

IN VITRO UGOTAVLJANJE PREFERENCE HROŠČEV HMELJEVEGA BOLHAČA (*Psylliodes attenuatus* Koch) NA GOSPODARSKO POMEMBNIH SORTAH HMELJA, NA NAVADNI KONOPLJI TER VELIKI KOPRIVI

Magda RAK CIZEJ¹, Lea MILEVOJ²

UDK/UDC 633.791:632.7(045)
izvirni znanstveni članek/original scientific article
prispelo/received: 17. 10. 2006
sprejeto/accepted: 24. 11. 2006

IZVLEČEK

Hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus* Koch) je pomemben škodljivec hmelja, ki se prehranjuje tudi na navadni konoplji (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*) in veliki koprivi (*Urtica dioica* L.). Hrošči hmeljevega bolhača imajo različno preferenco do gostiteljskih rastlin kot tudi do različnih sort hmelja. V *in vitro* razmerah smo ugotavljali preferenco hroščev hmeljevega bolhača, v primerjavi s hmeljem sorte Aurora, na gospodarsko pomembnih sortah hmelja ter na navadni konoplji in veliki koprivi. Ugotovili smo, da se hrošči hmeljevega bolhača radi prehranjujejo s hmeljem, kot tudi z veliko koprivo, manj radi pa z navadno konopljo, sorte Bialobrzeskie. Hrošči hmeljevega bolhača imajo različno preferenco do različnih sort hmelja. V primerjavi z Auroro so se najraje prehranjevali s Savinjskim Goldingom, sledil je Taurus, najmanj pa so se prehranjevali z Bobkom.

Ključne besede: hmelj, *Humulus lupulus*, hmeljev bolhač, *Psylliodes attenuatus*, preferenca, navadna konoplja, *Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*, velika kopriva, *Urtica dioica*, sorte hmelja

IN VITRO ASSESSMENT PREFERENCES OF HOP FLEA BEETLE (*Psylliodes attenuatus* Koch) ON ECONOMIC IMPORTANT CULTIVARS OF HOP, HEMP AND STINGING NETTLE

ABSTRACT

Hop flea beetle (*Psylliodes attenuatus* Koch) is a very destructive hop pest which also feeds on hemp (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*) and stinging nettle (*Urtica dioica* L.). Hop flea beetle has different preference to host plants as well as different hop varieties. We studied the hop flea beetle's preference to economically important cultivars, hemp and stinging nettle in comparison with Aurora hop cultivar *in vitro*. It was found that hop flea beetles like to feed on hop as well as nettle, but less on Bialobrzeskie strain hemp. Hop flea beetle has shown different preference to different hop cultivars. In comparison with Aurora hop cultivar, hop flea beetle preferred to feed on Savinjski Golding followed by Taurus, and the least on Bobek.

Key words: hop, *Humulus lupulus*, hop flea beetle, *Psylliodes attenuatus*, preference, hemp, *Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*, stinging nettle, *Urtica dioica*, hop cultivars

¹ dr. znanosti, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec; magda.rak-cizej@guest.arnes.si

² prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za fitopatologijo in entomologijo; lea.milevoj@bf.uni-lj.si

1 UVOD

Hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus* Koch) je že dolgo znan škodljivec hmelja pri nas in tudi v drugih evropskih državah, kjer pridelujejo hmelj. Pojavlja se vsako leto spomladi, v času vznika hmelja [6, 8]. V preteklosti ni povzročal posebnih težav v rodnih nasadih hmelja, ki so bili dobro oskrbovani. Hmeljarji so imeli z njim težave predvsem v prvoletnih nasadih hmelja in v ukoreniščih, kjer so ga morali tudi zatirati z insekticidi [6]. Od leta 1997 dalje se vse pogosteje pojavlja tudi poleti, v času storžkanja in dozorevanja hmelja [10].

Njegovi glavni gostiteljski rastlini sta hmelj (*Humulus lupulus* L.) in navadna konoplja (*Cannabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*), občasno pa se prehranjuje tudi na veliki koprivi (*Urtica dioica* L.) [4, 11].

