

## PROGNOZA NAPOVEDOVANJA HMELJEVE LISTNE UŠI (*Phorodon humuli* Schrank) NA HMELJU (*Humulus lupulus* L.)

Magda RAK CIZEJ<sup>1</sup>, Jolanda PERSOLJA<sup>2</sup>, Sebastjan RADIŠEK<sup>3</sup>, Gregor  
LESKOŠEK<sup>4</sup>, Alenka FERLEŽ RUS<sup>5</sup>

UDK/ UDC 633.791:632.752:632.914(045)

strokovni članek / professional article

prispelo / received: 10. oktober 2012

sprejeto / accepted: 19. november 2012

### Izvleček

Hmeljeva listna uš (*Phorodon humuli* Schrank) je pomemben škodljivec hmelja, ki se na hmelju pojavlja vsako leto in na njem povzroča tako neposredno škodo (s sesanjem sokov zavira rast in razvoj rastline) kot posredno škodo npr. s prenosom patogenih virusov na nekaterih koščičarjih (npr. šarka - Plum pox virus). Je heterociklična vrsta, katerih primarni gostitelji so rastline iz rodu *Prunus*, med katerimi je najpomembnejša domača češplja (*Prunus domestica* L.). Najdemo jo lahko tudi na čremsu (*P. padus* L.). Sekundarni gostitelj hmeljeve listne uši je hmelj (*Humulus lupulus* L.), ki na hmelju bistveno zmanjšuje količino in kakovost pridelka. Prognoza in signalizacija hmeljeve listne uši temeljita na spremljanju migracije od primarnega gostitelja na sekundarnega, kakor tudi opazovanje škodljivca na obeh gostiteljskih rastlinah. V naravi prvo krilato uš najdemo pri temperaturni vsoti 217 °C, nad temperaturnim pragom 5,6 °C. Dolžina preleta uši je odvisna predvsem od temperature zraka; let v povprečju traja 46 dni.

**Ključne besede:** hmelj, *Humulus lupulus*, hmeljeva listna uš, *Phorodon humuli*, prognoza

---

<sup>1</sup> Dr., univ. dipl. inž. agr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: magda.rak-cizej@ihps.si

<sup>2</sup> Mag., univ. dipl. inž., prav tam, e-pošta: jolanda.persolja@ihps.si

<sup>3</sup> Dr., univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: sebastjan.radisek@ihps.si

<sup>4</sup> Univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: gregor.leskosek@ihps.si

<sup>5</sup> univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: alenka.ferlez-rus@ihps.si

## PROGNOSIS OF DAMSON-HOP APHID (*Phorodon humuli* Schrank) ON HOP (*Humulus lupulus* L.)

### Abstract

Damson-hop aphid (*Phorodon humuli* Schrank) is an important hop pest occurring yearly on hop plants and causing damage, both directly (inhibiting the growth and plant development by sucking juice) and indirect damage with transmits pathogenic viruses on some *Prunus* species (exc. Plum pox virus). It is a heterocyclic species, whose primary hosts are plants of the genus *Prunus*, of which the most important is domestic plum (*Prunus domestica* L.). It can also be found on *Prunus padus* L. Secondary host for damson-hop aphid are hop plants (*Humulus lupulus* L.) on which reduce yields and quality. Prognosis and signaling of damson-hop aphids bases on the monitoring of migration from the primary to the secondary host, as well as monitoring it on both host plants. In nature the first damson-hop aphid found by 217 °C, sum of degree above the temperature threshold of 5.6 °C. Length flight of aphids mainly depends on air temperature and on average they take 46 days.

**Key words:** hop, *Humulus lupulus*, damson-hop aphids, *Phorodon humuli*, prognosis

### 1 UVOD

Hmeljeva listna uš (*Phorodon humuli*) je pomemben škodljivec hmelja, ki se na hmelju pojavlja vsako leto in na njem povzroča tako neposredno škodo (s sesanjem sokov zavira rast in razvoj rastline) kot posredno škodo (prenašalka virusov in virusom podobnih organizmov). Hmeljeva listna uš je prenašalec patogenih virusov na nekaterih koščičarjih (npr. šarka - Plum pox virus). Hmeljeva listna uš je heterociklična vrsta, katerih primarni gostitelji so rastline iz rodu *Prunus*, med katerimi je najpomembnejša domača sliva/češplja (*Prunus domestica* L.). Najdemo jo lahko tudi na čremsu (*P. padus* L.). Sekundarni gostitelj hmeljeve listne uši je hmelj (*Humulus lupulus* L.). Prognoza in signalizacija temeljita na spremljanju migracije od primarnega gostitelja na sekundarnega, kakor tudi opazovanje škodljivca na obeh gostiteljskih rastlinah. Prve raziskave hmeljeve listne uši za potrebe prognoze in signalizacije so bile v naših razmerah opravljene v letih 1958 do 1961 (Dolinar, 1962), od takrat dalje pa jo na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije spremljamo vsako leto.

