - Kontrola / Control I - Apacz 50WG 0,1 II - Apacz 50WG 0,2 III - Apacz 50WG 0,3 IV - Apacz 50WG 0,4

Rycina 3. *Chlotianidyna*. Doświadczenia nr 2–7. Średnie liczby min po transformacji, grupy jednorodnie średnich oznaczono literami

Figure 3. *Chlotianidyna*. Experiment no. 2–7. Mean number of mines after transformation, homogenous groups of means are marked with letters

spowodowanymi przez szrotówka. Średnie liczby min na liściach z drzew traktowanych i kontrolnych (tab. 3) świadczą, że ochronne działania chlotianidyny w dawkach 0,1 i 0,2 g/cm obwodu okazało się słabsze. Doświadczenie nr 6 wykonano w Jastrzębi Starej na kasztanowcach, spod których jesienią w roku poprzednim zgrabiono i usunięto opadłe liście. W tym przypadku (tab. 3), podczas II kontroli skuteczności, średnie za-

siedlenie liści z drzew kontrolnych (42,8 miny/liść) było kilkakrotnie niższe od zasiedlenia liści drzew kontrolnych ze stanowisk częściowo wygrabionych (106–113 min/liść) lub niegrabionych (155,7–269,4 miny/liść). Różnice między średnimi dla drzew traktowanych i kontrolnych okazały się statystycznie istotne (Radziejowice: $F=334,1$, Jastrzębia Stara: $F=169,6$, Sierakówek: $F=281,3$, dla wszystkich $p<0,001$). Istotnie statystycznie

Tabela 3. Zasiedlenie przez szrotówkę kasztanowcowiaczka liści kasztanowców traktowanych preparatem Apacz 50 WG
 Table 3. Colonisation of horse chestnut leaves treated with preparation Apacz 50 WG

Numer doświadczenia Experiment no.	Wariant Experimental variant	Data obserwacji Observation date	Liczba analizowanych liści Number of analysed leaves	Średnia liczba min/liść Average number of mine/leaf	Data obserwacji Observation date	Liczba analizowanych liści Number of analysed leaves	Średnia liczba min/liść Average number of mine/leaf
1	0,3 g/cm	08.07.2004	30	1,6	24.09.2004	30	1,7
	0,6 g/cm		30	0,0		30	0,0
	Kontrola Control		30	61,3		30	220,4
	0,3 g/cm	23.06.2005	20	3,1	brak obserwacji no observations		
	0,6 g/cm		20	10,6			
	Kontrola Control		10	40,1			
0,3 g/cm	21.06.2006	20	12,4				
0,6 g/cm		20	4,6				
Kontrola Control		20	71,2				
2	0,3 g/cm	23.06.2005	10	5,3	23.08.2005	10	20,2
	0,4 g/cm		10	1,9		10	2,9
	Kontrola Control		10	40,1		10	106,4
3	0,4 g/cm	23.06.2005	70	12,7	23.08.2005	70	27,1
	Kontrola Control		10	88,2		10	144,5
4	0,3 g/cm	21.06.2005	40	13,5	21.08.2005	40	25,4
	0,4 g/cm		40	7,1		40	15,3
	Kontrola Control		40	62,2		40	113,5
5	0,1 g/cm	21.06.2006	120	95,9	21.08.2006	120	107,9
	0,2 g/cm		120	59,8		120	79,4
	0,4 g/cm		120	36,0		120	65,6
	Kontrola Control		120	153,2		120	269,4
6	0,1 g/cm	22.06.2006	48	10,5	07.09.2006	48	21,2
	0,2 g/cm		48	3,8		48	11,4
	0,4 g/cm		48	1,2		48	7,5
	Kontrola Control		48	20,9		48	42,8
7	0,1 g/cm	22.06.2006	120	58,5	24.08.2006	120	87,2
	0,2 g/cm		120	30,4		120	71,0
	0,4 g/cm		120	26,1		120	54,4
	Kontrola Control		120	121,3		120	155,7

były również w niektórych terminach kontroli różnice w zasiedleniu liści z drzew traktowanych poszczególnymi dawkami (ryc. 3D, E, F).

