

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

Povezovanje ukrepov za doseganje trajnostnega razvoja

2. Šifra projekta:

V4-0480

3. Naslov projekta:

Vpeljava metod in postavitev strategij za obvladovanje izbruhov škodljivih organizmov v hmeljarstvu nastalih zaradi podnebnih sprememb.

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Vpeljava metod in postavitev strategij za obvladovanje izbruhov škodljivih organizmov v hmeljarstvu nastalih zaradi podnebnih sprememb.

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Methods development and strategies establishment for management of outbreaks of harmful organisms in hop production caused by climate changes.

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

rastlinske bolezni in škodljivci, podnebne spremembe, hmeljarstvo, *Cercospora cantuariensis*, *Phoma exigua*, *Neoplinthus tigratus porcatus*, *Otiorhynchus ligustici*, *Humulus lupulus*, fungicidi, insekticidi, odpornost rastlin, entomopatogene ogorčice

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

plant diseases and pests, climate changes, hop growing, *Cercospora cantuariensis*, *Phoma exigua*, *Neoplinthus tigratus porcatus*, *Otiorhynchus ligustici*, *Humulus lupulus*, fungicides, insecticides, plant resistance, entomopathogenic nematodes

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (šifra 416)

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta (šifra 481)

6. Sofinancer/sofinancerji:

MKGP

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

20162

Sebastjan Radišek

Datum: 15.9.2010

Podpis vodje projekta:

Dr. Sebastjan Radišek

Podpis in žig izvajalca:

Martina Zupančič, univ.dipl.inž.agr.

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Vsebinsko poročilo je predstavljeno v prilogi I.

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

V projektu smo podrobno preučili možnosti za obvladovanje gliv *Cercospora cantuariensis* in *Phoma exigua*, ter rilčkarjev *Neoplinthus tigratus porcatus* in *Otiorhynchus ligustici*, ki v obdobju zadnjih 10 let stopnjujejo škodljivost pridelavi hmelja in spadajo med slabo proučene organizme. Z obsežnimi monitoringi smo opravili pregled stanja razširjenosti v Sloveniji in podrobno spremljali pojav v hmeljiščih. Ovrednotili smo odpornost sort in določali potencialne gostiteljske rastline. V okviru "in vitro" in "in planta" testiranja smo določali učinkovitost preprečevanja širokem spektru fitofarmaceutskih sredstev, v primeru rilčkarjev pa še učinkovitost entomopatogenih ogorčic. Pri tem smo v naše delo vpeljali nove analitske tehnologije. Na osnovi rezultatov dela smo izdelali natančnejšo in dolgoročno strategijo preprečevanja omenjenih škodljivih organizmov.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Rezultati projekta so dolgoročno zasnovani, saj so ponujajo odgovore kako preprečevati do sedaj slabo proučene škodljive organizme v hmeljarstvu, katerih škodljivost bi lahko ob neizvajanju ukrepov in nadaljevanju trenda spreminjanja klimatskih dejavnikov v naslednjih obdobjih naraščala. Pridelovalci so v okviru predstavitev spoznali nove nevarnosti in potencialne ukrepe, kar jim bo omogočilo lažje preprečevanje in odzivanje v primeru izbruhov in prerazmožitev. Rezultati testiranja in razvoj analitskih tehnik imajo tudi širši učinek, saj se lahko projecirajo tudi na ostale panoge rastlinske proizvodnje, kjer prav tako prihaja do povečane problematike novih škodljivih organizmov.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Interes po rezultatih se izraža pri domačih pridelovalcih in domačih ter tujih znanstvenih inštitucijah (Bayer, Landesanstalt fuer Landwirtschaft, Institut fuer Pflanzenbau und Pflanzenzuechtung, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll, Freising, Deutschland).

3.7. Število diplomantov, magistrrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

1 diplomsko delo

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

Sodelovanja:

- Horticulture Research International, Department of Hop Research, Wye College, Wye Ashford, Kent, England
- Hop Research Institute co., Žatec, Czech Republic
- Bayer. Landesanstalt fuer Landwirtschaft, Institut fuer Pflanzenbau und Pflanzenzuechtung, Arbeitsbereich Hopfen, Hüll, Freising, Deutschland
- Oregon State University, Botany and Plant Pathology, Corvallis, Oregon, USA
- Institute of Soil Science and Plant Cutivation, Pulawy, Poland
- Tasmania Institute of Agricultural Research, University of Tasmania, Australia
- Pacific Biocontrol Corporation, Developers and Suppliers of Insect Sex, Pheromon Sex, Yakima

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Rezultati tovrstnega sodelovanja temeljijo na izmenjavi materiala in izkušenj s kolegi iz tujine, predvsem na področju hmeljarskih in agronomskih tem ter povezovanju za nadaljnje prijave na EU projekte.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani: <http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Javne predstavitve rezultatov projekta (vodja projekta)

RADIŠEK, Sebastjan, LESKOŠEK, Gregor, RAK CIZEJ, Magda, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka, VAUKAN, Tone. Pojav cercosporne pegavosti hmelja v Sloveniji in Avstriji = The appearance of Cercospora leaf spot on hops in Slovenia and Austria. V: RAK CIZEJ, Magda (ur.), ČEH, Barbara (ur.). 45.Seminar o hmeljarstvu z mednarodno udeležbo = 45th Hop Seminar with International Participation, Portorož, 5. in 6. marec 2008. Zbornik simpozija. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: = Slovenian Institute of Hop Research and Brewing: = Slowenisches Institut für Hopfenanbau und Brauereiwesen, 2008, str. 87-90. [COBISS.SI-ID 595063]

RADIŠEK, Sebastjan, LESKOŠEK, Gregor, RAK CIZEJ, Magda, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka. Pojav cercosporne pegavosti (*Cercospora cantuariensis*) in sive pegavosti (*Phoma exigua*) hmelja v Sloveniji = The appearance of cercospora leaf spot (*Cercospora cantuariensis*) and grey leaf spot (*Phoma exigua*) on hops in Slovenia. V: MAČEK, Jože (ur.). 9. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo = 9th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation, 4.-5. marec 2009, Nova Gorica, Slovenija. Izvlečki referatov. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia, 2009, str. 74-75. [COBISS.SI-ID 5862265]

Javne predstavitve rezultatov projekta (sodelujoči raziskovalci)

ČERENAK, Andreja, OSET, Monika, RADIŠEK, Sebastjan, KOŠIR, Iztok Jože. Rezultati žlahtnjenja novih sort hmelja in cilji v prihodnje = The results of new hop variety breeding with future aspects. V: RAK CIZEJ, Magda (ur.), ČEH, Barbara (ur.). 45.Seminar o hmeljarstvu z mednarodno udeležbo = 45th Hop Seminar with International Participation, Portorož, 5. in 6. marec 2008. Zbornik simpozija. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: = Slovenian Institute of Hop Research and Brewing: = Slowenisches Institut für Hopfenanbau und Brauereiwesen, 2008, str. 55-60. [COBISS.SI-ID 593271]

ČERENAK, Andreja, RADIŠEK, Sebastjan, KOŠIR, Iztok Jože. Razvoj slovenskih sort hmelja - pomemben dejavnik za obstoj hmeljarske dežele = Development of Slovenian hop varieties - an important factor for existence of hop country. V: RAK CIZEJ, Magda (ur.), ČEH, Barbara (ur.). Zbornik seminarja. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: = Slovenian Institute of Hop Research and Brewing: = Slowenisches Institut für Hopfenanbau und Brauereiwesen, 2009, str. 88-98. [COBISS.SI-ID 634743]

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

RAK CIZEJ, Magda, RADIŠEK, Sebastjan. Rezultati poskusov zatiranja rilčkarjev na hmelju = #The #trial results of control of snout weevils on hop. V: RAK CIZEJ, Magda (ur.), ČEH, Barbara (ur.). Zbornik seminarja. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije: = Slovenian Institute of Hop Research and Brewing: = Slowenisches Institut für Hopfenanbau und Brauereiwesen, 2010, str. 72-81, graf. prikazi. [COBISS.SI-ID 734327]

RAK CIZEJ, Magda, RADIŠEK, Sebastjan. Hmeljev hrošč (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panzer) in lucernin rilčkar (*Otiorhynchus ligustici* L.) v slovenskih hmeljiščih = The hop beetle (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panzer) and alfalfa snout weevil (*Otiorhynchus ligustici* L.) in Slovenian hop garden. V: MAČEK, Jože (ur.). 9. slovensko posvetovanje o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo = 9th Slovenian Conference on Plant Protection with International Participation, 4.-5. marec 2009, Nova Gorica, Slovenija. Izvlečki referatov. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije: = Plant Protection Society of Slovenia, 2009, str. 40. [COBISS.SI-ID 668535]

PRILOGA1: Vsebinsko poročilo k realizaciji projekta

1 UVOD

V Sloveniji je pri pridelavi hmelja v zadnjih letih prišlo do pojava novih škodljivih organizmov, ki resno ogrožajo rentabilno pridelavo hmelja in s pojavom povzročajo visoko gospodarsko škodo. V letu 2005 in 2007 je prišlo do močnega izbruha bolezni storžkov in listja, ki sta jih povzročili siva pegavost hmelja (*Phoma exigua*) in cercosporna pegavost hmelja (*Cercospora cantuariensis*) (Radišek s sod., 2008, 2009). Zaradi omejene izbire fitofarmaceutvskih pripravkov in nepoznavanja epidemioloških lastnosti bolezni je prišlo do velike izgube pridelka v okuženih hmeljiščih v obsegu tudi do 26 %. Glivi do sedaj v Sloveniji nista bili potrjeni na hmelju, v svetovni literaturi pa sta opisani kot zelo redki, gospodarsko nepomembni hmelju in pojavno odvisni od specifičnih klimatskih pogojev (Wormald, 1946).

Za glivo *Phoma exigua* je značilno, da parazitira veliko število rastlin med katerimi je gospodarsko pomembna predvsem na tobaku, fižolu, solati in bučnicah. Njen pojav je zelo odvisen od vremenskih pogojev in infekcijskega potenciala, ki se vsako leto ohranja z odmrliimi rastlinskimi ostanki v tleh (Koike s sod., 2006). Na hmelju je bila prvič potrjena in opisana leta 1926 v Angliji pod taksonomskim imenom *Ascochyta humuli* Kabát & Bubák (Wormald, 1946), podoben zapis pa obstaja tudi iz območij nekdanjih republik Sovjetske zveze (Pidopličko, 1978), vendar je v vseh primerih bolezen prizadela samo listno maso hmeljnih rastlin in ni prišlo do gospodarske škode. Tako je zelo agresiven izbruh v Sloveniji v letu 2005 na sortah Merkur, Magnum in Bobek s ponovitvijo v letu 2007, ki je poleg listne mase prizadel tudi storžke in s tem zmanjšal pridelek, nov moment v epidemiologiji te glive na hmelju.