## 2 TAKSONOMIJA IN POIMENOVANJE

Hmeljevo listno uš je leta 1801 odkril in prvi poimenoval Schrank, in sicer *Aphis humuli*. Spada v razred žuželk (Insecta), podrazred krilatih žuželk (Pterygota), red enakokrilcev (Homoptera), podred Aphidina in v družino pravih listnih uši (Aphididae), ki po velikosti telesa spadajo med majhne žuželke, sesajo rastlinske sokove in ki jim partenogenetsko razmnoževanje ter kratki generacijski časi omogočajo hitro povečevanje populacije. V literaturi je navedena tudi s sinonimi: *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), *Hysteroneura setariae* (Thomas) in *Brachycaudus cardui* (Linnaeus).

## 3 OPIS POŠKODB

S sesanjem rastlinskih sokov iz sitastih cevi povzroča hmeljeva listna uš na hmelju neposredno škodo. Navadno se uš zadržuje na spodnji strani lista, poleg listov pa napada tudi storžke hmelja. Na mestih vbodov s sesalom se tkivo blede obarva, kar je na zgornji strani lista vidno kot blede pikice, ki se ob močnem napadu združujejo, tako da listi začnejo rumeneti. Zaradi sesanja se zmanjša turgor v hmeljnih listih, zato se ti zvijejo, posledično zaostaja rast in razvoj rastlin. Ob močnem napadu rastline hmelja ne oblikujejo cvetov in posledično ni pridelka. Hmeljeva listna uš lahko napade tudi storžke hmelja, ki ostanejo razprti in ne dozoriijo. Posledično je večja možnost izpada lupulina, ki je glavna sestavina hmelja.

Hmeljeva listna uš povzroča tudi posredno škodo, in sicer je prenašalka virusov. Na koščičarjih prenaša pomemben virus imenovan šarka (Plum pox virus). Večja škoda, in sicer neposredna, ki jo povzroča, se nanaša na sekundarnega, poletnega gostitelja – hmelj. Hmeljeva listna uš na hmelju prenaša naslednje viruse: hmeljev mozaik (Hop mosaic carlavirus - HMV), virusno latentno bolezen hmelja (Hop latent carlavirus (HLV), kumarni mozaik (Cucumber mosaic cucumovirus - CMV). Hmeljeva listna uš lahko prenaša poleg virusov na nekaterih koščičarjih tudi le-te na krompirju (npr. virus PVY<sup>N</sup>). Skozi odprtino na zadku izloča medeno roso, zato so listi svetleči in lepljivi. Dodatna škoda tako nastaja še zaradi gliv sajavosti, ki se naselijo na medeni rosi, kar povzroči slabšo fotosintezo in s tem zmanjšanje količine in kvalitete pridelka.

## 4 GOSTITELJSKE RASTLINE IN GEOGRAFSKA RAZŠIRJENOST

Zimski, primarni gostitelji hmeljeve listne uši so slive/češple (*Prunus domestica*) in druge vrste iz rodu *Prunus*: *P. spinosa* (trnulja), *P. insititia* (trnoselj), *P. mahaleb*,

*P. cerasifera*, *P. serotina*, *P. padus* in *P. pisardii*. Sekundarni gostitelj je gojeni hmelj (*Humulus lupulus*) in divji hmelj (*Humulus lupulus* in *Humulus japonicus*), poleti lahko hmeljevo uš najdemo tudi na koprivah (*Urtica dioica*). Hmeljeva listna uš je razširjena povsod po Evropi, kjer gojijo hmelj, prav tako je prisotna tudi v Severni Ameriki, Severni Afriki in Aziji.

