

GDK: 414.4 : 414.11 : 145.76 *Ips typographus* L., *Pityogenes chalcographus* L.

PROBLEM SELEKTIVNOSTI SINTETIČNIH FEROMONOV ZA OBVLADOVANJE PODLUBNIKOV

Roman PAVLIN*

Izveček

V pasti, opremljene s sintetičnima feromonoma pheropraxom in chalcopraxom, se poleg ciljnih vrst podlubnikov *Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus* lovijo tudi druge vrste žuželk in ostalih členonožcev. Del nezaželenega dodatnega ulova je posledica odzivanja na sintetične feromone, posebno pri vrstah, ki so plenilci ali paraziti podlubnikov. Pri analizi ulova iz pasti sta bili ugotovljeni tudi dve, v Sloveniji novi vrsti: *Cylister angustatum* (Histeridae) in *Karpinskiella pityophthori* (Pteromalidae, Hymenoptera).

Ključne besede: Scolytidae, past, feromon, nezaželen ulov, predator, parazit.

SELECTIVITY OF SYNTHETIC PHEROMONES USED FOR CONTROLLING BARK BEETLES

Roman PAVLIN*

Abstract

Not only the target spruce bark beetle species *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus* but also many other species of insects and arthropods are captured in traps baited with synthetic pheromones Pheroprax and Chalcoprax. Part of non-target additional catch results from the response of predators and parasites of spruce bark beetles to synthetic pheromones. On analyzing the catch from traps, two species which are new to Slovenia were identified: the histerid *Cylister angustatum* and the pteromalid *Karpinskiella pityophthori*.

Key words: Scolytidae, trap, pheromone, non-target catch, predator, parasite.

* dipl. ing. gozd., Gozdno gospodarstvo Kranj, 64000 Kranj, c. Staneta Žagarja 27, Slovenija.

VSEBINA

1	UVOD	127
2	PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA OBMOČJA	128
3	METODE DELA	129
3.1	Raziskovalni objekti	129
3.2	Raziskovalne metode	129
3.2.1	Terenske raziskovalne metode	129
3.2.2	Laboratorijske raziskovalne metode	130
3.2.3	Metode obdelave podatkov	132
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	132
4.1	Razčlenitev ulova podlubnikov (Scolytidae)	132
4.2	Razčlenitev ulova ostalih členonožcev (Arthropoda)	135
4.2.1	Splošno o dodatnem nezaželenem ulovu v lovni pasteh	135
4.2.2	Popis ujetih osebkov	136
4.2.3	Selektivnost ulova posameznih kombinacij pasti in feromonov	141
4.2.4	Ulov po tipih pasti in vrstah feromonov	141
4.2.5	Ulov predatorjev podlubnikov	145
4.2.6	Ulov parazitov podlubnikov	150
5	SKLEPI	152
6	SUMMARY	154
7	REFERENCE	155
8	PRILOGE	157

1 UVOD

Podlubniki (Scolytidae) so stalni prebivalci naših gozdov. Kljub temu, da so večinoma sekundarni škodljivci gozdnega drevja, nekatere vrste v ugodnih pogojih lahko zelo hitro dosežejo visoko gostoto populacij in povzročijo velike škode, še posebno v umetno osnovanih nižinskih sestojih smreke.

V zgodovini obvladovanja podlubnikov je človek v večjim ali manjšim uspehom uporabljal različne profilaktično-zatiralne ukrepe. V srednji Evropi se že najmanj dvesto let uporablja metoda zatiranja podlubnikov z lovniimi nastavami - lovniimi drevesi, lovniimi debli in lovniimi kupi (STAACK 1985). Velika pomanjkljivost lovniih nastav je njihova omejena lovna kapaciteta, zato je ob močnejšem napadu treba posekati veliko dreves. Potrebna je tudi pravočasna izdelava lovniih nastav, ki je povezana z visokimi stroški in napornim fizičnim delom.

Po pionirskih raziskavah, ki so jih opravili v šestdesetih letih v ZDA (SCHOENHERR 1966), so leta 1979 v ZR Nemčiji izdelali populacijski feromon* pheroprax za obvladovanje knaverja (*Ips typographus*). V naslednjih letih je nemško podjetje Celamerck v sodelovanju s freiburškim gozdarsko zoološkim inštitutom izdelalo še feromone za obvladovanje nekaterih drugih vrst podlubnikov (ENCKE 1987).

Uvajanje sintetičnih feromonov je prineslo v tehniko obvladovanja podlubnikov revolucionarne novosti. Zlasti metoda obvladovanja podlubnikov z lovniimi pastmi se je v preteklem desetletju uveljavila tudi v naših gozdovih. Poleg nedvomnih prednosti nove metode, kot so visoka učinkovitost, skorajda neomejena lovna kapaciteta in predvsem prijaznost do okolja (v gozd se ne vnašajo strupene snovi), so tako v tujini kakor tudi pri nas kmalu ugotovili tudi njeno glavno pomanjkljivost. V pasteh namreč poleg ulova ciljnih vrst podlubnikov prihaja tudi do dodatnega nezaželenega ulova drugih žuželk (Insecta) in ostalih členonožcev (Arthropoda).

Namen raziskave je bil ugotoviti vrstno sestavo in količino vseh dodatno ulovljenih osebkov v lovniih pasteh in na podlagi tega odgovoriti na vprašanje, ali lovne pasti s sintetičnimi feromoni za obvladovanje podlubnikov resnično delujejo popolnoma selektivno ali ne.

Pobudo za raziskavo je dal prof. dr. Janez Titovšek, ki je sodeloval pri vseh fazah nastajanja tega prispevka. Pri determinaciji žuželk sta sodelovala dr. Zdenek Bouček (British Museum) in Savo Brelih, pri izvedbi terenskih del pa dipl. ing. France Polanc. Vsem naštetim se iskreno zahvaljujem za pomoč.

* Feromoni so snovi, ki jih izločajo žuželke in jih uporabljajo za medsebojno komuniciranje. Populacijski feromoni sprožijo zbiranje žuželk obeh spolov.

V raziskavi smo se omejili na cevni in režasti tip lovnih pasti ter na sintetična populacijska feromona pheroprax in chalcoprax, ki sta namenjena obvladovanju knaverja (*Ips typographus* L.) in šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus* L.). Omenjeni vrsti sta v Sloveniji splošno razširjeni in neprestano ogrožata smrekove gozdove.

2 PREDSTAVITEV RAZISKOVALNEGA OBMOČJA

Raziskavo smo opravili na Kranjskem polju, ravnini na levem bregu reke Save, južno od reke Kokre in vzhodno od Kranja. Kranjsko polje je obsežna, enolična in nerazgibana ravnina.

V raziskovalnem območju prevladujejo suha, plitva, ilovnato-peščena tla, ki so se razvila na diluvialnemrodu. Izpiranje karbonatov iz A-horizonta povzroča zakisovanje tal, ki močno napreduje zlasti v smrekovih monokulturah.

Podnebje je razmeroma hladno. Okoli letališča Brnik se razteza mrzlišče, v katerem prihaja do stagnacije mrzlega zraka. Srednja letna temperatura znaša 8 stopinj Celzija. Jugo zahodni vlažni vetrovi prinašajo veliko padavin, med 1500 in 1700 mm na leto.

Klimaksna združba na območju raziskave je nižinski gozd gradna in belega gabra, oblika z belkasto bekico, *Hacquetio-Carpinetum* var. *Anemone trifolia luzuletosum*.

Na najboljših rastiščih je bil gozd v preteklosti izkrčen za njive in pašnike. Danes se kmetijske in gozdne površine mozaično prepletajo. Na površinah, kjer je bila kmetijska dejavnost nerentabilna, so konec 19. stoletja začeli snovati umetne smrekove monokulture. S sajenjem smreke so nadaljevali vse do druge svetovne vojne. Smreka uspeva razmeroma dobro in se agresivno širi v presvetljene hrastove sestoje. Na pustih, ilovnatih tleh začne hirati med 50. in 60. letom starosti. Pogoste so tudi okužbe z rdečo trohno (Fomes annosus). MIKLAVŽIČ (1954) te sestoje uvršča v kategorijo umetnih smrekovih sestojev v še zadovoljivem, toda nestabilnem stanju. V sestojih hrasta in belega gabra je zadnji že močno uničen, tako da ni več značilne dvoslojne zgradbe. V presvetljenih sestojih sta se močno razvila grmovni in zeliščni sloj.

Prevladujejo sestojno in skupinsko mešani raznodobni sestoji smreke, hrasta, bora in belega gabra, ki je delno panjastega izvora. Vmes so smrekove monokulture, delno v vrstah. Zastopanost drevesnih vrst v lesni zalogi je sledeča: smreka 73 %, hrast 19 %, bor 7 %, beli gaber in preostali listavci skupaj 1 %. Sestoji so pretežno v razvojnih fazah drogovnjaka in mlajšega debeljaka.

Zaradi prepletanja gozdnih in kmetijskih površin je dolžina gozdnih robov na enoto površine velika. Določina robov se je v zadnjih letih dodatno povečala tudi zaradi obsežnejših krčitev gozda za različne infrastrukturne objekte. Nestabilne smrekove monokulture, velika dolžina gozdnih robov in vpliv različnih abiotских faktorjev (katastrofalni vetrolom leta 1984, več zaporednih sušnih let, mile zime...) so skupaj

omogočili hitro zvišanje gostot populacij podlubnikov, tako da so v okolici letališča Brnik in vasi Šenčur nastala številna žarišča.

3 METODE DELA

3.1 Raziskovalni objekti

Žarišča podlubnikov v okolici letališča Brnik in vasi Šenčur so se pokazala za primerne raziskovalne objekte. Večje število žarišč je bilo skoncentriranih na razmeroma majhnem prostoru, ki je tudi dobro odprt s cestami in gozdnimi potmi.

Marca 1989 smo opravili terenske ogledе vseh zanimivejših žarišč, ki so nastala v letih od 1985 do 1988. Na podlagi ogledov smo najprej izločili za izvedbo poskusa neprimerna žarišča, v katerih ni bilo mogoče postaviti lovnihi pasti, ker pri tem ne bi dosegli minimalne varnostne razdalje do najbližjih dreves smreke. Izmed preostalih žarišč, sicer primernih za postavitev pasti, smo v naslednji fazi izločili tista, kjer bi morale pasti stati na odprtem prostoru zunaj sestojev in bi bile tako izpostavljene poškodbam in krajam. Po končanem izboru je ostalo še 11 žarišč v obliki sestojnih lukenj. Večina izbranih žarišč je bila evidentirana že leta 1985, do koder sega zanesljiva gozdno-varstvena evidenca. Vsa žarišča ležijo znotraj kroga s premerom 5 km in na nadmorski višini med 395 in 425 m.

3.2 Raziskovalne metode

3.2.1 Terenske raziskovalne metode

Raziskavo smo opravili z dvema modeloma lovnihi pasti:

- a. cevno pastjo domače izdelave
- b. režasto pastjo znamke Theysohn.

Pasti smo opremili s feromonoma pheropraxom in chalcopraxom, ki ju proizvaja nemško podjetje Celamerck. Pheroprax privablja osmerozobega smrekovega lubadarja - knaverja (*Ips typographus*), chalcoprax pa šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*). Čeprav proizvajalec v navodilih za uporabo odsvetuje hkratno vstavitv dveh različnih feromonskih vrečic v isto past, smo sklenili preizkusiti tudi to kombinacijo. Skupaj smo postavili 5 cevnihi in 21 režastih lovnihi pasti.

V petih žariščih, označenih z rimskimi številkami, smo postavili po eno cevno in eno režasto past. V obe pasti smo hkrati vstavili oba feromona - pheroprax in chalcoprax. Mesta za postavitev pasti smo izbrali naključno, s tem da smo cevne pasti postavljali le na pozicije, ki so bile zavarovane pred močnim soncem. V žariščih št. I in III smo cevne pasti pritrdili na debla gabrov, v vseh ostalih žariščih pa na pokončne kole, ki smo jih zabili v tla. Stekleni zbirni kozarci so bili na višini 70 cm od tal.

