

Testiranje piretroidnih insekticidov za obvladovanje osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.)

The Testing of Pyrethroid Insecticides for the Controlling of the Norway Spruce Bark Beetle (*Ips typographus* L.)

Roman PAVLIN*, Janez TITOVŠEK**, Marijan KOTAR***

Izvelek

Pavlin, R., Titovšek, J., Kotar, M.: Testiranje piretroidnih insekticidov za obvladovanje osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.). Gozdarski vestnik, št. 3/1994. V slovenščini s povzetkom v angleščini, cit. lit. 4.

Učinkovitost insekticidnih pripravkov na smrekove podlubnike lahko ugotavljamo s probit analizo. Metoda omogoča določitev poljubnih letalnih doz in neposredno primerjavo med uporabljenimi toksini. S testiranjem smo ugotavljali učinek treh insekticidov iz skupine sintetičnih piretroidov na podlubnike vrste *Ips typographus* L. pod drevesno skorjo. Pripravki so uspešno delovali na različne razvojne stadije hroščev, ugotovili pa smo razlike v njihovi učinkovitosti.

Ključne besede: *Ips typographus* L., insekticid, testiranje učinkovitosti, probit analiza.

Abstract

Pavlin, R., Titovšek, J., Kotar, M.: The Testing of Pyrethroid Insecticides for the Controlling of the Norway Spruce Bark Beetle (*Ips typographus* L.). Gozdarski vestnik, No. 3/1994. In Slovene with a summary in English, lit. quot. 25.

The effectiveness of insecticides on Norway spruce bark beetles can be established by means of the probit analysis. This method enables the establishing of random lethal doses and a direct comparison between the chemicals applied. By means of testing, the effect of three insecticides of the synthetic pyrethroid group on bark beetles of the *Ips typographus* L. species under the bark was established. The effect of the chemicals on different developmental stages of bark beetles was high yet differences were established therein.

Key words: *Ips typographus* L., insecticide, effectiveness test, probit analysis

Zahvala

Acknowledgements

Zahvaljujemo se Belinki Belles, ki je dala pobudo za testiranje in preskrbela potrebne insekticidne pripravke. Zahvaljujemo se tudi Janezu Podgoršku, dipl. ing., ki je omogočil terensko testiranje.

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Smrekove lubadarje obvladujemo s sistemom varstvenih ukrepov. Poudarek je na preprečevalnih in preprečevalno-zatiralnih ukrepih. Po zatiralnih ukrepih posežemo,

kadar se lubadarji prekomerno namnožijo. Pri zadnjih dveh omenjenih skupinah ukrepov uporabljamo tudi kemične pripravke. Uporabi insekticidov se v gozdu izogibamo, vendar smo jih v določenih situacijah prisiljeni nanašati na posekana napadena, stoječa nenapadena ter na lovna in kontrolno-lovna drevesa.

Pri nadaljnjem razvoju insekticidov si prizadevajo za zmanjševanje njihove toksičnosti za toplotne organizme, za selektivnejše delovanje in hitrejšo razgradljivost. Ob tem mora biti zatiralni učinek na ciljne vrste žuželk še vedno zadovoljiv. Posledica vsega naštetega je opuščanje uporabe kloriranih ogljikovodikov, estrov fosforinih kislin in karbamatov. V zadnjem času so jih zamenjali insekticidni pripravki iz skupine sintetičnih piretroidov.

* R. P., dipl. ing. gozd, **prof. dr. J. T., dipl. ing. gozd., ***prof. dr. M. K., dipl. ing. gozd., Biotehniška fakulteta Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, Večna pot 83, SLO

2 CILJI TESTIRANJA INSEKTICIDOV

2 GOALS OF INSECTICIDE TESTING

Pri tretiranju z insekticidnimi pripravki je treba uporabljati koncentracije, ki so čim bližje optimalnim. Zagotovljena mora biti zadostna toksičnost, ki omogoča zatiranje ciljnih vrst žuželk, hkrati pa z insekticidom ne smemo po nepotrebnem obremenjevati okolja.