## 5 MORFOLOŠKI OPIS RAZVOJNIH STADIJEV

Krilate oblike hmeljeve listne uši so 1,5-2,1 mm velike, imajo zadek zelene barve in imajo na hrbtni strani zadka svetlo rjavo liso. Glava, oprsje in tipalnice so temno rjave do črne barve. Na glavi imajo med osnovama tipalnic dve izraziti prstasti grbici, ki sta koničasti (zašiljeni). Neobičajen je tudi nekoliko oglat prvi člen tipalnic, kar omogoča lažjo determinacijo uši. Nekrilate uši so poleti na hmelju velike 1,1 do 1,8 mm, spomladi na rastlinah rodu *Prunus* pa 2,0 do 2,6 mm, po nekaterih podatkih celo 3 mm velike. Zadek je svetlo zelene do rumeno zelene barve. Tudi nekrilate uši imajo temnejšo liso na hrbtni strani zadka in koničasti grbici med osnovama tipalnic. Jajčeca, ki jih najdemo na slivah in drugih vrstah rodu *Prunus* so lesketajoče črne barve, ovalne oblike in velika do 0,5 mm. Ličinke - nekrilate (eksules) so podobne odraslim ušem, velike so okoli 2 mm in zelene barve.

## 6 BIOLOGIJA RAZVOJA

Hmeljeva listna uš ima holociklični razvoj. Prezimi v obliki jajčec, saj samica v jeseni odlaga jajčeca na popke raznih vrst koščičarjev, najraje na domači češplji (*Prunus domestica*), in sicer v kotu med vejico in brstom. Spomladi se iz jajčec izležejo uši temeljnice (fundatrix) nato pa nekrilate samice (virginopare), ki se hranijo na listih gostitelja in se nespolno razmnožujejo. Na zimskem gostitelju se spomladi razvije do 5 ali 6 fundatrigenih rodov. Po eni ali dveh generacijah se vse bolj množično pojavljajo krilate samice, ki preletavajo proti koncu pomladi in na začetku poletja na hmelj, to je takrat, ko je dosežen temperaturni prag 13°C. Že od začetka tretje deкаде aprila, predvsem pa sredi maja, začnejo krilate uši preletavati na poletnega gostitelja – hmelj (*Humulus lupulus*). Običajno se prelet začenja prve dni maja in pri nas traja od 28 do 69 dni. Dolgoletno povprečje je 46 dni. Prelet je najmnožičnejši v drugi in tretji dekadi maja. Krilate uši naseljujejo predvsem robove hmeljišč. Na hmelju uši brez oploditve izležejo brezkrilne ličinke, iz katerih se lahko že po sedmih dneh izležejo novi potomci. Uši napadajo spodnjo stran listov in storžke. Ena uš lahko ima do 100 potomcev. Razvoj uši je posebno močan v mesecu maju in začetku junija. Ugotovljeno je, da na čas preleta vpliva tudi količina dušika v listih primarnega gostitelja (Campbell, 2005). Takoj po preletu

krilatih uši na sekundarnega gostitelja pričnejo s tvorbo prve izmed številnih (7-10) generacij nekrilatih aseksualnih uši (aptere), katerih število se tekom poletja brez učinkovitega varstva zelo poveča. Večino uši privlačijo bolj rumeni kot zeleni deli rastlin, kar potrjujejo tudi rezultati poskusa s hmeljevo ušjo, narejeni v zgodnjih osemdesetih letih v Angliji. Ugotovili so, da je 100 % več migrantov na opori, kjer sta naviti po dve trti v primerjavi z navito le eno trto ter da je pozitivna korelacija med višino trte in številom uši (Worner in sod. 1995). Rastline na obrobju nasada hmelja so močnejše napadene z ušmi, prav tako pa je več uši na opori, ki je v zavetrju. Večina naseljenih uši prihaja iz primarnega gostitelja, ki ni oddaljen več kot eno uro preleta. Vsi nadaljnji preleti so krajši in vključujejo le premik na bližnje rastline. V tem primeru pride do izraza preferenca do določenih sort hmelja. Hitremu razvoju hmeljeve uši godi toplo in vlažno vreme, ko so temperature zraka od 20 do 30°C.

V septembru, lahko že tudi prej, se razvijejo krilate samice – ginopare, ki se začnejo vračati na zimske gostitelje, rastline iz rodu *Prunus*. Krilate samice se začnejo pojavljati z znižanjem temperature in ko se dan skrajša na 13,5 ur dnevne svetlobe. Prve krilate samice začnejo na zimskem gostitelju odlagati jajčeca in iz izleglih ličink se razvijejo nekrilate samice. Te se pariyo s krilatimi samci (andropara), ki priletijo iz hmelja za samicami. Samci določijo lokacijo samic s prepoznavanjem feromona, ki ga samice izločajo iz žlez na zadnjih nogah. Oplojene samice nato izlegajo jajčeca, ki prezimijo na vrstah iz rodu *Prunus*.