V petih, po površini največjih žariščih z zaporednimi števkami od 1 do 5, smo postavili po tri režaste pasti. V prvo past smo vstavili feromon pheroprax, v drugo feromon chalcoprax, tretjo past pa smo pustili prazno za kontrolo. V vsakem žarišču smo postavili pasti tako, da smo dosegli kar največjo medsebojno razdaljo med njimi (min. 10 m) in hkrati upoštevali varnostno razdaljo do najbližjih dreves smreke. Prvo past smo postavili v smeri sever - jug, naslednji dve pa vsako z odklonom 45 stopinj, da bi se izognili morebitnim medsebojnim vplivom na ulov. Feromone smo v pasti dodeljevali naključno.

V žarišču št. 6 smo postavili režasto past brez vstavljenega feromona. Žarišče je bilo leta 1988 uspešno sanirano, tako da naslednje leto v njem ni bilo novih napadenih dreves.

Dne 31.3.1989 smo v vse postavljene pasti, z izjemo kontrolnih, vstavili ustrezne feromonske vrečice. Nove feromonske vrečice smo prvič dodali po devetih (2.6.1989) in drugič po osemnajstih tednih (4.8.1989). Med poskusom smo vrečice s feromoni pregledovali in jih nadomeščali, če so bile poškodovane. Poškodovane vrečice smo vedno nadomestili z (glede na čas poškodbe) ustrezno izrabljenimi feromonskimi vrečicami.

Ulov smo pobirali iz pasti v tedenskih obhodih od 7.4. do 27.10.1989. Pobiranje ulova v mesecu oktobru sicer prvotno ni bilo načrtovano, vendar smo s poskusom nadaljevali zaradi razmeroma toplega vremena. Skupaj smo opravili 30 obhodov. Postopek pobiranja ujetih žuželk se je razlikoval glede na tip pasti.

Pri cevnih pasteh je bilo najprej treba iz zbirnega kozarca odliti odvečno vodo. Nemalokrat je bil zaradi dežja kozarec napolnjen do vrha. Ujete osebkke se najlažje odstrani z dna kozarca tako, da se jih izlije skupaj z ostankom vode. Razpadajoči osebki se tudi med transportom najmanj poškodujejo, če ostanejo v mokrem mediju. Pri vsakem obhodu smo v zbirni kozarec dolili svežo vodo z detergentom. Nekajkrat je bilo treba zamenjati tudi razbite kozarce.

Pri režastih pasteh je treba izvlečeno lovno korito nagniti in po njem nekajkrat rahlo udariti, tako da se ujeti osebki zberejo na enem delu korita. Šele nato se odstrani lijakasti vložek in se osebki pretresejo v posode za transport. Velja pripomniti, da je posebno v poletnih mesecih treba zadnji del postopka opraviti čim hitreje, ker so preživeli osebki zaradi visokih temperatur zelo aktivni. Ob deževnem vremenu se ujeti osebki radi prilepijo ob steno lovnega korita, zato jih je treba postrgati s primerno oblikovano žličko. Pri vsakem obhodu je treba iz notranjosti režastih pasti potegniti tudi vrečice s feromoni in preveriti njihovo stanje. Če ne tesnijo, jih je treba zamenjati.

3.2.2 Laboratorijske raziskovalne metode

Determinacija in kvantifikacija ulova je potekala v treh fazah:

- a) groba determinacija ulova
- b) kvantifikacija ulova prevladujočih vrst podlubnikov

c) končna determinacija in kvantifikacija drugih vrst.

Med grobo determinacijo ulova smo osebkke prevladujoče vrste v ulovu ločili od vseh ostalih vrst ujetih osebkov. Prevladujoči vrsti v ulovu sta bila navadno podlubnika *Ips typographus* ali *Pityogenes chalcographus*. V primeru namestitve dveh različnih feromonov v isto past lahko skupaj prevladujeta obe omenjeni vrsti.

Groba determinacija ulova se izvede tako, da se z etrom omamljeni osebki v manjših količinah iztresajo na svetlo podlago in se opravi podroben pregled. Izločajo se vsi osebki, ki ne pripadajo prevladujočima vrstama v ulovu, kakor tudi "sumljivi" osebki prevladujoče vrste. Iz "mokrega" ulova je treba osebkke izločevati zelo previdno, ker so prepojeni z vodo nagnjeni k razpadanju. Najbolje jih je položiti na filtrirni papir in jih skupaj z njim posušiti. Pomešane osebkke vrst *Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus* je mogoče ločiti s pomočjo sita z odprtinami dimenzij 1,5 x 1,5 mm.

Kvantifikacija ulova prevladujočih dveh vrst podlubnikov je potekala s štetjem posameznih osebkov, če v pasteh ni bilo več kot cca. 500 ujetih hroščev. Pri večjem številu ujetih osebkov smo se posluževali volumeniziranja s 100-ml menzuro. Po večkratnem štetju smo ugotovili, da 1 ml volumna ustreza 39 osebkom vrste *Ips typographus* ali 530 osebkom vrste *Pityogenes chalcographus*. Do podobnega števila (38 oz. 580 osebkov v 1 ml) so pri svojih meritvah prišli tudi drugi avtorji (CHALOUPEK et al. 1988).

Pri "mokrem" ulovu iz cevni pasti (ob deževnem vremenu tudi iz režastih) metode volumeniziranja ni mogoče uporabiti, zato smo osebkke šteli na posebnih pladnjih, napolnjenih z vodo, katerih dno smo zaradi lažjega štetja razdelili na več sektorjev. Pri uporabi tega načina štetja se hkrati izvaja tudi groba determinacija ulova.

Podrobnost končne determinacije ulova smo prilagajali ekološkemu statusu posameznih sistematskih enot. Posebno pozornost smo namenili podlubnikom (Scolytidae) in vrstam, ki imajo podobno ekološko nišo, torej pod lubjem živečim žuželkam. Vsem ujetim predstavnikom členonožcev (Arthropoda) smo določili redove, ujetim hroščem (Coleoptera) pa tudi družine. Vse ujete podlubnike (Scolytidae) in nekatere od njihovih plenilcev smo določili do vrste.

Končno determinacijo osebkov smo opravili s stereo lupo znamke Reichert (10, 40 in 100-kratna povečava), s ključi za določevanje žuželk (KUHNT 1912, REITTER 1916, SCHMIDT 1970) in s pomočjo druge literature (AMANN 1959, KARAMAN 1971, TITOVŠEK 1988). Vrste iz družin Colydiidae, Histeridae, Hydrophilidae, Liodidae, Nitidulidae in Rhizophagidae sta določila Savo Brelih in Janez Titovšek. Vrsto *Karpinskiella pityophthori* Bouč. je določil Zdenek Bouček (Commonwealth Institute of Entomology, British museum).

Zaradi prisotnosti karnivornih vrst prihaja v lovni koritih režastih pastih do masakriranja ostalih ujetih žuželk, tako da smo pogosto našli samo njihove ostanke. ZIEGLER (1985)

predlaga, naj bi število dodatno ujetih žuželk povečali za 15 % in tako nadomestili izgube, ki nastanejo zaradi prehranjevanja roparskih in mrhovinarskih žuželk v lovnih koritih. Menimo, da pri rednih tedenskih obhodih ne prihaja do tako velikih izgub, zato smo se odločili manjkajoči ulov rekonstruirati na podlagi ostankov razkosanih žuželk.

3.2.3 Metode obdelave podatkov

Žarišča, v katera smo postavili pasti, se razlikujejo med seboj. Velikosti sestojnih lukenj so različne, prav tako tudi njihove prevladujoče ekspozicije in s tem povezana mikroklima. Žarišča se razlikujejo tudi po času nastanka in številu napadenih dreves. Vse te razlike lahko vplivajo na velikost in vrstno sestavo ulova v postavljenih pasteh. Število ujetih podlubnikov je prav gotovo odvisno od števila podlubnikov, ki so v žarišču ali njegovi okolici "na razpolago". BAKKE (1985) je ugotovil, da so populacije vrste *Ips typographus* v gozdovih neenakomerno porazdeljene. Na gostote populacij žuželk, ki so plenilci ali paraziti podlubnikov, odločilno vpliva starost žarišč. Največje gostote njihovih populacij lahko pričakujemo takrat, ko je gostota populacije plena/gostitelja že v upadanju. Človekovi posegi, ki se po posameznih žariščih prav tako razlikujejo, še dodatno stopnjujejo nehomogenost celotnega kompleksa faktorjev, ki lahko vplivajo na ulov v pasteh.

Zaradi vseh teh razlogov smo se odločili, da bomo vpliv heterogenosti poskusnega gradiva (žarišč) iz poskusa izločili z metodo blokov.

V žariščih z oznakami od I do V, raziskujemo odvisnost ulova od tipa pasti. Ulov je v tem primeru kriterialni znak. Dva različna modela pasti predstavljata dva nivoja istega faktorja, zato smo za ugotavljanje razlik med ulovom v cevni in režastih pasteh uporabili metodo parov.

V žariščih z oznakami od 1 do 5 raziskujemo odvisnost ulova od vrste vstavljenega feromona. Dva različna feromona in kontrola predstavljajo en faktor s tremi nivoji. Shema poskusa ustreza slučajnostnemu poskusu v popolnih blokih. Vsako žarišče je popoln blok, v katerem so zastopani vsi trije postopki (feromoni). Razlike v ulovu med postopki in med žarišči smo ugotavljali z analizo variance. Za ugotavljanje razlik med ulovom na posamezne vrste feromonov smo uporabili posteriorno analizo z najmanjšo značilno razliko (LSD).

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Razčlenitev ulova podlubnikov (Scolytidae)

Celoten ulov podlubnikov med raziskavo prikazuje preglednica št. 1. Število podlubnikov v stolpcih od 1 do 5 predstavlja ulov v petih pasteh, v stolpcu št. 6 pa v eni pasti (past v saniranem žarišču).

VRSTA PODLUBNIKA	1. 	2. 	3. 	4. 	5. 	6. 	7. Σ
<i>Ips typographus</i>	13.529	38.270	94.825	263	9		146.860
<i>Pityogenes chalcogr.</i>	30.186	393.283	3.853	613.525	221	22	1.041.090
<i>Crypturgus cinereus</i>	9	158	402	50	3	1	623
<i>Hylastes ater</i>		16	52	33	22		123
<i>Dryocoetes autographus</i>		1	12	21	11		45
<i>Xyloterus lineatus</i>		1	11	17	7		36
<i>Hylastes attenuatus</i>			2	4	1		7
<i>Hylurgops palliatus</i>		1	1	1	2		5
<i>Hylastes cunicularius</i>			1	3			4
<i>Orthotomicus erosus</i>			1	2			3
<i>Leperesinus varius</i>		1				1	2
<i>Hylastinus obscurus</i>		2					2
<i>Hylastes angustatus</i>				1			1
<i>Orthotomicus laricis</i>		1					1
SKUPAJ	43.688	431.734	99.160	613.920	276	24	1.188.802
%	4	36	8	52	0	0	100

LEGENDA:



cevna past



režasta past

P

feromon pheroprax

C

feromon chalcoprax

K

kontrola - brez feromona

Preglednica 1 POPIS UJETIH PODLUBNIKOV (Scolytidae)

V ulovu absolutno prevladujeta vrsti *Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus*, kar je glede na uporabljeni vrsti feromonov pričakovan rezultat. Poleg obeh ciljnih vrst podlubnikov smo v pasteh našli še 12 drugih vrst iz družine Scolytidae (preglednica št. 1).

Z največ osebki so bile v ulovu zastopane vrste *Crypturgus cinereus*, *Hylastes ater*, *Dryocoetes autographus* in *Xyloterus lineatus*.

Drobni borov lubadar (*Crypturgus cinereus* Herbst) oblikuje svoj rovni sistem kot podaljšek materinskih hodnikov večjih podlubnikov. TITOVŠEK (1973) je vrsto našel v rovih vrst *Ips typographus* in *Pityogenes chalcographus*. Med ulovom na različne vrste feromonov smo odkrili značilne razlike (priloga št. 1). Največji ulov vrste *Crypturgus cinereus* smo zabeležili v pasteh s feromonom pheropraxom. Zaradi njihovega specifičnega življenjskega prostora domnevamo, da osebki vrste *Crypturgus cinereus* zaznavajo in izkoriščajo kemične signale, ki jih v rovnih sistemih oddajajo večji podlubniki.

Največ osebkov črnega borovega koreninarja (*Hylastes ater* Payk.) smo našli v pasteh v začetku maja, ko se je verjetno odvijala kulminacija rojenja. Razlike v ulovu so se pojavljale med posameznimi žarišči, medtem ko med feromoni nismo odkrili signifkantnih razlik. Najverjetneje se je večina osebkov v pasti ujela slučajno.