Vsak rod žuželk ima specifično izbrane gostiteljske rastline in maloštevilne žuželke so resnični polifagi [3]. Večinoma so mono- in oligofagi. Še posebej pri žuželkah, katerih izbor gostiteljskih rastlin je zelo omejen, so interakcije, ki vključujejo tako privabljanje kot prepoznavanje rastlin, zelo pomembne. Izbor gostiteljske rastline poteka v več stopnjah. S tipalkami se žuželka najprej orientira, nato poskusi rastlino in po njenem stiku se aktivirajo mehano- in kemoreceptorske zaznave, nato se prične prehranjevati in kasneje nanjo odlagati jajčeca. Na izbiro gostiteljskih rastlin pri žuželkah vplivajo tako vizualni (barva) in tipalni dejavniki (oblika, velikost, poraščenost rastlin z dlačicami, itd.) kot tudi kemijski dejavniki. Med njimi imajo pri izbiri gostiteljskih rastlin prav slednji največji vpliv. Žuželke si pri izbiri gostiteljskih rastlin pomagajo s pomočjo vizualnih, mehanskih, okuševalnih in vohalnih receptorjev. Receptorji za voh naj bi bili pri tem zelo pomembni [13]. Pri prepoznavanju primerne gostiteljske rastline služijo žuželkam specializirani organi, na katerih so prej omenjeni receptorji. Bolhači (Alticinae) imajo na tipalkah (antelah) okuševalne, kemo-, mehano-, termo- in higrореceptorje. Rod *Psylliodes* ima 10-členaste tipalke.

Zelo pomembno vlogo pri kakovosti in količini kemičnih snovi v rastlini imata tudi genotip rastline ter okolje. Tako okolje vpliva na količino sekundarnih metabolitov v rastlini, ti pa posledično na škodljive organizme [12]. Očitno je, da okus in vonj nekaterih sekundarnih metabolitov stimulirata prehranjevanje fitofagnih žuželk in s tem določata izbiro gostiteljske rastline ter njihovo obnašanje [13].

Pri raziskavah vedenjskih in prehranskih navad žuželk se raziskovalci poslužujejo najrazličnejših tehnik *in vitro* gojenja škodljivcev v nadzorovanih razmerah. Običajno uporabljajo škatlice različnih velikosti, odvisno od velikosti organizma, kjer mu dajo na voljo različne vrste gostiteljskih rastlin in omogočijo dostop zraka. Nato izmerijo izjedenost listne površine in izračunajo preferenčni indeks [7, 5]. Pri *in vitro* preverjanju ješčnosti kapusovih škodljivcev so se posluževali tudi umetnih substratov (agarjev), katerim so dodajali glukozinolate. Glukozinolati so obrambna spojina za polifagne škodljivce, kapusovim škodljivcem pa stimulirajo ješčnost [1, 2, 9].

2 MATERIAL IN METODE

Iz literaturnih podatkov je znano, kakor je že omenjeno, da se hrošči hmeljevega bolhača prehranjujejo na listih rastlin hmelja (*Humulus lupulus* L.), navadne konoplje (*Canabis sativa*

L. ssp. sativa var. *sativa*) in velike koprive (*Urtica dioica* L.) [4]. Namen raziskave je ugotoviti preferenco prehranjevanja hroščev hmeljevega bolhača do njegovih znanih gostiteljskih rastlin, v gojitvenih poskusih, v rastni komori.

2.1 Rastlinski material

Za preverjanje preference hroščev hmeljevega bolhača do različnih gostiteljskih rastlin in različnih sort hmelja smo se v vseh primerih odločili za testno rastlino hmelj sorte Aurora. Aurora je slovenska sorta hmelja, s katero je posajenih več kot 60 % slovenski hmeljišč. Tudi po predhodnih opazovanjih se je izkazalo, da se hrošči hmeljevega bolhača z njo radi prehranjujejo. Ugotavljali smo preferenco hroščev hmeljevega bolhača, v primerjavi s hmeljem sorte Aurora, s 5 sortami hmelja (preglednica 1).