Hmeljeva listna uš naseljuje vse zelene rastlinske dele, predvsem pa liste in storžke. Napadeni deli zaostanejo v rasti in se ne razvijajo naprej, tudi ko uši uničimo. Uši izločajo medeno roso – mano, na kateri se razvijejo glivice, ki povzročajo sajavost. Sajavost zmanjšuje asimilacijsko sposobnost listja in posledično ovira rast hmelja.

## 7 STRATEGIJA ZATIRANJA

Predvsem moramo biti pozorni na število uši v času cvetenja in oblikovanja storžkov. Delež nasadov hmelja v skupnih kmetijskih zemljiščih je v hmeljarskih območjih velik, kar skupaj s številnimi rodovi, ki se razvijejo med sezono, omogoča razmeroma hiter razvoj odpornosti uši na aficide (insekticide). Na drugi strani pa je za zatiranje škodljivca registriranih malo insekticidov, kar onemogoča izvajanje antirezistenčne strategije varstva hmelja. Večina hmeljarskih območij, tako je tudi v Sloveniji, ima organizirano prognostično-signalizacijsko službo, katere pomembna dejavnost je tudi prognoza pojava uši in signalizacija ukrepov za varstvo hmeljišč pred hmeljevo listno ušjo. V zadnjih letih je znaten interes za biotično zatiranje, v kar vodi tudi strog nadzor nad ostanki fitofarmaceutskih

sredstev v storžkih hmelja. Zaradi dejstva, da uši preletavajo na hmelj preden so prisotni njihovi naravni predatorji, je vsaj v prvem delu rastne sezone nujna uporaba insekticida. V sedemdesetih in osemdesetih letih so v poljskih poskusih proučevali uporabnost različnih vrst predatorjev pri zatiranju uši. Glavni predatorji v omenjenih poskusih so bile stenice (*Anthoridae*), trepetavke (*Syrphidae*), tenčičarice (*Chrysopidae*), strigalice (*Forficula* spp.) in seveda pikapolonice (*Coccinellidae*) (Hornung, 1973).

Običajno je v hmeljiščih potrebno vsako leto opraviti vsaj eno škropljenje za zatiranje hmeljeve listne uši z insekticidi s sistemskim delovanjem. Hmeljeva listna uš ima naravne sovražnike, vendar trenutno niso dovolj učinkoviti ali pa se pojavijo prepozno, ko uši povzročijo nepopravljivo škodo. Prag za zatiranje hmeljeve listne uši na hmelju je, ko na posameznih listih opazimo preko 200 uši, oziroma ko je na večini listov prisotnih 50 uši. Ključnega pomena za uporabo insekticidov s sistemskim delovanjem je tudi spremljanje preleta krilatih uši na hmelju. Ko se prelet konča in ko je hmelj na višini 4 metrov, je treba izvesti aplikacijo z registriranim sistemskim insekticidom. Za dobro učinkovitost uporabljenega insekticida je potrebno upoštevati tudi fenofazo razvoja hmelja in sicer, da ga uporabimo pred začetkom cvetenja, v nasprotnem primeru je učinkovitost insekticidov slabša. Prav tako se je potrebno izogibati uporabi sistemskih insekticidov, ko je rastlina v stresnem stanju (dolgotrajne visoke temperature zraka). Uporabo insekticidov s kontaktnim načinom delovanja ne priporočamo, ker je njihova učinkovitost nesprejemljiva (manj kot 50 %). Za zatiranje hmeljeve listne uši imamo trenutno v Sloveniji registrirane naslednje insekticide: Confidor SL 200 in Kohinor SL 200 (a.s. imidakloprid), Chess 50 WP (a.s. pimeprozin) in Teppeki (a.s. flonikamid). Da bi se izognili nastajanju odpornih ras hmeljeve listne uši na aktivne snovi, je potrebno menjavati uporabo različnih aktivnih snovi. Z namenom izoginitve uporabi insekticidov ali jih saj zmanjšali, se preizkuša odpornost različnih sort hmelja na hmeljevo listno uš. Trenutno nobena slovenska sorta hmelja ne kaže zadostne odpornosti, da bi se lahko z njenim gojenjem izognili uporabi insekticidov zoper hmeljevo listno uš. Vsekakor pa so bile opažene razlike v občutljivosti na škodljivca med različnimi sortami. Prvi poskusi z namenom vzgoje odpornih sort hmelja na uši so se pričele v Angliji. Tam imajo trenutno sorto hmelja Boadicea, ki je odporna na hmeljevo listno uš (Darby, 2009).