Ulov kosmatega smrekovega lubadarja (*Dryocoetes autographus* Ratz.) je bil po pasteh razmeroma enakomerno razporejen, ne glede na vrsto vstavljenega feromona. Signifikantne razlike so nastopale med ulovom po posameznih žariščih. NIEMEYER (1985) je ugotovil, da je ulov vrste *Dryocoetes autographus* zunaj sestojev večji kot v sestojnih luknjah in to ne glede na barvo pasti.

Progasti lestvičar (*Xyloterus lineatus* Oliv.) roji zelo zgodaj, tako da je rojenje najverjetneje doseglo kulminacijo že pred koncem marca, ko smo postavili pasti. V prvih dveh tednih poskusa smo v pasteh našli 78 % celotnega ulova progastega lestvičarja. Kasneje so se v pasteh pojavljali le še posamezni osebki. Med ulovom na posamezne vrste feromonov nismo ugotovili značilnih razlik.

Pri vrstah *Hylastes ater*, *Dryocoetes autographus* in *Xyloterus lineatus* je ulov v pasteh odvisen predvsem od gostot njihovih populacij po posameznih žariščih. Višje gostote populacij so prisotne v večjih žariščih, kjer je bilo na razpolago veliko primerne materiala za naselitev omenjenih sekundarno-terciarnih vrst. Pri vseh treh vrstah je bilo največje število osebkov ujetih v žariščih št. 4 in 5.

Ulov sekundarno-terciarnih vrst podlubnikov iz preglednice št. 1 pravzaprav predstavlja nezaželen ulov v lovnih pasteh. Vrste, ki naseljujejo že napadena drevesa, so kot "paraziti prostora" interspecifični kompetitorji primarnejšim vrstam podlubnikov. Poleg tega gospodarsko indiferentne vrste vzdržujejo visoko gostoto populacij polifagnih vrst parazitov podlubnikov (Hymenoptera Parasitica) in tako posredno pomagajo pri naravni redukciji gospodarsko pomembnejših vrst.

V cevne pasti se je poleg obeh ciljnih vrst podlubnikov ujelo le še 9 osebkov vrste *Crypturgus cinereus*. Ostalih vrst podlubnikov v cevni pasteh nismo našli. Do slučajnega ulova, ki je značilen za režaste pasti, prihaja v cevni pasteh le izjemoma. Za ulov

podlubnikov v cevno past je navadno nujen njihov predhodni pristanek na cev. Pristanek podlubnika na drevo je kot vedenjski vzorec verjetno pogojen z ustreznim kemičnim signalom. VITÉ (1987) meni, da pristanek knaverja na deblo spodbudi kemična snov metilbutenol, ki je tudi ena od sestavin sintetičnega feromona pheropraxa. Pri drugih vrstah podlubnikov sprožijo pristanek na drevo (oz. na past, ki je imitacija debela) verjetno nekatere druge snovi.

Med obhodom 14. aprila smo v žarišču št. V našli v režasti pasti z vstavljenima feromonoma pheropraxom in chalcopraxom dva osebka vrste *Hylastinus obscurus* Marsh. (deteljini podlubnik). V sistematskem pregledu podlubnikov Slovenije, ki ga je sestavil TITOVŠEK (1988), med skupaj 70 podlubniki omenjena vrsta ni navedena. V Prirodoslovnem muzeju Slovenije je vrsta vključena v entomološko zbirko, vendar brez podatkov o najdišču. Naša najdba potrjuje, da je ta zanimiva vrsta razširjena tudi v Sloveniji.

4.2 Razčlenitev ulova ostalih členonožcev (Arthropoda)

4.2.1 Splošno o dodatnem nezaželenem ulovu v lovni pasteh

S pastmi za obvladovanje podlubnikov ni mogoče doseči absolutno selektivnega delovanja. V ulovu je namreč poleg ciljne vrste podlubnika vedno tudi določeno število drugih žuželk (Insecta) in ostalih členonožcev (Arthropoda).

Že prvi terenski poskusi s cevnimi pastmi, opremljenimi s feromonom pheropraxom, so pokazali, da so v "mokrem" ulovu poleg knaverja pogosto tudi osebki njegovega znanega plenilca - mravljinčastega pisanca (*Thanasimus formicarius* L.). V pasteh druge generacije, ki delujejo na bariernem principu, je več avtorjev opazilo veliko število ujetih osebkov kožokrilcev (Hymenoptera), še posebej v pasteh bele barve (DUBBEL et al. 1985, HELLRIGL et SCHWENKE 1985). V ZR Nemčiji je ugotovitev, da v zbiralnike ploščatih lijačnih pasti pogosto zaidejo tudi matice različnih vrst čmrljev (*Bombus* sp.), sprožila glasno ugovarjanje ekološko osveščenega dela javnosti (NIEMEYER 1985).

Nezaželen dodaten ulov žuželk in drugih členonožcev v pasteh je lahko posledica:

- a) privabljalnega efekta sintetičnega feromona,
- b) smrdu po mrhovini,
- c) oblike in barve pasti,
- d) slučajnega ulova.

a) Privabljalni efekt sintetičnega feromona

Nekatere vrste plenilcev podlubnikov se odzivajo na kemične signale, ki jih podlubniki oddajajo pri intraspecifični komunikaciji. Tako lažje najdejo svoj plen. Sintetični feromoni, ki so narejeni kot imitacija naravnih feromonov, prav tako privabljajo omenjene plenilce.

b) Smrad po mrhovini

Povzročajo ga razpadajoči osebki v zbiralnikih lovnihi pasti. Smrad je intenzivnejši pri metodi "mokrega" ulova. Privablja predstavnike tistih vrst, ki se delno ali v celoti hranijo z mrhovino. Smrad je močnejši ob daljših časovnih razmakih med praznjenji pasti.

c) Oblika in barva pasti

Nekateri avtorji menijo, da podlubniki pasti črne barve v določenih pogojih zamenjujejo za debela dreves in poskušajo na njih pristati. Enako bi lahko veljalo tudi za ostale vrste krilatih insektov. Cevne pasti, oblepljene z žagovino, so ob sončnem vremenu svetlejše od okolice in verjetno zato optično stimulirajo nalet določenih vrst insektov. Hkrati cev s svojo obliko spominja na deblo tanjšega drevesa.

d) Slučajni ulov

Žuželke različnih vrst velikokrat zaidejo v pasti povsem slučajno. Barierne pasti so oblikovane tako, da je slučajni ulov v njih pogost (velika površina, velika skupna dolžina rež). V cevni pasteh prihaja do slučajnega ulova le izjemoma.

4.2.2 Popis ujetih osebkov

V popisu ujetih osebkov (preglednica št. 2) so zajeti vsi osebki, ki smo jih našli od 31.3. do 27.10.1989 v petih pasteh (stolpci 1-5) oz. v eni pasti (6. stolpec - sanirano žarišče). V popisu ni zajet ulov podlubnikov (Scolytidae).

V pasti so se ujeli predstavniki iz 4 razredov in 18 redov členonožcev (Arthropoda). Red hroščev (Coleoptera) je bil v ulovu zastopan s predstavniki iz 43 različnih družin. Od ostalih živalskih vrst so bili v pasteh prisotni še polži (Gastropoda), vendar le v manjšem številu.

Ekološki statusi ujetih vrst so različni. Razdelitev ujetih osebkov na "koristne" in "škodljive" grobo poenostavlja zapletene in še ne docela raziskane odnose med živimi bitji v gozdni biocenozi. Vse žuželke, ki prebivajo v gozdu, predstavljajo njegov nepogrešljiv integracijski del in v normalnih razmerah (pri normalnih gostotah populacij) ne povzročajo gospodarskih škod. Zato imamo lahko celoten dodatni ulov v lovnihi pasteh za nezaželen.

V popisu ujetih osebkov (preglednica št. 2) lahko vidimo, da največji del dodatnega ulova predstavljajo prav vrste, družine in redovi, ki ugodno vplivajo na stabilnost gozdnih biocenoz. Po številu ujetih osebkov je bil na prvem mestu najezdnik *Karpinskiella pityophthori*, ki parazitira nekatere vrste podlubnikov. Zaskrbljujoče velik je bil tudi ulov mravelj (Formicidae), pajkov (Araneae), dvokrilcev (Diptera) in roparskih družin hroščev (Coleoptera). Z lovnihi pastmi torej poleg podlubnikov reduciramo tudi njihove naravne sovražnike, kakor tudi sovražnike drugih, potencialno gospodarsko škodljivih gozdnih insektov.

Preglednica 2 POPIS UJETIH OSEBKOV

UJETI OSEBKI	1 Ⓟ	2 Ⓜ	3 Ⓟ	4 Ⓢ	5 Ⓚ	6 □	7 Σ
ARTHROPODA (členonožci)	5054	1433	635	2356	675	149	10302
razred CRUSTACEA (raki)	16		5	3	4	2	30
red ISOPODA (mokrice)	16		5	3	4	2	30
razred ARACHNOIDEA (pajkovci)	71	82	58	67	89	8	375
red ARANEAE (pravi pajki)	60	80	56	66	87	8	357
red PSEUDOSCORPIONES (paščipalci)			1				1
red ACARINA (pršice) ¹	11	2	1	1	2		17
razred MYRIAPODA (stonoge)	58	6		6	1		71
red CHILOPODA (strige)	1						1
red DIPLOPODA (kačice)	57	6		6	1		70
razred INSECTA (žuželke)	4909	1345	572	2280	581	139	9826
podrazred APTERYGOTA (pražuželke)	238	21	22	40	25	10	356
podrazred PTERYGOTA (krilate žužel.)	4663	1323	549	2239	555	127	9456
red SALTATORIA (skakalci)			1	1	1		3
red DERMAPTERA (strigalice)	88	2		2		0	92
red BLATTARIA (ščurki)	69	1	1	4	9	1	85
red PSOCOPTERA (prašne uši)	3	22	38	38	43	15	159
red HETEROPTERA (stenice)	5	17	17	14	15	2	70
red HOMOPTERA (enakokrilci)	12	22	40	39	62	29	204
red HYMENOPTERA (kožokrilci)	4112	581	67	1135	101	7	6003
Pteromalidae	3658	2	5	1			3666
Karpinskiella pityophthori	3658	2	5	1			3666
Formicidae	344	563	32	1096	68	2	2105
Vespidae	3	1	3	11	2		20
Apidae		4	5	8	5		22
Apis sp.		4	3	7	5	0	19
Bombus sp.			2	1			3
red COLEOPTERA (hrošči)	146	616	322	924	262	58	2328
Carabidae	2	7	15	17	13	5	59
Dytiscidae		3	2	3			8

¹ Navedene so le pršice, ki so se v ulovu pojavljale samostojno. Občasno smo v ulovu opazili tudi drobne saprofagne pršice, ki so bile pritrjene na osebkke podlubnikov. Zaradi zelo majhnih dimenzij in množičnega pojavljanja nismo posebej ugotavljali njihove številčnosti.

UJETI OSEBKI	1 Ⓟ	2 Ⓟ	3 Ⓟ	4 Ⓟ	5 Ⓟ	6 Ⓟ	7 Σ
Hydrophilidae		3	4	3	3	1	14
Cryptopleurum minutum			1		1	1	3
Megasternum boletophagum		3	3	3	2		11
Silphidae		8	1	2			11
Necrophorus sp.		1					1
Liodidae		3	7	7	11	1	29
Anisotoma humeralis		3	7	7	11	1	29
Orthoperidae			1				1
Scaphidiidae		2	16	2	16	0	36
Staphylinidae	8	32	65	96	43	15	259
Pselaphidae					1		1
Histeridae		36	28	30	5	4	103
Cylister angustatum		2					2
Cylister lineare		33	27	29	5	1	95
Hister quadrimaculatus						1	1
Lycidae		1	1		1		3
Cantharidae		2			1		3
Dasytidae	8	5	2	1	1		17
Dasytes sp.	8	5	2	1	1		17
Cleridae	87	1	3		1		92
Thanasimus formicarius ²	80		3				83
Thanasimus rufipes	7						7
Elateridae		61	92	72	71	15	311
Melasidae		1		2	1		4
Throscidae						1	1
Throscus dermestoides						1	1
Buprestidae				1	2		3
Anthaxia sp.				1	2		3
Dryopidae				1			1
Dermestidae		1	1				2
Byrrhidae	1	1	1	1	1	1	6
Ostomidae	8	351	10	593	4		966
Nemosoma elongatum	8	351	10	593	4		966

² Ulov vrste *Thanasimus formicarius* L. so sestavljali osebki vseh treh aberacij (po Kuhn 1912): ab laetipes Reitt. ab semifasciatus Fleisch. in ab brevicollis Spin.