Preglednica 1: Rastlinske vrste in sorte hmelja, ki smo jih vključili v *in vitro* ugotavljanje preference hmeljevega bolhača (*Psylliodes attenuatus*)

Table 1: Plant species and hop varieties included in the study of hop flea beetle's (*Psylliodes attenuatus*) preference *in vitro*

| Rastlinska vrsta | | Sorta |
|------------------|---|-------------------|
| Slovensko ime | Latinsko ime | |
| Hmelj | <i>Humulus lupulus</i> L. | Aurora-kontrola |
| | | Bobek |
| | | Celeia |
| | | Magnum |
| | | Savinjski Golding |
| | | Taurus |
| Navadna konoplja | <i>Cannabis sativa</i> L. ssp. <i>sativa</i> var. <i>sativa</i> | Bialobrzeskie |
| Velika kopriva | <i>Urtica dioica</i> L. | - |

Sadike hmelja smo vegetativno namnožili in jih vzgojili v rastlinjaku do višine 55 cm, s 6 do 9 internodiji. Rastline so bile stare 6 tednov. Rastline navadne konoplje smo vzgojili iz semena, ki so bile v povprečju visoke 55 cm. Konec meseca marca 2005 smo v naravi nabrali sadike navadne koprive, katere smo posadili v lončke s substratom za surfinije. Lončke smo postavili v rastlinjak poleg sadik hmelja in navadne konoplje. Sadike velike koprive so v 4 tednih zrasle do višine 50 cm.

2.2 Hrošči hmeljevega bolhača

V začetku meseca maja leta 2005 smo v hmeljišču v Grajski vasi, na sorti hmelja Celeia, nabrali prezimljene hrošče hmeljevega bolhača s pomočjo metuljnice in ekshaustorja (sesala). Bolhače smo v laboratoriju ločili po spolu. Nato smo jih stradali 24 ur v insektariju, katerega smo postavili v rastno komoro.

2.3 Postavitev in izvajanje poskusa za *in vitro* ugotavljanje preference prehranjevanja hroščev hmeljevega bolhača

Za preferenco hroščev hmeljevega bolhača smo uporabili liste gostiteljskih rastlin, ki smo jih predhodno namnožili oziroma donegovali kot je navedeno v točki 2.1. Iz listov gostiteljskih rastlin (hmelja, navadne konoplje, velike koprive) smo s kovinskim rezilom izrezali dele lista (v nadaljevanju lističi) s premerom 2,12 cm. Za preverjanje preference hroščev hmeljevega bolhača smo v vseh primerih imeli za testno rastlino hmelj sorte Aurora.

V plastično petrijevko premera 8,6 cm smo dali 5 listov hmelja sorte Aurora (kontrolni lističi) in 5 lističev testne rastline (preglednica 1). Nato smo v vsako petrijevko dodali 30 bolhačev in sicer 15 ženskih in 15 moških osebkov. V vsako petrijevko smo dali navlažene tampone za vzdrževanje vlage. Poskus smo izvedli v 5 ponovitvah. Petrijevke smo postavili za 24 ur v rastno komoro proizvajalca Kambič (RK 13300CH) v naslednje nadzorovane razmere:

- dnevna temperatura: 23 °C,
- dolžina dneva: 14 ur (od 7. do 21. ure),
- nočna temperatura: 15 °C,
- dolžina noči: 10 ur (od 21. do 7. ure),
- relativna zračna vlaga: 75 %.