Tudi gliva *C. cantuariensis* je iz literature znana kot blag patogen hmelja in nekaterih hmelju sorodnih rastlin. Prvič je bila opisana leta 1922 v Angliji na sorti Canterbury Goldings, kjer je povzročila poškodbe listne mase, kasneje pa se v pridelavi hmelja ne omenja več (Wormald, 1946). Na divjem hmelju so jo odkrili še v Nemčiji in Rusiji, na Kitajskem in Japonskem pa na enoletnici japonskem hmelju (*Humulus japonicus*). V letu 2005 je prišlo do prvega resnega izbruha v Avstriji na hmeljarskem območju Lučane, kjer je bolezen v sredini avgusta kljub večkratni uporabi bakrenih pripravkov močno prizadela več nasadov sort Celeia in Cerera. V letu 2006 se je bolezen pojavila v manjšem obsegu, medtem ko je v letu 2007 ponovno prišlo do večjega izbruha, ki je tokrat zajel tudi nasade v Sloveniji v 30 km oddaljenih Radljah ob Dravi. Bolezen je zelo hitro napredovala predvsem na sortah Celeia, Bobek in Aurora tako, da je bilo potrebno predčasno spravilo pridelka. Pri ocenjevanju izgube pridelka se je delež obolenih storžkov gibal med 7 - 26 % s stopnjo okužbe 5-16 %, kar lahko primerjamo z izbruhi na hmelju najpomembnejše bolezni hmeljeve peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*).

Takšen pojav dveh novih bolezni v tako kratkem obdobju z visoko stopnjo agresivnosti je precej nenavaden in zaskrbljujoč, saj prihaja do ponovitve izbruhov in širjenja obsega okužbe. Prve povezave v obeh letih izbruhov lahko neposredno najdemo z obsežnimi in pogostimi padavinami v mesecu avgustu in septembru ter relativno visokimi

temperaturami, z znatnim odstopanjem od dolgoletnih povprečij, kar je epidemiološko idealno za razvoj tovrstnih gliv.

V zadnjih 10 letih v Sloveniji opazamo tudi povečan pojav in širjenje dveh škodljivcev in sicer hmeljevega rilčkarja *Neoplinthus tigratus porcatus* Panz. in lucerninega rilčkarja *Otiorrhynchus ligustici* L., oba iz družine rilčkarjev (Rak Cizej in Žolnir, 2002). Rilčkarji so v večini primerov nadležni in trdovratni škodljivci, tako pri pridelavi zelenjave, okrasnih rastlin, kot tudi v vinogradništvu in sadjarstvu. Tudi v hmeljarstvu niso izjema, kjer so znani že vrsto let. Pri pridelavi hmelja v drugih evropskih državah običajno omenjajo lucerninega rilčkarja (*O. ligustici* L.) (Vrabl, 1992; Kišgeci, 2002), kateri do sedaj ni veljal kot pomemben škodljivec hmelja. V mnogih pomembnih pridelovalkah hmelja v Evropi je v zadnjih letih njegova populacija zelo narasla. Z njim imajo težave na Češkem (Vostrel, 1997), v Nemčiji (Jahresbericht s sod., 2007) kot tudi v Franciji. V Ameriki imajo na hmelju težave z drugimi vrstami rilčkarjev, ki povzročajo podobno škodo kot lucernin rilčkar (Barbour, 2009).

V Sloveniji lucerninega rilčkarja redko najdemo v hmeljiščih, temveč se pogosto soočamo z hmeljevim rilčkarjem (njegov sinonim je tudi hmeljev hrošč), *Neoplinthus tigratus porcatus* Panzer = *Plinthus porcatus* (Kač, 1957; Dolinar in sod., 2002). Hmeljev rilčkar ni neznan škodljivec hmeljišč, saj se je prvič pojavil v večjem obsegu že leta 1893 v hmeljiščih v Savinjski dolini (Janežič, 1951). Najverjetneje se je preselil iz divjega hmelja na gojenega (Janežič, 1951). Hmeljev rilčkar je eden izmed najstarejših znanih škodljivcev hmelja, ki je v preteklosti na hmelju povzročal veliko škode, še posebej pred prvo svetovno vojno (Kač, 1957; Dolinar in sod., 2002). V zadnjih 50 letih se je pojavljal sicer vsako leto, vendar ne v (pre)velikem številu in na hmelju ni povzročal škode (Žolnir in Simončič, 2001). Nekoliko pogosteje in številčnejše se je hmeljev rilčkar pojavljal v hmeljiščih na Kozjanskem, kjer je konec šestdesetih in osemdesetih let, predvsem v letu 1988, povzročil znatno zmanjšanje pridelka ter propadanje številnih hmeljnih rastlin ter celih nasadov (Žolnir in Simončič, 2001; Dolinar in sod., 2002). Po letu 2000 hmeljev rilčkar ponovno pridobiva na pomenu, saj ga zelo pogosto najdemo v hmeljiščih, predvsem v Savinjski dolini (Žolnir in Simončič, 2001; Rak Cizej in Žolnir, 2002; Rak Cizej in Radišek, 2009).

Odrasel hrošč lucerninega rilčkarja na hmelju izjeda luknje v mladih poganjkih, ki se ob vetru pogosto prelomijo. Njihove ličinke objedajo korenine hmelja oziroma povzročajo črvivost trt (Vrabl, 1992). Pri hmeljevem rilčkarju povzročajo največjo škodo ličinke, ki se zarijejo v trte hmelja in rijejo proti koreniki ter s tem povzročajo črvivost trt (Janežič, 1951; Šepec, 1955; Kač 1957; Dolinar in sod., 2002). Objedena korenika in trta ima za posledico slabši in manj kakovosten pridelek hmelja, pri močnem napadu pa posamezne rastline lahko tudi propadejo (Kač, 1957; Dolinar in sod., 2002).

Iz literature so znani podatki zatiranja ličink lucerninega rilčkarja z entomopatogenimi nematodami na lucerni (Ferguson in sod., 1995; Shields in sod., 1999), kjer so uporabili nematode *Heterorhabditis bacteriophora* in *H. bacernema*. Na hmelju je Vostrel, 1997 preverjal delovanje insekticidov za odraslega hrošča lucerninega rilčkarja, kjer so uporabljena sredstva imela zadovoljivo delovanje, vendar so ta sredstva za okolje zelo toksična.

Osnovni cilj projekta je bil vpeljava in proučitev integriranih ukrepov za prilagoditev hmeljarske proizvodnje na pojav omenjenih bolezni in škodljivcev, ki pridobivajo na pomembnosti zaradi spremenjenih podnebnih razmer. Za doseg ciljev smo v okviru projekta postavili dva osnovna delovna paketa (DP) v okviru katerih smo izvedli naslednje aktivnosti:

DP - A: OBVLADOVANJE POJAVA GLIV *P. EXIGUA* in *C. CANTUARIENSIS*

- Program 1: Pregled pojava bolezni v vseh pridelovalnih območjih Slovenije in naravnih habitatih. Ugotoviti ostale gostiteljske rastline na katerih se lahko glivi ohranjata in zbrati reprezentativne izolate.
- Program 2: Določiti najprimernejše fungicide in njihove koncentracije za zatiranje s pomočjo »in vitro« ter »in planta« testiranja.
- Program 3: Določiti odpornost hmeljnih sort, ki se pojavljajo v slovenski pridelavi hmelja.
- Program 4: Določiti osnovne epidemiološke značilnosti s spremljanjem biotskih parametrov bolezni v nasadih in beleženjem ter analizo meteoroloških podatkov
- Program 5: Pripraviti navodila za izvajanje ukrepov za pridelovalce.

DP - B: OBVLADOVANJE HMELJEVEGA HROŠČA (RILČKARJA) (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panz.) IN LUCERNINEGA RILČKARJA (*Otiorhynchus ligustici* L.)

- Program 1: Določiti najprimernejše insekticide in entomopatogene nematode ter njihove koncentracije za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja in lucerninega rilčkarja s pomočjo »in vitro« testiranja.
- Program 2: Določiti učinkovitost delovanja insekticidov in entomopatogenih nematod ter njihovih koncentracij za zatiranje ličink hmeljevega in lucerninega rilčkarja na različnih kategorijah sadik hmelja.
- Program 3: Določiti pojavnost imagov hmeljevega in lucerninega rilčkarja skupaj z meteorološkimi podatki in določiti učinkovitost biotičnih pripravkov in insekticidov za njihovo zatiranje.
- Program 4: Pripraviti navodila proizvajalcem za izvajanje ustreznih ukrepov in tehnologij pridelave kmetijskih rastlin, ki bi omejevala nadaljnje širjenje omenjenih škodljivcev.

2 A MATERIAL IN METODE DELA

2.1A Pregled pojava bolezni v Sloveniji in zbiranje ter izolacija reprezentativnih izolatov

Z namenom ugotovitve razširjenosti omenjenih gliv smo v letih 2008-2010 opravili obsežen monitoring z vzorčenjem, ki je zajemal vsa aktivna hmeljarska območja Slovenije in območja, kjer je v preteklosti potekala pridelava hmelja. Pri tem smo na vsaki lokaciji vzorčili listje in storžke hmelja v hmeljiščih in v naravnih habitatih. Vse vzorce smo laboratorijsko mikroskopsko pregledali in v primeru potrditve omenjenih gliv izolirali reprezentativne izolate. Izolacijo gliv smo opravili iz prizadetega rastlinskega tkiva, pri čemer smo v sterilnih pogojih izvedli površinsko sterilizacijo z namakanjem tkiva (1 min) v 2 % raztopini natrijevega hipoklorida (NaOCl). Koščke tkiva smo nato položili v petrijevke s krompirjevim dekstroznim agarjem (PDA-potato dextrose agar; pH 5.2; 50 mg streptomycin sulfat/l) in inkubirali pri sobni temperaturi v temi. Po tednu dni smo izolirane kulture mikroskopsko pregledali in precepili na identifikacijska gojišča: izolate *P. exigua* na OA (oatmeal agar) in izolate *C. cantuariensis* na agar V8. Zbrane izolate smo shranili pri temperaturi 4 °C.

2.2A Umetne okužbe rastlin

Metodiko umetnih okužb smo uporabili pri testiranjih odpornost sort, določanju patogenosti izolatov in »in planta« testiranju učinkovitosti fungicidov, pri čemer so vsi poskusi potekali v kontroliranih pogojih raste komore (Kambič, RK-13300). Inokulum smo pripravili z 1 tedenskim gojenjem reprezentativnih izolatov gliv na selektivnih trdnih gojiščih, čemur je sledilo spiranje kultur s sterilno destilirano vodo ter umerjanje koncentracije inokula s Thoma števno komoro. V primeru glive *C. cantuariensis* smo uporabili gojišče V8 in koncentracijo inokula 10^5 konidijev/ml, v primeru *Phoma exigua* pa gojišče OA (oatmeal; sl. gojišče na osnovi ovsa) in koncentracijo inokula 10^6 CFU/ml. Rastline smo umetno okužili z ročno razpršilko in jih nato z namenom zadrževanja vlage in preprečevanja izsušitve pokrili s prozornimi PVC vrečami. Inokulirane rastline smo inkubirali pri 80 % relativni zračni vlagi in pod 12-urno fotoperiodo fluorescentne svetlobe (L 58W/77; Fluora, Osram). Kontrolne rastline smo na enak način poškopili s sterilno destilirano vodo. Inokulirane rastline smo prekrili s plastičnimi vrečkami in inkubirali v rastni rastni komori pri 70 % relativni zračni vlagi in pod 12-urno fotoperiodo fluorescentne svetlobe (L 58W/77; Fluora, Osram). Pri tem smo v času osvetlitve temperaturo komore naravnali na 22° C, v temni fazi pa na temperaturo 18° C. Pojav bolezni na rastlinah smo ocenili v obliki deležev prizadetega tkiva v 5 dnevnikih intervalih. Prisotnost glive na prizadetem tkivu smo potrdili s svetlobnim mikroskopom in reizolacijo izolata.