UJETI OSEBKI	1 ⊙PC	2 ⊠PC	3 ⊠P	4 ⊠C	5 ⊠K	6 ⊠	7 Σ
Nitidulidae	16	15	3	19	3		56
<i>Epuraea pusilla</i>	15	14	3	19	1		52
<i>Ipidia quadrimaculata</i>					2		2
<i>Meligethes aenus</i>	1	1					2
Rhizophagidae	6	20	6	26	8	4	70
<i>Rhizophagus bipustulatus</i>	6	20	5	23	8	4	66
<i>Rhizophagus depressus</i>			1	2			3
<i>Rhizophagus grandis</i>				1			1
Cucujidae	1	45	5	9	3	1	64
<i>Uleiota planata</i>		43	4	8	3	1	59
Cryptophagidae		3	14	4	17	1	39
Lathridiidae	3	1	18	4	9	4	39
Colydiidae		3	1	2	2		8
<i>Ditoma crenata</i>		3	1	2	2		8
Cisidae			2	1	6	1	10
Anobiidae			1	1			2
Ptinidae	2						2
Pythidae			2				2
Mordellidae	2		3	5	23		33
Serropalpidae	1	2		2			5
Lagriidae			1		1		2
Tenebrionidae		2		8			10
<i>Hypophloeus linearis</i>		2		8			10
Scarabaeidae		4	10	3	2	4	23
Chrysomelidae			2				2
Cerambycidae		1	5	7	6		19
Anthribidae				1	1		2
<i>Dissoleucus niveirostris</i>				1	1		2
Curculionidae	1	1		1	6		9
Platypodidae		1					1
<i>Platypus cylindrus</i>		1					1
Scolytidae ³							

³ Ulov družine Scolytidae je posebej prikazan v tabeli št. 1.

UJETI OSEBKI	1 	2 	3 	4 	5 	6 	7 Σ
red PLANIPENNIA (pravi mrežokrilci)					1		1
red MECOPTERA (kljunati mrežokrilci)			1				1
red LEPIDOPTERA (metulji)	6	3	3	5	5	3	25
Lepidoptera - larve	6	1		2	2		11
red DIPTERA (dvokrilci)	222	59	59	77	56	12	485
Diptera - larve	2						2
NEDOLOČENE ŽUŽELKE ⁴	8	1	1	1	1	2	14
Nedoločene žuželke - larve	5	1	1	1		1	9
MOLLUSCA (mehkužci)	13	2	1	3	5		24
GASTROPODA (polži)	13	2	1	3	5		24
S K U P A J	5067	1435	636	2359	680	149	10326
%	49	14	6	23	7	1	100

⁴ Nekaterih osebkov nismo uspeli determinirati. V to skupino smo uvrstili nedoločene osebkke v larvalnem razvojnem stadiju in do nerazpoznavnosti poškodovane osebkke imagov.

LEGENDA:



cevna past



režasta past

P

feromon pheroprax

C

feromon chalcoprax

K

kontrola - brez feromona

4.2.3 Selektivnost ulova posameznih kombinacij pasti in feromonov

V cevnih pasteh s hkrati vstavljenima feromonoma pheropraxom in chalcopraxom je bil dodatni ulov absolutno in relativno največji. Dodatni nezaželeni ulov v višini 11,56 % od ulova ciljnih vrst zastavlja vprašanje, ali je postavitve take kombinacije pasti in feromonov sploh še smiselna? Odstotek nezaželenega ulova je bil tako visok zaradi naleta že omenjene parazitske vrste *Karpinskiella pityophthori*, ki je sama prispevala kar 72 % k celotnemu nezaželenemu ulovu v cevnih pasteh.

V ČSSR so v cevnih pasteh tipa Borregaard '80, opremljenimi s feromonom pheropraxom, ugotovili dodatni ulov med 0,66 % in 0,96 % od ulova knaverja (NOVÁK et al. 1985).

Režaste pasti s feromonom pheropraxom so pri ulovu pokazale zadovoljivo stopnjo selektivnosti (0,64 %). V prazne režaste pasti, ki so bile postavljene v istih žariščih, se je ujelo celo nekaj osebkov več, kar kaže na precejšen delež slučajnega ulova.

Do podobno velikega nezaželenega ulova (okoli 1 %) so prišli tudi UNTEREGGER (1987) ter HELLRIGL in SCHWENKE (1985). Zadnja dva sta v svoji raziskavi na Južnem Tirolskem uporabljala režaste pasti bele barve.

Selektivnost ulova je še višja pri režastih pasteh s feromonom chalcopraxom - če jo izrazimo v odstotkih od ulova vrste *Pityogenes chalcographus* (0,38 %). Pri uporabi chalcopraxa je bil nezaželen ulov absolutno skoraj štirikrat večji kot pri uporabi feromona pheropraxa.

V člankih, ki opisujejo prve rezultate pri uporabi feromona chalcopraxa v Avstriji, navajajo posamezni avtorji dodatni ulov v velikosti 0,1 % (CHALOUPEK et al. 1988) in celo manj kot 0,01 % (UNTEREGGER 1988) od ulova ciljne vrste podlubnika. Tako velika stopnja selektivnosti je po izkušnjah avtorja raziskave najverjetneje posledica številnih majhnih žuželk, ki jih ob manj natančnem pregledu ulova zelo lahko spregledamo.

V režastih pasteh s feromonoma pheropraxom in chalcopraxom je bil dodatni ulov podobno visok kot v režastih pasteh s feromonom chalcopraxom.

4.2.4 Ulov po tipih pasti in vrstah feromonov

Ulov obeh ciljnih vrst podlubnikov je bil v režastih pasteh večji kot v cevnih (glej poglavje 4.1). Pri nezaželenem dodatnem ulovu drugih vrst pa to ni splošno pravilo. Nekatere vrste so se v večjem številu lovile v cevne pasti (preglednica št. 2).

Ulov v režastih pasteh (stolpci 3, 4 in 5 v preglednici št. 2) nam lahko posredno veliko pove o ekološkem statusu ujetih osebkov. Če je ulov osebkov neke vrste v pasteh z

vstavljenim feromonom bistveno večji od ulova v praznih pasteh, lahko sklepamo, da obstaja povezava med ujetjo vrsto in vrsto podlubnika, ki se lovi na feromon, vstavljen v pasti. Tipična primera take medsebojne povezave sta plenilski in parazitski odnos.

Podrobneje predstavljamo ulov tistih vrst in višjih taksonomskih enot, ki so se v ulovu pojavljale z večjim številom osebkov.

Isopoda (mokrice)

V žariščih z dvema različnima tipoma pasti smo zabeležili ulov mokric le v cevni pasteh (preglednica št. 2). Mokrice so tipični prebivalci tal in se množično pojavljajo povsod, kjer je zadosti vlage.

Arachnoidea (pajkovci)

Ulov pajkovcev je bil podobno velik v cevni in v režastih pasteh. Med pajkovci so bili v ulovu najbolj številno zastopani pravi pajki (Araneae). Njihov ulov v režaste pasti ni odvisen od vrste vstavljenega feromona. Pajki pogosto prepletejo stojala za režaste pasti s svojimi mrežami in tako povečajo njihovo lovno površino. Kot neselektivni plenilci žuželk so pajki v gozdu nedvomno pomembni vzdrževalci biocenotskega ravnotežja.

Myriapoda (stonoge)

Več kot polovico vseh ujetih stonog smo našli v cevni pasti, postavljeni v žarišču št. III. Stonoge so prišle v zbirne kozarce po deblu drevesa, na katerem je bila pritrjena past. Do večje koncentracije stonog je verjetno prišlo zaradi večje vlažnosti pod drevesom. Razen enega osebkov so vse ujete stonoge pripadale redu Diplopoda (kačice).

Apterygota (pražuželke)

Ulov žuželk iz podrazreda apterygota je bil v cevni pasteh večji kot v režastih. Med ujetimi osebki so prevladovali skakači (Collembola) večjih dimenzij, ki živijo v gozdnem opadu. Med ulovom na različne feromone nismo odkrili značilnih razlik. Pražuželke so pomembni prebivalci gozdnih tal. Nekatere vrste sodelujejo pri razgradnji gozdnega opada (ŽIVOJINOVIC 1970).

Dermaptera (strigalice)

Podobno kot pri stonogah, je bil tudi ulov strigalic večji v tistih žariščih, kjer so bile cevne pasti pritrjene na drevesna debla. Tudi strigalice se rade zadržujejo na vlažnih mestih. ŽIVOJINOVIC (1970) navaja, da se strigalice občasno zberejo v skupnih skrivališčih. Strigalice so tipični vsejedci.

Blattaria (ščurki)

Ščurki so slabi letalci, zato večino svojega življenja preživijo na tleh. Večji ulov v cevni pasteh torej ni presenetljiv. JACOBS in RENNER (1974) navajata, da se ščurki zbirajo v večje skupine s pomočjo populacijskega feromona. Med ščurki, ki so se ujeli v cevne pasti, je bilo tudi nekaj razmeroma velikih osebkov, ki niso mogli v pasti zaiti skozi

odprtinice s premerom 3,5 mm. Menimo, da večji osebki padejo naravnost v zbirni kozarec, ki se nikoli povsem ne prilega na reducirni člen. Vsi predstavniki reda Blattaria so vsejedci. Možno je, da jih v zbirne kozarce cevni pasti privablja smrad razpadajočih žuželk.

Psocoptera (prašne uši), Heteroptera (stenice) in Homoptera (enakokrilci)

Osebki iz omenjenih redov so se pojavljali predvsem v režastih pasteh, vendar pri njih nismo ugotovili nagnjenosti do katerega od obeh vstavljenih feromonov. Veliko osebkov iz omenjenih dveh redov se je ujelo v pasti šele v drugi polovici oktobra. Povečan ulov v jesenskem času je morda posledica tega, da so žuželke v pasteh iskale zavetje pred mrazom. V črnih režastih pasteh so namreč temperature nekoliko višje kot na prostem. Žuželke iz reda Homoptera fiziološko slabijo drevesa s sesanjem rastlinskih sokov. Ostala dva reda v gozdu nimata večjega gospodarskega pomena. Nekatere polifagne stenice so priložnostni plenilci podlubnikov (TITOVŠEK 1988).

Formicidae (mravlje)

Vrsto *Formica rufa*, ki je prevladovala v ulovu mravelj, štejemo za koristno gozdno žuželko. Njena prisotnost povečuje stabilnost gozdnih ekosistemov. Kot predatorji delujejo mravlje izrazito neselektivno. V njenem plenu je največ tiste vrste, ki je v okolju najbolj pogosta.

Med ulovom mravelj v različnih tipih pasti nismo ugotovili značilnih razlik. Ulov v režastih pasteh se je značilno razlikoval po posameznih žariščih, ne pa po vrstah feromonov. Mravlje se lahko pojavijo v večjem številu tako v cevni kot v režasti pasti. V žarišču št. 3 smo v pasti s feromonom chalcopraxom ugotovili ulov 374 osebkov v enem tednu. Masovni ulov mravelj je najverjetneje posledica slednih feromonov. Z njimi mravlje označujejo svoje poti (DUMPERT 1978). Ko je pot do hrane (ujetih osebkov v pasti?) enkrat označena, sledijo prvi mravlji še druge.

Apidae (čebele), Hymenoptera

V črnih režastih pasteh ulov čebel (*Apis* sp.) in čmrljev (*Bombus* sp.) ni bil posebno velik. V raziskavah, ki so jih različni avtorji opravili z belimi režastimi pastmi, so bili predstavniki iz družine Apidae v dodatnem nezaželenem ulovu vedno zastopani s pomembnim deležem (DUBBEL et al. 1985, HELLRIGL et SCHWENKE 1985, ZIEGLER 1985). Čebele in čmrlji kažejo močno nagnjenje do belih cvetov kobulnic (Apiaceae), na katerih zbirajo nektar. Do ulova v belih pasteh* je prišlo ne glede na to, ali je bil v pasti vstavljen feromon pheroprax ali ne. NIEMEYER (1985) je opazil nagnjenje do belih pasti tudi pri dvokrilcih (Diptera) in nekaterih družinah hroščev (Coleoptera).

