

SUZBIJANJE KESTENOVOG MOLJCA MINERA (*CAMERARIA OHRIDELLA*) TRETIRANJEM LIŠĆA

FOLIAR TREATMENTS AGAINST HORSE CHESTNUT LEAF MINER (*CAMERARIA OHRIDELLA*)

Aleksandar Mešić¹, Tihomir Miličević², Dinka Grubišić³, Boris Duralija⁴, Ante Marić⁵ i Anamarija Popović⁶

Sažetak

Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella*) najznačajniji je štetnik divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum*), koji je sastavni dio europskih parkova. Štetnik se redovito javlja u velikim populacijama i čini značajne štete na listovima. Suzbija se tretiranjem lišća (folijarno) ili ubrizgavanjem insekticida u deblo (endoterapeutska metoda).

Rad prikazuje rezultate pokusa suzbijanja kestenovog moljca minera tretiranjem krošanja divljeg kestena gradskih parkova. Pomoću leđnog motornog orošivača tretirana su stabla viša od 15 m. Korišteni su regulatori rasta kukaca, imidakloprid, spinosad i *Bacillus thuringiensis*, uz utrošak škropiva od 3 l po stablu.

Najbolji rezultati u suzbijanju kestenovog moljca minera postignuti su tretiranjem listova u dva navrata (razmak između dvije aplikacije približno 43 dana) s insekticidom imidakloprid (91,4–97,2 % učinkovitosti) i regulatorima razvoja kukaca – diflubenzuron (89,5–94,9%), heksaflumuron (84,6–96,3 %), metoksifenozyd (85,6–94,9 %) i lufenuron (85,8–94,4%). Nije zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera nakon jednokratne primjene imidakloprida (88,9–97,7 %) i diflubenzurona (85,9–95,3 %) u odnosu na dva tretiranja istim insekticidima u jednoj vegetaciji. Učinkovitost spinosada bila je značajno niža (67,4–89,3 %), dok je učinkovitost pripravka na osnovi *B. thuringiensis* bila još niža, neovisno da li je provedeno tretiranje samo s *B. Thuringiensis* (30,3–87,1 %) ili je primijenjen *B. thuringiensis* u kombinaciji s imidaklopridom (52,4–91,6 %).

Rezultati provedenog petogodišnjeg istraživanja pokazuju kako je moguće postići zadovoljavajuću zaštitu divljeg kestena od kestenovog moljca minera tretiranjem listova ukoliko se provede u vrijeme izlaska gusjenica prve generacije iz jaja. Za to su najprikladniji regulatori razvoja kukaca, dok je imidakloprid manje prikladan zbog više toksičnosti. Insekticid na osnovi *B. thuringiensis* pokazao je dobro inicijalno djelovanje, ali vrlo slabo rezidualno, te ga je potrebno koristiti češće nego dva puta u jednoj sezoni.

KLJUČNE RIJEČI: zaštita divljeg kestena, folijarna aplikacija, regulatori razvoja kukaca, imidakloprid, *Bacillus thuringiensis*, spinosad, učinkovitost

¹ Doc.dr.sc. Aleksandar Mešić (amesic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

² Prof.dr.sc. Tihomir Miličević (tmilicevic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

³ Doc.dr.sc. Dinka Grubišić (djelinic@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

⁴ Doc.dr.sc. Boris Duralija (bduralija@agr.hr), Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet

⁵ Dipl.ing. Ante Marić (poljoprivreda@petrinja.hr), Grad Petrinja

⁶ Dipl.ing. Anamarija Popović (anamarija.popovic@sisak.hr), Grad Sisak

Uvod

Introduction

Osnovu parkova i drvoreda u većini europskih radova čine divlji kesten (*Aesculus hippocastanum* L.), platana (*Platanus × acerifolia* Willd.), javor (*Acer spp.* L.), breza (*Betula pendula* Roth), bagrem (*Robina pseudoacacia* L.), lipa (*Tilia spp.* L.) i dr., pri čemu je divlji kesten jedna od najzastupljenijih vrsta (Chiesura 2004; Konijnendijk i sur., 2005; Chaudhry, 2008, James i sur., 2009). Na zdravstveno stanje i vrijedost gradskog zelenila utječu različiti štetni biotički i abiotički čimbenici (Hrašovec i sur., 2003; Daws i sur., 2004; Matošević i sur., 2006).

Kako je divlji kesten značajan dio parkova i drvoreda, njegov najznačajniji štetnik kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) veliki je problem u urbanoj hortikulturi. Populacije kestenovog moljca minera redovito su vrlo visoke, tako da mogu uzrokovati prijevremenu defolijaciju divljeg kestena već u kolovozu. Takvo drveće ima smanjenu fotosintezu i tvorbu plodova, te često ponovo cvate i stvara nove listove u listopadu i ulazi nespemno u zimu (Tomczek i Krehan, 1998; Harapin, 1999; Freise i sur., 2001; Guichard i Augustin, 2002; Thalmann i sur., 2003; Matošević, 2004; Matošević, 2004a; Diminić i Hrašovec, 2005; Tomczek i sur., 2008, Matošević i sur., 2009; Mešić i sur., 2010).