S testiranjem smo ugotavljali učinek treh insekticidnih pripravkov na osmerozobega smrekovega lubadarja (*Ips typographus* L.). Cilji testiranja so bili naslednji:

- ugotoviti učinkovitost različnih koncentracij insekticidov,
- določiti optimalne koncentracije insekticidov za uporabo,
- medsebojno primerjati učinek vseh treh testiranih insekticidov.

3 METODE TESTIRANJA

3 TEST METHODS

3.1 Terenske metode

3.1 Field methods

Testiranje smo opravili v gozdnem sestoju pri kraju Meja na Sorškem polju (364 m n.m.v.), v oddelku 115, na gozdni parceli št. 464, v lasti KŽK Kranj. Smrekov debeljak so podlubniki napadli leta 1992, ko je bilo treba posekati 113 dreves (165,52 m³). Nadaljnih devet dreves (6,63 m³) je bilo odkazanih januarja 1993. Sanacija žarišča je potekala z lovno pastjo. Sredi maja 1993 smo sedem nenapadenih dreves posekali in razžagali v lovna debbla. Da bi izzvali napad podlubnikov, smo lovno past odstranili. V začetku julija so lovna drevesa zasedli podlubniki. Za testiranje smo izbrali tri lovna debbla dolga po osem metrov. Srednji premer debel je znašal od 31,5 do 34 cm, debelina lubja pa od 3,6 do 4,3 mm na tanjšem in od 4,1 do 5,3 mm na debelejšem koncu.

Lovna debbla smo 8. julija 1993 tretirali s tremi različnimi insekticidnimi pripravki, ki so v nadaljnjem tekstu označeni s šiframi:

A = deltametrin (varianta I)

B = permetrin

C = deltametrin (varianta II)

Vsi pripravki so bili testirani v obliki vodne raztopine.

Lovna debbla smo razdelili na segmente dolžine 0,4 m z vmesnimi presledki dolžine 5 cm. Debla smo nato tretirali s petimi različnimi koncentracijami vsakega od treh insekticidov (0,0125 %, 0,025 %, 0,05 %, 0,1 % in 0,2 % aktivne snovi). Posamezne koncentracije insekticidov so bile na lovnihi deblih razporejene slučajnostno, vendar tako, da so bile enake koncentracije vseh treh pripravkov nanese na druga poleg druge. Insekticide smo nanašali z ročno škropilnico v količini, ki bi ustrezala porabi 2,5 l pripravka na m³. Količina nanesenega pripravka je bila odvisna od površine tretiranega segmenta.

Učinek insekticidov na osmerozobega smrekovega lubadarja smo ugotavljali s štetjem mrtvih in živih osebkov. Po 11, 20 in 56 dneh smo olupili vsakič po eno lovno deblo. Na vsakem segmentu smo ugotavljali odstotek mrtvih osebkov na konstantnem vzorcu 200 osebkov, ki smo jih slučajnostno izbrali na vseh straneh debbla. Upoštevali smo vse osebkove nove generacije ne glede na razvojno fazo. Reakcijo larv in bub smo ugotavljali šele po krajši izpostavitvi zalege sončnim žarkom.

3.2 Probit analiza

3.2 Probit analysis

Probit analiza je statistična metoda, ki se uporablja za ugotavljanje učinkovitosti različnih stimulansov na živa bitja. V našem primeru smo opazovali učinek insekticidov na osebkove knaverja v ravnih sistemih pod lubjem lovnihi debel. Za vsak osebek obstaja neka mejna koncentracija toksina, ki povzroči njegovo smrt. Koncentracijo lahko imamo za slučajnostno spremenljivko, ki se porazdeljuje logaritemsko normalno (log-normalna porazdelitev).