Diffubenzuron (Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC)

Poddane transformacji średnie liczby min na liściach pochodzących z drzew traktowanych diffubenzuronem i kontrolnych w poszczególnych doświadczeniach przedstawiono na rycinie 4. Wyniki doświadczeń nr 1–3 przeprowadzonych w roku 2004 w Żelazowej Woli i Radzie-

jowicach wskazują, że preparaty Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC, zastosowane w maju podczas I rójki szrotówka kasztanowcowiaczka, okazały się wysoce skuteczne w ochronie kasztanowców przed szkodnikiem (fot. 4), a zasiedlenie opryskanych liści było niewielkie (tab. 4). Średnie liczby min na liściach z drzew traktowanych i kontrolnych w doświadczeniu nr 1 różniły się istotnie statystycznie ($F=3190,1$ oraz $p<0,001$). Statystycznie istotne różnice stwierdzono również we wrześniu między średnimi liczbami min z liści drzew traktowanych dwoma formułacjami (ryc. 4A, $p=0,043$). W doświadczeniu nr 2 stwierdzono statystyczną istotność różnic między średnimi liczbami min na liściach z drzew kontrolnych i traktowanych ($F=857,49$ oraz $p<0,001$), natomiast różnice pomiędzy średnimi liczbami min na liściach z drzew traktowanych dwoma formułacjami okazały się statystycznie nieistotne ($df=84$, $p=0,7025$). Podobnie w doświadczeniu nr 3 istotne statystycznie różnice wystąpiły jedynie pomiędzy średnimi



Fot. 4. Liście kasztanowców, od lewej: po oprysku Dimilinem 25 WP, nieopryskana kontrola; Żelazowa Wola, 2004 r. (fot. B. Głowacka)

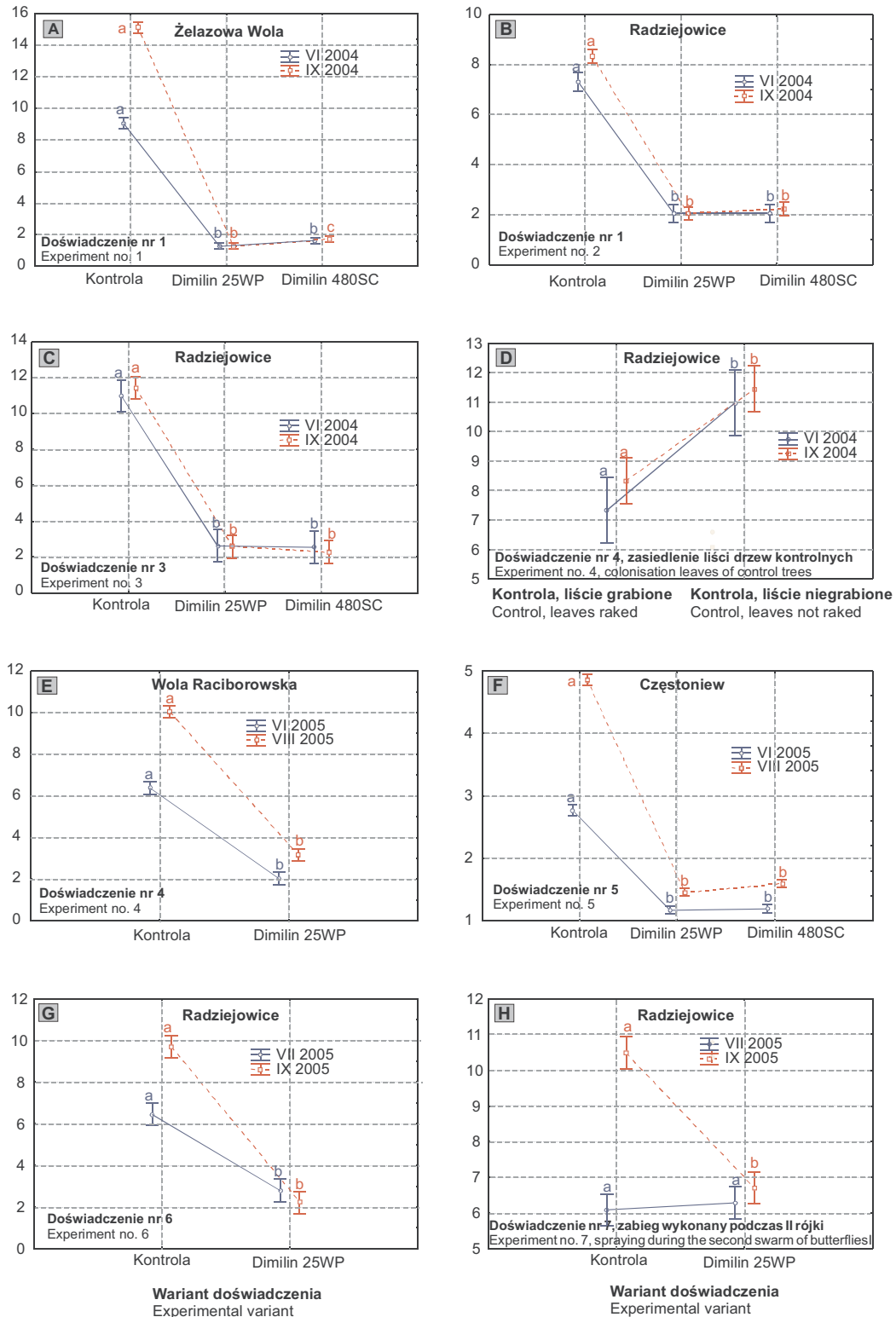
Photo 4. Horse chestnut leaves. From the left: after spraying with Dimilin 25 WP, not sprayed control. Żelazowa Wola 2004 (photo by B. Głowacka)