## 8 NAPOVEDOVANJE POJAVA HMELJEVE UŠI

Prve raziskave hmeljeve uši je opravljal v letih 1958 do 1961 Dolinar (Dolinar, 1962). Z raziskavami je nadaljeval Žolnir v letih od 1974 do 1976 (Žolnir, 1978), nekatere možnosti signaliziranja in napovedovanja pa so bila opravljena v letu

1983 (Kač, 1984). Žolnir je leta 1978 predlagal, da bi zatiral hmeljevo listno uš na primarnem gostitelju, kar je mogoče, vendar se je osredotočil bolj na zatiranje hmeljeve listne uši na sekundarnem gostitelju – hmelju. Za zatiranje je bilo nujno poznavanje biologije hmeljeve listne uši na primarnem gostitelju – domači češplji. Hmeljeva listna uš ima na primarnem gostitelju 5–6 generacij, kjer se od maja do junija tvorijo krilate oblike uši, ki preletijo na hmelj. Uši se lahko na primarnem gostitelju zadržijo tudi preko poletja. Sklepali so, da je menjava gostiteljev obligatorna samo za linijo samcev, za linijo samic pa je fakultativna in je odvisna predvsem od vremenskih razmer. Pojav krilatih uši na sekundarnem gostitelju je odvisna od dveh dejavnikov:

- od pojava krilatih oblik na primarnem gostitelju in
- preleta na sekundarnem gostitelju.

Hornung je 1973 določil faktorje preleta, na katerih je temeljila tudi raziskava Žolnirja (1978). Na prelet krilatih uši vplivajo:

- *temperatura zraka*; uši so sposobne leteti pri povprečni temperaturi zraka 17 °C;
- *hitrost vetra*; uši letijo, ko je hitrosti vetra manj kot 0,6 m/s;
- *vreme*; krilate uši letijo v lepem vremenu brez dežja.

Pri suhem in toplem vremenu predvidevamo kratek in intenziven prelet uši, pri vlažnem in hladnem vremenu pa dolg prelet krilatih uši na hmelj.

Na primarnem, zimskem gostitelju – domači češplji, se jajčeca večinoma zadržujejo v kotu med vejico in brstom. Ker je za signalizacijo in napovedovanje pomembno predvidevanje populacije hmeljeve listne uši na zimskem gostitelju, je potrebno na njem ugotoviti število jajčec. Razlika o populaciji jajčec na primarnem gostitelju se odraža tudi v številu krilatih uši na hmelj. Po raziskavah je prelet uši v Sloveniji na vseh območjih pridelave hmelja enakomeren, zato zadostuje spremljanje preleta krilatih uši na sekundarnem gostitelju le na eni lokaciji (Žolnir, 1978).

## 8.1 Opazovanje in napovedovanje pojava hmeljeve listne uši

Vsako leto, že pred pričetkom preleta hmeljeve uši na hmelj, ugotavljamo populacijo zimskih jajčec na zimskem gostitelju – domači češplji. Štetje jajčec opravimo pozimi v januarju oziroma februarju. Drug zelo pomemben del opazovanja hmeljeve listne uši je spremljanje preleta krilatih uši iz zimskega gostitelja – domače češplje na poletnega gostitelja – hmelj.

## 8.2 Štetje jajčec hmeljeve listne uši na domači češplji

Populacijo jajčec hmeljeve listne uši ugotavljamo na zimskem gostitelju – domači češplji, ki je od hmeljišč oddaljena 100 do 200 metrov. Populacijo jajčec hmeljeve listne uši spremljamo na več lokacijah v hmeljarskih območjih (Savinjska dolina, Koroška, Ptuj-Ormož). V januarju oziroma začetku februarja narežemo iz posamezne lokacije 10 do 20 vej domače češplje dolžine približno 0,5 m. V vzorcu na 400 slučajno izbranih brstih ugotavljamo pod stereomikroskopom prisotnost mrtvih in živih jajčec. Rezultate štetja zimskih jajčec zabeležimo v obrazec »Štetje jajčec hmeljeve listne uši«. V obrazec zapišemo število živih in mrtvih jajčec na 400 brstih, pri čemer izračunamo delež mrtvih jajčec. Končen rezultat podamo v številu živih jajčec na 100 brstih.

## 8.3 Spremljanje preleta krilate hmeljeve listne uši na hmelj

Na podlagi opazovanj začetka oblikovanja krilatih oblik uši na domači češplji, katere opazujemo s pomočjo lupe pri 10 do 20-kratni povečavi, je mogoče napovedati začetek pojava uši v hmeljiščih. Natančno napoved začetka preleta krilatih uši na poletnega gostitelja – hmelj podamo na podlagi spremljanja preleta krilatih uši na 10 do 15 rastlinah. Prelet spremljamo trikrat tedensko (vsak drugi deloven dan). Na rastlinah preštejemo krilate uši, katere ob štetju uničimo. Končen podatek o preletu podamo v številu krilatih uši/rastlino/dan.