Ugotovljeni odstotek mrtvih lubadarjev pretvorimo v probit vrednosti s standardizirano normalno spremenljivko z ($z = (x - \mu) / \sigma$), tako da njenim vrednostim prištejemo 5. Probit $Y = 5$ tako ustreza 50 % mrtvih osebkov. Če na absciso os nanese transformirane vrednosti koncentracij in-

sekticidov in na ordinatno os probit vrednosti, lahko z regresijsko analizo določimo probit premico, ki nam daje odvisnost poginulih osebkov glede na koncentracijo insekticida: Prek probit premice lahko določimo vrednosti poljubnih letalnih doz. Ponavadi ugotavljamo vrednost srednje letalne doze (mean lethal dose) LD_{50} , to je koncentracijo insekticida, pri kateri pogine 50 % tretiranih osebkov.

Medsebojne primerjave med učinkovitostjo insekticidov smo izvedli z metodo največjega verjetja (maximum likelihood), ki se uporablja, če je raztros empiričnih probit vrednosti relativno velik. Primerjave smo opravili za vrednost LD_{50} . Po testiranju paralelnosti dveh probit premic smo izračunali skupnega ali pa dva ločena regresijska koeficienta b_1 . Relativni učinek insekticida je enak antilogaritmu iz razlike med večjo in manjšo vrednostjo izračunanih logaritmiranih srednjih letalnih doz dveh insekticidov:

$$m = (5 - b_0)/b_1$$

m — log srednje letalne doze (log LD_{50})

b_0, b_1 — regresijska koeficienta

$$M_{12} = m_2 - m_1 \quad (m_2 > m_1)$$

Antilogaritem M_{12} daje razmerje med koncentracijama dveh insekticidov oziroma relativni učinek močnejšega insekticida.

4 REZULTATI TESTIRANJA

4 TEST RESULTS

4.1 Število mrtvih osebkov

4.1 The number of dead beetles

Preglednice od 1 do 3 prikazujejo odstotke mrtvih osebkov knaverja pod lubjem lovnih dreves. Odstotki se nanašajo na vzorce 200 preštetihih osebkov. Najprej smo olupili lovno deblo 1 (11 dni po tretiranju), nato lovno deblo 2 (20 dni po tretiranju) in lovno deblo 3 (56 dni po tretiranju).

Iz preglednic je razvidno, da je bila višja smrtnost ugotovljena pri večjih koncentracijah insekticidnih pripravkov, kar nakazuje, da so vsi trije testirani insekticidi penetrirali skozi lubje in toksično delovali na osebkke knaverja (glej tudi grafikona 1 in 2). Na lovnem deblu št. 3, ki smo ga olupili 56 dni po tretiranju, skorajda ni bilo več živih osebkov, zato smo deblo izločili iz nadaljnje statistične obdelave.

Preglednica 1: Smrtnost knaverja (v %) glede na koncentracijo insekticida A

Table 1: Mortality rate of *Ips typographus* L. (expressed as a percentage) as to the concentration of insecticide A

	Koncentracija aktivne komponente insekticida Concentration of the active component of insecticide				
	0,0125 %	0,025 %	0,05 %	0,1 %	0,2 %
Deblo 1 / The trunk 1	11,00	17,50	25,50	62,00	76,00
Deblo 2 / The trunk 2	44,50	43,00	65,00	62,50	67,50
Deblo 3 / The trunk 3	100,00	100,00	91,00	100,00	100,00

Preglednica 2: Smrtnost knaverja (v %) glede na koncentracijo insekticida B

Table 2: Mortality rate of *Ips typographus* L. (expressed as a percentage) as to the concentration of insecticide B

	Koncentracija aktivne komponente insekticida Concentration of the active component of insecticide B				
	0,0125 %	0,025 %	0,05 %	0,1 %	0,2 %
Deblo 1 / The trunk 1	4,00	18,00	14,50	29,50	64,50
Deblo 2 / The trunk 2	37,00	34,00	40,00	41,50	53,50
Deblo 3 / The trunk 3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