Po preteku 24 ur smo testnim in kontrolnim lističem izmerili izjedeno površino (izjedenost lističev) s pomočjo merilca površine (image analyser) - Opto max-om in izračunali preferenčni indeks (PI) po sledeči formuli [7]:

$$PI = 2T/(T + K) \quad \dots(1)$$

T = površina izjedenosti lističa testne rastline (v cm²)

K = površina izjedenosti lističa kontrolne rastline hmelja sorte Aurora (v cm²)

2.4 Hitri test ugotavljanja preference hroščev hmeljevega bolhača na gospodarsko pomembnih sortah hmelja

V rastni komori smo pod enakimi razmerami kot je navedeno v poglavju 2.3 izvedli hitri test ugotavljanja preference hroščev hmeljevega bolhača na gospodarsko pomembnih sortah hmelja (Aurora, Bobek, Celeia, Magnum, Taurus in Savinjski Golding). Omenjene rastline so bile enake starosti in vzgojene v enakih razmerah kot rastline za *in vitro* ugotavljanje preference hroščev hmeljevega bolhača. Imeli smo 4 insektarije, v vsakega od njih smo po naključju razporedili vse zgoraj omenjene sorte hmelja. V vsak insektarij smo dali 50 hroščev hmeljevega bolhača (25 ženskih in 25 moških osebkov) nabranih v hmeljišču. Po 12 urah smo vizualno ocenili, na katerih ponujenih rastlinah, ki so jih imeli na izbiro, so se hrošči najraje prehranjevali. Ocenili smo opisno in sicer: se sploh ne prehranjuje s hmeljem (0), se zelo malo prehranjujejo (1), se malo prehranjujejo (2), se radi prehranjujejo (3), se zelo radi prehranjujejo s hmeljem (4) (preglednica 2).

Preglednica 2: Lestvica za vizualno ocenjevanje stopnje preference hroščev hmeljevega bolhača do gostiteljskih rastlin

Table 2: Visual Assessment Scale for assessing hop flea beetle preference to host plants

| Ocena stopnje preference | Opis stopnje preference hroščev |
|--------------------------|---------------------------------|
| 0 | se ne prehranjujejo |
| 1 | se zelo malo prehranjujejo |
| 2 | se malo prehranjujejo |
| 3 | se radi prehranjujejo |
| 4 | se zelo radi prehranjujejo |

2.5 Statistična analiza podatkov

Za analizo preference hroščev hmeljevega bolhača v rastni komori na različnih vrstah rastlin in sortah hmelja v primerjavi s hmeljem sorta Aurora smo uporabili analizo variance za slučajne skupine (ANOVA).

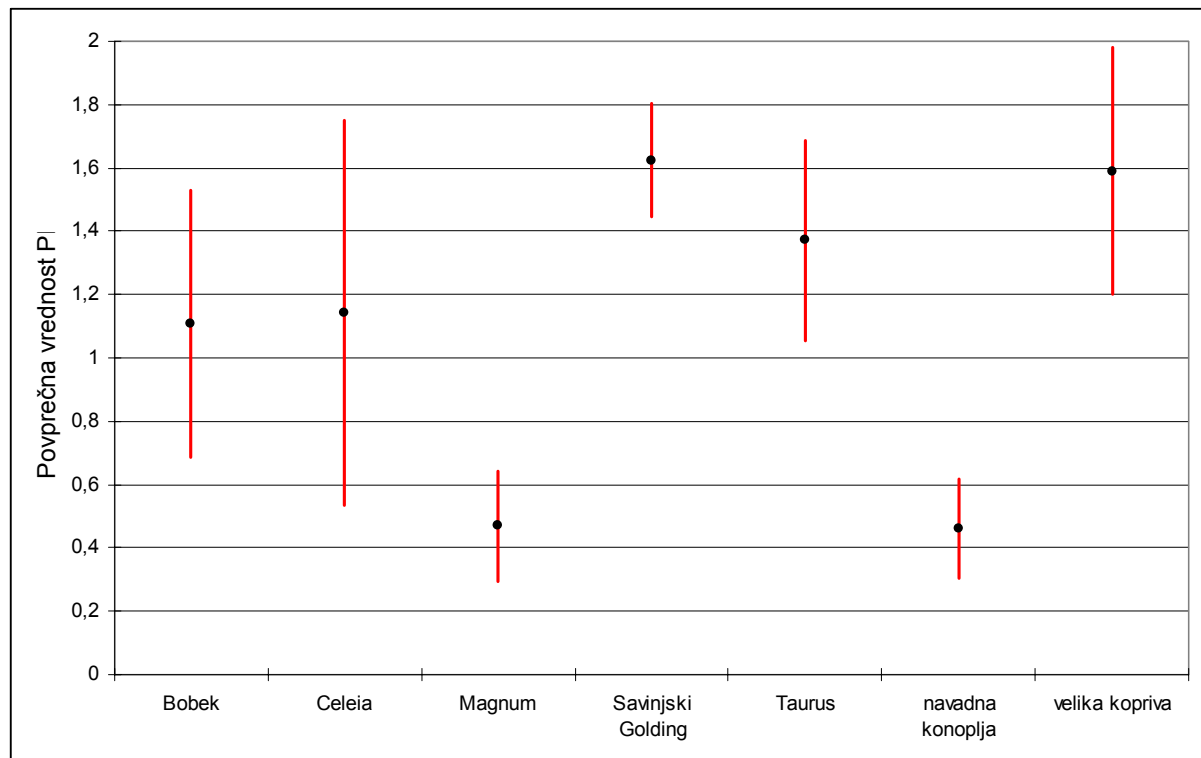
3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1 *In vitro* ugotavljanje preference hroščev hmeljevega bolhača