Kestenov moljac miner u središnjoj Hrvatskoj razvija četiri, rjeđe tri generacije godišnje (Mešić i sur., 2010).

Zaštita divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera provodi se aplikacijom insekticida na dva različita načina – ubrizgavanjem izravno u deblo (endoterapeutska metoda) ili aplikacijom izravno na listove divljeg kestena (folijarna metoda). Endoterapeutska metoda temelji se na izravnom ubrizgavanju sistemskih insekticida u deblo, uslijed čega je izbjegnuta rizik kontaminacije ljudi i okoliša insekticidima, ali postoji rizik oštećenja tretirane biljke (Mešić i sur. 2008). Folijarnom metodom listovi se izravno tretiraju pomoću u orošivača, kapljicama škropiva promjera obimno manjeg od 150 µm. Dva glavna nedostatka folijarne metode zaštite divljeg kestena u urbanom prostoru su ograničeni maksimalni vertikalni doseg opreme za aplikaciju pesticida i rizik kontaminacije ljudi i okoliša uslijed zanošenja pesticida pri aplikaciji (Nejmanova i sur., 2006; Ferracini i Alma, 2008; Mešić i sur., 2008; Mešić i sur., 2010). Ženke prve generacije kestenovog moljca minera odlaze jaja pretežito na listove donje trećine krošnje, koja je u dosegu većine leđnih motornih orošivača. Na toj činjenici temelji se mogućnost suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera folijarnom metodom. Rizik kontaminacije ljudi i okoliša moguće je smanjiti izborom manje opasnih insekticida (Mešić i sur., 2010).

Optimalan rok za suzbijanje gusjenica kestenovog moljca minera je vrijeme izlaska gusjenica prve generacije iz jaja (Šefrová, 2001; Brendler i Bechmann, 2005; Mešić i sur., 2010), odnosno vrijeme cvatnje divljeg kestena (Johnes i sur., 2003).

U našem radu predstavljeni su rezultati petogodišnjeg istraživanja mogućnosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera tretiranjem listova divljeg kestena različitim insekticidima.

Materijal i metode

Material and methods

Lokacija i način postavljanja pokusa: Pokusi su provedeni u razdoblju od 2006–2010. godine u Sisku (45°48' N, 16°36' E), gdje su klimatski uvjeti slični većini srednjoeuropskih gradova. Pokusi su postavljeni po shemi slučajnog bloknoeg rasporeda u četiri ponavljanja, pri čemu je jedno stablo predstavljalo jedno ponavljanje. Sva stabla divljeg kestena bila su viša od 15 m i promjera debla većeg od 100 cm. Postavljeni su u javnom gradskom parku, gdje su ranijih godina zabilježene značajne štete od kestenovog moljca minera.

Doza insekticida i utrošak škropiva: U pokusima je primijenjeno sedam različitih insekticida (Tablica 1), od kojih četiri regulatora razvoja kukaca – diflubenzuron, heksaflumuron, metoksifenozyd i lufenuron, te po jedan biološki insekticid – *Bacillus thuringiensis* ssp. *kurstaki*, jedan naturalit – spinosad i jedan kemijski sintetizirani insekticid – imidakloprid.

Svake godine pokusi su sadržavali 12 varijanti. U tri varijante pokusa provedeno je samo jedno tretiranje godišnje, dok je u ostalih osam varijanti provedeno dva tretiranja godišnje s razmakom od približno 43 dana između dva ponovljena tretiranja. Posljednja varijanta je netretirana kontrola.

Oprema: Za aplikaciju insekticida korišten je leđni motorni orošivač "Stihl SR 400". Struja zraka koju stvara ventilator ovog uređaja proizvodi kapljice škropiva promjera manjeg od 150 µm.

Tablica 1. Insekticidi primijenjeni u pokusima

Table 1. Insecticides used in the trials

Insekticid (Insecticide)	Sadržaj (Content)	Pripravak (Product name)
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	480 g/l	Dimilin SC 480
Heksaflumuron (Hexaflumuron)	100 g/l	Sonet 100 EC
Metoksifenozyd (Methoxyfenozide)	240 g/l	Runner 240 SC
Lufenuron (Lufenurone)	50 g/l	Match 050 EC
<i>B. t. ssp. kurstaki</i> (<i>B. t. ssp. kurstaki</i>)	16000 IU/mg	Biobit WP
Spinosad (Spinosad)	240 g/l	Laser
Imidakloprid (Imidaclopride)	200 g/l	Confidor SL 200

Tablica 2. Datum aplikacije insekticida**Table 2.** Dates of insecticides application

Godina (Year)	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
Prvo tretiranje (First treatment)	03.05.	02. 05.	30. 04.	03. 05.	02. 05.
Drugo tretiranje (Second treatment)	17. 07.	15. 07.	10. 07.	14. 07.	15. 07.