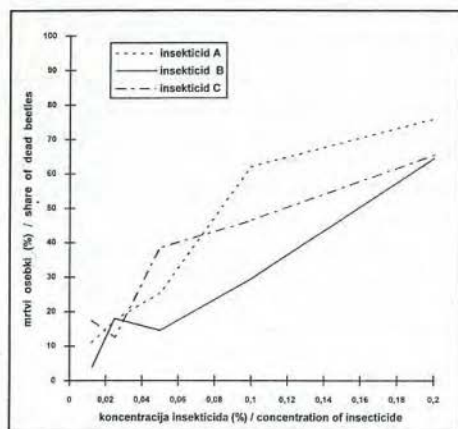
Preglednica 3: Smrtnost knaverja (v %) glede na koncentracijo insekticida C

Table 3: Mortality rate of *Ips typographus* L. (expressed as a percentage) as to the concentration of insecticide C

	Koncentracija aktivne komponente insekticida C Concentration of the active component of insecticide C				
	0,0125 %	0,025 %	0,05 %	0,1 %	0,2 %
Deblo 1 / The trunk 1	17,50	12,50	38,50	46,50	65,50
Deblo 2 / The trunk 2	43,00	55,50	63,50	65,00	68,00
Deblo 3 / The trunk 3	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

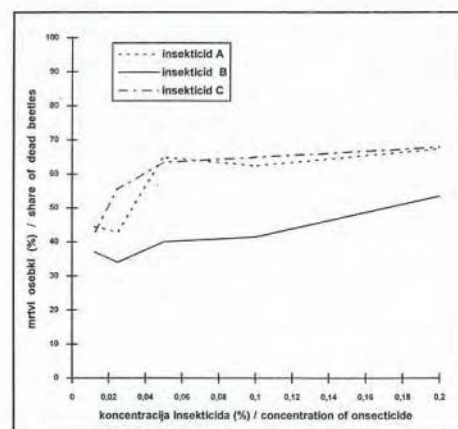
Grafikon 1: Smrtnost knaverja glede na koncentracije insekticidov, deblo 1, 11 dni po tretiranju

Graph 1: Mortality rate of *Ips typographus* L. as to insecticide concentration; trunk No. 1, 11 after the test



Grafikon 2: Smrtnost knaverja glede na koncentracije insekticidov, deblo 2, 20 dni po tretiranju

Graph 2: Mortality rate of *Ips typographus* L. as to insecticide concentration; trunk No. 2, 20 days after the test



4.2 Transformacija podatkov

4.2 Data transformation

Probit analiza zahteva transformacijo podatkov. Na grafikonih 3 in 4 predstavlja abscisna os logaritem koncentracije insekticidov $+3 (\log(\text{koncentracija} \cdot 10^3))$, ordinatna os pa empirični probit. S transformacijo smo dosegli izravnano poligonov, ki že nakazujejo potek regresijskih premic. To pomeni, da je slučajnostna spremenljivka (mejna koncentracija insekticida, ki povzroči smrt za posamezni osebek) s transformacijo prešla v normalno porazdelitev. Zakonitost torej velja tudi za osmerozobega smrekovega lubadarja.

4.3 Izračuni LD_{50}

4.3 Calculations LD_{50}

Srednje letalne doze, to je koncentracije insekticidov, pri katerih pod lubjem pogine 50 % tretiranih osebkov, so izračunane prek regresijske analize. V preglednici 4 so zato poleg vrednosti LD_{50} podane tudi enačbe (regresijskih) probit premic, oboje z ustreznimi mejami zaupanja.