## 8.4 Napovedovanje zatiranja hmeljeve listne uši

V hmeljišču uporabimo insekticid, ko na vzorcu 50 listov (25 listov nabereмо v zgornjih delih, 13 v srednjih delih in 12 v spodnjih delih rastlin), katere nabereмо na različnih mestih v hmeljišču, ugotovimo 50 uši na list oziroma ugotovimo, da je na posameznih listih več kot 200 uši. To običajno sovпада s pojavom medene rose oziroma mane. Če je le mogoče, počakamo z uporabo sistemskih insekticidov do takrat, ko je prelet krilatih uši na hmelj že končan.

## 9 PROGNOŠTIČNI MODEL

Na začetek in konec preleta hmeljeve listne uši vplivajo povprečna dnevna temperatura zraka, količina padavin, dolžina dneva. Za izračun začetka preleta krilatih uši na poletnega gostitelja potrebujemo vsoto efektivnih temperatur, spodnji temperaturni prag razvoja, količino padavin. Biotični dejavniki so: fenofaza razvoja hmelja, štetje jajčec hmeljeve listne uši na primarnem gostitelju, spremljanje preleta hmeljeve listne uši iz primarnega gostitelja na sekundarnega.



Prvo krilato uš na hmelju lahko pričakujemo, ko je dosežena vsota efektivnih temperatur nad določenimi temp. pragovi (preglednica 1). Vsoto efektivnih temperatur ( $V_{\text{ef}}$ ) pričnemo računati, ko je dosežen spodnji temperaturni prag 5,0 ali 5,55 ali 5,6 °C (preglednica 2). Prelet krilatih uši iz primarnega gostitelja na hmelj se začne, ko vsota temperatur doseže vrednosti, navedene v preglednici 1 (Worner, 1995), pod pogojem, da povprečna dnevna temperatura preseže 13°C (Campbell, 2005). Največji vpliv na izleganje jajčec in prelet krilatih uši, tako prve kakor tudi naslednje generacije, imajo temperature zraka. Vsota efektivnih temperatur se izračuna iz meteoroloških podatkov minimalne ( $T_{\text{min}}$ ) in maksimalne temperature ( $T_{\text{max}}$ ) zraka ter spodnjega temperaturnega praga ( $T_{\text{prag}}$ ):

$$V_{\text{ef}} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{T_{\text{max}} + T_{\text{min}}}{2} - T_{\text{prag}} \right)$$

Zanimalo nas je, pri katerem temperaturnem pragu se opažanja iz narave najbolj približajo izračunanim vsotam efektivnih dnevni temperatur. Zato smo od leta 2000 pa vse do leta 2012 izračunali dejansko vsoto efektivnih temperatur, od doseženega praga (preglednica 1) pa do pojava prve krilate uši, ter jo primerjali z izračunano vsoto efektivnih temperatur (preglednica 2).

**Preglednica 1:** Vsota efektivnih temperatur za začetek preleta krilatih uši na hmelj (sekundarnega gostitelja) glede na različne temperaturne pragove (Wörner, 1995)

**Table 1:** Degree-day for beginning of flight of aphids on hop (secondary host), according to different thresholds (Wörner, 1995).

Spodnji temperaturni prag (°C)	Vsota efektivnih temperatur za začetek preleta krilatih uši (v °C)
5,0	202
5,55	214
5,6	217

Ugotovili smo, da pride do najmanjšega odstopanja od dejanskega pojava uši v naravi, če upoštevamo spodnji temperaturni prag 5,6 °C (preglednica 3). Takrat mora biti vsota temperatur 217 °C. Najmanjše odstopanje je bilo v letu 2003, saj naj bi po izračunih efektivnih temperaturnih vsot pričakovali prve uši 2.5.2003, v naravi pa je bila prva uš na hmelju opažena 4.5. 2003. Do največjega odstopanja je prišlo tudi v letu 2001, kjer je razlika za skoraj 1 mesec, za kar ne vemo pravega razloga. S primerjavo padavin v letu 2001 ni bilo velikega odstopanja. V vseh preostalih letih gre pa za odstopanja med 5 in 12 dni, kar je dokaj sprejemljivo. Namreč, vedno naj bi po izračunih vsote efektivnih temperatur pričakovali prvo hmeljevo uš nekaj dni prej, kot pa je bila opažena v naravi. Zatiranje hmeljeve

listne uši je potrebno izvesti, ko je hmelj visok približno 4 m in ko je prelet s primarnega gostitelja na sekundarnega v večini zaključen. Zaradi tega je pomembno tudi spremljanje dolžine preleta, saj le na ta način lahko napovemo čas zatiranja uši. Povprečna dolžina preleta krilatih uši na hmelj v Žalcu je 46,4 dni (preglednica 3).