Određivanje roka aplikacije: Optimalni rok aplikacije određen je prema broju ulovljenih mužjaka kestenovog moljca minera na feromonskim klopka mađarskog proizvođača "Csalomon". Kritični broj za prvu aplikaciju bio je 100 ulovljenih leptira po jednoj klopci, a nastao je kao rezultat naših prethodnih istraživanja (Mešić i sur., 2010). Detaljan prikaz datuma aplikacije insekticida naveden je u tablici 2.

Očitavanje rezultata i statistička analiza: Rezultati su izračunati nakon detaljnog pregleda listova divljeg kestena, pri

Tablica 3. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2006. godini**Table 3.** Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2006

Date of examination	20.05.	05.06.	20.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,1a	1,1a	4,1a	7,5ab	11,7ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,1a	1,3a	4,0a	5,4a	8,7ab
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	0,8a	1,2a	3,6a	6,9a	12,8b
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,1a	1,2a	3,8a	6,5a	12,0ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,3a	1,2a	3,9a	7,0a	11,8ab
Imidaklopid (Imidaclopride)	0,5a	0,7a	3,9a	6,2a	9,2ab
Imidaklopid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,6a	0,8a	3,7a	5,0a	7,1a
Imidaklopid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,9b	2,8b	8,5b	14,9c	39,5d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,4c	3,3b	21,0d	31,0e	57,9e
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,7c	3,2b	12,0c	17,7d	39,7d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,4b	3,0b	8,0b	14,9c	27,1c
Netretirana kontrola (Untreated)	22,4d	25,1c	44,9e	67,0f	83,0f
LSD	0,7	0,8	1,5	2,3	4,9

Legenda: (2×) označava dvije aplikacije tijekom jedne vegetacije
Vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite ($p < 0,05$)

Legend: (2×) means two treatments in one season
Values followed by the same letter are not significantly different ($p < 0,05$)

čemu je praćen broj mina koje su načinile gusjenice kestenovog moljca minera. Svake godine mine na listovima divljeg kestena brojane su pet puta nakon aplikacije insekticida. Pri svakom brojanju pregledano je 400 listova po jednoj varijanti pokusa (100 listova po stablu u četiri ponavljanja) pri čemu je zabilježen broj mina koje su gusjenice kestenovog moljca minera načinile na jednom listu. Nakon završetka praćenja broja mina provedena je statistička analiza pomoću kompjutorskog programa Agriculture Research Manager 7.0.5 software (GDM Inc.), uz vjerojatnost pogreške od 5%. Varijanca je stabilizirana pomoću log (1+x) transformacije. Nakon dokazivanja homogenosti varijance pomoću F-testa, provedena je ANOVA. Nakon što je dokazana statistički opravdana razlika uz vjerojatnost pogreške do 5%, proveden je Duncanov test. Učinkovitost različitih insekticida izračunata je prema Abbottovoj formuli (Abbott, 1925). Vrijednosti rezultata označene istim slovom nisu statistički značajno različite uz vjerojatnost pogreške do 5%.

Rezultati Results

Intenzitet napada na različitim varijantama pokusa prikazan je u tablicama 3–7.

Tablica 4. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2007. godini**Table 4.** Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2007

Date of examination	21.05.	05.06.	21.06.	19.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,0a	1,1a	4,4a	7,7a	12,1a
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,1a	1,3a	4,2a	6,0a	9,2a
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,1a	1,3a	4,4a	6,8a	13,2a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,4a	1,5a	4,5a	6,6a	12,8a
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,4a	1,4a	4,7a	7,0a	12,0a
Imidaklopid (Imidaclopride)	1,1a	1,3a	4,6a	7,3a	13,8a
Imidaklopid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,0a	1,2a	4,7a	6,8a	12,4a
Imidaklopid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,4a	3,0b	8,8b	15,3b	41,2c
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,6c	3,6b	20,1c	32,3d	62,1d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,5c	3,5b	21,2c	19,8c	41,4c
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,6b	3,1b	9,2b	16,2b	29,0b
Netretirana kontrola (Untreated)	22,9d	26,2c	46,1d	69,2e	84,2
LSD	0,8	1,0	1,9	2,5	5,1