Tabela 4. Zasiedlenie przez szrotówka kasztanowcowiaczka liści kasztanowców traktowanych preparatami Dimilin 25 WP i Dimilin 480 SC

Table 4. Colonisation of horse chestnut leaves treated with preparations Apacz Dimilin 25 WP and Dimilin 480 SC

Numer doświadczenia Experiment no.	Wariant doświadczenia Experimental variant	Data obserwacji Observation date	Liczba analizowanych liści Number of analysed leaves	Średnia liczba min/liść Average number of mine/leaf	Data obserwacji Observation date	Liczba analizowanych liści Number of analysed leaves	Średnia liczba min/liść Average number of mine/leaf
1	Dimilin 25 WP	24.06.2004	70	0,7	23.09.2004	70	0,8
	Dimilin 480 SC		70	2,3		70	2,7
	Kontrola Control		10	82,0		10	232,1
2	Dimilin 25 WP	24.06.2004	20	3,4	23.09.2004	20	6,7
	Dimilin 480 SC		20	3,3		20	8,2
	Kontrola Control		20	53,2		20	138,4
3	Dimilin 25 WP	24.06.2004	20	6,2	14.09.2004	20	12,2
	Dimilin 480 SC		20	5,9		20	8,8
	Kontrola Control		20	122,9		20	271,8
4	Dimilin 25 WP	27.06.2005	50	2,1	24.08.2005	50	6,9
	Kontrola Control		50	30,6		50	100,6
5	Dimilin 25 WP	23.06.2005	400	0,4	23.08.2005	400	1,5
	Dimilin 480 SC		400	0,6		400	2,1
	Kontrola Control		100	7,1		100	23,7
6	Dimilin 25 WP	27.06.2005	50	8,5	15.09.2005	50	6,3
	Kontrola Control		50	43,9		50	100,8
7	Dimilin 25 WP	07.07.2005	50	33,6	15.09.2005	50	37,7
	Kontrola Control		50	30,1		50	101,7

Transformowana średnia liczba min/liść
Transformed average number of mine/leaf



Rycina 4. Diflubenzuron. Doświadczenia nr 1–7. Średnie liczby min po transformacji, grupy jednorodnie średnich oznaczono literami
Figure 4. Diflubenzuron. Experiments 1–7. Mean number of mines after transformation, homogenous groups of means are marked with letters

liczbami min na liściach z drzew traktowanych i kontrolnych ($F=329,1$ oraz $p<0,001$). Nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic pomiędzy średnimi liczbami min na liściach z drzew traktowanych dwoma formułacjami ($df=84$, $p=0,822$). Porównanie średnich liczb min (ryc. 4D) na liściach kontrolnych kasztanowców ze stanowiska grabionego (doświadczenie nr 2) i niegrabionego (nr 3) wykazało różnice istotne statystycznie ($F=49,3$ oraz $p<0,001$).