Rezultati v preglednici 4 so podani v naslednjem vrstnem redu:

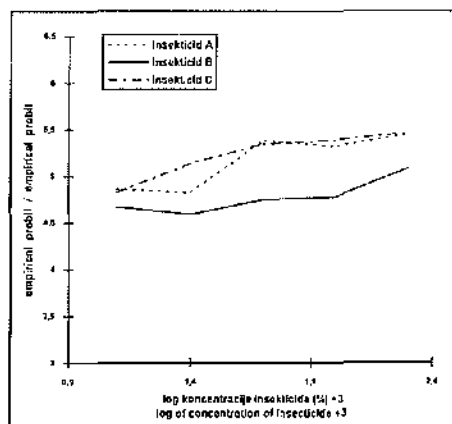
1. Probit premica $Y_{izr} = b_0 + b_1 X$, pri čemer je Y_{izr} regresijski probit, X pa log koncentracije insekticida $+3$
2. Regresijski koeficient b_1 z mejami zaupanja (pri tveganju $\phi = 0,05$)
3. Srednja letalna doza LD_{50}

Preglednica 4: Probit premice, regresijski koeficienti in srednje letalne doze
Table 4: Probit straight lines, regression coefficients and mean lethal doses

	insektid / insecticide		
	A	B	C
Deblo 1 The trunk 1	$Y_{17r} = 1,756 + 1,696 X$ $b_1 = 1,696 \pm 0,794$ $LD_{50} = 0,082$ $0,052 < LD_{50} < 0,128$	$Y_{17r} = 1,618 + 1,535 X$ $b_1 = 1,535 \pm 1,192$ $LD_{50} = 0,160$ $0,062 < LD_{50} < 0,410$	$Y_{17r} = 2,482 + 1,239 X$ $b_1 = 1,239 \pm 0,921$ $LD_{50} = 0,108$ $0,051 < LD_{50} < 0,228$
Deblo 2 The trunk 2	$Y_{12r} = 4,221 + 0,558 X$ $b_1 = 0,558 \pm 0,581$ $LD_{50} = 0,025$ $0,007 < LD_{50} < 0,085$	$Y_{12r} = 4,194 + 0,341 X$ $b_1 = 0,341 \pm 0,185$ $LD_{50} = 0,231$ $0,087 < LD_{50} < 0,613$	$Y_{12r} = 4,366 + 0,510 X$ $b_1 = 0,510 \pm 0,187$ $LD_{50} = 0,018$ $0,010 < LD_{50} < 0,029$

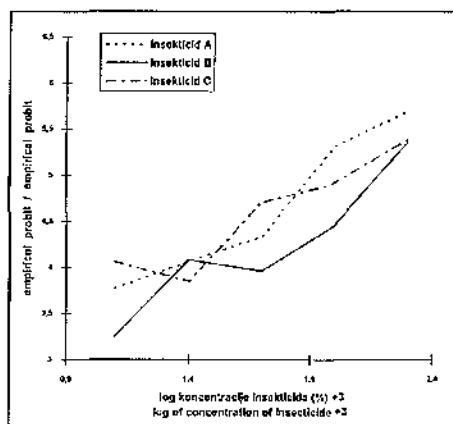
Grafikon 3: Empirični probit glede na log koncentracije insekticida -3, deblo 1, 11 dni po tretiranju

Graph 3: Empirical probit as to log concentration of insecticide +3: trunk No.1, 11 days after the test



Grafikon 4: Empirični probit glede na log koncentracije insekticida +3, deblo 2, 20 dni po tretiranju

Graph 4: Empirical probit as to log concentration of insecticide +3: trunk 2, 20 days after the test



4. Meje zaupanja za LD_{50} (pri tveganju $\alpha = 0,05$)

Ugotovljene vrednosti LD_{50} se gibljejo v razponu od 0,018 do 0,231. Zadnja vrednost je ekstrapolirana, saj probit premica pri koncentraciji 0,2% še ni dosegla probit vrednosti $Y = 5$. Za obe varianti deltametrina (insekticida A in C) smo ugotovili podobne vrednosti LD_{50} , ki so blizu koncentraciji, ki se je doslej uspešno uporabljala za zatiranje podlubnikov (0,05%). Na podlagi tega lahko sklepamo, da je zatiranje uspešno, če pod lubjem propade 50%