* Proizvodnjo belih režastih pasti so sredi 80. let ustavili. V ZR Nemčiji so nezaželeni dodatni ulov zmanjšali tako, da so bele pasti prebarvali z obstojno črno barvo.

Diptera (dvokrilci)

Osebkki iz reda Diptera so bili v lovni pasteh zastopani v velikem številu. V cevni pasteh je bil ulov večji kot v režastih. V zbirnih kozarcih so prevladovali manjši osebkki, ki so tja lahko prišli skozi majhne odprtine. Razmeroma velik ulov v cevni pasteh bi utegnil biti posledica optične stimulacije. Cevne pasti so namreč svetlejše od ozadja, ki ga v sestojnih luknjah v vseh smereh tvori gozdni rob starega sestoja. NIEMEYER (1985) je ugotovil, da je ulov dvokrilcev v belih režastih pasteh v sestojnih luknjah veliko večji kot ob gozdnem robu zunaj sestojev. Kaže, da ulov dvokrilcev v režastih pasteh ni bil posledica vstavljenih feromonov, ampak je do njega prišlo slučajno.

Ulova dvokrilcev nismo podrobneje razčlenili, čeprav so nekatere družine zanimive z gozdnovarstvenega vidika. Vrste iz družine Tachinidae imajo v gozdu velik pomen kot paraziti gosenic metuljev. Dvokrilci iz družine Asilidae so znani kot predatorji mnogih vrst gozdnih žuželk. Za predatorsko vrsto *Medetera signaticornis* (Dolichopodidae) so ugotovili, da jo privabljajo različni monoterpeni, pa tudi deli debel, ki so jih napadli podlubniki (RUDINSKY et al. 1971).

Coleoptera (hrošči)

Pri družinah Elateridae, Carabidae in Liodidae nismo ugotovili značilnih razlik med ulovom v režastih pasteh z različnimi vstavljenimi feromoni. V prid slučajnega ulova v režastih pasteh govori tudi skromen ulov osebkov iz omenjenih družin v cevni pasteh (preglednica št. 2).

Ulov osebkov iz družine Elateridae (pokalice) je tipičen primer slučajnega ulova v režaste lovne pasti. V cevne pasti se ni ujel niti en osebek pokalic, čeprav ulov v režastih pasteh dokazuje, da so v žariščih od I do V pokalice bile prisotne. V žariščih od 1 do 5 je bil ulov odvisen od gostot lokalnih populacij hroščev, ki so se med seboj močno razlikovale. Ulov na različne vrste feromonov je bil zelo izenačen. V pasteh smo večkrat našli hkrati različne vrste pokalic. Za larve pokalic iz roda *Athous* so ugotovili, da se zagotovo hranijo tudi z zarodom podlubnikov (TITOVŠEK 1988).

Pri družini Scaphidiidae smo odkrili značilne razlike med ulovom na posamezne vrste feromonov. Videti je, kot da feromon chalcoprax deluje na predstavnike te družine odbijajoče. Larve in odrasli osebkki iz družine Scaphidiidae živijo v drevesnih gobah, podobno kot vrsta *Anisotoma humeralis* (Liodidae), ki se je prav tako razmeroma pogosto pojavljala v režastih pasteh.

Pri družinah Cryptophagidae in Lathridiidae se je najmanj osebkov ulovilo v pasti s feromonom chalcopraxom, vendar razlike med ulovom na posamezne vrste feromonov niso signifikantne. Nekatere vrste iz družine Cryptophagidae živijo pod drevesno skorjo (KUHN 1912). HELLRIGL in SCHWENKE (1985) sta v pasteh s feromonom pheropraxom našla osebkke Cryptophagidae iz roda *Antherophagus*.

Na podlagi analize nezaželenega ulova, ki jo je v ZR Nemčiji opravil ZIEGLER (1985), smo pričakovali v pasteh večji ulov osebkov iz družine Silphidae (mrharji). Njihov ulov je bil manjši od pričakovanega verjetno zaradi tega, ker smo ulovljene osebkke iz pasti odstranjevali v tedenskih razmakih. Če bi bili intervali med našimi obhodi daljši, bi bil ulov mrharjev, ki jih privlači vonj po mrhovini, gotovo večji.

4.2.5 Ulov predatorjev podlubnikov

Predatorje podlubnikov privlačijo poleg primarnih atraktantov, ki jih izločajo drevesa*, tudi sekundarni atraktanti (feromoni), ki jih izločajo podlubniki. Tako predatorji podlubnikov najdejo svoj plen (ZUMR 1983). Sintetični feromoni za obvladovanje podlubnikov so sestavljeni iz nekaterih komponent, ki sestavljajo kompleksnejše naravne feromone, zato tudi oni privabljajo določene vrste predatorjev.

V ulovu smo našli osebkke iz desetih družin hroščev (Coleoptera), v katere po navedbah različnih avtorjev spadajo tudi plenilci podlubnikov. V tem poglavju podrobneje predstavljamo nekatere vrste iz teh družin.

Thanasimus formicarius L. (mravljinčasti pisanec), Cleridae

Odrasli osebkki mravljinčastega pisanca lovijo svoj plen tekajoč po drevesnih deblih, medtem ko larve uničujejo zarod podlubnikov v njihovih rovnih sistemih. Poleg vrste *Thanasimus formicarius* smo v cevni pasteh našli tudi nekaj osebkov sorodne vrste *Thanasimus rufipes* Brahm.. V žariščih od I do V smo zabeležili ulov obeh vrst iz roda *Thanasimus* samo v cevni pasteh. O dodatnem nezaželenem ulovu mravljinčastega pisanca v cevni pasteh s feronom pheropraxom poročata tudi VAUPEL in VITÉ (1984).

Sintetični feromon pheroprax stimulira nalet vrste *Thanasimus formicarius* (DUBBEL et al. 1985, ZUMR 1983). BAKKE in KVAMME sta s testiranjem posameznih komponent agregacijskega feromona vrste *Ips typographus* ugotovila, da mravljinčastega pisanca privlačita sestavini ipsenol in ipsdienol, manj pa sestavina (S)-cis-verbenol. Kot samostojna komponenta ga metilbutenol ne privlači. Pri kombinaciji vseh štirih komponent pride do sinergističnega efekta (1981, po ZUMRU 1983).

Glede manjšega ulova mravljinčastega pisanca v režastih pasteh je NIEMEYER (1985) ugotovil, da se ujeti osebkki uspešno sami osvobodijo iz lovni korit. Relativno velike in markantno obarvane hrošče lahko izpustimo iz pasti tudi ob rednih obhodih.

* Pri iglavcih so to v glavnem terpenke substance.

V jugovzhodnem delu ZDA so več let spremljali ulov podlubnika *Dendroctonus frontalis* in njegovega plenilca, pisanca *Thanasimus dubius*. Ulov plenilca je bil v pasteh največji takrat, ko je bil ulov podlubnika najmanjši in obratno (VITÉ 1988).

Staphylinidae (kratkokranci)

Po KUHNTU (1912) živijo kratkokranci v različnih življenjskih okoljih, večinoma kot plenilci. ŽIVOJINOVIĆ (1970) navaja, da mnoge vrste iz družine Staphylinidae vdirajo v ravne sisteme podlubnikov, kjer uničujejo njihove larve.

V režastih pasteh smo zabeležili večji ulov kratkokrancov kot v cevni. Med ulovom na različne vrste feromonov nismo odkrili značilnih razlik, pač pa se je značilno razlikoval ulov po posameznih žariščih (priloga št. 2). Če bi preskušali razlike med ulovom za posamezne vrste kratkokrancov, bi morda dobili drugačne rezultate.

Pri poskusu z režastimi pastmi različnih barv (DUBBEL et al. 1985) niso odkrili razlik med ulovom kratkokrancov v praznih pasteh in v pasteh z vstavljenim feromonom pheropraxom. ZUMR (1983) je ugotovil, da pheroprax privablja v pasti predatorske vrste kratkokrancov *Placusa tachyporoides* Wal., *Quedius laevigatus* Gyll. in *Nudobius lentus* Grav..

Staphylinidae najverjetneje zaidejo v pasti zaradi različnih vzrokov. Posamezne vrste privlači feromon, druge smrad razpadajočih osebkov, tretje pa se verjetno ujamejo v pasti slučajno. Pri determinaciji ulova smo opazili, da tudi en sam osebek kratkokrancov lahko naredi v lovnem koritu pokol med podlubniki in ostalimi ujetimi osebki.

Histeridae (prisekančki)

ŽIVOJINOVIĆ (1970) navaja, da lahko v ravnih sistemih podlubnikov pogosto najdemo vrste iz družine Histeridae, ki uničujejo zarod podlubnikov. TITOVŠEK (1988) prišteva Histeridae med hrošče, ki se v hodnikih podlubnikov hranijo z detritusom. OTTE (1989) navaja vrsto *Plagaderus vulneratus* kot plenilca podlubnikov.

Vrste prisekančkov iz roda *Cylister* se hranijo z žuželkami, ki živijo pod drevesno skorjo (KUHNT 1912). V režastih pasteh z vstavljenimi kombinacijami feromonov pheropraxa in chalcopraxa smo zabeležili velik ulov vrste *Cylister lineare*. Ulov v režastih pasteh kaže na to, da se vrsta odziva tako na feromon pheroprax kot na feromon chalcoprax (priloga št. 3). *Cylister lineare* je torej verjetno plenilec knaverja in šesterozobega smrekovega lubadarja.

V režasti pasti s feromonoma pheropraxom in chalcopraxom smo našli tudi dva osebka vrste *Cylister angustatum*, kar je prva najdba te vrste v Sloveniji. Vrsto je določil Savo Brelih.

Nemosoma elongatum L. (Ostomidae)

Drobni hrošči izrazito podolgovate, cilindrične oblike živijo v ravnih sistemih podlubnikov (KUHNT 1912).

Ulov vrste *Nemosoma elongatum* je znašal kar 41 % od celotnega nezaželenega ulova reda Coleoptera (brez družine Scolytidae). Največ osebkov se je ujelo v režaste pasti z vstavljenim feromonom chalcopraxom (priloga št. 4). Tako pri samostojno vstavljenem chalcopraxu kot pri vstavljeni kombinaciji chalcopraxa s pheropraxom je znašal dodatni ulov vrste *Nemosoma elongatum* približno eno promilo od ulova vrste *Pityogenes chalcographus*.

Osebkke vrste *Nemosoma elongatum* so v pasteh opazili že pri prvih terenskih poskusih s feromonom chalcopraxom (VAUPEL et al. 1987). V Sloveniji so nezaželen ulov omenjene vrste opazili v Gozdnem gospodarstvu Postojna leta 1988. Vrsto *Nemosoma elongatum* so večkrat našli tudi v pasteh s feromonom pheropraxom (ZUMR 1983, HELLRIGL et SCHWENKE 1985).

VITÉ (1987) je ugotovil, da je komponenta v feromonu chalcopraxu, ki privablja vrsto *Nemosoma elongatum*, chalcogran. Chalcogran je populacijski feromon šesterozobega smrekovega lubadarja, ki ima podobno vlogo kot (S)-cis-verbenol pri agregaciji knaverja.

Menimo, da je *Nemosoma elongatum* plenilec, katerega plen je predvsem vrsta *Pityogenes chalcographus*. Tej trditvi pritruje tudi morfološka primerjava med obema vrstama. Pri obeh vrstah je širina trupa približno enaka, tako da se plenilec lahko giblje po ravnih sistemih svojega plena. Zaradi podobne velikosti in identične barve je obe vrsti v lovnih koritih zelo težko ločiti. Osebkke vrste *Nemosoma elongatum* so ob enaki širini približno dvakrat daljši od osebkov vrste *Pityogenes chalcographus*.

Nitidulidae

Nekatere vrste iz družine Nitidulidae so predatorji žuželk, ki živijo pod drevesno skorjo (ŽIVOJINOVIĆ 1970). Od treh različnih vrst, ki so se ujele v naše pasti, živita dve (*Epuraea pusilla* Ill. in *Ipidia quadrimaculata* Quems.) pod lubjem iglavcev (KUHNT 1912).

Osebkke vrste *Epuraea pusilla* so se ujeli v cevne in v režaste pasti v podobnem številu. Razlike med ulovom na različne vrste feromonov so bile signifikantne. Največ osebkov se je ujelo na feromon chalcoprax (priloga št. 5).