Podobnie skuteczne okazały się opryski diflubenzuronem wykonane w maju 2005 r. w Woli Raciborowskiej, Częstoniewie i Radziejowicach w ramach doświadczeń rejestracyjnych nr 4–6 podczas rójki I pokolenia (tab. 4). Różnice w zasiedleniu liści z drzew traktowanych i kontrolnych były istotne statystycznie (Wola Raciborowska: $F=1403,4$, Częstoniew: $F=2507,9$, Radziejowice: $F=169,6$, wszędzie $p<0,001$). Nie stwierdzono przy tym istotnych różnic między średnimi z drzew opryskanych dwoma formułacjami w doświadczeniu nr 5 (ryc. 4F). Natomiast przeprowadzone w 2005 r. obserwacje drzew opryskiwanych diflubenzuronem w roku poprzednim wykazały, że zabiegi skutecznie chronią drzewa tylko w danym sezonie wegetacyjnym, po czym w następnym roku po zastosowaniu insektycydu, rozpoczynał się na nich stopniowy wzrost liczebności szrotówki.

W doświadczeniu nr 7 zabieg opryskiwania Dimilinem 25WP wykonano w Radziejowicach w lipcu 2005 r. podczas II rójki szrotówka, kiedy liście kasztanowców były częściowo zasiedlone, a średnia liczba min wynosiła 33,6/liść (tab. 4). W tym przypadku także stwierdzono istotne statystycznie różnice średnich liczb min na liściach z drzew traktowanych preparatem i drzew kontrolnych ($F=63,1$ oraz $p<0,001$).

4. Omówienie wyników

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy szrotówek kasztanowcowiaczek stał się poważnym zagrożeniem dla kasztanowców w wielu krajach Europy, wynikała konieczność opracowania takich metod jego zwalczania, które byłyby możliwe do stosowania na terenach zurbanizowanych. Ze środków owadobójczych najbardziej bezpieczne dla środowiska okazały się inhibitory syntezy chityny z grupy związków benzoilomocznikowych. W odróżnieniu od preparatów porażających układ nerwowy i wykazujących owadobójcze działanie na wszystkie stadia rozwojowe owadów, związki benzoilomocznikowe działają tylko na roślinożerne stadia larwalne. Zjedzone wraz z pokarmem uniemożliwiają wylinkę, hamując wytwarzanie nowego oskórka. Z tych względów oceniane są jako względnie selektywne insektycydy, utrudniające rozwój larwalny foliofagów, niepo-

wodujące natomiast (jak to ma miejsce w przypadku owadobójczych środków o działaniu kontaktowym) bezpośredniej redukcji liczebności parazytoidów i drapieżców – najważniejszych elementów oporu naturalnego. Inną zaletą preparatów z tej grupy jest brak toksyczności dla kręgowców, a także wysoka aktywność owadobójcza utrzymująca się na roślinach przez kilka miesięcy po oprysku, co szczególnie predysponuje je do stosowania w ochronie kasztanowców przed kolejnymi pokoleniami szrotówka zasiedlającymi liście kilkakrotnie w czasie sezonu wegetacyjnego.