Tablica 5. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2008. godini

Table 5. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2008

Datum pregleda Date of examination	19.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,1a	1,1a	4,2a	6,9a	11,6a
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,0a	1,2a	3,9a	5,8a	8,7a
Heksafumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,2a	1,3a	4,0a	6,0a	12,6a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,9a	1,2a	4,1a	6,0a	12,2a
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,2a	1,1a	4,4a	6,4a	11,9a
Imidaklopid (Imidaclopride)	1,2a	1,4a	4,2a	6,6a	13,2a
Imidaklopid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,2a	1,4a	4,5a	6,8a	12,2a
Imidaklopid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,0a	1,2a	8,2b	15,3b	38,8c
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,3c	3,6b	19,4c	30,0d	60,4d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,5c	3,7b	19,3c	18,4c	40,0c
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,4b	3,0b	9,0b	15,2b	28,0b
Netretirana kontrola (Untreated)	22,5d	25,5c	44,5d	64,5d	82,2e
LSD	0,7	0,9	1,4	2,2	4,8

Tablica 6. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2009. godini

Table 6. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2009

Datum pregleda Date of examination	20.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	0,8a	1,0a	4,0a	6,8a	11,2ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	0,8a	1,0a	4,2a	5,7a	8,6ab
Heksafumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,0a	1,2a	4,0a	5,8a	8,0a
Metoksifenozyd (2×) (Methoxyfenozide 2×)	1,0a	1,0a	4,2a	6,0a	8,2ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	0,9a	1,1a	4,2a	5,7a	7,9a
Imidaklopid (Imidaclopride)	0,8a	1,0a	4,1a	6,4a	12,8b
Imidaklopid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,9a	1,0a	4,0a	6,0a	8,8ab
Imidaklopid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,1a	1,1a	8,1b	15,1b	37,6d
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i>)	3,2c	3,3b	18,8c	28,9d	60,0e
<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> (2×) (<i>B. t. ssp. Kusrstaki</i> , 2×)	3,6c	3,6b	18,6c	17,8c	41,4d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,2b	3,2b	8,8b	15,0b	27,8c
Netretirana kontrola (Untreated)	22,4d	24,6c	42,6d	62,4e	80,8f
LSD	0,7	0,8	1,3	2,1	4,6

Prosječna učinkovitost suzbijanja izračunata prema Abbottu (1925) iz rezultata prikupljenih u razdoblju od 2006–2010. godine prikazana je u tablici 8.

Diskusija Discussion

Usporede li se zbirni rezultati učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera s dinamikom populacije istražene u Sisku i Zagrebu tijekom razdoblja od 2001–2008. godine (Mešić i sur., 2010), prva dva datuma očitavanja (kraj svibnja i početak lipnja) provedena su u vrijeme razvoja gusjenica prve generacije, dok je očitavanje krajem lipnja obuhvatilo drugu generaciju, a očitavanje u rujnu treću generaciju (Tablice 3–8).

Insekticidi primijenjeni u ovom istraživanju mogu se svrstati u tri kategorije prema iskazanoj učinkovitosti u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera. Njihova učinkovitost smanjivala se od prvog prema posljednjem očitavanju u vegetaciji, prateći porast zaraze na listovima netretirane kontrole (Tablice 3–7).

Prvu grupu čine insekticidi s najvećom zabilježenom učinkovitošću, zbog čega se mogu preporučiti za zaštitu divljeg kestena od kestenovog moljca minera. Najbolji rezultati u suzbijanju kestenovog moljca minera postignuti su nakon tretiranja lišća u dva navrata (razmak između dvije aplikacije približno 43 dana) s insekticidom imidaklopid (88,9–97,7% učinkovitosti) i regulatora razvoja kukaca – diflubenzuron (89,5–94,9%), heksafumuron (84,6–96,3%), metoksifenozyd (85,6–94,9%) i lufenuron (85,8–94,4%). Odlični rezultati zabilježeni su i nakon samo jednog tretiranja insekticidima na osnovi aktivnih tvari imidaklopid (88,9–97,7%) i diflubenzuron (85,9–95,3%) (Tablica 8). Pritom je značajno istaknuti da je prodaja insekticida heksafumuron u Hrvatskoj zabranjena krajnjim korisnicima nakon 1.1.2009. godine (Ministarstvo poljoprivrede, 2007).

Osrednja učinkovitost u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera zabilježena je nakon tretiranja listova u dva navrata insekticidom spinosad (67,4–89,3%) i jednokratne aplikacije kombinacijom insekticida na osnovi aktivnih tvari imidaklopid i *B. thuringiensis* (52,4–91,6%) (Tablica 8).