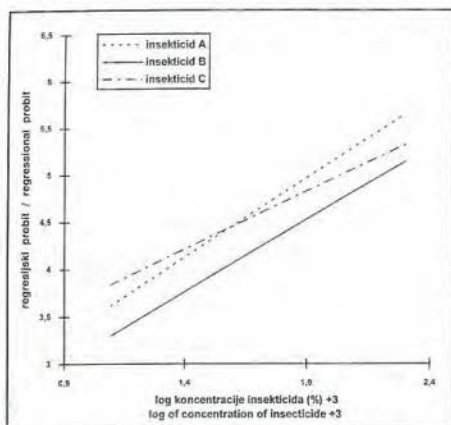
osebkov. Pri permetrinu (insektid B) je bila ugotovljena LD_{50} višja, zato je potrebna za enako uspešno zatiranje višja koncentracija tega insekticida.

Grafikona 5 in 6 prikazujeta regresijske premice.

Na prvem lovem deblu je bila reakcija izpostavljenih osebkov močno odvisna od koncentracij insekticidov. Pri vseh treh insekticidih je koeficient strmine probit premic (b_1) razmeroma velik (grafikon 5). Na drugem lovem deblu, na katerem smo ugotavljali učinkovitost insekticidov devet dni pozneje, smo ugotovili manjšo občutljivost

Grafikon 5: Regresijski probit glede na log koncentracije insekticidov +3, deblo 1, 11 dni po tretiranju

Graph 5: Regressional probits as to log of concentrations of insecticides +3, log 1, 11 days after treatment



knaverja na različne koncentracije strupa, zato so probit premice položnejše. Hkrati lahko ugotovimo višjo umrljivost pri manjših koncentracijah insekticidov (grafikon 6).

4.4 Medsebojna primerjava insekticidov

4.4 Comparison of insecticides

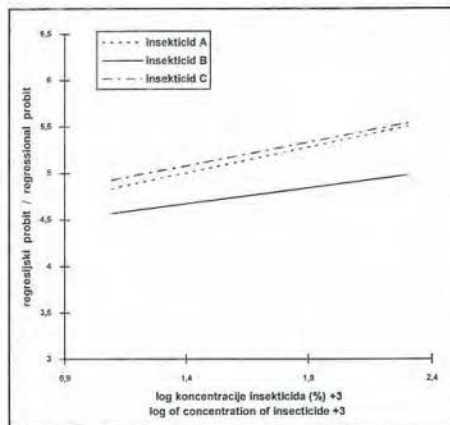
Vtis o učinkovitosti posameznih insekticidov daje že primerjava vrednosti D_{50} . Insekticide pa lahko tudi neposredno medsebojno primerjamo. V večini primerov so ležale probit premice vzporedno (grafikona 5 in 6), zato smo izračunali skupni regresijski koeficient (b_{1skup}). Za primerjave A:C in B:C smo morali izračunati dva regresijska koeficienta.

V preglednicah 4 in 5 so podane primerjave med insekticidi A, B in C. Vrednosti v okencih tabel pomenijo, kolikokrat je insekticid v čelu tabele učinkovitejši od insekticida, ki je vpisan v glavi tabele. Vse primerjave so izračunane za vrednosti LD_{50} .

Obe varianti deltametrina (insekticida A in C) sta na knaverja učinkovali podobno, zato so vrednosti v ustreznih okencih preglednic blizu 1. Učinkovitost permetrina (in-

Grafikon 6: Regresijski probit glede na log koncentracije insekticidov +3, deblo 2, 20 dni po tretiranju

Graph 6: Regressional probits as to log of concentrations of insecticides +3, log 2, 20 days after treatment



sekticid B) je bila manjša, še zlasti na drugem lovnem debalu.