2.3A »In vitro« testiranje učinkovitosti fungicidov

Metoda temelji na določanju inhibicije rasti kultur izolatov na umetnih gojiščih ob dodajanju različnih fungicidov v različnih koncentracijah in kombinacijah. Izbor fungicidov je zajel registrirane fungicide za hmeljarstvo v Sloveniji, Nemčiji in ZDA ter nekatere fungicide, ki se uporabljajo za zatiranje sorodnih gliv na ostalih rastlinah. Skupno je testiranje zajelo 15 fungicidov in njihovih kombinacij (Preglednica 1). V preizkušanje smo pri glivi *P. exigua* vključili reprezentativna izolata PT3 in PT4, v primeru *C. cantuariensis* pa izolata C1 in CG, ki jih hranimo v kolekciji izolatov IHPS. Pri tem smo v primeru glive *P. exigua* uporabili PDA gojišče (krompirjev agar) v primeru *C. cantuariensis* pa gojišče specifično za gojenje cerkosporoidnih gliv V8. Za testiranje učinkovitosti fungicidov smo uporabili koncentracije: 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg aktivne snovi/ml (LaMondia in Douglas, 1997), medtem, ko smo za fungicida iz skupine strobilurinov uporabili koncentracije 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10 in 100 µg a.s./ml (Vincelli in Dixon, 2002; Wise in sod., 2008).

Pripravljena gojišča v petrijevkah premera 7 cm smo inokulirali z okroglimi (premer 5mm) koščki kultur, ki smo jih izrezali iz robov 5-7 dni starih kultur na ustreznih gojiščih in nato obrnjene postavili na sredo petrijevk. Kot ponovitev smo uporabili petrijevko in sicer tri petrijevke za posamezno koncentracijo fungicida. Kulture smo inkubirali v temi pri 20 °C. Prvo meritev smo opravili po treh dneh rasti in nato v intervalih po 3 do 4 dni vse do 21 dneva, ko smo s testiranjem zaključili. Pri prvi oceni smo kot mesto merjenja izbrali premico, ki teče skozi sredino 5 mm izsečka. Vsako nadaljnje merjenje smo opravili na istem mestu. Od končnega premera kulture smo odšteli 5 mm kolikor je meril začetni košček kulture. Na osnovi meritev smo za izolate določili inhibicijo rasti micelija po formuli: % inhibicije = [(netretirano gojišče – gojišče s fungicidom)/netretirano gojišče] x 100 in vrednosti EC50 (koncentracijo pri kateri se rast v primerjavi s kontrolo zmanjša za 50 %).

V primeru testiranja kombinacij oz. mešanic fungicidov smo določali njihove interakcije po metodi, ki jo je razvil Gisi, 1996. Pričakovano učinkovitost (%Cexp) mešanice smo izračunali po formuli $\%C_{exp} = A + B - (AB/100)$, kjer A in B nastopata kot učinkovitost posameznih fungicidov. V primeru vrednosti razmerja med ugotovljeno učinkovitostjo (%Cobs) in pričakovano učinkovitostjo (%Cexp) pod 0.5 lahko govorimo o antagonizmu, v primeru vrednosti med 0.5 in 1.5 o aditivnem vplivu in nad 1.5 pa o sinergizmu. Izmerjene vrednosti smo statistično obdelali z analizo variance (Statgraphics Plus 6.0).

Preglednica 1: Seznam fungicidov vključenih v *in vitro* testiranja.

Fungicid	Aktivna snov	Vsebnost a.s.	Registrirani odmerki		Proizvajalec
			l, kg/ha; %	a.s µg/ml škropilne brozge*	
Folpan 80 WDG	folpet	80 % ± 25 g/kg	3kg/ha	1000 µg/ml	Makhteshim-Agan, Israel
Quadris SC	azoksistrobin	250 g/l	1l/ha	100 µg/ml	Syngenta Limited, VB
Zato 50 WG	trifloksistrobin	50%	0,625kg/ha	260 µg/ml	Bayer CropScience
Bravo 500 SC	klorotalonil	515 g/l	3l/ha	643,7 µg/ml	Syngenta Crop Protection AG, CH
	propilen glikol	65,2 g/l			
Folicur EW 250	tebukonazol	250 g/l	0,03%	100 µg/ml	Bayer CropScience, Nem
Sythane 12-E	miklobutanil	125 g/l ± 6 %	1,2l/ha	100 µg/ml	Dow AgroSciences Gmbh, Av
Aliette Flash	fosetil-Al	80%	0,25%	2000 µg/ml	Bayer CropScience AG, Nem
Fonganil Gold SL	metalaksil-M	494,85 g/l	0,8l/ha	165 µg/ml	Syngenta Crop Protection AG, CH
Delan 700 WG	ditianon	70%	1,2kg/ha	100 µg/ml	BASF SE
Dithane M-45	mankozeb	80 %	2kg/ha	666 µg/ml	Dow AgroSciences Gmbh, Av
Cantus WG	boskalid	50%	1,2kg/ha	250 µg/ml	BASF SE
Topsin-M WG	tiofanat metil	70%	1,1kg/ha	321µg/ml	NISSO Chemical Europe Gmbh
Champion 50 WP	bakrov hidroksid	50 ± 5 %	0,25%	1250 µg/ml	Agrotol International
Pepelin (WG)	žveplo	80 ± 4 %	0,25%	2000 µg/ml	BASF AG
Antracol WG 70	propineb	70 % ± 4 %	0,3%	2100 µg/ml	Bayer AG, Nem

*Volumen škropilne brozge 2400L

2.4A Testiranje učinkovitosti fungicidov »in planta« v rastni komori

Pri »in planta« testiranju smo želeli preučiti preventivni učinek izbranih fungicidov na razvoj bolezni. Pred okuževanjem smo rastline poškropili z izbranimi fungicidi v priporočenih odmerkih. Ko se je na rastlinah posušila škropilna obloga smo izvedli umetno okuževanje (poglavje 2.2) z ročno razpršilko in nato rastline z namenom zadrževanja vlage ter preprečevanja izsušitve pokrili s prozornimi PVC vrečami. Po 10 dnevni inkubaciji smo na rastlinah ocenili pojav bolezni v obliki deležev prizadetega tkiva. Prisotnost glive na prizadetem tkivu smo potrdili s svetlobnim mikroskopom in reizolacijo izolata.

2.5A Spremljanje epidemioloških lastnosti v okuženih nasadih in analiza meteoroloških podatkov

Na območje hmeljišč v Radljah ob Dravi, kjer smo v letih 2005 in 2007 zabeležili najintenzivnejše izbruhe obeh vrst boleznih smo v mesecu maju postavili Hirstov lovilec spor s katerim smo na osnovi mikroskopskega pregleda lovilnih trakov preizkušali primernost tovrstnega spremljanja in ugotavljali časovno dinamiko pojava boleznih v nasadu. Pregledi vzorcev oz. vazelinskih trakov na katere se lovijo spore so potekali tedensko z dnevnimi razrezi. Poleg tega smo v okuženih nasadih spremljali pojav boleznih z vizualnimi pregledi in ocenami ter razporeditvijo prizadetosti rastlin. Z namenom določanja povezave bolezenskih izbruhov z meteorološkimi podatki smo s pomočjo agrometeorološke postaje Adcon A733 GSM/GPRS spremljali klimatske pogoje in pilotno analizirali podatke tudi iz preteklih let.

3 A REZULTATI IN DISKUSIJA

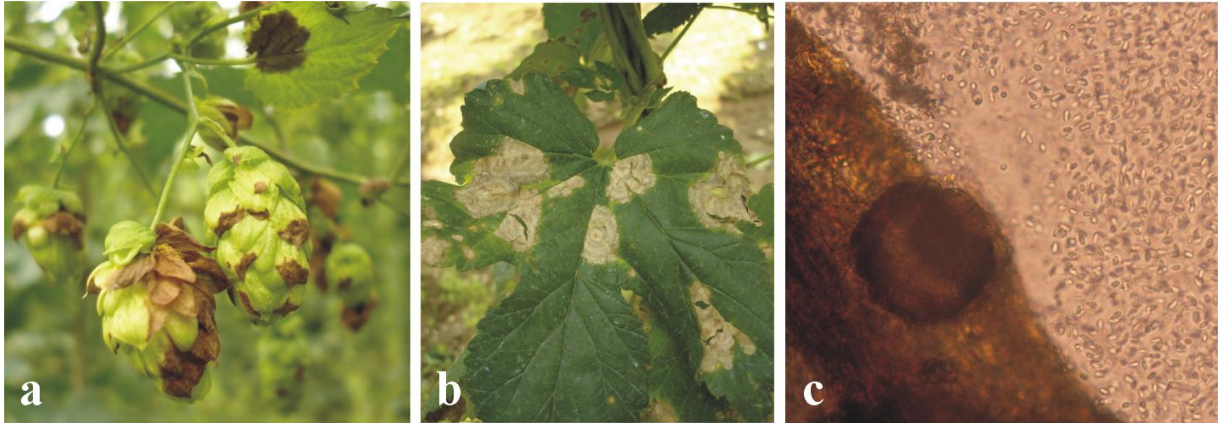
3.1A Pregled pojava boleznih v Sloveniji in zbiranje ter izolacija reprezentativnih izolatov

V okviru monitoringa smo v obdobju 2008-2010 skupno pregledali 57 lokacij na različnih območjih Slovenije, ki zajemajo vsa aktivna hmeljarska območja in območja z opuščeno pridelavo oz., kjer je v preteklosti potekala pridelava hmelja. Na osnovi mikroskopsko pregledanih vzorcev smo v primeru glive *P. exigua* ugotovili splošno razširjenost te glive na večini pregledanih območij, kar je pričakovano glede na dejstvo, da gre za polifagno fakultativno glivo z večjim številom gostiteljskih rastlin. V primeru glive *C. cantuariensis* smo njeno prisotnost potrdili na 14 lokacijah aktivne pridelave hmelja, ki so omejene na območje Koroške, Savinjske doline in Ptujsko-Ormoške regije. Na območjih krajev Slovenska Bistrica, Novo Mesto, Brežice, Metlika in Kozje, ki predstavljajo lokacije z nekdanjo pridelavo hmelja, okužb z glivo *C. cantuariensis* nismo potrdili (Preglednica 2).

Rezultati tako nakazujejo, da gliva *C. cantuariensis* še ni vsesplošno razširjena v proizvodnih in naravnih habitatih hmelja Slovenije in da najverjetneje prihaja v zadnjem obdobju do širjenja iz Koroške regije, kjer smo zasledili prve okužbe že v letu 2005 (Lučane, Avstrija). Za bolj natančne zaključke bi bilo potrebno v prihodnosti nadaljevati z monitoringom in ga razširiti še na območje naravnih habitatov hmelja na Primorskem in na pridelovalna območja na Hrvaškem. V okviru monitoringa je zanimiva tudi najdba okužbe divjega hmelja v Šmarjeških toplicah v bližini posevka navadne konoplje (*Cannabis sativa*) na kateri smo prav tako potrdili okužbe s cerkosporoidno glivo (najverjetneje z glivo *C. cannabina*), kar nakazuje na patogenost te glive tudi hmelju.



Slika 1: Bolezenska znamenja hmelja ob okužbi z glivo *Cercospora cantuariensis*. a: rjavenje storžkov; b: pege na listju; c: konidiji.



Slika 2: Bolezenska znamenja hmelja ob okužbi z glivo *Phoma exigua*. a: rjavenje storžkov; b: pege na listju; c: piknidij s konidiji.

Preglednica 2: Pregled obsega in ugotovitve pregleda pojava glive *Cercospora cantuariensis* in *Phoma exigua* na hmelju v Sloveniji v letih 2008-2010.