Tablica 7. Zaraza (broj mina /list) divljeg kestena tretiranog različitim insekticidima u 2010. godini

Table 7. Infestation (number of mines / leaf) on horse chestnut treated with different insecticides in 2010

Datum pregleda Date of examination	20.05.	04.06.	21.06.	20.07.	20.08.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	1,2a	1,4a	4,4a	7,0a	12,2ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	1,0a	1,0a	4,0a	6,1a	9,0a
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	1,1a	1,3a	4,2a	6,2a	9,2ab
Metoksifenozid (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,9a	1,3a	4,4a	6,1a	9,4ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	1,3a	1,2a	4,2a	6,3a	9,3ab
Imidakloprid (Imidaclopride)	1,2a	1,5a	4,6a	6,8a	13,7b
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	1,2a	1,4a	4,3a	6,2a	9,3ab
Imidakloprid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	1,5a	1,8a	8,5b	15,6b	39,0d
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	3,4c	3,8b	19,8d	30,1d	61,8e
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	3,2c	3,7b	18,0d	19,8c	42,5d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	2,2ab	3,5b	9,2c	16,2b	28,4c
Netretirana kontrola (Untreated)	23,0d	25,2c	43,2e	64,4e	82,2f
LSD	0,7	0,9	1,4	2,2	4,6

Najslabija učinkovitost zabilježena je nakon tretiranja insekticidom na osnovi *B. thuringiensis*, pri čemu je viša učinkovitost zabilježena nakon tretiranja u dva navrata (52,2–83,7%) nego nakon samo jednog tretiranja u vegetaciji divljeg kestena (30,3–84,7%) (Tablica 8). Iz takve razlike moguće je zaključiti kako *B. thuringiensis* ima dobro inicijalno a kratko rezidualno djelovanje.

Zbog niske ekotoksičnosti *B. thuringiensis* (Grisolia i sur., 2009) prikladan je za folijarnu primjenu i u gradu, ali je nakon njegove primjene zabilježeno dobro inicijalno djelovanje, dok je učinkovitost naglo opadala već nekoliko dana nakon aplikacije (Tablice 3–8). Taj nedostatak rezidualnog djelovanja moguće je nadomjestiti višekratnim tretiranjem, jer je u pokusu zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti nakon jedne i dvije aplikacije *B. thuringiensis* u jednoj vegetaciji. Bolju učinkovitost i dovoljno dugo rezidualno djelovanje iskazali su regulatori razvoja kukaca i imidakloprid (Tablice 3–8). Osim visoke učinkovitosti, regulatori razvoja kukaca predstavljaju tek ograničeni rizik za kontaminaciju gradske sredine (Frank, 2012). Unatoč od-

Tablica 8. Prosječna učinkovitost (%) različitih insekticida u suzbijanju gusjenica *Cameraria ohridella* u razdoblju od 2006–2010. godine

Table 8. Average efficacy (%) of different insecticides in *Cameraria ohridella* control during period of 2006–2010

Varijanta pokusa (Trial variant)		Učinkovitost, % (Efficacy,%)				
		Prosječni dan očitavanja (± 3 dana) (Average date of examination, ± 3 days)				
Insektid(i) (Insecticide(s))	Koncentracija (Concentration)	25.05.	05.06.	25.06.	25.07.	05.09.
Diflubenzuron (Diflubenzuron)	0,1%	95,3a	95,6a	90,9a	88,8a	85,9ab
Diflubenzuron (2×) (Diflubenzuron, 2×)	0,1%	94,9a	94,8a	91,1a	91,9a	89,5ab
Heksafkumuron (2×) (Hexaflumuron 2×)	0,2%	96,3a	95,2a	91,9a	89,7a	84,6b
Metoksifenozid (2×) (Methoxyfenozide 2×)	0,6%	94,9a	95,2a	91,5a	90,3a	85,6ab
Lufenuron (2×) (Lufenurone 2×)	0,5%	94,4a	95,2a	91,3a	89,5a	85,8ab
Imidakloprid (Imidaclopride)	0,1%	97,7a	97,2a	91,3a	90,8a	88,9ab
Imidakloprid (2×) (Imidaclopride 2×)	0,1%	97,2a	96,8a	91,7a	92,6a	91,4a
Imidakloprid+B. t. k. (Imidaclopride+B. t. k.)	0,05% +0,1%	91,6b	89,0b	81,1b	77,7b	52,4d
B. t. ssp. Kusrstaki (B. t. ssp. Kusrstaki)	0,15%	84,7c	86,7b	53,3d	53,8c	30,3e
B. t. ssp. Kusrstaki (2×) (B. t. ssp. Kusrstaki, 2×)	0,15%	83,7c	87,1b	73,2c	73,6b	52,2d
Spinosad (2×) (Spinosad, 2×)	0,5%	89,3b	87,9b	82,2b	77,8b	67,4c
LSD (p<0,05)		3,0	4,8	5,1	5,5	6,1

Legenda: (2×) označava dvije aplikacije tijekom jedne vegetacije
Vrijednosti označene istim slovom nisu statistički značajno različite (p<0,05)

Legend: (2×) means two treatments in one season

Values followed by the same letter are not significantly different (p<0,05)

ličnoj učinkovitosti, glavni ograničavajući činbenici folijarne primjene imidakloprida je njegova visoka ekotoksičnost i rizik od kontaminacije ljudi i životinja koji obitavaju u gradu (Tomlin, 2011). Poseban problem predstavlja visoka toksičnost za pčele (Decourtye i Devillers, 2010), pri čemu treba voditi računa kako i polen divljeg kestena može izazvati trovanje pčela (Lolin, 1991).