Preglednica 5: Primerjava učinkovitosti insekticidov, deblo 1, 11 dni po tretiranju

Table 5: A comparison of the effectiveness of insecticides; trunk 1, 11 days after the test

	insekticid A insecticide A	insekticid B insecticide B	insekticid C insecticide C
insekticid A insecticide A	■	1,800	1,341
insekticid B insecticide B	0,556	■	0,695
insekticid C insecticide C	0,746	1,438	■

Preglednica 6: Primerjava učinkovitosti insekticidov, deblo 2, 20 dni po tretiranju

Table 6: A comparison of the effectiveness of insecticides; trunk 2, 20 days after the test

	insekticid A insecticide A	insekticid B insecticide B	insekticid C insecticide C
insekticid A insecticide A	■	7,3909	0,757
insekticid B insecticide B	0,135	■	0,086
insekticid C insecticide C	1,321	11,627	■

5 ZAKLJUČEK

5 CONCLUSION

S testiranjem smo ugotavljali učinkovitost insekticidov kot posledico penetracije insekticidnih pripravkov skozi lubje. Rezultati se nanašajo na delovanje insekticidov v določenih, homogenih pogojih testiranja na eni sami lokaciji. V drugačnih vremensko-klimatskih razmerah in pri drugačni debelini lubja niso izključena odstopanja od predstavljenih rezultatov.

Testiranje je pokazalo, da vsi trije preskušani insekticidi uspešno penetrirajo skozi lubje napadenih debel in tam uničujejo različne razvojne stadije podlubnikov vrste *Ips typographus*. Insekticida A in C (dve varianti deltametrina) učinkujeta podobno, učinkovitost insekticida B (permetrin) je manjša.

Proizvajalec navaja, da znaša pri permetrinu akutna oralna LD_{50} za podgane več kot 7500 mg/kg. Čeprav ga je za enako uspešno zatiranje knaverja treba uporabljati v višji koncentraciji kot druge insekticide iz skupine sintetičnih piretroidov, je (vsaj kar se tiče toksičnosti za toplokrvne živali) v končni fazi še vedno ekološko sprejemljivejši. Zato bi permetrin lahko nadomestil insekticidne pripravke, ki smo jih za kemično obvladovanje podlubnikov uporabljali doslej.

POVZETEK

S terenskim testiranjem smo ugotavljali zbirno učinkovitost insekticidov iz skupine sintetičnih piretroidov na podlubnike vrste *Ips typographus* L. Testirali smo tri insekticidne pripravke: dva na osnovi deltametrina in enega na osnovi permetrina.

Testiranje smo opravili v žarišču podlubnikov na Sorškem polju poleti 1993. Šest napadenih lovnih debel smo tretirali s petimi različnimi koncentracijami vsakega od treh insekticidov. Tretirali smo segmente dolžine 0,4 m, tako da smo posamezne koncentracije insekticidov nanašali na debela slučajnostno. Učinek insekticidov smo ugotavljali trikrat: 11, 20 in 56 dni po tretiranju. Na vsakem segmentu smo določili odstotek mrtvih osebkov na konstantnem številu podlubnikov ($n = 200$). Poskus smo izvedli s probit analizo.

Na podlagi prvega štetja podlubnikov (11 dni po tretiranju) smo ugotovili, da je bila reakcija

izpostavljenih osebkov močno odvisna od koncentracije nanešenih insekticidov. Smrtnost se je gibala med 4 in 76%. Pri drugem štetju (20 dni po tretiranju) smo ugotovili, da se je dvignila smrtnost pri nižjih koncentracijah, tako da je bilo mrtvih osebkov med 34 in 68%. Pri tretjem štetju (56 dni po tretiranju) smo (razen na enem tretiranem segmentu) našli samo še mrtve osebkove.

S poskusom smo ugotavljali smrtnost hroščev pod lubjem kot posledico penetracije insekticidnih pripravkov. Mladi hrošči se kontaminirajo tudi pri izletavanju, ko se prebijajo skozi lubje. Ugotovili smo, da vsi trije pripravki penetrirajo skozi lubje in učinkujejo na knaverja zatiralno. Pri enakih koncentracijah insekticidov je bila učinkovitost permetrina manjša od učinkovitosti obeh pripravkov na osnovi deltametrina.