Nekatere druge vrste iz roda *Epuraea* so znane kot plenilci podlubnikov. Tako je vrsta *Epuraea pygmaea* Gyll. predator vrste *Ips typographus* (RUDINSKY et al. 1971). V pasteh s feromonom pheropraxom je ZUMR (1983) našel večje število osebkov vrste *Epuraea rufomarginata* Steph..

Menimo, da lahko vrsto *Epuraea pusilla* z veliko gotovostjo uvrstimo med predatorje vrste *Pityogenes chalcographus*.

Rhizophagidae

Hrošči iz roda *Rhizophagus* večinoma živijo pod skorjo dreves. Vrsta *Rhizophagus bipustulatus* F. živi pod skorjo listavcev (KUHNT 1912). Nekatere predatorske vrste so se specializirale na eno samo vrsto, druge pa plenijo več različnih vrst podlubnikov (JACOBS et RENNER 1974).

Pri vrsti *Rhizophagus bipustulatus* nismo odkrili značilnih razlik med ulovom v različna tipa pasti in na različne vrste feromonov (priloga št. 6).

V dveh raziskavah, ki so jih opravili v ZR Nemčiji, za celotno družino Rhizophagidae niso odkrili značilnih razlik med ulovom v praznih pasteh in v pasteh s feromonom pheropraxom (DUBBEL et al. 1985, NIEMEYER 1985).

Vrsti *Rhizophagus ferruginosus* L. in *Rhizophagus depressus* F. navaja ZUMR (1983) kot plenilski vrsti knaverja, ki zahajata v pasti s feromonom pheropraxom. Dva osebka vrste *Rhizophagus depressus* smo našli v režasti pasti s feromonom chalcopraxom. Poleg tega smo našli v pasteh tudi en osebek vrste *Rhizophagus grandis* Gyll., ki je po JACOBSU in RENNERJU (1974) predator vrste *Dendroctonus micans* Kug.. Tega podlubnika nismo našli v nobeni od postavljenih pasti.

Uleiota planata L. (Cucujidae)

Cucujidae živijo v glavnem kot plenilci v rovih ksilofagnih insektov (KUHNT 1912). ŽIVOJINOVIĆ (1970) za Cucujidae navaja enak ekološki status kot za družino Nitidulidae. Po TITOVŠKU (1988) se osebki iz družine Cucujidae v hodnikih podlubnikov hranijo z detritusom.

Največji ulov vrste *Uleiota planata* smo ugotovili v režastih pasteh s skupaj vstavljenima feromonoma pheropraxom in chalcopraxom. Možno je, da je prišlo do sinergističnega delovanja obeh vrst feromonov, ali pa je bila vrsta v žariščih od I do V prisotna z večjimi populacijami.

Ditoma crenata F. (Colydiidae)

Vrste iz družine Colydiidae živijo v drevesnih gobah, pod drevesno skorjo in v rovnih sistemih podlubnikov (KUHNT 1912). OTTE (1989) omenja vrsto *Cerylon histeroides* kot plenilca podlubnikov.

Vrsto *Ditoma crenata* smo našli le v režastih pasteh (preglednica št. 2). Osebki vrste *Ditoma crenata* nepretrgoma živijo v panjih, ki jih ne zapustijo tudi skozi več generacij (OTTE 1989).

Hypophloeus linearis F. (Tenebrionidae)

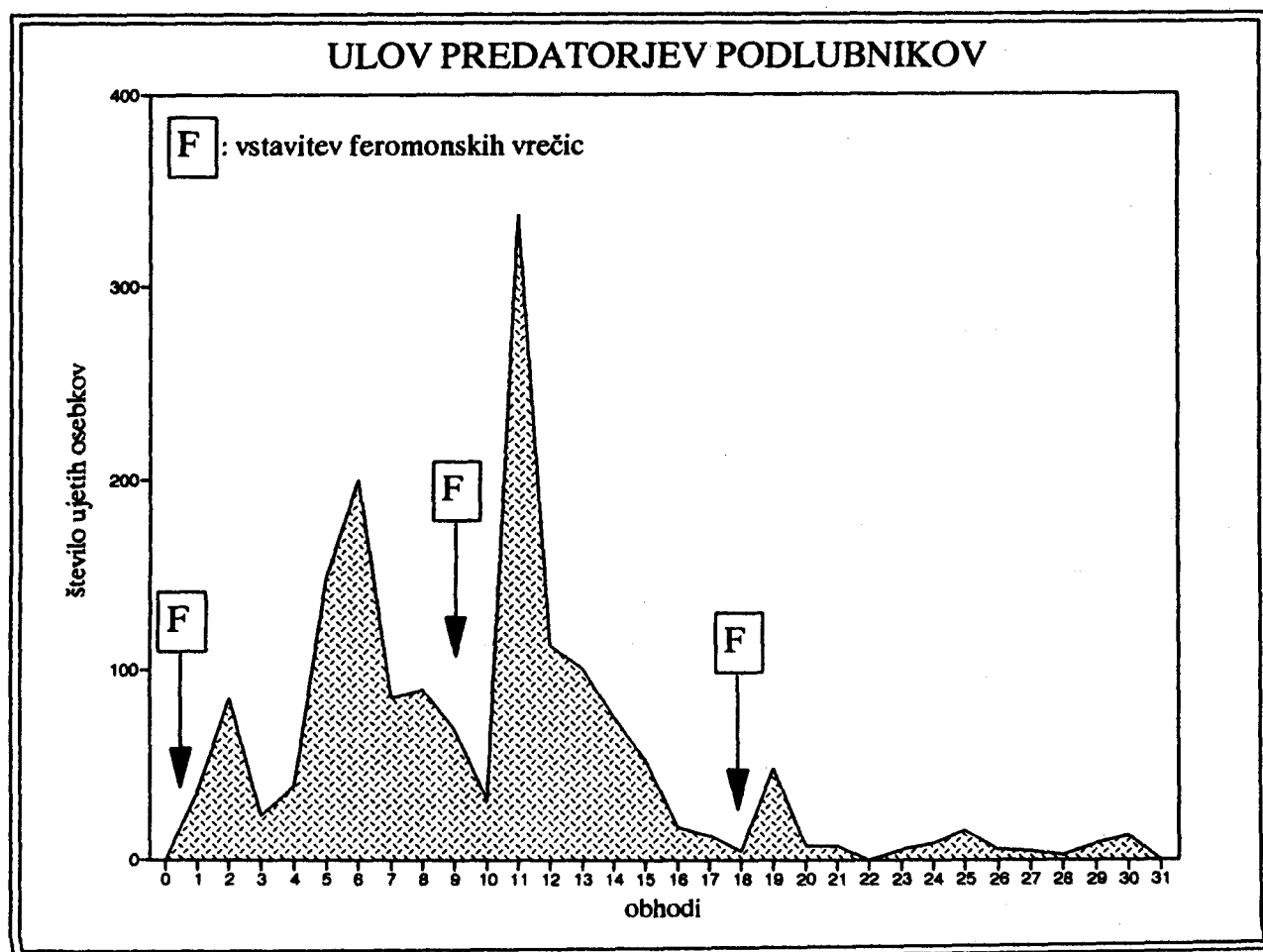
Tenebrionidae živijo na tleh in v gnijočih snoveh živalskega izvora. Rod *Hypophloeus* živi pod drevesno skorjo (KUHN 1912). JACOBS in RENNER (1974) navajata, da rod *Hypophloeus* verjetno živi v rovnih sistemih podlubnikov, odprto pa ostaja vprašanje, ali se tam obnaša kot plenilec ali kot detritofag.

V režastih pasteh smo našli skupaj deset osebkov vrste *Hypophloeus linearis*. Vse osebkove smo našli v pasteh z vstavljenim feromonom chalcopraxom - posamezno ali v kombinaciji s feromonom pheropraxom.

Skupni prikaz ulova predatorjev podlubnikov

V skupni prikaz ulova predatorjev podlubnikov smo vključili vse osebkove iz predatorskih družin hroščev, ne glede na to, da nekatere vrste iz teh družin ne živijo plenilsko oz. njihov ekološki status še ni povsem raziskan. Poleg družin, ki smo jih podrobneje opisali v tem poglavju, smo med predatorje podlubnikov uvrstili še družino Cantharidae (mehkokrilci).

Grafikon št. 1



Večji ulov plenilcev smo ugotovili v pasteh takrat, kadar je bil večji tudi ulov ciljnih vrst podlubnikov (grafikon št. 1).

V režaste pasti se je ujelo približno štirikrat toliko plenilcev podlubnikov kot v cevne (priloga št. 7). Z metodo parov smo ugotovili visoko značilno razliko v ulovu ($\alpha < 0,001$). Režaste pasti delujejo na bariernem principu, zato lovijo tudi tiste predatorske vrste hroščev, ki jih v cevni pasteh ne najdemo. Pri ulovu v cevni pasteh očitno ni odločilna velikost osebkov. Osebkovi vrste *Thanasimus formicarius* so med vsemi ujetimi plenilci podlubnikov največji, pa se vseeno množično lovijo prav v cevne pasti.

Razlike med ulovom predatorjev podlubnikov so značilne tudi glede na uporabljene vrste feromonov (priloga št. 8). Število ujetih plenilcev v pasteh brez vstavljenega feromona opozarja na visok delež slučajnega ulova tudi v preostalih režastih pasteh. Tako lahko sklepamo, da je v pasti s feromonom pheropraxom približno vsak drugi plenilec podlubnikov zašel slučajno.

Na feromon chalcoprax se je ujelo 6,5-krat več plenilcev podlubnikov kot na feromon pheroprax. Če primerjamo ulov plenilcev z ulovom ciljnih vrst podlubnikov, pridemo do naslednje ugotovitve:

feromon pheroprax : $119 / 94.821 = 0,00125$

feromon chalcoprax : $773 / 613.512 = 0,00126$

Če ulov plenilcev podlubnikov prikažemo tako, razlika med ulovom na različne vrste feromonov skoraj povsem izgine. Na približno 800 ujetih osebkov podlubnikov se je ujel tudi en njihov plenilec.

4.2.6 Ulov parazitov podlubnikov

V cevni pasteh s hkrati vstavljenima feromonoma pheropraxom in chalcopraxom je kar 72 % celotnega nezaželenega ulova členonožcev predstavljal ulov vrste *Karpinskiella pityophthori* Bouč.. To odkritje je presenetljivo, saj omenjene vrste doslej v Sloveniji še nismo poznali. Na podlagi popisa parazitskih vrst naddružine Chalcidoidea (BOUČEK 1977) sklepamo, da je naša najdba prva tudi na ozemlju celotne bivše Jugoslavije.