LOKACIJA	GPRS koordinate		2008		2009		2010	
	Y	X	<i>Cercospora cantuariensis</i>	<i>Phoma exigua</i>	<i>Cercospora cantuariensis</i>	<i>Phoma exigua</i>	<i>Cercospora cantuariensis</i>	<i>Phoma exigua</i>
ŽALEC-IHPS	/	/	X	X	X	X	-	X
BRODE	497.908	122981	X	X	/	/	/	/
ROGLA	/	/	-	-	/	/	/	/
RADEČE	/	/	-	X	/	/	/	/
ŠENTJERNEJ	/	/	-	X	/	/	/	/
DORNAVA	/	/	-	X	/	/	/	/
BRASLOVČE	503.927	127080	-	X	-	X	-	X
LETUŠ	502.398	130498	/	/	X	X	/	/
REČICA OB SAVINJI	494.229	130525	X	X	-	X	/	/
RADMIRJE	488.953	131279	/	/	-	-	/	/
GORNJI GRAD	485.143	129324	/	/	-	-	/	/
MOŠKANJCI	576.028	141091	/	/	-	X	/	/
TRGOVIŠČE	583.548	140049	X	X	-	X	/	/
VIDEM PRI PTUJU	569.340	136266	-	X	-	X	/	/
POLSKAVA	548.550	141265	-	X	-	X	/	/
VOJNIK	523.398	127475	/	/	-	X	/	/
GORICA PRI ŠMARTNEM	/	/	/	/	-	X	/	/
TURIŠKA VAS	510.221	148205	-	X	-	X	-	X
ŠMARTNO PRI Slovenj Gr.	508.137	149750	/	/	X	X	/	/
PODGORJE	507.431	147962	/	/	-	X	/	/
VIČ PRI DRAVOGRADU	499.738	162000	/	/	X	X	/	/
TREBNJE OB POTOKU	498.829	085.205	/	/	-	X	/	/
RATEŽ	518.249	074.976	/	/	-	X	/	/
GOR. BREZOVICA	523.974	077.755	/	/	-	X	/	/
VEL. MALENCE	545.316	083.220	/	/	-	X	/	/
BREŽICE	546.659	084.167	/	/	-	X	/	/
OREHOVO	521.239	099.578	/	/	-	-	/	/
SLOVENSKA BISTRICA	543.828	139.273	/	/	-	X	/	/
MARIBOR	549.656	154.181	/	/	-	X	/	/
SELNICA OB DRAVI	535.235	159.159	/	/	-	X	/	/
ZAVODNJE	502.471	141.824	/	/	-	X	/	/
VELENJE PRI JEZERU	509.068	136.739	/	/	-	X	/	/
VRANSKO	497.493	122.260	X	X	-	X	-	X
DREŠINJA VAS	516.251	123.038	X	X	X	X	/	/
ŠEŠČE	509.921	122.179	X	X	-	X	-	X
TABOR	502.446	122.195	/	/	X	X	/	/
PREKOPA	499.772	122.599	-	X	-	X	/	/
GORJANCI	518.503	065.008	/	/	-	X	/	/
METLIKA	525.639	054.876	/	/	X	X	/	/
ČRNOMELJ	516.186	049.938	/	/	-	X	/	/
CELJE ZAČRET	524.290	122.634	X	X	X	X	-	X
PLATI GOLAVŠEK	513.067	121.168	/	/	-	X	/	/
GOMILSKO	502.652	123.372	/	/	X	X	/	/
KOZJE	543.512	103.078	/	/	-	X	/	/
BISTRICA OB SOTLI	551.884	100.903	/	/	-	X	/	/
RAČE	552.788	144.998	/	/	-	X	/	/
DOLENSKE TOPLICE	/	/	/	/	X	X	/	/
PODVIN PRI POLZELI	/	/	-	X	X	X	/	/
DOL PRI LJ	/	/	/	/	-	X	/	/
KRŠKO OB SAVI	538.074	090.624	/	/	-	-	/	/
ŠENTVID	/	/	/	/	X	X	/	/
CVETKOVCI	578.977	141.396	/	/	-	-	/	/
MURSKA SOBOTA	/	/	/	/	-	-	/	/
GOTOVLJE	511.638	123.919	/	/	-	X	/	/
ŠMARJEŠKE TOPLICE	/	/	/	/	X	X	/	/
RADLJE OB DRAVI	/	/	X	X	X	X	X	X
NOVO MESTO	/	/	-	X	-	X	/	/

Opombe: / - nepregledana lokacija; + potrjena okužba; - nepotrjena okužba

V okviru monitoringa smo skupno izolirali 8 izolatov glive *C. cantuariensis*, 2 izolata *Cercospora* spp. iz konoplje in 14 izolatov *P. exigua* (Preglednica 3), ki smo jih uporabili za nadaljnje analize v okviru projekta. Izolate hranimo na umetnih gojiščih v kolekciji patogenih organizmov IHPS pri temperaturi 4°C.

Preglednica 3: Seznam izoliranih izolatov glive *Cercospora cantuariensis* in *Phoma exigua* v okviru monitoringa v letih 2008-2010.

Izolat	Gostiteljska rastlina	Lokacija/oznaka izolata	Leto izolacije
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Trebnje	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Trgovišče	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Črnomelj	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Podgorje	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Brežice	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Braslovče	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Podvin pri Polzeli	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Moškanjci	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Gor. Brezovica	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Slovenj Gradec, Stari trg	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Šešče	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Slovenj Gradec (Kresnik)	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Vojnik	2009
<i>Phoma exigua</i>	hmelj	Ribnik Reš, Radlje ob Dravi	2010
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Drešinja vas (CG)	2008
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Vransko (CV)	2008
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Brode (CB)	2008
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Radlje ob Dravi (C1)	2007, 2008
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Začret	2009
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Radlje ob Dravi (AU)	2009
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Radlje ob Dravi (BO)	2009
<i>Cercospora cantuariensis</i>	hmelj	Podvin pri Polzeli	2009
<i>Cercospora</i> spp.	konoplja	Šmarješke toplice	2009
<i>Cercospora</i> spp.	konoplja	Murska sobota	2009

3.2A Testiranje odpornosti sort in agresivnosti gliv *C. cantuariensis* in *P. exigua*

Izvedli smo obsežno testiranje odpornosti sort in genotipov hmelja, ki so bili introducirani ali žlahtnjeni v Sloveniji. Poskus smo izvedli z umetnimi okužbami storžkov in listja lateralnih poganjkov, ki smo jih nabrali v nasadu zbirke sort na IHPS. Pri tem smo po 3 poganjke uredili v obliki šopkov v 500 ml erlenmajericah v 6 ponovitvah za vsako sorto. Pred pripravo šopkov smo poganjke sprali z destilirano vodo, da smo odstranili prisotnost fitofarmaceutskih sredstev. Prvo testiranje smo izvedli z umetnimi okužbami glive *C. cantuariensis* in nato še z inokulacijo z glivo *P. exigua*. Prisotnost okužbe na šopkih smo ocenili v obliki deležev prizadete površine v 5 dnevni intervalih in verodostojnost potrdili z mikroskopsko analizo. Sorte smo glede na pojav bolezni oz. delež prizadetega tkiva razvrstili v naslednje odpornostne razrede: visoka (0-5% okužba), srednja (6-10% okužba) in nizka (nad 10% okužba). Rezultati testiranja so pokazali skoraj za 50 % višjo stopnjo agresivnosti glive *C. cantuariensis* od glive *Phoma exigua*, izrazile pa so se tudi razlike v odzivu sort, kar je predstavljeno v preglednici 4.

Preglednica 4: Povprečni deleži prizadete površine poganjkov testiranih sort z glivama *Cercospora cantuariensis* in *Phoma exigua* 10 dni po inokulaciji in uvrstitev sort v odpornostne razrede.

Sorta/genotip	Delež prizadete površine poganjkov (%)*		Odpornost sorte	
	<i>Cercospora cantuariensis</i>	<i>Phoma exigua</i>	<i>Cercospora cantuariensis</i>	<i>Phoma exigua</i>
Buket	14,2	3,3	Nizka	Visoka
Blisk	15,0	2,5	Nizka	Visoka
Bobek	19,2	13	Nizka	Nizka
Atlas	19,2	5,8	Nizka	Srednja
Ahil	7,5	6,2	Srednja	Srednja
Aurora	8,3	7,7	Srednja	Srednja
Apolon	15,0	3,0	Nizka	Visoka
Celeia	10,8	6,1	Nizka	Srednja
Cerera	1,2	4,5	Visoka	Visoka
Cicero	1,3	6,3	Visoka	Srednja
Cekin	0,8	1,2	Visoka	Visoka
Dana	1,8	3,0	Visoka	Visoka
Magnum	6,3	10,1	Srednja	Nizka
Sav. golding	10,8	3,5	Nizka	Visoka
31/299	15,0	15,0	Nizka	Nizka
Povprečna stopnja agresivnosti	9,8	6,1	/	/

*10 dni po inokulaciji



Slika 3: Testiranje odpornosti sort z umetnimi okužbami v rastni komori: Levo-okuzeno, desno-neokuzeno (10 dni po inokulaciji; sorta Celeia).

3.3A Določanje gostiteljske specifičnosti (patogenosti) gliv *C. cantuariensis* in *P. exigua*

Določanje gostiteljske specifičnosti obeh vrst gliv smo opravili z namenom ugotovitve ostalih potencialnih gostiteljskih rastlin na katerih bi se lahko glivi ohranjali in tako ogrožali pridelavo hmelja. Pri tem smo se usmerili v testiranja najpogosteje zastopanih plevelov v hmeljiščih in hmelju sorodnih rastlin. Poskus smo izvedli z umetnimi okužbami rastlin, ki smo jih nabrali na poskusnem posestvu IHPS in uredili v obliki šopkov v 500 ml erlenmajericah v 4 ponovitvah za vsako rastlino. Prisotnost okužb na šopkih smo spremljali vizualno v 5 dnevni intervalih in verodostojnost potrdili z mikroskopsko analizo. V primeru glive *P. exigua* smo ugotovili, da lahko okužuje drobnocvetni rogovilček, breskovo dresen in japonski dresnik, medtem ko smo z glivo *C. cantuariensis* uspeli okužiti le navadno konopljo (Preglednica 5), ki je hmelju sorodna rastlina. Rezultati tako potrjujejo polifagno lastnost oz. višjo stopnjo patogenosti glive *P. exigua*, za glivo *C. cantuariensis* pa lahko trdimo, da ima višjo stopnjo gostiteljske specializacije tako kot je to značilno tudi za nekatere druge cercosporoidne glive. V nadaljnje poskuse bi bilo zanimivo še vključiti nekatere poljščine in drevesne vrste, s čimer bi zajeli večinski spekter potencialnih gostiteljskih rastlin.

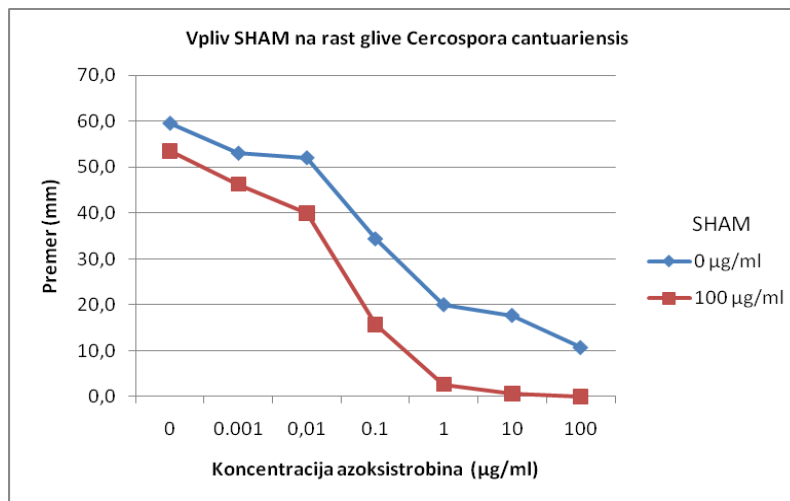
Preglednica 5: Rezultati testiranja gostiteljske specifičnosti gliv *Cercospora cantuariensis* in *Phoma exigua* z umetnimi okužbami v rastni komori.