W ciągu ostatnich 10 lat w wielu krajach Europy przeprowadzono próby zwalczania szrotówka różnymi insektycydami z grupy związków benzoilomocznikowych, uzyskując pozytywne rezultaty. Oprócz wspomnianych już wykonanych w Austrii oprysków preparatami Dimilin 480 SC (diflubenzuron) w stężeniu 0,04% i Alsystin (triflumuron) – 0,06% (Blumel i Hausdorf, 1996 oraz Marx 1997), pozytywne wyniki uzyskano na Węgrzech w Budapeszcie (Klara 1997) i w okolicach Sopron (Abraham et al. 1998), stosując teflubenzuron w formie preparatu Nomolt 150 SC. W Chorwacji w latach 2000–2003 osiągnięto utrzymującą się przez kilka miesięcy ochronę kasztanowców w wyniku oprysków preparatami Dimilin 480 SC w stężeniu 0,05% oraz Sonet 100 EC (hexaflumuron) w stężeniu 0,2% (Mestic i in. 2004). W Czechach Sefrova (2001), stosując Dimilin 480 SC oraz Nomolt 150 SC w stężeniach odpowiednio 0,02% i 0,05%, potwierdziła obserwacje, że inhibitory syntezy chityny skutecznie chronią liście kasztanowców przed zasiedleniem przez szrotówka przez cały sezon wegetacyjny. Długotrwałość działania diflubenzuronu badany był przez Nejmanová i in. (2004), którzy na podstawie analiz chromatograficznych wykazali, że po 127 dniach od zabiegu, na liściach pozostawało 38% preparatu, co zapewniało im nadal skuteczną ochronę przed szrotówkiem.

Przeprowadzone przez Instytut Badawczy Leśnictwa dwuletnie próby ochrony kasztanowców przy użyciu dwu formułacji Dimilinu potwierdziły wysoką skuteczność i długotrwałość działania diflubenzuronu w zwalczaniu szrotówka kasztanowcowiaczka. Zabieg opryskiwania wykonany podczas pierwszej rójki szkodnika chronił liście przed zasiedleniem przed trzema pokoleniami szrotówka w danym roku. W porównaniu z kontrolą zasiedlenie przez szrotówka liści z drzew opryskanych było nieznaczne (fot. 4) i nie stwierdzono istotnych różnic między zasiedleniem liści z drzew traktowanych Dimilinem 25 WP w stężeniu 0,05% i Dimilinem 480 SC w stężeniu 0,025%. Uzyskane wyniki wskazują na możliwość zarejestrowania Dimilinu 25 WP (dla którego w 2005 r. zostały wykonane konieczne badania rejestracyjne) w celu ochrony kasztanowców przed szrotówkiem.

Skuteczne okazały się również próby zapobiegania uszkodzeniom liści przy użyciu systemicznie działającego preparatu Apacz 50 WG, stosowanego w formie iniekcji doglebowych. Apacz 50 WG, zawierający substancję aktywną o nazwie chlotianidyna, jest nowym insektycydem należącym do grupy tzw. chloronikotynyli, czyli drugiej generacji insektycydów neonikotynoidowych. Wynaleziony został w japońskiej firmie Takeda Chemical Industries Ltd i po raz pierwszy zarejestrowany w 2002 r. w Japonii, jako preparat o nazwie handlowej Danatop. W Polsce chlotianidyna w postaci preparatu Apacz 50 WG została w 2004 roku zarejestrowana do ochrony ziemniaka przed stonką i roślin ozdobnych przed mączlikiem szklarniowym i wciornastkiem zachodnim. Dotychczasowy niewielki zakres stosowania preparatu wynika głównie z tego, że nie zostały zakończone badania wymagane do rejestracji dla innych upraw. Podczas trzyletnich badań testowano 5 różnych dawek preparatu i ostatecznie stwierdzono, że Apacz 50 WG użyty w dawce 3 i 4 g/cm obwodu pnia w wystarczającym stopniu zabezpiecza kasztanowce przed szrotówkiem kasztanowcowiaczkiem, a jego działanie owadobójcze utrzymuje się przez 3 sezony wegetacyjne (doświadczenie nr 1).