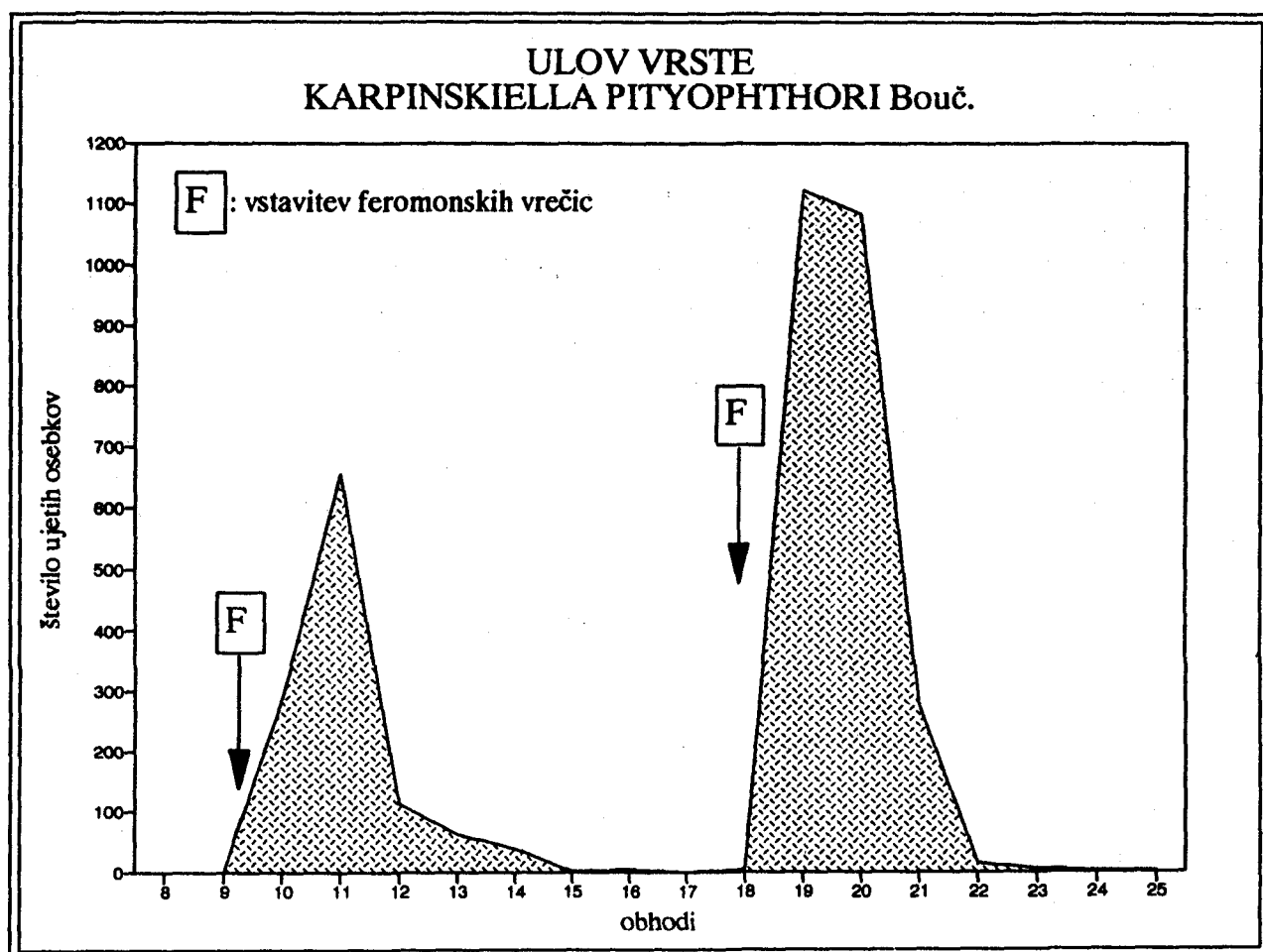
Vrsta *Karpinskiella pityophthori* Bouč. spada v družino Pteromalidae (naddružina Chalcidoidea), ki skupaj z drugimi družinami sestavlja skupino najezdnikov (Terebrantia Entomophaga, Hymenoptera). Skoraj vsi najezdniki živijo parazitsko življenje na račun različnih vrst žuželk. Pteromalidae so najobsežnejša in najpomembnejša družina zajedalcev na podlubnikih in nastopajo kot ektoparaziti na njihovih ličinkah (TITOVŠEK 1988).

Vrsto *Karpinskiella pityophthori* je prvi opisal dr. Zdenek Bouček leta 1954. Kot edina znana vrsta iz roda *Karpinskiella* je parazit na podlubnikih *Pityophthorus polonicus* Karp.,

Pityogenes quadridens Hart. in *Pityogenes chalcographus* L.. Vrsto so doslej našli v skandinavskih deželah (Norveška, Švedska, Finska) in na Poljskem (GRAHAM 1969).

Vrsto *Karpinskiella pityophthori* smo našli v vseh petih cevni pasteh, kar kaže na njeno splošno razširjenost v območju raziskave (priloga št. 9). Menimo, da naježdnika privlači v pasti feromon chalcoprax. Število ujetih osebkov je namreč močno naraslo po vstavitvi druge in tretje serije feromonskih vrečic (grafikon št. 2). Posamezne osebkke smo našli tudi v notranjosti poškodovanih vrečic s feromonom chalcopraxom.

Grafikon št. 2



THORPE in JONES (1937, po HEDQVISTU 1963) sta s poskusi dokazala, da naježdnike močno privablja vonj po žuželki - gostitelju. Podobno kot pri plenilskih vrstah ima tudi pri naježdnikih vonj pomembno vlogo v fazi iskanja primerne žrtve.

Postavlja se vprašanje, zakaj je do masovnega ulova prišlo samo v cevni, ne pa tudi v režastih pasteh? Postavljamo naslednjo hipotezo:

Pri vrstah iz naddružine Chalcidoidea je sposobnost odlaganja jajčec na gostitelja skozi lubje omejena z dolžino legalice. Glede na majhne dimenzije vrste *Karpinskiella pityophthori* sklepamo, da je njena legalica v povprečju krajša od 1 mm. Zato je vrsta prisiljena, da vdira v materinske hodnike podlubnikov in tam opravi ovipozicijo neposredno in ne skozi lubje. Tako tehniko odlaganja jajčec so opazili pri vrstah *Roptrocerus xylophagorum* Ratz. in *Ipideurytoma spessivtsevi* Bouč. & Nov. (HEDQVIST 1963). Cevne pasti predstavljajo imitacijo tanjšega drevesnega debela. Osebkke vrste *Karpinskiella pityophthori* privablja feromon chalcoprax, tako da pristanejo na ceveh. Skozi odprtine v ceveh nato osebkke zlezejo v notranjost pasti, tako kot skozi vhodne odprtine prodrejo v rovne sisteme podlubnikov.

Iz režastih pasti se osebkke vrste *Karpinskiella pityophthori* morebiti lahko osvobodijo zaradi svojih majhnih dimenzij, ki jim olajšajo izlet skozi reže, še preden padejo v lovno korito na dnu pasti.

Eden od vzrokov za množično prisotnost vrste *Karpinskiella pityophthori* v poskusnem območju je gotovo tudi starost žarišč. Gradacija parazitov vedno nastopa z določenim časovnim zamikom glede na gradacijo gostitelja. Na določeni točki lahko pride do prevlade populacije parazitov, navadno takrat, ko je populacija podlubnikov že v upadanju. Postavlja se vprašanje, ali je takrat sploh še upravičeno lupiti napadena drevesa, saj tako uničimo tudi osebkke parazitov in lahko naredimo več škode kot koristi. Na žalost pa velikokrat gradacija najezdnikov ne sledi avtomatično gradaciji podlubnikov, ampak ima povsem svoje zakonitosti v razvoju (ŽIVOJINOVIC 1970). Zato bi lahko naredili veliko napako, če bi z gotovostjo pričakovali gradacijo najezdnikov in opustili izvajanje gozdno varstvenih ukrepov.

Vsak osebek, ki ga je napadel parazit iz družine Pteromalidae, v končni fazi pogine. Vrsta *Karpinskiella pityophthori* bi bila zato morda primerna za biološko zatiranje šesterozobega smrekovega lubadarja. Z najezdniki iz družine Braconidae so bili na tem področju že doseženi določeni uspehi, predvsem pri obvladovanju vrst iz reda Lepidoptera (BRAJKOVIĆ 1989). Pogoj za uspešnost biološke borbe je dobro poznavanje biologije tako parazita kot njegovega gostitelja. Vsekakor je vrsta *Karpinskiella pityophthori* v gozdno varstvenem pogledu dovolj zanimiva, da bi lahko postala predmet podrobnejših raziskav.

Obstaja možnost, da so bili v ulovu prisotni tudi drugi paraziti podlubnikov iz redov Hymenoptera in Diptera. Ujetih osebkov iz teh dveh redov nismo podrobneje determinirali.

5 SKLEPI

Z lovnimi pastmi in sintetičnimi feromoni je mogoče doseči velik ulov smrekovih podlubnikov in tako znatno zmanjšati gostote njihovih populacij. Pri redukciji podlubnikov so režaste pasti učinkovitejše od cevni.

Cevne pasti so za obvladovanje šesterozobega smrekovega lubadarja (*Pityogenes chalcographus*) povsem neprimerne. Ulov je v primerjavi z režastimi pastmi skromen, poleg tega pa prihaja v pasteh do visokega dodatnega nezaželenega ulova drugih členonožcev.

V režaste pasti zahajajo tudi druge vrste podlubnikov. Njihov ulov navadno ni odvisen od vrste v past vstavljenega feromona. Izjema je vrsta *Crypturgus cinereus*, ki jo privablja feromon pheroprax.

V lovne pasti so se poleg podlubnikov ujeli tudi drugi členonožci (Arthropoda) iz 4 razredov in 18 redov. Hrošči (Coleoptera) so bili v ulovu zastopani z osebki iz 43 različnih družin. Med dodatnim nezaželenim ulovom je bilo veliko vrst, ki ugodno vplivajo na stabilnost gozdnih biocenoz.

V cevni pasteh pogosto prihaja do ulova členonožcev, ki pretežno živijo v bližini tal in v opadu. To velja predvsem za predstavnike redov Isopoda, Myriapoda, Dermaptera, Blattaria in podrazreda Apterygota. Velik ulov žuželk iz redov Diptera in Hymenoptera v cevni pasteh je verjetno posledica optične stimulacije naleta.

V režastih pasteh je dodatni nezaželeni ulov pestrejši kot v cevni pasteh. Veliko krilatih žuželk se namreč v režaste pasti, ki delujejo na bariernem principu, ujame slučajno.

Ulov predatorjev podlubnikov je pogostejši v režastih pasteh, razen pri vrstah *Thanasimus formicarius* in *Thanasimus rufipes* (Cleridae), ki se lovita skoraj izključno v cevne lovne pasti.

Nekatere vrste hroščev, ki so plenilci podlubnikov, privablja v pasti sintetični feromoni. Feromon chalcoprax privablja vrste *Nemosoma elongatum* (Ostomidae), *Epuraea pusilla* (Nitidulidae) in verjetno tudi *Hypophloeus linearis* (Tenebrionidae). Vrsto *Cylister lineare* (Histeridae) privabljata v pasti tako chalcoprax kot tudi pheroprax.

Na feromon chalcoprax se ujame večje število plenilskih hroščev kot na feromon pheroprax. Ko smo nezaželen ulov plenilskih vrst izrazili v deležu od ujetih podlubnikov, je razlika med ulovom na obe vrsti feromonov izginila.

V ulovu smo odkrili tudi v Sloveniji novo vrsto, hrošča *Cylister angustatum* (Histeridae), ki živi pod drevesno skorjo in je morda tudi predator podlubnikov.

Ulov vrste *Karpinskiella pityophthori* Bouč. (Pteromalidae, Hymenoptera) v cevni pasteh je prav tako prva najdba tega naježdnika v Sloveniji. Vrsta je pri nas najverjetneje parazit na šesterozobem smrekovem lubadarju (*Pityogenes chalcographus*) in jo privablja feromon chalcoprax.

Lovne pasti z vstavljenimi sintetičnimi feromoni za obvladovanje podlubnikov ne delujejo popolnoma selektivno. Zaradi različnih vzrokov se poleg ciljnih vrst

podlubnikov lovijo v pasti tudi druge vrste členonožcev (Arthropoda). Kljub temu je nezaželen dodatni ulov v primerjavi s številom ujetih podlubnikov majhen. Pri drugih zatiralnih metodah, ki vključujejo uničevanje podlubnikov s kemičnimi sredstvi, so izgube v ostalem živalskem svetu veliko večje. Predatorske in parazitske vrste, ki živijo v rovnih sistemih podlubnikov, uničujemo tudi z lupljenjem napadenih dreves.

6 SUMMARY

SELECTIVITY OF SYNTHETIC PHEROMONES USED FOR CONTROLLING BARK BEETLES

The study concerns the selectivity of traps baited with synthetic pheromones used for controlling spruce bark beetles *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*. The method, which became widely used in the previous decade, is based on the finding according to which spruce bark beetles respond to certain pheromonal signals with mass aggregation. However, many other species of insects and arthropodes were also captured in traps, apart from the target spruce bark beetle species.

Artificial Norway spruce stands (*Picea abies*) in the plain of Kranjsko polje, Slovenia, (approx. 400 m elevation) were selected for the experiment. In the gaps in spruce stands resulting from spruce bark beetle attack, 5 drainpipe- and 21 sloth flight barrier traps were placed. They were baited with synthetic pheromones Pheroprax and Chalcoprax, intended for controlling the spruce bark beetle species *Ips typographus* and *Pityogenes chalcographus*. The bait varied in composition. The catch was collected regularly from the traps once a week from the beginning of April to the end of October. Apart from the numbers of two target bark beetle species, composition and numbers of other captured species were determined. The difference in the catch of individual groups of arthropodes with regard to type of trap and sort of pheromone was defined with statistical methods.