Pri *in vitro* ugotavljanju prehranjevanja hroščev hmeljevega bolhača smo potrdili, da se hmeljev bolhač prehranjuje z vsemi do sedaj znanimi gostiteljskimi rastlinami (s hmeljem, navadno konopljo in veliko koprivo).

Vrednost PI (preferenčnega indeksa) je bil med 0 in 2. Če je bil $PI=1$, potem je imel hmeljev bolhač enako preferenco tako do lističev testnih rastlin kot tudi do lističev kontrolnih rastlin, ki so bili v našem primeru listi hmelja sorte Aurora. V primeru, da je bil $PI>1$, potem je imel hmeljev bolhač večjo preferenco do lističev testnih rastlin, če je bil $PI<1$, je imel hmeljev bolhač večjo preferenco do lističev kontrolnih rastlin - hmelja sorte Aurora.

V preglednici 3 so podane povprečne vrednosti preferenčnih indeksov pri posameznih vrstah in sortah gostiteljskih rastlin hmeljevega bolhača, kjer je vse primerjano s kontrolnimi lističi hmelja sorte Aurora. Hrošči hmeljevega bolhača so se v primerjavi s hmeljem sorte Aurora najraje prehranjevali z listi hmelja sorte Savinjski Golding in z veliko koprivo, saj je bil v povprečju njihov $PI>1,5$ (slika 1). Med njima ni bilo statistično značilnih razlik (preglednica 3). Najmanj so hrošči poškodovali liste hmelja sorte Magnum in navadne konoplje sorte Bialobrzeskie. Njun preferenčni indeks je bil < 1 , med njima ni bilo statistično značilnih razlik. Hrošči hmeljevega bolhača so se v primerjavi s hmeljem sorte Aurora rajši prehranjevali z Bobkom, Celeio in Taurusom. Med njimi ni bilo statistično značilnih razlik. Statistično značilne razlike v vrednosti PI so bile med navadno konopljo sorte Bialobrzeskie in veliko koprivo, saj so se hrošči hmeljevega bolhača v *in vitro*, v primerjavi s hmeljem sorte Aurora, rajši prehranjevali na veliki koprivi (preglednica 3).