Rastlina	Latinsko ime	Umetna okužba (+/-)*	
		<i>Phoma exigua</i>	<i>Cercospora cantuariensis</i>
Bela metlika	<i>Chenopodium album</i>	-	-
Drobnocvetni rogovilček	<i>Galinsoga parviflora</i>	+	-
Velika kopriva	<i>Urtica dioica</i>	-	-
Mrtva kopriva	<i>Lamium purpureum</i>	-	-
Njivski slak	<i>Convolvulus arvensis</i>	-	-
Topolistna kislica	<i>Rumex obtusifolius</i>	-	-
Njivski osat	<i>Cirsium arvense</i>	-	-
Ščir	<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	-
Pelin	<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-
Breskova dresen	<i>Polygonum persicaria</i>	+	-
Ptičja dresen	<i>Polygonum aviculare</i>	-	-
Ambrozija	<i>Ambrosia artemisifolia</i>	-	-
Navadni plešec	<i>Capsella bursa pastoris</i>	-	-
Pasje zelišče	<i>Solanum nigrum</i>	-	-
Navadni gabez	<i>Symphytum officinale</i>	-	-
Japonski dresnik	<i>Reynoutria japonica</i>	+	-
Navadna konoplja	<i>Cannabis sativa</i>	-	+

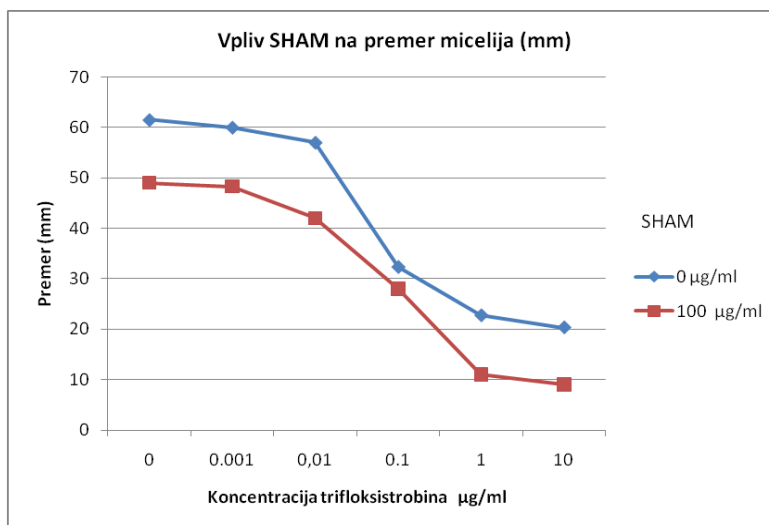
*Umetna okužba rastlin (+ potrjeno; - nepotrjeno)

3.4A »In vitro« testiranje učinkovitosti fungicidov

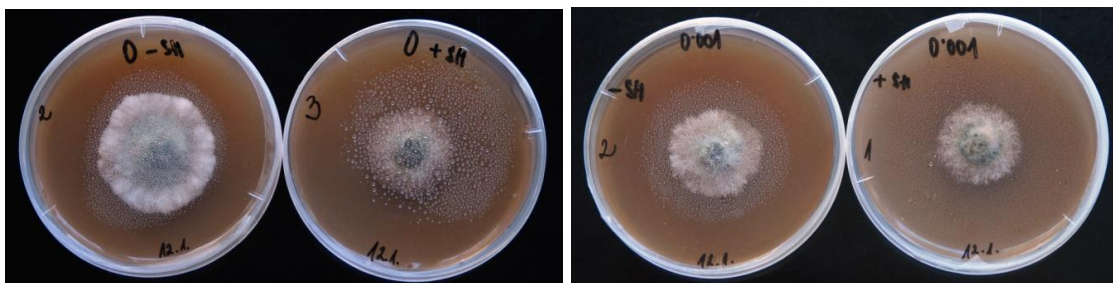
Testiranje učinkovitosti fungicidov temelji na določanju inhibicije rasti kultur izolatov na umetnih gojiščih ob dodajanju različnih fungicidov v različnih koncentracijah in kombinacijah. Za posamezno aktivno snov smo uporabili 6 različnih koncentracij (1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg aktivne snovi/ml) in kontrolo (gojišče brez fungicida). V primeru fungicidov iz skupine strobilurinov pa smo uporabili koncentracije 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10 in 100 µg a.s./ml. Za vsak fungicid smo najprej pripravili založne raztopine z raztapljanjem komercialno formuliranih fungicidov v sterilni destilirani vodi. Nekatere fungicide kot so Aliette flash, Cantus in Zato WP 50 smo morali predhodno sterilizirati s sterilno 70 % raztopino etanola, da smo se izognili morebitnim kasnejšim okužbam. Pri pripravi gojišč smo tudi upoštevali termostabilnost fungicidov do temperature 50 °C. V primeru strobilurinskih pripravkov smo v gojišče dodali salicilhidroksamično kislino (SHAM; Sigma-Aldrich) v koncentraciji 100 µg/ml. SHAM blokira transport elektronov na mestu oksidacije kinola na citokromu bc1 kompleks, v mitohondrijski dihalni verigi in tako preprečuje glivam pri tovrstnih testiranjih razvoj rezervnega preživitvenega mehanizma in s tem vpliva na potek analiz. Založno raztopino SHAM smo pripravili v metanolu in acetonu (1:1) v koncentraciji 100 mg/ml. Vpliv salicilhidroksamične kisline smo potrdili tudi v našem poskusu, saj smo pri aktivni snovi azoksistrobin (Quadris), kot tudi trifloksistrobin (Zato WP50) ugotovili statistično značilen vpliv SHAM na rast micelija izolata C1 glive *C. cantuariensis*. Pri tem se je pri koncentracijah fungicidov (0,1, 1, 10, 100 µg/ml) zmanjšala rast micelija za več kot polovico v primerjavi z gojišči brez SHAM (Slika 4, 5).



Slika 4: Vpliv salicilhidroksamične kisline in aktivne snovi azoksistrobin (Quadris) v različnih koncentracijah na rast kulture izolata C1 (*C. cantuariensis*).



Slika 5: Vpliv salicilhidroksamične kisline in aktivne snovi trifloksistrobin (Zato WP50) v različnih koncentracijah na rast kulture izolata C1 (*C. cantuariensis*).



Slika 6: Vpliv fungicida Quadris v koncentraciji 0 (levo) in 0,001 µg/ml (desno) in salicilhidroksamične kisline (SHAM) v koncentraciji 100 µg/ml na rast glive *Cercospora cantuariensis*.

Na osnovi meritev rasti kultur smo za vsako koncentracijo posameznega fungicida izračunali % inhibicije rasti kulture in določili interval dveh koncentracij med katerima se giblje vrednost EC_{50} (koncentracija pri kateri se rast kulture v primerjavi s kontrolo zmanjša za 50 %). Pri glivi *C. cantuariensis* smo v primeru obeh izolatov (C1 in CG) določili 100 % učinek inhibicije pri fungicidih Topsin, Systhane, Dithane, Folicur in Quadris. Pri teh fungicidih smo prav tako določili najnižje intervale za doseg vrednosti EC_{50} . Zelo dobro učinkovitost je izrazil tudi fungicid Cantus z vrednostjo EC_{50} pri 1 µg/ml. Najnižji delež (%) inhibicije in tudi najvišje potrebne vrednosti za doseg EC_{50} smo ugotovili pri bakrenem pripravku Champion in pripravku na osnovi žvepla Pepelin (Preglednica 6). V primeru testiranja strobilurinskih pripravkov sta oba pripravka presešla 80 % inhibicijo, vendar pa je višjo stopnjo učinkovitosti izrazil pripravek na osnovi azoksistrobina Quadris (Preglednica 7).

Preglednica 6: EC₅₀ vrednosti, maksimalni % inhibicije in povprečni premer micelija C1 v mm po 21 dneh inkubacije v odvisnosti od koncentracije sredstva (µg/ml).

Izolat C1			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	1	10	100	1000	1500	2000
Topsin	10-100	100	58,7 c	53,8 c	57,7 c	17,2 b	0 a	0 a	0 a
Champion	≥2000	37,4	57,0 b	54,7 b	58,5 b	55,7 b	41,0 a	38,0 a	35,7 a
Delan	10-100	73,3	59,7 d	56,0 d	45,0 c	24,0 b	15,7 a	16,3 a	17,0 a
Antracol	1500-2000	84,3	57,3 d	59,7 d	55,8 d	36,2 c	32,3 c	25,2 b	9,0 a
Folpan	1000-1500	68,3	58,3 d	56,3 d	59,0 d	42,8 c	29,8 b	18,5 a	23,5ab
Pepelin	≥2000	34,8	58,3 c	58,0 c	59,0 c	58,7 c	49,0 b	38,5 a	38,0 a
Systhane	1-10	100	61,3 c	45,8 b	3,0 a	0 a	0 a	0 a	0 a
Fonganil gold	100-1000	97,1	62,0 d	58,7 d	57,0 d	47,7 c	18,7 b	7,3 a	2,3 a
Aliette flash	100-1000	92,3	62,0 c	62,3 c	63,3 c	57,0 c	4,8 a	15,3 b	5,2 a
Bravo	100-1000	65,3	60,0 d	57,7 d	43,7 c	33,5 b	20,8 a	21,3 a	21,2 a
Dithane	10-100	100	60,0 b	58,0 b	50,0 b	8,3 a	0 a	0 a	0 a
Cantus	1	85,8	60,0 e	28,0 d	20,5 c	12,0ab	13,0 b	8,5 a	11,0ab
Folicur	1-10	100	44,5 d	41,8 c	13,0 b	0 a	0 a	0 a	0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

Preglednica 7: Povprečni premer (mm) micelija izolata C1 po 21 dneh inkubacije na gojiščih s strobilurinskima pripravkoma.

Izolat C1			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Quadris	0,01-0,1	100	43,0 c	24,3 b	27,0 b	19,3 b	1,7 a	0,0 a	0,0 a
Zato WP50	0,01-0,1	83,7	49,0 d	48,3 d	42,0 c	8,0 b	11,0 a	9,0 a	8,0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

Preglednica 8: EC₅₀ vrednosti, maksimalni % inhibicije in povprečni premer micelija CG v mm po 21 dneh inkubacije v odvisnosti od koncentracije sredstva (µg/ml).