Literatura dotycząca doglebowego stosowania insektycydów systemicznych jest nieliczna i głównie dotyczy imidachlopyrydu. M.in. Niesar (2003) w Niemczech w Bonn wykonał doświadczalny zabieg doglebowy przy użyciu systemicznego preparatu z grupy neonikotynoidów. Skuteczność iniekcji była wysoka i utrzymywała się przez ponad 2 lata. Również w Niemczech Lohrer i in (2003) po wykonaniu w roku 2001 doglebowej iniekcji wodnej zawiesiny preparatu Confidor WG 70 (imidachlopyryd) stwierdzali obecność insektycydu w liściach przez długi okres. W Rumunii Pop, Oltean i Parau (2008) opisali próbę doglebowych iniekcji preparatów neonikotynoidowych Confidor 200 SL i Calypso 380 SC (tiachlopyryd). Oba preparaty stosowano w stężeniu 0,05 i 0,08%, pod młodymi drzewkami w ilości 10 l cieczy/drzewko, przeciwko każdej generacji szkodnika. Dobre wyniki uzyskano w przypadku preparatu Confidor 200 SL o stężeniu 0,08%, którego skuteczność autorzy ocenili na 78,84%.

Przeprowadzone przez IBL badania wykazały wysoką, długotrwałą (3 lata) skuteczność chlotianidyny w zwalczaniu szrotówka i rozszerzyły wachlarz środków możliwych do wykorzystania w ochronie kasztanowców w formie iniekcji doglebowych.

Zarówno doświadczenia z diflubenzuronem, jak i chlotianidyną, w niektórych przypadkach prowadzono na stanowiskach kasztanowców, gdzie w roku poprzedzającym zabiegi opadłe liście zasiedlone przez szrotówka były grabione i usuwane. Porównanie min szrotówka na liściach z drzew z powierzchni kontrolnych na

stanowiskach grabionych i niegrabionych potwierdziło skuteczność jesiennego usuwania zasiedlonych liści, jako prostej metody zmniejszającej liczebność populacji szrotówka, a tym samym uszkodzenia kasztanowców.

5. Wnioski

1. Ocena skuteczności oprysków przeprowadzonych w czasie rójki szrotówka kasztanowcowiaczka potwierdziła możliwość zastosowania diflubenzuronu w ochronie kasztanowców przed przedwczesnym usychaniem i opadaniem liści. Zabieg opryskiwania Dimilinem 25 WP i Dimilinem 480 SC wykonany w maju podczas rójki I pokolenia motyli w pełni zabezpieczał liście kasztanowców przed uszkodzeniami przez cały sezon wegetacyjny. Podobny zabieg opryskiwania wykonany w początkach lipca podczas rójki II pokolenia motyli chronił liście przed zasiedleniem przez II i III pokolenie szrotówka.

2. Chlotianidyna w postaci preparatu Apacz 50 WG, zastosowana doglebowo w dawkach 3–4 g/cm obwodu pnia w ilości wody 1 l/10 cm obwodu, skutecznie chroniła kasztanowce przed zasiedleniem przez szrotówka kasztanowcowiaczka. Owadobójcze działanie insektycydu utrzymywało się w traktowanych drzewach przez 3 sezony wegetacyjne.

3. Uzyskane wyniki stanowią podstawę do starań o uzyskanie rejestracji badanych insektycydów do ochrony kasztanowca zwyczajnego przed szrotówkiem kasztanowcowiaczkiem.

4. Potwierdzono znaczący wpływ grabienia i usuwania jesienią opadłych zasiedlonych liści kasztanowców na redukcję liczebności szrotówka kasztanowcowiaczka.

Literatura

- Abraham G., Havasreti B., Lakatos F. 1998: A vadgesztenyelevel aknazomoly (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimic 1986, Lepidoptera, Lithocolletidae) elterjedese es karsitasa gyormoson sopron megyeben. *Novenyvedelem*, 34 (3): 127-130.
- Arnold C., Sengonca C., 2002: Bedeutung von gängigen gartenbaulichen Massnahmen für die Reduktion des Befallsdruck der Rosskastanien-Miniermotte *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic (Lep. Gracillariidae). *Gesunde Pflanzen*, 54, 1: 1-5.
- Blümel S., Hausdorf H., 1997: Versuche zur Kontrolle von *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic mit insektiziden Wachstumsregulatoren. *Forstschutz Aktuell*, 21: 16-18.
- Clabassi I., Tome A., Amaducci G., Lodi M., 2000: Prove di lotta contro *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic (Lep., Gracillariidae), dell' ippocastano con trattamenti endote-