**Preglednica 2:** Temperaturni pragovi in dosežena vsota temperatur za pojav krilate oblike hmeljeve listne uši (*Phorodon humuli*) v primerjavi s prvimi najdbami v naravi (lokacija Žalec od 2000–2012)

**Table 2:** Calculated degree day based on different thresholds in comparison of first find damson hop aphid (*Phorodon humuli*) in nature (location Žalec from 2000-2012).

Leto	Datumi			Opažena krilata uš v naravi
	5,0 °C (202 °C)	5,55 °C (214 °C)	5,6 °C (217 °C)	
2000	15.4.2000	19.4.2000	20.4.2000	29.4.2000
2001	23.3.2001	7.4.2001	8.4.2001	5.5.2001
2002	20.4.2002	25.4.2002	26.4.2002	4.5.2002
2003	29.4.2003	2.5.2003	2.5.2003	4.5.2003
2004	25.4.2004	30.4.2004	3.5.2004	8.5.2004
2005	26.4.2005	29.4.2005	30.4.2005	10.5.2005
2006	24.4.2006	28.4.2006	29.4.2006	8.5.2006
2007	17.4.2007	22.4.2007	22.4.2007	23.4.2007
2008	20.4.2008	27.4.2008	27.4.2008	2.5.2008
2009	17.4.2009	21.4.2011	22.4.2009	4.5.2009
2010	21.4.2010	26.4.2010	27.4.2010	5.5.2010
2011	13.4.2011	20.4.2011	21.4.2011	2.5.2011
2012	21.4.2012	26.4.2012	27.4.2012	1.5.2012

Glede na izračunane vsote efektivnih temperatur, potrebnih za začetek preleta (217 °C) na spodnji prag 5,6°C smo v letu 2012 tipalno poizkušali napovedati pojav krilatih uši na sekundarnem gostitelju – hmelju. Pričetek preleta smo napovedali 27. 04. 2012, takrat so namreč temperature dosegle potrebne vsote za prelet. Prva krilata uš se je na hmelju pojavila 01. 05. 2012, kar je komaj 3 dni kasneje. Zato lahko zaenkrat trdimo, da vsota efektivnih temperatur (217°C) pri spodnjem pragu 5,6 °C za pojav krilatih uši ustreza. Poleg napovedi pojava prve krilate uši v naravi smo poskusili napovedati tudi konec preleta, ki bi po izračunih naj bil 15. 6. 2012 in naj bi trajal 45 dni. Dejansko je bil prelet krilatih uši na hmelj v letu 2012 zaključen 6. 6., kar je bilo 8 dni prej od predvidevanja.

**Preglednica 3:** Vsota efektivnih temperatur v času preleta hmeljeve listne uši (*Phorodon humuli*) ter dolžina preleta (število dni), Žalec 2000–2012

**Table 3:** Degree-day during the time of flight the damson hop aphid (*Phorodon humuli*), and length of flight (No. of days), Žalec 2000–2012.

Leto	Vsota efektivnih temperatur od začetka do konca preleta krilatih uši	Začetek preleta	Konec preleta	Trajanje (dni)
2000	721,4	29.4.	21.6.	54
2001	719,1	5.5.	1.7.	58
2002	487,9	4.5.	11.6.	39
2003	605,7	4.5.	15.6.	43
2004	536,5	8.5.	27.6.	51
2005	632,9	10.5.	29.6.	51
2006	577,9	8.5.	25.6.	49
2007	401,3	23.4.	30.5.	38
2008	518,3	2.5.	16.6.	45
2009	566,9	4.5.	17.6.	44
2010	546,5	5.5.	18.6.	44
2011	562,6	2.5.	20.6.	50
2012	398,8	1.5.	6.6.	37
povprečje	559,3			46,4

Ker začetek preleta napoveduje čas aplikacije, je najpomembnejši podatek, ali ustrezajo izračunani datumi aplikacije dejansko izvedenim aplikacijam. Za določitev datuma uporabe insekticida smo k datumu doseženih vsot efektivnih temperatur (217°C) nad temperaturnim pragom 5,6°C dodali 47 dni (povprečna dolžina preleta krilatih uši). V preglednici 4 so podani izračunani datumi ter dejanski datumi uporabe insekticidov.