The analysis of the catch revealed the presence of some other bark beetle species in addition to the two target species. The species *Crypturgus cinereus* was attracted by traps baited with the pheromone Pheroprax, while in other bark beetle species no significant difference was found as to sort of pheromone used as a bait.

Additional non-target catch was analyzed to identify individuals of 4 classes and 18 orders of arthropods. The Coleoptera catch was found to consist of members belonging to 43 different families. Individual species of arthropods were captured in large numbers. The catch containing different species of predators and parasites, which sustain the biocenotic balance in the forest, was especially abundant.

In drainpipe traps, mass trapping of the pteromalid *Karpinskiella pityophthori* occurred. The pteromalid, a parasite of spruce bark beetle larvae, appears to be attracted by the pheromone Chalcoprax. In addition to the clerid *Thanasimus formicarius*, arthropods

living close to soil were also captured by these traps. Insects of the Diptera order seem to fly into drainpipe traps on account of optical stimulation.

In sloth flight barrier traps, different species of insects were captured. However, many of them seem to get trapped accidentally. Individual Coleoptera species, predators of spruce bark beetles, are attracted by synthetic pheromones produced by spruce bark beetles. The synthetic pheromone Chalcoprax attracts the predator species: the ostomid *Nemosoma elongatum*, the nitidulid *Epuraea pusilla* and probably also the tenebrionid *Hypophloeus linearis*. The histrid *Cylister lineare* is attracted by both types of pheromone, Chalcoprax and Pheroprax. The pheromone Chalcoprax attracts a great number of predators of spruce bark beetles than the pheromone Pheroprax, judging by the number of captured individuals. There is no significant difference, however, if the catch with both types of pheromone is expressed by the percentage of captured target spruce bark beetles.

The method of monitoring spruce bark beetles with traps baited with synthetic pheromones is not completely selective. Yet the number of additional non-target individuals captured in this way is relatively low if compared with the number of target spruce bark beetle species. Reduction in the numbers of spruce bark beetles by debarking of attacked trees and particularly by the use of insecticides leads to much greater losses in other arthropode species.

The recovery of the scolytid *Hylastinus obscurus* confirms the occurrence of the species in Slovenia. The analysis of the catch revealed two species which are new to Slovenia, the pteromalid *Karpinskiella pityophthori* and the histrid *Cylister angustatum*.

7 REFERENCE

- AMANN, G., 1959. Kerfe des Waldes. Neumann Verlag, Melsungen.
- BAKKE, A., 1985. Deploying pheromone-baited traps for monitoring *Ips typographus* populations. Z. ang. Ent. 99, 1, s. 33-39.
- BOUČEK, Z., 1977. A Faunistic Review of the Yugoslavian Chalcidoidea (Parasitic Hymenoptera). Acta Entomologica Jugoslavica 13, Zagreb.
- BRAJKOVIĆ, M.M., 1989. Parazitske ose (Braconidae, Hymenoptera). Naučna knjiga, Beograd.
- CHALOUPEK, W., PICHLER, G., NEUHOLD, M., 1988. Chalcoprax. Neues Pheromon gegen Massenvermehrung von *Pityogenes chalcographus*. Oesterreichische Forstzeitung 99, 4, s. 62-63.
- DUBBEL, V., KERCK, K., SOHRT, M., MANGOLD, S., 1985. Influence of trap color on the efficiency of bark beetle pheromone traps. Z. ang. Ent. 99, 1, s. 59-64.
- DUMPERT, K., 1978. Das Sozialleben der Ameisen. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- ENCKE, B., 1987. Zur Gefährdung des Waldes durch Borkenkäfer und zum Stand der Pheromonforschung. AFZ 42, 35/36, s. 886-887.

- GRAHAM, M.W.R.de V., 1969. The Pteromalidae of north-western Europe (Hymenoptera: Chalcidoidea). Bulletin of the British Museum (natural history), Entomology, Supplement 16, London.
- HEDQVIST, K.J., 1963. Die Feinde der Borkenkaefer in Schweden: I. Erzwespen (Chalcidoidea). Studia Forestalia Suecica 11, Skogshoegskolan, Stockholm.
- HELLRIGL, K., SCHWENKE, W., 1985. Begleitinsekten in Buchdrucker- Pheromonfallen in Suedtirol. Anz. Schaedlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 58, s. 47-50.
- JACOBS, W., RENNER, M., 1974. Taschenlexikon zur Biologie der Insekten. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- KARAMAN, Z., 1971. Fauna na Makedonija I.: Potkornici - Scolytidea (Coleoptera - Insecta). Prirodnaučen muzej - Skopje, Prosvetno delo, Skopje.
- KOTAR, M. (priređ.), 1977. Statistične metode. Izbrana poglavja za študij gozdarstva. Ljubljana.
- KUHNT, P., 1912. Illustrierte Bestimmungs-Tabellen der Kaefer Deutschlands. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung Naegle & Dr. Sproesser, Stuttgart.
- MIKLAVŽIČ, J., 1954. Premena umetnih nižinskih smrekovih sestojev. Strokovna in znanstvena dela Inštituta za gozdarstvo in lesno industrijo LR Slovenije 3, Ljubljana.
- NIEMEYER, H., 1985. Test und Effektivitaet von Borkenkaeferfallen. Forst- und Holzwirt 40, 2, s. 32-40.
- NOVÁK, V., KRAČMERA, J., PEŠL, F., 1985. Možnosti masového odchytu kurovce pomocí feromonů. Lesnická práce, Praha 65, 5, s. 216-222.
- OTTE, J., 1989. Oekologische Untersuchungen zur Bedeutung von Windwurfllaechen fuer die Insektenfauna (Teil II). Waldhygiene 18, s. 1-36.
- REITTER, E., 1916. Fauna Germanica: Die Kaefer des Deutschen Reiches. K.G. Lutz' Verlag, Stuttgart.
- RUDINSKY, J.A., NOVÁK, V., ŠVIHRA, P., 1971. Attraction of the bark beetle *Ips typographus* L. to terpenes and a male-produced pheromone. Z. ang. Ent. 67, s. 179-188.
- SCHMIDT, L., 1970. Tablice za determinaciju insekata. Sveučilište u Zagrebu, Poljeprivredni fakultet, Zagreb.
- SCHOENHERR, J., 1966. Probleme der Borkenkaefer-Feromon-Forschung in Amerika. AFZ 21, s. 520-522.
- STAACK, J., 1985. Vom Fangbaum zur Falle: Die geschichtliche Entwicklung der Borkenkaeferbekaempfung. Forst- und Holzwirt 40, 2, s. 27-31.
- TITOVŠEK, J., 1973. Prispevek k poznavanju podlubnikov (Scolytidae) Slovenije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana 11, 1, s. 107-116.
- TITOVŠEK, J., 1983. Prispevek k poznavanju zoogeografije podlubnikov (Scolytidae) Slovenije. Zbornik gozdarstva in lesarstva, Ljubljana, 23, s. 378-438.
- TITOVŠEK, J., 1988. Podlubniki (Scolytidae) Slovenije: obvladovanje podlubnikov. Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije, Gozdarska založba, Ljubljana.
- UNTEREGGER, E., 1987. Erfahrungen mit Borkenkaefer-Schlitzfallen in der Steiermark. Oesterreichische Forstzeitung 98, 4, s. 66-67.

- UNTEREGGER, E., 1988. Pheromon gegen den Kupferstecher - Erfahrungen mit Chalcoprax in der Steiermark. Oesterreichische Forstzeitung 99, 2, s. 21-22.
- VAUPEL, O., DIMITRI, L., KOENIG, E., BERWIG, W., 1987. Pheromonfallen sind kein Ersatz fuer Waldhygiene. AFZ, 42, 5, s. 90-92.
- VAUPEL, O., VITÉ, J.P., 1984. Empfehlungen zum Einsatz von Borkenkaeferfallen. AFZ 39, 35, s. 864-865.
- VITÉ, J.P., 1987. Fortschritte im biotechnischen Waldschutz. AFZ 42, 5, s. 85-87.
- VITÉ, J.P., 1988. Grundlagen eines erfolgreichen Waldschutzes durch den Einsatz von Pheromonen. AFZ, 43, 34, s. 936-937.
- ZIEGLER, K., 1985. Unerwuenschte Beifaenge in weissen Borkenkaeferfallen. AFZ 40, 12, s. 256-257.
- ZUMR, V., 1983. Effect of synthetic pheromones Pheroprax on the coleopterous predators of the spruce bark beetle *Ips typographus* L.. Z. ang. Ent. 95, s. 47-50.
- ŽIVOJINOVIĆ, S., 1970. Šumarska entomologija. Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd.

8. PRILOGE

legenda:

I - V žarišča z različnima tipoma pasti

1 - 5 žarišča z različnimi feromoni

○ cevna past

□ režasta past

P feromon pheroprax

C feromon chalcoprax

K kontrola - brez feromona

* značilne razlike, $\alpha < 0,05$

** značilne razlike, $\alpha < 0,01$

*** značilne razlike, $\alpha < 0,001$

Priloga št. 1: *Crypturgus cinereus* (Scolytidae)

	1	2	3	4	5	Σ
P	3	4	171	19	205	402
C	1	4	40	0	5	50
K	0	1	0	0	2	3
Σ	4	9	211	19	212	455

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log(x+1)$):med feromoni: $F = 8,59^*$ med žarišči: $F = 2,55$

LSD:

	P	C	K
P	/	/	/
C	*	/	/
K	**		/

Priloga št. 2: Staphylinidae

	1	2	3	4	5	Σ
P	2	5	10	22	24	63
C	6	14	3	30	40	93
K	1	6	3	6	25	41
Σ	9	25	16	58	89	197

Slučajnostni poskus v popolnih blokih:

med feromoni: $F = 3,86$ med žarišči: $F = 10,60^{**}$ Priloga št. 3: *Cylister lineare* (Histeridae)

	1	2	3	4	5	Σ
P	0	2	4	7	14	27
C	2	11	4	4	8	29
K	0	2	0	1	2	5
Σ	2	15	8	12	24	61

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log(x+1)$):med feromoni: $F = 7,69^{**}$ med žarišči: $F = 4,30^*$

LSD:

	P	C	K
P	/	/	/
C		/	/
K	*	**	/

Priloga št. 4: *Nemosoma elongatum* (Ostomidae)

	1	2	3	4	5	Σ
P	0	3	4	3	0	10
C	202	77	164	123	27	593
K	0	1	3	0	0	4
Σ	202	81	171	126	27	607

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log(x+1)$):med feromoni: $F = 81,82^{***}$ med žarišči: $F = 3,17$

LSD:

	P	C	K
P	/	/	/
C	***	/	/
K		***	/

Priloga št. 5: *Epuraea pusilla* (Nitidulidae)

	1	2	3	4	5	Σ
P	0	0	1	0	2	3
C	4	4	0	3	8	19
K	0	1	0	0	0	1
Σ	4	5	1	3	10	23

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log(x+1)$):med feromoni: $F = 6,05^*$ med žarišči: $F = 1$

LSD:

	P	C	K
P	/	/	/
C	*	/	/
K		*	/

Priloga št. 6: *Rhizophagus bipustulatus* (Rhizophagidae)

	1	2	3	4	5	Σ
P	0	0	0	1	3	4
C	4	2	1	0	9	16
K	3	2	0	0	1	6
Σ	7	4	1	1	13	26

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log(x+1)$):med feromoni: $F = 1,91$ med žarišči: $F = 2,29$

Priloga št. 7: Plenilci podlubnikov - skupaj

	I	II	III	IV	V	Σ
○	23	30	27	12	23	115
□	87	98	94	103	69	451
Σ	110	128	121	115	92	566

Metoda parov: $t = 9,38^{***}$

Priloga št. 8: Plenilci podlubnikov - skupaj

	1	2	3	4	5	Σ
P	3	11	20	40	45	119
C	221	114	174	169	95	773
K	5	15	10	7	29	66
Σ	229	140	204	215	169	958

Slučajnostni poskus v popolnih blokih ($\log x$):med feromoni: $F = 16,31^{**}$ med žarišči: $F = 1$

LSD:

	P	C	K
P	/	/	/
C	**	/	/
K		***	/

Priloga št. 9: Karpinskiella pityophthori (Pteromalidae)

	I	II	III	IV	V	Σ
○	286	376	593	722	1.677	3.954
□	2	0	0	0	0	2
Σ	288	376	593	722	1.677	3.956

Metoda parov ($\log(x+1)$): $t = 13,11^{***}$