- rapici nella città di Trieste. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 1:419-426.
- Deschka G., Dimic N., 1986: *Cameraria ohridella* sp.n. (Lep., Lithocolletidae) from Macedonia, Yugoslavia. *Acta Entomologica Jugoslavica*, 22, 1-2: 11-23.
- Feemers M., 1997: Versuche zur Bekämpfung von *Cameraria ohridella* Deschkast Dimic mittels Stamminjektion (Präparat: Confidor). *Forstschutts Aktuell*, 21: 24-25.
- Ferracini C., Alma A., 2008: How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop Protection*, 27, 9: 1251-1255.
- Głowacka B. 2005: Usuwanie liści zasiedlonych przez szrotówka kasztanowcowiaczka *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic jako metoda ochrony kasztanowca zwyczajnego *Aesculus hippocastanum* L. *Leśne Prace Badawcze*, 2: 139-141.
- Klara K. N., 1997: A Vadgesztyenelevel Aknazomoly (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic 1986) Kartetele A Fovaros kozteruletein. *Novenyvedelem*, 33, 1: 19-22.
- Korsic P., Jancar M., 2000: Prakticne izkusnje pri zatiranju kostanjevega listnega zavrtaca *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic na divjem kostanju (*Aesculus hippocastanum*) s sredstvom Confidor SL 200 (imidaklopid). Proc. 5 Slovenian Conf. Plant Protection, Catez ob. Savi, Slovenia, 6-8 March 2001: 284-287.
- Lohrer T., Gerlach W., Fisher P., Fuchsbichler G., Eichinger H. M., 2003: Untersuchungen zur Laub- und Kompostbelastung nach einer Bodenapplikation mit Imidaclopid zur Bekämpfung der Kastanienminiermotte *Cameraria ohridella* (Lepidoptera, Gracillariidae). Informationen und Diskussionsbeiträge anlässlich der Fachtagung am 24. und 25. Juni 2003 in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 55, 10: 240-241.
- Łabanowski G., Sojka G., 1998: Szrotówek kasztanowcowiaczek zagraża kasztanowcom w Polsce. *Ochrona Roślin*, 12: 12.
- Łabanowski G., Sojka G., Chałańska A., Maciejewska-Stefańska U., 2004: Ochrona kasztanowca białego przed szrotówkiem kasztanowcowiaczkiem (*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic). *Progres in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin*, Vol. 44, 1: 203-210.
- Marx F., 1997: Massnahmen gegen die Kastanienminiermotte (*Cameraria ohridella*) aus der Praxis des Stadtgartenamtes der Gemeinde Wien. *Forstschutz Aktuell*, 21: 21-22.
- Mesić A., Barčić J., Maceljčki M., 2004: Chestnut protection against *Cameraria ohridella* using IGR. Proc. 1st Intern. *Cameraria* Symposium “*Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe”. IOCB Prague, March 24-27, 2004, 33.
- Nejmanová J., Cvačka J., Hrdý I., Kuldová J., Muck A. jr, Svatoš A., 2004: Residues of diflubenzuron on horse chestnut leaves and efficacy of insecticides against the horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) with notes on its parasitization. 1st Intern. *Cameraria* Symposium “*Cameraria ohridella* and other invasive leaf-miners in Europe”. IOCB Prague, March 2004, 36.
- Niesar M., 2003: Measures to reduce infestations by the horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) in public green in the city of Bonn. Informationen und Diskussionsbeiträge anlässlich der Fachtagung am 24. und 25. Juni 2003 in der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 55, 10: 235-236.
- Pavan F., Barro P., Bernardinelli I., Gambon N., Zandigiacomo P. 2003: Cultural control of *Cameraria ohridella* on horse chestnut in urban areas by removing fallen leaves in autumn. *Journal of Arboriculture*, 29, 5: 253-258.
- Pop D., Oltean I., Parau T., 2008: Research regarding the chemical fighting of *Cameraria ohridella* Deschka et Dimic by applying at ground the systematic insecticides. Bulletin UASVM, *Agriculture*, 65, 1: 204.
- Sefrova H., 2001: Control possibility and additional information on the horse-chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lepidoptera, Gracillariidae). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 49, 5: 121-127.