U provedenim pokusima nije zabilježena statistički značajna razlika u učinkovitosti zaštite divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera nakon jedne i dvije primjene imidakloprida, odnosno regulatora razvoja kukaca (Tablice 3–8).

U provedenim istraživanjima zabilježili smo visoku učinkovitost insekticida diflubenzuron, čime su potvrđeni rezultati koje su ranije zabilježili Blümel i Hausdorf (1996),

Šefrová (2001), te Nejmanova i sur. (2006). Nejmanova i sur. (2006) zabilježili su i perzistentnost diflubenzurona na listovima i do četiri mjeseca nakon tretiranja, što tumači vrlo malu razliku u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera s jednim, odnosno dva tretiranja u razmaku od približno 43 dana (Tablice 3–8). Visoka učinkovitost zabilježena je i nakon tretiranja listova insekticidom imidakloprid ("Confidor SL 200") što se podudara s rezultatima koje su Kuldová i sur. (2007) zabilježili nakon tretiranja s pripravkom "Confidor 70 WG" na osnovi iste aktivne tvari.

Tijekom istraživanja nije zabilježena značajna razlika u učinkovitosti suzbijanja gusjenica kestenovog moljca minera između varijanti u kojima je istim insekticidom tretirano jedan ili dva puta u jednoj vegetaciji (Tablica 8). Razlog takvim rezultatima vjerojatno je u činjenici da je očitavanje napada provedeno isključivo u donjoj trećini krošnje na čije listove jaja odlažu ženke prve generacije. Kako je na to lišće izvršena kvalitetna distribucija kapljica škropiva insekticida, tako je uspješno suzbijena većina gusjenica prve generacije. Ukoliko je došlo do završetka razvoja dijela gusjenica prve generacije u kukuljice, izlegnute ženke druge, treće i četvrte generacije odlagale su jaja pretežito na listove viših dijelova krošnje (Mešić i sur., 2010), koji nisu obuhvaćeni očitavanjem intenziteta napada.

Prema vlastitim opažanjima tijekom višegodišnjeg istraživanja, uočeno je kako se tretiranjem svih stabala divljeg kestena na širem području (kako bi se spriječio dolet leptira s netretiranog područja) može uspješno suzbiti prvu generaciju kestenovog moljca minera, čije ženke odlažu jaja u donjoj trećini krošnje, što je u dosegu lednjih orošivača. Uspješnim suzbijanjem prve od tri do četiri generacije štetnika na širem području, značajno se smanjuje potencijal razvoja idućih generacija, a time i intenziteta šteta koje one čine.

Zaključci Conclusions

Folijarnom metodom moguće je postići uspješnu zaštitu divljeg kestena od gusjenica kestenovog moljca minera. Uspjeh suzbijanja ovom metodom temelji se na činjenici da ženke prve generacije odlažu jaja na listove donje trećine krošnje odraslih stabala, što je u dosegu lednjih motornih orošivača. Za uspješno suzbijanje gusjenica prve generacije potrebno je provesti tretiranje u vrijeme njihova izlaska iz jaja.

Najviša učinkovitost u suzbijanju ovog štetnika postignuta je primjenom regulatora razvoja kukaca i imidakloprida. Nakon primjene spinosada, *B. thuringiensis* i kombinacije imidakloprida s *B. thuringiensis* nije zabilježena zadovoljavajuća učinkovitost u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera. Tijekom istraživanja nije zabilježena statistički opravdana razlika u učinkovitosti insekticida primi-

jenjenih u jednom ili u dva roka aplikacije, osim kod primjene *B. thuringiensis*, koji je iskazao brzo inicijalno a kratko rezidualno djelovanje.

Unatoč visokoj učinkovitosti imidakloprida u suzbijanju gusjenica kestenovog moljca minera, prednost za primjenu u gradskoj sredini treba dati regulatorima razvoja kukaca koji su niže ekotoksičnosti.

Zahvala Acknowledgment

Istraživanje je provedeno u suradnji s Gradom Siskom, na čijim površinama su provedeni pokusi. Posebno zahvaljujemo gradskom poduzeću "Komunalac Sisak" i dipl. ing. Koraljki Pejnović.