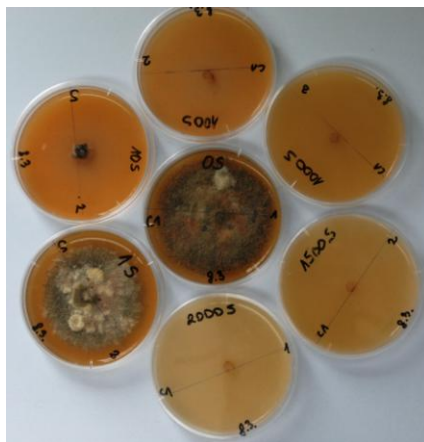
Izolat CG			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	1	10	100	1000	1500	2000
Topsin	10-100	100	57,0 c	57,0 c	56,5 c	17,75 b	0 a	0 a	0 a
Champion	2000	38,6	57,0 c	56,5 c	56,0 c	56,0 c	39,5 b	36,0 a	35,0 a
Delan	10-100	75,8	60,0 e	56,0 d	42,5 c	23,5 b	15,5 a	14,5 a	14,5 a
Antracol	1000-1500	83,6	58,0 e	58,2 e	55,0 e	36,7 d	31,0 c	24,0 b	9,5 a
Folpan	1000	68,1	58,0 e	56,5 e	57,0 e	44,0 d	28,7 c	18,5 a	23,0 b
Pepelin	2000	37,9	58,0 c	57,0 c	57,5 c	56,5 c	47,0 b	38,0 a	36,0 a
Sythane	1-10	100	62,5 c	44,7 b	2,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Fonganil gold	100-1000	96,8	62,0 f	58,5 e	55,0 e	48,0 d	17,5 c	8,0 b	2,0 a
Aliette flash	100-1000	91,9	61,5 d	61,5 d	61,0 d	47,0 c	5,0 a	7,0 b	5,0 a
Bravo	100-1000	72,9	61,0 d	58,0 d	44,0 c	33,0 b	18,5 a	17,0 a	16,5 a
Dithane	10-100	100	60,5 c	57,5 c	49,0 c	15,0 b	0,0 a	0,0 a	0,0 a
Cantus	0-1	85,1	60,5 e	27,5 d	21,0 c	13,0 b	13,0 b	9,0 a	9,5 a
Folicur	1-10	100	43,0 d	40,0 c	14,0 b	0,0 a	0,0 a	0,0 a	0,0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

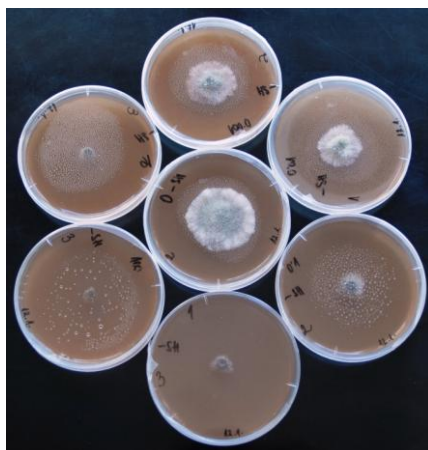
Preglednica 9: Povprečni premer (mm) micelija izolata CG po 21 dneh inkubacije na gojiščih s strobilurinskima pripravkoma.

Izolat CG			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Quadris	0,01-0,1	100	40,0 d	25,0 c	25,0 c	19,5 b	2,2 a	0,0 a	0,0 a
Zato WP50	0,1-1	86,0	50,0 e	47,0 d	41,0 c	26,0 b	12,0 b	8,5 a	7,0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.



Slika 7: Vpliv fungicida Systhane v koncentraciji: 0, 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 $\mu\text{g/ml}$ na rast glive *Cercospora cantuariensis*.



Slika 8: Vpliv fungicida Quadris v koncentraciji 0, 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 $\mu\text{g/ml}$ in salicilhidroksamične kisline (SHAM) v koncentraciji 100 $\mu\text{g/ml}$ na rast glive *Cercospora cantuariensis*.

V primeru glive *P. exigua* (izolat PT3 in PT4) smo 100 % inhibicijo rasti dosegli le s fungicidom Folicur, medtem, ko so Topsin, Systhane, Aliette flash in Dithane pri obeh izolatih dosegli od 91 do 98,9 % inhibicijo kultur (Preglednica 10, 12). Zelo zanimiv in enak efekt kot pri glivi *C. cantuariensis* smo zasledili pri fungicidu Cantus, kjer smo vrednost EC_{50} dosegli že pri zelo nizki koncentraciji 1 $\mu\text{g/ml}$, vsako naslednje povečevanje koncentracij pa statistično značilno ni povečalo učinka inhibicije. Najslabšo učinkovitost smo dosegli s pripravkom Pepelin (max. inhibicija 19,3), medtem ko je bakreni pripravek Champion izrazil 74,4 % max. inhibicijo pri intervalu EC_{50} 100-1000, kar je za več kot 50 % bolj učinkovito v primerjavi z učinkovitostjo pri glivi *C. cantuariensis*. V primeru testiranja strobilurinskih pripravkov je višjo stopnjo učinkovitosti izrazil pripravek na osnovi trifloksistrobina Zato (Preglednica X). Pri pripravku Quadris pa so bile za doseg vrednosti EC_{50} pri *P. exigua* potrebne 10 do 100-krat višje koncentracije fungicida v primerjavi s testi na glivi *C. cantuariensis*.

Preglednica 10: EC₅₀ vrednosti, maksimalni % inhibicije in povprečni premer micelija PT3 v mm po 21 dneh inkubacije v odvisnosti od koncentracije sredstva (µg/ml).

Izolat PT3			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	1	10	100	1000	1500	2000
Topsin	100-1000	97,3	36,5 b	35,5 b	35,2 b	32,0 b	1,0 a	1,0 a	1,0 a
Champion	100-1000	74,4	34,0 d	39,0 d	23,0 c	19,3bc	9,7 a	8,7 a	13,3ab
Delan	100-1000	74,4	41,8 e	34,3 d	28,7 c	21,5 b	14,0 a	12,3 a	10,7 a
Antracol	10-100	60,3	35,3 c	34,8 c	26,0 b	14,0 a	17,3 a	16,7 a	15,2 a
Folpan	10-100	73,2	35,5 f	37,8 e	29,3d	15,5 c	12,0 b	9,5 a	9,8 ab
Pepelin	≥2000	19,3	32,2 b	30,5ab	26,0 a	26,7 a	30,3ab	27,7ab	27,0ab
Systhane	10-100	97,9	39,9 c	34,3 c	22,3 b	2,7 a	0,7 a	1,2 a	1,0 a
Fonganil gold	100-1000	64,3	42,0 c	39,7 c	33,3 c	30,0bc	19,7ab	15,7 a	15,0 a
Aliette flash	100-1000	98,3	46,5 c	44,5 c	43,2 c	34,7 b	2,7 a	1,2 a	0,8 a
Bravo	100-1000	70,6	52,7 d	35,5 c	19,5ab	30,3bc	26,2abc	23,0ab	15,5 a
Dithane	10-100	91,0	31,3 f	23,8 e	19,3 d	14,5 c	8,0 b	2,8 a	2,8 a
Cantus	1	73,9	49,0 b	16,8 a	15,5 a	12,8 a	16,0 a	13,3 a	13,8 a
Folicur	1-10	100	46,5 d	36,0 c	18,3 b	0,0 a	1,8 a	1,2 a	1,0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

Preglednica 11: Povprečni premer (mm) micelija izolata PT3 po 21 dneh inkubacije na gojiščih s strobilurinskima pripravkoma.

Izolat PT3			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Quadris	1-10	62,2	59,0 e	58,5 e	59,7 e	52,0 d	41,7 c	26,0 b	22,3 a
Zato WP50	0,01-0,1	69,9	50,8 d	31,5 c	26,7bc	24,3ab	20,0ab	17,0 a	15,3 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

Preglednica 12: EC₅₀ vrednosti, maksimalni % inhibicije in povprečni premer micelija PT4 v mm po 21 dneh inkubacije v odvisnosti od koncentracije sredstva (µg/ml).

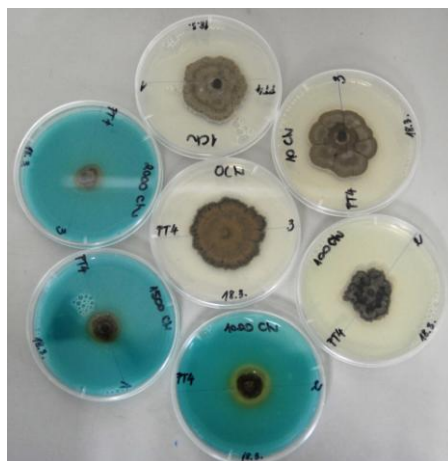
Izolat PT4			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	1	10	100	1000	1500	2000
Topsin	1000	95,7	27,8bc	23,5 b	29,8cd	31,8 d	1,7 a	1,3 a	1,3 a
Champion	100	89,1	30,3 c	27,3 c	27,3 c	18,3 b	7,0 a	6,7 a	3,3 a
Delan	100	67,5	36,3 d	28,3 c	23,3 b	20,2 b	14,2 a	11,8 a	12,7 a
Antracol	10	72,7	38,5 c	28,0 b	17,3 a	14,3 a	13,7 a	16,8 a	10,5 a
Folpan	1000	71,7	25,8 d	23,0 d	23,3 d	15,5 c	12,0 b	7,3 a	9,8 ab
Pepelin	2000	13,6	28,0ab	24,2 a	29,5 b	27,7ab	26,5ab	25,8ab	27,0ab
Sythane	10	98,9	35,5 c	29,0 c	18,8 b	2,5 a	0,3 a	0,5 a	1,3 a
Fonganil gold	2000	56,6	38,0bc	41,3 c	36,3 c	33,8bc	36,3 c	27,3 b	16,5 a
Aliette flash	100	98,7	39,7 c	35,8 b	40,7 c	32,3 b	1,3 a	0,7 a	0,5 a
Bravo	100	65,4	41,0 d	30,8 c	25,0bc	18,8ab	21,3ab	14,2ab	20,8ab
Dithane	10	96,7	45,0 d	24,3 c	21,5 c	10,8 b	12,0 b	1,5 a	4,8 ab
Cantus	100	77,3	36,5 d	29,5 c	28,3 c	20,0 b	9,5 a	10,5 a	8,3 a
Folicur	10	100	43,0 d	33,0 c	10,7 b	0,0 a	2,0 a	1,0 a	1,0 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

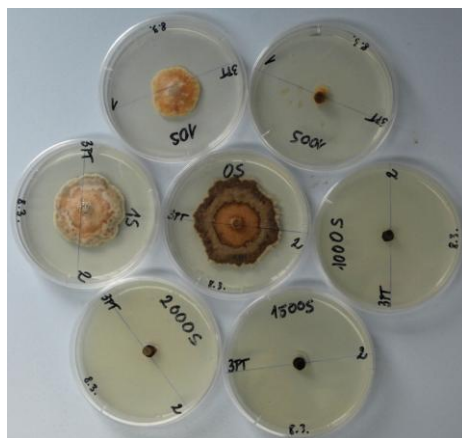
Preglednica 13: Povprečni premer (mm) micelija izolata PT4 po 21 dneh inkubacije na gojiščih s strobilurinskima pripravkoma.

Izolat PT4			Koncentracija (µg/ml)						
FFS	EC ₅₀	Max inh (%)	0	0,001	0,01	0,1	1	10	100
Quadris	1-10	64,1	58,5 e	58,5 e	59,5 e	51,3 d	41,0 c	26,0 b	21,0 a
Zato WP50	0,01-0,1	64,3	49,0 c	30,7 b	26,3 b	24,8 ab	21,0 ab	18,7 a	17,5 a

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.



Slika 9: Vpliv fungicida Champion v koncentraciji: 0, 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg/ml na rast glive *Phoma exigua*.



Slika 10: Vpliv fungicida Systhane v koncentraciji: 0, 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg/ml na rast glive *Phoma exigua*.