Slika 1: Povprečne vrednosti in standardni odkloni preferenčnih indeksov (PI) hroščev hmeljevega bolhača (*Psylliodes attenuatus*) pri različnih sortah hmelja, navadne konoplje in velike koprive v primerjavi s hmeljem sorte Aurora

Figure 1: Mean values and standard deviations of preference indexes (PI) of hop flea beetle (*Psylliodes attenuatus*) at different cultivars of hop, hemp and stinging nettle in comparison with Aurora hop cultivar

Preglednica 3: Razlike v povprečni vrednosti preferenčnega indeksa (PI) hroščev hmeljevega bolhača (*Psylliodes attenuatus*) med različnimi sortami hmelja, navadno konopljo in veliko koprivo

Table 3: Differences in the mean value of preference index (PI) of hop flea beetle (*Psylliodes attenuatus*) among different cultivars of hop, hemp and stinging nettle

| Vrsta rastline | Sorta | Povprečna vrednost PI in statistično značilne razlike | Min. vrednost PI | Max. vrednost PI | Standardni odklon od PI |
|------------------|-------------------|---|------------------|------------------|-------------------------|
| Hmelj | Bobek | 1,11 b | 0,61 | 1,54 | 0,42 |
| | Celeia | 1,14 bc | 0,46 | 1,83 | 0,61 |
| | Magnum | 0,47 a | 0,29 | 0,70 | 0,17 |
| | Savinjski Golding | 1,62 d | 1,39 | 1,85 | 0,18 |
| | Taurus | 1,37 bcd | 1,10 | 1,75 | 0,32 |
| Navadna konoplja | Bialobrzeskie | 0,46 a | 0,32 | 0,61 | 0,15 |
| Velika kopriva | - | 1,59 cd | 1,06 | 1,96 | 0,39 |

a,b,c,d – povprečne vrednosti PI (preferenčni indeks) v stolpcu, označene z isto črko, se med seboj ne razlikujejo statistično značilno (Duncanov test, $p < 0,05$)

Če med sabo primerjamo vrednosti PI trenutno tržno zanimivih sort hmelja ugotovimo, da so se hrošči hmeljevega bolhača v primerjavi s sorto Aurora *in vitro* najmanj prehranjevali na sorti Magnum (PI=0,47). Sledila sta sorti Bobek in Celeia, s katerima so se bolhači skoraj enako radi prehranjevali kot z Auroro, saj je bil PI~1,1. Med slednjima ni bilo statistično značilnih razlik. So pa bile statistično značilne razlike v vrednosti PI med sorto Magnum in omenjenima sortama (preglednica 3). V primerjavi s sorto Aurora so se hrošči hmeljevega bolhača najraje prehranjevali s Taurusom in Savinjskim Goldingom, vendar med njima ni bilo statistično značilnih razlik. Prav tako ni bilo statistično značilnih razlik v vrednosti PI med Bobkom, Celeio in Taurusom (preglednica 3).

3.2 Hitri test ugotavljanja preference hroščev hmeljevega bolhača na gospodarsko pomembnih sortah hmelja ter divjih akcesij hmelja

V insektarijih, v katerih smo imeli hkrati 6 gospodarsko pomembnih sort hmelja, smo po 12 urah ugotavljali preferenco hroščev hmeljevega bolhača. Hrošči so se zelo malo prehranjevali z Bobkom, nato sta sledila Magnum in Taurus, s katerima so se bolhači malo prehranjevali. Med njima vizualno nismo opazili razlik. Sledili sta Celeia in Aurora, s katerima so se bolhači radi prehranjevali. Najraje pa so bolhači prehranjevali s Savinjskim Goldingom (preglednica 4).

Preglednica 4: Vizualne ocene stopnje preference hroščev hmeljevega bolhača do gostiteljskih rastlin
Table 4: Visual assessments of hop flea beetle preference to host plants

| Vrsta rastline | Sorta | Stopnja preference* |
|----------------|-------------------|---------------------|
| Hmelj | Aurora | 3 |
| | Bobek | 1 |
| | Celeia | 3 |
| | Magnum | 2 |
| | Taurus | 2 |
| | Savinjski Golding | 4 |

*opis ocen stopnje preference hroščev hmeljevega bolhača do gostiteljskih rastlin so navedene v preglednici 2

4 ZAKLJUČEK

Na podlagi raziskav preference hroščev hmeljevega bolhača v rastni komori lahko postavimo naslednje sklepe:

- Populacija hroščev hmeljevega bolhača (*Psylliodes attenuatus* Koch) iz območja Savinjske doline se prehranjuje z vsemi do sedaj znanimi gostiteljskimi rastlinami - s hmeljem (*Humulus lupulus* L.), navadno konopljo (*Canabis sativa* L. ssp. *sativa* var. *sativa*) in veliko koprivo (*Urtica dioica* L.).
- Hrošči hmeljevega bolhača so imeli *in vitro* v primerjavi s hmeljem sorte Aurora večjo preferenco do velike koprive in manjšo do navadne konoplje, sorte Bialobrzeskie.
- Hrošči hmeljevega bolhača so imeli *in vitro* enako preferenco do hmelja sorte Aurora, Bobek in Celeia.

- Hrošči hmeljevega bolhača so se *in vitro* v primerjavi s hmeljem sorte Aurora najraje prehranjevali s Savinjskim Goldingom in Taurusom ter z veliko koprivo.
- Hrošči hmeljevega bolhača se *in vitro* v primerjavi s hmeljem sorte Aurora niso radi prehranjevali z Magnumom.
- S hitrim testom ugotavljanja preference hroščev hmeljevega bolhača, kje so bolhači hkrati imeli na izbiro vseh 6 gospodarsko pomembnih sort hmelja, se je po 12 urah izkazalo, da so se najraje prehranjevali s Savinjskim Goldingom, nato sta sledili Aurora in Celeia, manj radi pa so imeli Taurus in Magnum ter najmanj Bobek.

5 LITERATURA

1. Bartlet E., Williams I. H. 1991. Factors restricting the feeding of cabbage stem flea beetle (*Psylliodes chrysocephala*). *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 60: 233-238.
2. Bartlet E., Kiddle G., Williams I., R. W. 1999. Wound-induced increases in the glucosinolate content of oilseed rape and their effect on subsequent herbivory by a crucifer specialist. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 1: 163-167.
3. Copland M., Powell G., Rossiter J. 2003. Plant insect relationships. Imperial College London. http://www.wye.ic.ac.uk/plant_science/pii.html (27. nov. 2003).
4. Heikertinger F. 1925. Resultaten fünfzenjähriger Untersuchungen über die Nahrungpflanzen einheimischer Halticinae. Monographie der paläarktischen Halticinen. - Biologischer Teil: Ersters Stück. *Entomologische Blätter*, 21: 83-84.
5. Jolivet P., Petitpierre E., Hsiao T. H. 1988. Biology of Chrysomelidae. Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers: 615 str.
6. Kač M. 1957. Bolezni in škodljivci na hmelju. *Žalec*, Kmetijska proizvodjalna in poslovna zveza v Žalcu: 201 str.
7. Kogan M. 1972. Feeding and nutrition of insects associated with soybeans. 2. Soybean resistance and host preferences of the Mexican bean beetle, *Epilachna varivestis*. *Annual Review of Entomology*, 63: 675-683.
8. Neve R. A. 1991. Hops. London, Chapman and Hall: 266 str.
9. Nielsen J. K., Hansen M. L., Agerbirk N., Petersen B. L., Halkier B. A. 2001. Responses of the flea beetles *Phyllotreta nemorum* and *P. cruciferae* to metabolically engineered *Arabidopsis thaliana* with an altered glucosinolate profil. *Chemoecology*, 11: 75-83.
10. Rak Cizej M., Žolnir M. 2003. Hmeljev bolhač (*Psylliodes attenuatus* Koch) vse pogostejši škodljivec hmelja v Sloveniji. V: Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. 6. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin. Zreče, 4. - 6. marec 2003. Maček J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 233-238.
11. Rak M. 1998. Preučevanje bolhačev (Halticinae, Coleoptera) na območju Savinjske doline. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 91 str.
12. Speight M. R., Hunter M. D., Watt A. D. 1999. Ecology of Insects. Concepts and applications. London, Blackwell Science: 350 str.
13. Visser J. H. 1986. Host odor perception in phytophagous insects. *Annals of the Entomological Society of America*, 31: 121-144.