Literatura References

- Abbott, W. S., 1925: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265–267.
- Blümel, S., H. Hausdorf, 1996: Versuche zur Bekämpfung der Roßkastanienminiermotte. *Gärtner & Florist.* 10: 4–6.
- Brendler, Ch., W. Bechmann, 2005: Pestizideinsatz gegen die Rosskastanien-Miniermotte (*Cameraria ohridella*) im Stadtgebiet Potsdam – Rückstandsanalytik 2005. Postprints der Universität Potsdam Mathematisch-Naturwissenschaftliche Reihe.
- Chaudhry, P., 2008: Role of urban greenery in attracting residents & tourists. *Tourism Review.* November, 2008: 35–36.
- Chiesura, A., 2004: The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68 (1): 129–138.
- Daws, M. I., E. Lydall, P. Chmielarz, O. Leprince, S. Matthews, C. A. Thanos, H. W. Pritchard, 2004: Developmental heat sum influences recalcitrant seed traits in *Aesculus hippocastanum* across Europe. *New Phytologist* 162 (1): 157–166.
- Diminić, D., B. Hrašovec, 2005: Uloga bolesti i štetnika pri odabiru drveća u krajobraznoj arhitekturi. *Agronomski glasnik*, 2–4: 309–325.
- Decourtye, A., J. Devillers, 2010: Ecotoxicity of Neonicotinoid Insecticides to Bees. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 683: 85–95
- Ferracini, C., A. Alma, 2008: How to preserve horse chestnut trees from *Cameraria ohridella* in the urban environment. *Crop Protection*, 27 (9): 1251–1255.
- Frank, S. D., 2012: Reduced Risk Insecticides to Control Scale Insects and Protect Natural Enemies in the Production and Maintenance of Urban Landscape Plants. *Environmental Entomology*. 41 (2): 377–386.
- Freise J., W. Heitland, I. Tosevski, 2001: Parasitism of the horse-chestnut leaf miner. *Cameraria ohridella* Deschka & Dimić (Lep. Gracillaridae). in Serbia and Macedonia. *Journal of Pest Sciences*. 75: 152–157.
- Grisolia, C. K., E. C. Oliveira-Filho, F. R. Ramos, M. C. Lopes, D. H. F. Muniz, R. G. Monnerat, 2009: Acute toxicity and cytotoxicity of *Bacillus thuringiensis* and *Bacillus sphaericus* strains on fish and mouse bone marrow. *Ecotoxicology*. 18 (1): 22–26.

- Guichard, S., S. Augustin, 2002: Acute spread in France of an invasive pest, the horse chestnut leafminer *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic (Lep., Gracillariidae). *Anzeiger für Schadlingkunde-Journal of Pest Science*. 75(6):145–149
- Harapin, M., 1999: Kestenov moljac miner (*Cameraria ohridella* Deschka et Dimić) opasan štetnik u Europi. *Šumarski list*. 123 (3–4): 129–132.
- Hrašovec, B., Diminić, D., Franjević, D., Matošević, D., 2003: *Cameraria, Gugnardia* or drought, how much of an impact? Second Int. Symposium on plant health in urban horticulture, Berlin, Germany, 27–29 August 2003. *Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Heft 394*: 66–71.
- James, P., K. Tzoulas, M. D. Adams, A. Barber, J. Box, J. Breuste, T. Elmqvist, M. Frith, C. Gordon, K. L. Greening, J. Handley, S. Haworth, A. E. Kazmierczak, M. Johnston, K. Korpela, M. Moretti, J. Niemelä, S. Pauleit, M. H. Roe, J. P. Sadler, C. Ward Thompson, 2009: Towards an integrated understanding of green space in the European built environment. *Urban Forestry & Urban Greening*. 8 (2): 65–75.
- Johne, B., K. Földner, B. Weissbecker, S. Schütz, 2003: Kopplung der phänologischen Entwicklung der Rosskastanie [*Aesculus hippocastnum* L.] mit Lebenszyklus und Verhalten der Kastanienminiermotte [*Cameraria ohridella* Deschka & Dimic] (Lepidoptera: Gracillariidae). *Nachrichtenblatt des Deutschenschuttdienstes*. 55 (10): 213–220.
- Konijnendijk, C. C., K. Nilsson, T. B. Randrup, J. Schipperijn, 2005: *Urban Forests and Trees*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 520
- Kuldová, J., I. Hrdy, P. Janšta, 2007: The Horse Chestnut Leafminer *Cameraria ohridella*: Chemical Control and Notes on Parasitisation. *Plant Protect. Sci.* 43 (2): 47–56.
- Lolin, M., 1991: Bolesti pčela. Udžbenik za studente Veterinarske medicine. Drugo izdanje. Naučna knjiga, Beograd. 115 pp.
- Matošević, D., 2004: Štetni kukci drvenastih biljnih vrsta zelenila Zagreba. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*. 39 (1): 37–50.
- Matošević, 2004a: Štetna entomofauna drvoreda i parkova grada Zagreba. *Agronomski glasnik*. 3–5: 309–326.
- Matošević, D., M. Pernek, M. Županić, 2006: Utjecaj štetne entomofaune na zdravstveno stanje urbanog zelenila Zagreba. *Radovi Šumarskog instituta Jastrebarsko*. 41 (1–2):141–146
- Matošević, D., M. Pernek, T. Dubravac, B. Barić, 2009: Istraživanje faune lisnih minera drvenastog bilja u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 7–8: 381–390.
- Mešić, A., J. Barić, J. Igrc Barić, T. Miliević, B. Duralija, T. Gotlin Čuljak, 2008: A Low Environmental Impact Method to Control Horse Chestnut Leaf Miner *Cameraria ohridella* (Deschka et Dimić). *International Journal of Food, Agriculture and Environment*, 6 (3–4): 421–427.
- Mešić, A., T. Miliević, T. Gotlin Čuljak, 2010: Dinamika populacije invazivne vrste *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) u središnjoj Hrvatskoj [Population dynamics of invasive species *Cameraria ohridella* Deschka et Dimić (Lepidoptera: Gracillariidae) in central Croatia]. *Šumarski list*. 7–8: 387–394.
- Ministarstvo poljoprivrede, 2007: Rješenje o zabrani prometa sredstvima za zaštitu bilja koja sadrže određene aktivne tvari i Tablica stanja prema Rješenju. Ministarstvo poljoprivrede [online]. Dostupno na: <http://www.mps.hr/default.aspx?id=4082> [Pristupljeno 01.02. 2012.].
- Nejmanova, J., J. Cvacka, I. Hrdy, J. Kuldova, J. Mertelik, A. Muck, P. Nesnerova, A. Svatos, 2006: Residues of diflubenzuron on horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*) leaves and their efficacy against the horse chestnut leafminer. *Cameraria ohridella. Pest management science*. 62 (3): 274–278.
- Šefrová, 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.
- Thalmann, C., J. Freise, W. Heitland, S. Bacher, 2003: Effects of defoliation by horse chestnut leafminer (*Cameraria ohridella*) on reproduction in *Aesculus hippocastanum*. *Trees*. 17 (5): 383–388.
- Tomiczek, Ch., H. Krehan, 1998: The horse chestnut leafmining moth (*Cameraria ohridella*): a new pest in central Europe. *Journal of Arboriculture*. 24: 144–148.
- Tomiczek, Ch., D. Diminić, T. Cech, B. Hrašovec, H. Krehan, M. Pernek, B. Perny, 2008: Bolesti i štetnici urbanog drveća. Šumarski institut Jastrebarsko i Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, 374 pp.
- Tomlin, C. D. S., 2011: *The pesticide manual: A World compendium*. British Crop Protection Council, 1457 pp.