V okviru »*in vitro*« testiranja smo proučevali tudi medsebojni vpliv na delovanje posameznih fungicidov, saj v praksi pridelovalci za zaščito pridelka večinoma uporabljajo mešanice fitofarmaceutskih sredstev z namenom, da z enkratnim škropljenjem zatredo pojav vseh potencialno nevarnih boleznih in škodljivcev. Pri testiranju smo se osredotočili na proučevanje delovanja sistemčnega triazolnega pripravka Systhane 12E na glivo *C. cantuariensis* in *P. exigua* ob mešanju s preventivnimi pripravki Pepelin, Champion 50WP, Delan, Folpan 80WDG, Zato 50WG in Quadris. Pri tem smo kot osnovo pri pripravku Systhane 12E uporabili koncentracijo 1 µg/ml, ki izraža stopnjo inhibicije pri obeh vrstah gliv med 15-30 %. Interakcije delovanja med fungicidi smo določali po metodi, ki jo je razvil Gisi (1996). Pri tem v primeru vrednosti pod 0.5 govorimo o antagonizmu med pripravkoma, v primeru vrednosti med 0.5 in 1.5 o aditivnem vplivu in nad 1.5 o nastanku sinergizma (Preglednica 14, 15).

Preglednica 14: Testirane kombinacije fungicidov v različnih koncentracijah, prikaz vrednosti razmerja (Cobs/Cexp) in njihovega načina delovanja pri glivi *Cercospora cantuariensis*.

C1	% inh. S1 ^a	% inh. B ^b	Kontrola (mm)	Premer kombinacije (mm)	Cobs	Cexp	Cobs/Cexp	Način delovanja ^c
S1+P1	28,5	0,51	56,3	39	30,7	28,9	1,06	aditivno
S1+P10	28,5	1,2	56,3	27,8	50,6	29,4	1,72	sinergistično
S1+P100	28,5	0,7	56,3	33,3	40,9	29,0	1,41	aditivno
S1+P1000	28,5	15,9	56,3	28,3	49,7	39,9	1,25	aditivno
S1+P1500	28,5	34	56,3	27,2	51,7	52,8	0,98	aditivno
S1+P2000	28,5	34,8	56,3	26,7	52,6	53,4	0,98	aditivno
S1 + CH 1	28,5	4	56,3	32	43,2	31,4	1,38	aditivno
S1 + CH10	28,5	2,6	56,3	35,7	36,6	30,4	1,21	aditivno
S1 + CH100	28,5	2,3	56,3	33,5	40,5	30,1	1,34	aditivno
S1 + CH1000	28,5	28,1	56,3	10,8	80,8	48,6	1,66	sinergistično
S1 + CH1500	28,5	33,3	56,3	9,3	83,5	52,3	1,60	sinergistično
S1 + D1	28,5	6,2	56,3	33,3	40,9	32,9	1,24	aditivno
S1 + D10	28,5	24,6	56,3	20,7	63,2	46,1	1,37	aditivno
S1 + D100	28,5	59,8	56,3	16	71,6	71,3	1,00	aditivno
S1 + F1	28,5	3,4	56,3	31,5	44,0	30,9	1,42	aditivno
S1 + F10	28,5	1,2	56,3	36,3	35,5	29,4	1,21	aditivno
S1 + F100	28,5	26,6	56,3	28,7	49,0	47,5	1,03	aditivno
S1 + F1000	28,5	48,9	56,3	19	66,3	63,5	1,04	aditivno
S1 + Q 0,001	28,5	37,2	56,3	36,5	35,2	55,1	0,64	aditivno
S1 + Q0,01	28,5	37,2	56,3	35,3	37,3	55,1	0,68	aditivno
S1 + Q0,1	28,5	55,1	56,3	16	71,6	67,9	1,05	aditivno
S1 + Q1	28,5	96	56,3	0	100,0	97,1	1,03	aditivno
S1 + Q10	28,5	100	56,3	0	100,0	100,0	1,00	aditivno
S1 + Q100	28,5	100	56,3	0	100,0	100,0	1,00	aditivno
S1 + Z0,001	28,5	1,4	56,3	38,5	31,6	29,5	1,07	aditivno
S1 + Z0,01	28,5	14,3	56,3	37,7	33,0	38,7	0,85	aditivno
S1 + Z0,1	28,5	42,9	56,3	27	52,0	59,2	0,88	aditivno
S1 + Z1	28,5	77,6	56,3	12,7	77,4	84,0	0,92	aditivno
S1 + Z10	28,5	81,6	56,3	5	91,1	86,8	1,05	aditivno
S1 + Z100	28,5	83,7	56,3	4,3	92,4	88,3	1,05	aditivno

^a% inhibicije S1: Systhane v koncentraciji 1 µg/ml.

^b% inhibicije B: P – Pepelin v koncentracijah 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg/ml; CH – Champion v koncentracijah 1, 10, 100, 1000, 1500 µg/ml; D – Delan v koncentracijah 1, 10, 100 µg/ml; F – Folpan v koncentracijah 1, 10, 100, 1000 µg/ml; Q – Quadris v koncentracijah 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 µg/ml; Z – Zato v koncentracijah 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 µg/ml.

^cmetoda po Gisiju (1996).

Preglednica 15: Testirane kombinacije fungicidov v različnih koncentracijah, prikaz vrednosti razmerja (Cobs/Cexp) in njihovega načina delovanja pri glivi *Phoma exigua*.

PT3	% inh. S1 ^a	% inh. B ^b	Kontrola (mm)	Premer kombinacije (mm)	Cobs	Cexp	Cobs/Cexp	Način delovanja ^c
S1+P1	18,5	5,3	46,7	37,8	19,1	22,8	0,84	aditivno
S1+P10	18,5	6,8	46,7	33,0	29,3	24,0	1,22	aditivno
S1+P100	18,5	13,0	46,7	28,5	39,0	29,1	1,34	aditivno
S1+P1000	18,5	5,9	46,7	22,3	52,2	23,3	2,24	sinergistično
S1+P1500	18,5	14,0	46,7	15,3	67,2	29,9	2,25	sinergistično
S1+P2000	18,5	16,1	46,7	18,8	59,7	31,6	1,89	sinergistično
S1 + CH 1	18,5	9,9	46,7	34,7	25,7	26,6	0,97	aditivno
S1 + CH10	18,5	32,3	46,7	32,0	31,5	44,8	0,70	aditivno
S1 + CH100	18,5	43,2	46,7	22,5	51,8	53,7	0,96	aditivno
S1 + CH1000	18,5	71,5	46,7	1,3	97,2	76,8	1,27	aditivno
S1 + CH1500	18,5	74,4	46,7	3,2	93,1	79,1	1,18	aditivno
S1 + D1	18,5	17,9	46,7	36,5	21,8	33,1	0,66	aditivno
S1 + D10	18,5	31,3	46,7	28,7	38,5	44,0	0,88	aditivno
S1 + D100	18,5	48,6	46,7	23,0	50,7	58,1	0,87	aditivno
S1 + F1	18,5	6,5	46,7	37,7	19,3	23,8	0,81	aditivno
S1 + F10	18,5	17,5	46,7	35,3	24,4	32,8	0,75	aditivno
S1 + F100	18,5	56,3	46,7	26,7	42,8	64,4	0,67	aditivno
S1 + F1000	18,5	66,2	46,7	20,7	55,7	72,5	0,77	aditivno
S1 + Q 0,001	18,5	0,9	46,7	38,0	18,6	19,2	0,97	aditivno
S1 + Q0,01	18,5	1,2	46,7	32,0	31,5	19,5	1,62	sinergistično
S1 + Q0,1	18,5	11,9	46,7	22,8	51,2	28,2	1,81	sinergistično
S1 + Q1	18,5	29,3	46,7	23,1	50,5	42,4	1,19	aditivno
S1 + Q10	18,5	55,9	46,7	21,7	53,5	64,1	0,84	aditivno
S1 + Q100	18,5	62,2	46,7	18,5	60,4	69,2	0,87	aditivno
S1 + Z0,001	18,5	38,0	46,7	29,9	36,0	49,5	0,73	aditivno
S1 + Z0,01	18,5	47,4	46,7	26,2	43,9	57,1	0,77	aditivno
S1 + Z0,1	18,5	52,2	46,7	23,1	50,5	61,0	0,83	aditivno
S1 + Z1	18,5	60,6	46,7	20,4	56,3	67,9	0,83	aditivno
S1 + Z10	18,5	66,5	46,7	15,3	67,2	72,7	0,92	aditivno
S1 + Z100	18,5	69,9	46,7	12,2	73,9	75,5	0,98	aditivno

^a% inhibicije S1: Systhane v koncentraciji 1 µg/ml.

^b% inhibicije B: P – Pepelin v koncentracijah 1, 10, 100, 1000, 1500, 2000 µg/ml; CH – Champion v koncentracijah 1, 10, 100, 1000, 1500 µg/ml; D – Delan v koncentracijah 1, 10, 100 µg/ml; F – Folpan v koncentracijah 1, 10, 100, 1000 µg/ml; Q – Quadris v koncentracijah 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 µg/ml; Z – Zato v koncentracijah 0,001, 0,01, 0,1, 1, 10, 100 µg/ml.

^cmetoda po Gisiju (1996).

Rezultati testiranja mešanja fungicidov so pri glivi *C. cantuariensis* izrazili večinoma aditiven način delovanja. Rahlo sinergističen vpliv smo zaznali pri mešanju pripravka Systhane 12E s pripravkom Pepelin v koncentraciji 10 µg/ml in s pripravkom Champion 50WP pri koncentracijah 1000 in 1500 µg/ml. Negativnega oz. antagonističnega vpliva mešanja fungicidov nismo zaznali (Preglednica 14).

V primeru testiranja mešanic na glivi *P. exigua* smo ugotovili sinergističen vpliv mešanja pripravka Systhane 12E s pripravkom Pepelin pri koncentracijah 1000, 1500 in 2000 µg/ml. Za razliko od testiranja na glivi *C. cantuariensis* smo sinergizem ugotovili pri mešanju Systhane 12E s strobilurinskim pripravkom Quadris v koncentracijah 0,01-0,1 µg/ml. Pri vseh ostalih koncentracijah in pripravkih smo določili aditiven vpliv mešanice, medtem ko negativnega vpliva mešanja fungicidov nismo zaznali (Preglednica 15).

3.5A Testiranje učinkovitosti fungicidov »in planta« v rastni komori

Preizkusili smo preventivno učinkovitost 5 fungicidov v priporočenih odmerkih, ki so dovoljeni za uporabo v hmeljarstvu: Systhane 12E (1,2 l/ha), Quadris (1 l/ha), Zato 50 WG (0,625 kg/ha), Folpan 80 WDG (3,0 kg/ha), Delan 700 WG (1,2 kg/ha) in Champion 50 WP (0,25 %). V primeru glive *P. exigua* smo namesto pripravka Quadris uporabili Zato 50 WG, ki je v predhodnjih analizah *in vitro* pokazal značilno boljše delovanje. Rastline smo najprej poškopili z omenjenimi fungicidi po osušitvi škropilne obloge pa smo testiranje nadaljevali z umetnim okuževanjem. Pojav bolezni smo ocenili 10 dni po inokulaciji. Vsi uporabljeni fungicidi so izrazili zelo dobro preventivno delovanje na obe vrsti gliv, pri čemer je najvišjo stopnjo delovanja izrazil sistemski pripravek Systhane 12E. Med učinkovitostjo posameznih fungicidov nismo zaznali statistično značilnih razlik (Preglednica 16).

Preglednica 16: Povprečni deleži prizadete površine rastlin in učinkovitost fungicidov (Abott %) za preprečevanje okužb glive *Phoma exigua*.