Ugotovljene vrednosti LD_{50} se gibljejo v razponu od 0,018 do 0,231%. Pri obeh variantah deltametrina smo ugotovili podobne vrednosti koncentracij, ki ustrezajo doslej uporabljanim pripravkom na osnovi deltametrina za zatiranje podlubnikov.

Rezultati testiranja se nanašajo na delovanje insekticidov v določenih, homogenih pogojih testiranja, zato niso izključena odstopanja od podanih rezultatov pod vplivom drugačnih vremensko-klimatskih razmer oziroma pri drugačni debelini lubja. Testirani pripravek na osnovi permetrina je bil manj učinkovit od obeh pripravkov na osnovi deltametrina, zato ga je za enako uspešno zatiranje podlubnikov treba uporabljati v višjih koncentracijah. Po drugi strani pa se permetrin odlikuje z majhno toksičnostjo za toplokrvne organizme in relativno hitro razgradljivostjo, zato manj obremenjuje okolje.

THE TESTING OF PYRETHROID INSECTICIDES FOR THE CONTROLLING OF THE NORWAY SPRUCE BARK BEETLE (*Ips typographus* L.)

Summary

By means of field testing the extermination effectiveness of insecticides of the synthetic pyrethroid group on bark beetles of the *Ips typographus* L. species was established. Three insecticides were tested: two on the basis of Deltamethrin and one on that of Permethrin.

The testing was carried out in the stand gap, resulting from spruce bark beetle attack, in the plain of Sorško polje, Slovenia in the summer 1993. Six attacked trap trunks were treated by means of five different concentrations of each of the three insecticides. The treatment of segments of 0.4 m in length was carried out by random applying of individual concentrations of insecticides on the trunks. The effect of insecticides was established three times: 11, 20 and 56 days after the treatment. On each segment the percentage of dead beetles in a constant number of bark

beetles ($n = 20$) was established. The test was evaluated by means of the probit analysis.

Based on the first recording of beetles (11 days after the treatment) it was established that the reaction of the subjects exposed was highly dependent on the concentration of the insecticides applied. Mortality rate moved between 4 and 76%. The second recording (20 days after the treatment) proved that mortality had risen with lower concentrations, so that the number of dead beetles totalled between 34 and 68%. The third recording (56 days after the treatment) evidenced exclusively dead beetles (except for one treated segment).

The test tried to establish the mortality rate of beetles under the bark as the consequence of the penetration of insecticides. Young beetles get contaminated even in leaving the trunk while braking through the bark. It was established that all the three insecticides penetrated through the bark and had exterminatory effect on *Ips typographus* L.. With equal concentrations of insecticides, the effectiveness of Permethrin was lower than that of both substances on the Deltamethrin basis.

The establishing of the LD_{50} range between 0.018 and 0.231%. With both variants of Deltamethrin similar concentration values which correspond to the substances based on Deltamethrin and applied for the extermination of bark beetles up till now were established.

The test results refer to the effect of insecticides under set, homogenous testing conditions, therefore discrepancies between the results presented and those recorded in different weather- climatic conditions or with different thickness of the bark can be expected. The tested substance based on Permethrin was less effective than those based on Deltamethrin, therefore higher concentrations are required of the former for equally successful extermination of bark beetles. On the other hand Permethrin is distinguished for low mammalian toxicity and it decomposes relatively quickly. Therefore it represents less severe stress for the environment.

LITERATURA

1. Linder, A., 1964. Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. – Birkhäuser Verlag, Basel und Stuttgart, 484 s.
2. Kotar, M., Probit analiza. – Študijski materiali za magistrski študij gozdarstva, tipkopis, 21 s.
3. Laar, van, A., 1979. Biometrische Methoden in der Forstwirtschaft. Teil 1. – Forstliche Forschungsanstalt in der Forstwissenschaft 44/1, München, 385 s.
4. * Permethrin. – Technical datasheet, Remtox, Kingswinford, 2 s.

Uredništvo Gozdarskega vestnika vljudo prosi zveste bralce in pisce, da se v čim večjem številu s prispevki oglosite v naši reviji.

Uredništvo