Summary

Horse chestnut leaf miner (*Cameraria ohridella*) is the most important pest of horse chestnut (*Aesculus hippocastanum*), common tree in European parks. The pest regularly develops high populations of larvae which damage leaves. It could be controlled with foliar spraying or with trunk injections of insecticides (endotherapeutical method).

The paper presents results of in-city trials with foliar treatments against horse chestnut leaf miner's larvae. Knapsack mist-blower was used for insecticides application (dates of applications are presented in Table 2) on trees higher than 15 m. Insect growth regulators (IGRs), imidaclopride, spinosad and *Bacillus thuringiensis* (Table 1) were applied with liquid rate of 3 l per one tree.

Each year, leaves were examined five times; each time 400 leaves were examined for each trial variant and numbers of mines per leaf were counted and statistically analyzed.

The best results were achieved after two applications in one season (with average period between two applications of 43 days) with imidaclopride (91.4–97.2 % efficacy) and insect growth regulators (IGRs) – diflubenzuron (89.5–94.9%), hexaflumuron (84.6–96.3 %), methoxyfenozyde (85.6–94.9 %) and lufenurone (85.8–94.4 %). Single application of imidaclopride (88.9–97.7%) and diflubenzuron (85.9–95.3 %) did not achieved statistically different efficacy in horse chestnut leafminer control than two applications in one season. Efficacy of spinosad (67.4–89.3%) and combination of *B. thuringiensis* and imidaclopride (52.4–91.6 %) did not satisfy. Even lower efficacy was achieved after two applications of *B. thuringiensis* in one season (52.2–83.7 %) and after single application in one season (30.3–84.7 %) (Table 8). In this period untreated control trees were infected with average of 22.4 –84.2 larvae/leaf (Tables 3–7), depending on date of examination.

Results of those five-year trials results show that is possible to protect horse chestnuts if foliar insecticides application is provided in period of first generation's larvae hatching. The most suitable insecticides were insect growth regulators (IGRs), while imidaclopride is not appropriate in urban area due to its high toxicity. *B. thuringiensis* provides very good initial protection, but it has very poor residual effect so it is advisable to apply *B. thuringiensis* twice or more times in one season (Tables 3–8).

KEY WORDS: horse chestnut protection, foliar threatment, insect growth regulators, IGRs, imidaclopride, *Bacillus thuringiensis*, spinosad, efficacy