Iz rezultatov je razvidno, da so izračunani datumi uporabe insekticidov primerljivi z dejanskimi datumi uporabe insekticidov. Ker pa vemo, da je trajanje preleta le eden izmed faktorjev, ki določa čas aplikacije, je potrebno upoštevati v izračunih še drug odločilen dejavnik, to je fenofazo oziroma višino hmelja. Namreč insekticide s sistemskim načinom delovanja je potrebno uporabiti še pred fenofazo cvetenja.

Prvo krilato obliko hmeljeve listne uši običajno najdemo v naravi, ko je dosežena temperaturna vsota 217 °C nad pragom 5,6 °C. Dolžina preleta krilatih uši pri nas

običajno traja v povprečju 46 dni. Odstopanja so običajno v ekstremnih letih, ko je v obdobju preleta uši v maju zelo suho in toplo obdobje.

**Preglednica 4:** Predvideni datumi uporabe insekticidov pri doseženi vsoti temperatur nad temperaturnim pragom 5,6°C (lokacija Žalec 2000 – 2012)

**Table 4:** Expected dates of insecticides application by degree-day, above the threshold of 5.6 °C (location Žalec 2000-2012).

Leto	Datumi doseženih vsot efektivnih temperatur (217 °C) nad pragom 5,6 °C	Izračunan datum uporabe insekticida	Datum dejanske uporabe insekticida
2000	20.4.2000	2.6.2000	8.6.2000
2001	8.4.2001	23.5.2001	5.06.2001
2002	26.4.2002	8.6.2002	11.06.2002
2003	2.5.2003	14.6.2003	10.06.2003
2004	3.5.2004	15.6.2004	16.6.2004
2005	30.4.2005	12.6.2005	22.6.2005
2006	29.4.2006	11.6.2006	20.6.2006
2007	22.4.2007	4.6.2007	8.6.2007
2008	27.4.2008	9.6.2008	12.6.2008
2009	22.4.2009	4.6.2009	3.6.2009
2010	27.4.2010	9.6.2010	11.6.2010
2011	21.4.2011	3.6.2011	9.6.2011
2012	27.4.2012	13.6.2012	5.6.2012

## 10 LITERATURA

- Campbell C.A.M., Muir R.C. Flight activity of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli*. *Annals of Applied Biology*. 2005; 109-118.
- Campbell C.A.M., Pettersson J., Pickett J.A., Wadhams L.J., Woodcock C.M. Spring migration of damson-hop aphid, *Phorodon humuli*, and summer host plant-derived semiochemicals released on feeding. *Journal of chemical ecology*. 1993; 1569-1575.
- Dolar M. Prispevek k ekologiji hmeljne uši-I. Jugoslovanski simpozij za hmeljarstvo, Velenje. 1962; 25-26.
- Darby P. The inheritance of resistance to aphids from the new UK variety „BOADICEA”. Proceedings of the Scientific Commission IHGC International Hop Growers` Convention, León, Spain. 2009.
- Hornung U. Zur biologie der hopfenblattlaus. Hopfenrundschau. 1973; 188-192.
- Kač M. *Phorodon humuli*.-Kolektiv autora-Priručnik izveštanje i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura. Savez društava za zaštitu bilja Jugoslavije, Beograd. 1984; 321-323.

- Priročnik za hmeljarje. Hmeljeva listna uš. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec. 2002; 67.
- Taimr L., Holman J., Hodan L., Križ J. Spring migration of the hop aphid, *Phorodon humuli*. *Acta entomologica bohemoslovaca*. 1979; 10-21.
- Thomas G.G., Goldwin G.K. Associations between weather factors and the spring migration of the damson-hop aphid, *Phorodon humuli*. *Ann. appl. Biol.* 1983; 7-17.
- Vostrel J., Klapal I., Kudrna T. Prognosis of damson-hop aphid (*Phorodon humuli* Schrank) within hop protection management in Czech Republic. International Hop Growers Convention. 2009.
- Worner S.P., Tatchell G.M., Woiwod I.P. Predicting spring migration of the damson-hop aphid *Phorodon humuli*, from historical records of host-plant flowering phenology and weather. *Journal of applied ecology*. 1995; 17-28.
- Žolnir M. Biologija hmeljeve listne uši v Savinjski dolini. Zaključno poročilo. 1978.
- Žolnir M. Prognoza pojava hmeljeve uši (*Phorodon humuli*) in signalizacija rokov za njeno zatiranje. Zbornik predavanj in referatov s 3. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin. 1997; 153-158.