<i>Phoma exigua</i>	Sorta			
	Bobek		Magnum	
	Delež prizadete površine (%)*	% učinkovitosti	Delež prizadete površine (%)	% učinkovitosti
Netretirano	12,5b	/	6,7b	/
Folpan 80 WDG	1,5a	88,0	1a	85,1
Zato 50 WG	0,5a	96,0	0,3a	95,5
Systhane 12E	0a	100	0a	100,0
Champion 50 WP	1,3a	89,6	0,5a	92,5
Delan 700 WG	1a	92,0	0,5a	92,5

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

Preglednica 17: Povprečni deleži prizadete površine rastlin in učinkovitost fungicidov (Abott %) za preprečevanje okužb glive *Cercospora cantuariensis*.

<i>Cercospora cantuariensis</i>	Sorta			
	Bobek		31/299	
	Delež prizadete površine (%)*	% učinkovitosti	Delež prizadete površine (%)	% učinkovitosti
Netretirano	18b	/	16b	/
Folpan 80 WDG	1a	94,4	1a	93,7
Quadris	1a	94,4	1a	93,7
Sythane 12E	0a	100,0	0a	100
Champion 50 WP	3a	83,3	3a	81,3
Delan 700 WG	1a	94,4	1a	93,7

Test mnogoterih primerjav; LSD metoda pri 95 % intervalu zaupanja oziroma pri 5 % tveganju; vrednosti znotraj posamezne vrstice, ki so označene z enako malo črko med sabo niso statistično različne.

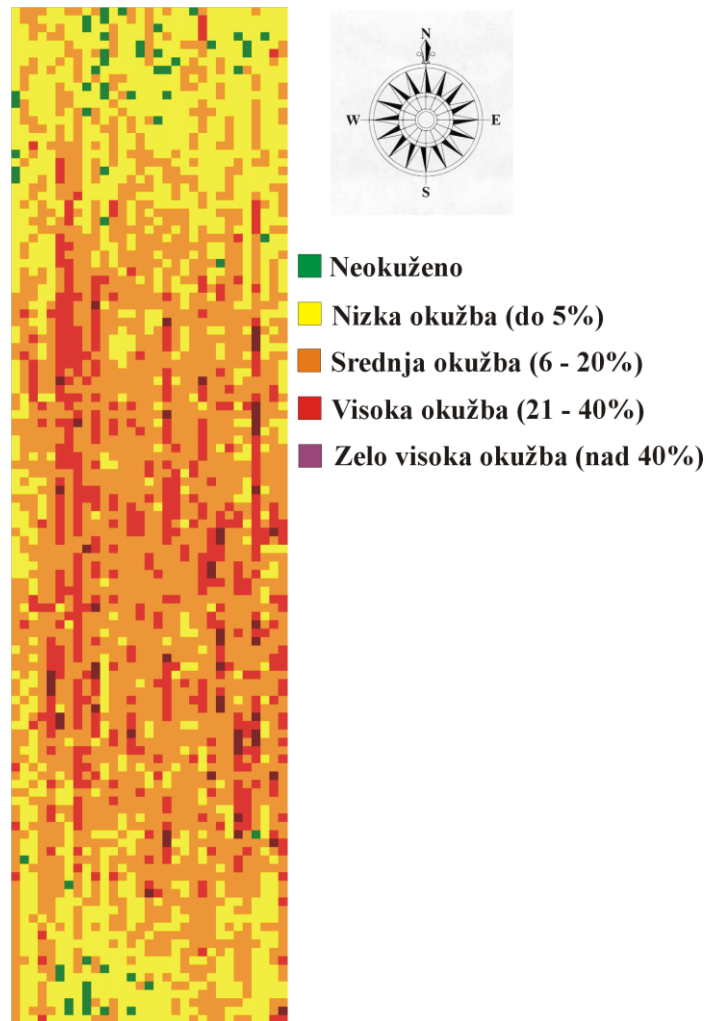
3.6A Spremljanje epidemioloških lastnosti v okuženih nasadih in analiza meteoroloških podatkov

Ulov prvih spor glive *C. cantuariensis* smo v letu 2009 v Radljah ob Dravi zaznali v drugi polovici meseca julija, vendar je bil ulov do sredine avgusta zanemarljiv v obliki posameznih spor. Od sredine avgusta naprej pa se je ulov povečeval tako, da so v zadnjem tednu avgusta ulovi presegali 200 spor/dan. Dinamika ulova spor se je ujemala vizualnim spremljanjem pojava bolezni na rastlinah na katerih smo prav tako v zadnji dekadi avgusta opazili povečan pojav na listju spodnjega dela rastlin (do višine 2m). Prizadeti so bili predvsem nasadi sort Aurora, Celeia in Bobek. Pri tem je potrebno izpostaviti, da je območje Radlje ob Dravi v mesecu juniju 2009 močno prizadela toča in so se rastline v nadaljevanju rastne dobe zdravstveno minimalno varovale, kar je povečalo možnost za nastanek izbruhov. V letu 2010 do konca meseca avgusta pojava glive *C. cantuariensis* v Radljah ob Dravi nismo zasledili. V primeru glive *P. exigua* smo v letu 2009 in 2010 zasledili le manjšo prisotnost infekcij spodnjih listov sorte Magnum in Bobek. Spor glive *P. exigua* na vazelinskih trakovih v obeh letih spremljanja nismo zaznali kar kaže na to, da spremljanje pojava te glive s Hirstovim lovilec spor ni primerno.



Slika 11: Volumetrični lovilec spor (levo); ADCON agrometeorološka postaja (desno)

Epidemiološko analizo smo naredili tudi na območju Podvina pri Polzeli v Savinjski dolini, kjer smo konec avgusta 2009 v prvoletnem nasadu sorte Aurora zasledili večji pojav glive *C. cantuariensis*. Pri tem je z vidika epidemiologije zanimivo, da je šlo za prvoletni nasad na lokaciji s 7 letno premeno na relativno izoliranem območju od ostalih hmeljišč, kar nakazuje na možnost širjenja te glive tudi s sadilnim materialom iz že okuženih hmeljišč. Pri tem gliva najverjetneje preživi v obliki micelija na ostankih okuženih listov. Takšnemu sklepanju so nas navedla dodatna dejstva, saj smo pri pregledu hmeljišča iz območja Gomilskega (GERK PID: 3380024) iz katerega izvira sadilni material odkrili prisotnost omenjene glive in da pri pregledu divjega hmelja ter bližnjih nasadov v Podvinu pri Polzeli nismo zasledili okužb. Okužen nasad smo z namenom določitve obsega in stopnje okužbe natančno vizualno pregledali, mapirali in grafično obdelali. Pri tem je iz slike 12 razvidno, da se je najvišja stopnja bolezni v okuženem hmeljišču razvila v osrednjem delu nasada, kjer mikroklimatske razmere omogočajo najdaljše zadrževanje vlage in s tem nastanek infekcij.

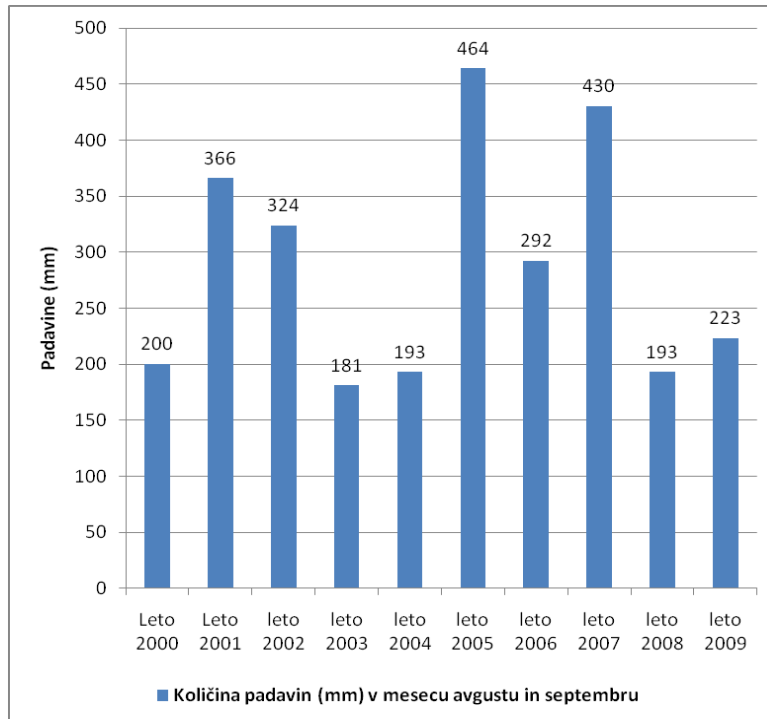


Slika 12: Pojav in razporeditev okužb rastlin z glivo *Cercospora cantuariensis* v prvoletnem nasadu sorte Aurora na lokaciji Podvin pri Polzeli na dan 15.10. 2009.



Slika 13: Pojav glive *Cercospora cantuariensis* v prvoletnem nasadu hmelja sorte Aurora v Podvinu pri Polzeli v letu 2009; Levo-močno prizadeta rastlina, desno-rastlina z nizko stopnjo okužbe.

V okviru projekta smo opravili tudi pilotno analizo meteoroloških podatkov od leta 2000-2009, ki je nakazala povezavo bolezenskih izbruhov v letu 2005 in 2007 z obsegom padavin v mesecu avgustu in septembru. Takrat namreč prihaja do nastanka prvih infekcij, ki ob nezadostnem zdravstvenem varstvu in obilici padavin lahko prerastejo v resne izbruhe. Tako v letih močnih bolezenskih izbruhov (2005 in 2007) v obdobju avgust-september beležimo več kot 430 mm padavin, kar močno odstopa od dolgoletnih povprečij, ki za zadnjih 40 let znašajo 208 mm (Slika 14). Za obe vrsti gliv je značilno, da je nastanek okužb močno odvisen od trajanja omočenosti listne mase, zato bi bilo potrebno pri nadaljnjih raziskavah podrobneje analizirati meteorološke podatke na omenjeni parameter in rezultate podkrepiti s poskusi v rastni komori, s čimer bi postavili osnovo za izdelavo modela za napoved pojava omenjenih gliv.



Slika 14: Prikaz količine padavin (mm) v mesecu avgustu in septembru v obdobju 2000-2010 (Vir: ADCON agrometeorološka postaja lokacija Žalec).

3.7A Strategija in navodila za preprečevanje okužb

Hmelj je trajnica, ki jo v kmetijstvu izkoriščamo tudi do 20 let na isti površini. To daje povzročiteljem bolezni, kot sta glivi *P. exigua* in *C. cantuariensis* zelo dobre pogoje za dviganje infekcijskega potenciala. Zato kot prvo usmeritev obvladovanja odsvetujemo vračanje hmeljevine v hmeljišča. Če to ni mogoče, je priporočljivo hmeljevino obdelati s kompostiranjem, kjer ob razgradnji svežih ostankov rastlin prihaja do segrevanja mase in posledično odmrtnosti rastlinskih patogenov. Poleg fitosanitarnih ukrepov je ob poročilih opazovalno napovedovalne službe nujna tudi uporaba fungicidnih pripravkov:

- *C. cantuariensis*: V vseh nasadih, v katerih smo do zdaj odkrili pojav te bolezni, v času zadnjih dveh škropljenj storžkov, preventivno svetujemo hkratno uporabo pripravka Zato WG 50 (0,025 % oz. 0,625 kg/ha) z bakrovimi pripravki ali s Folpanom 80 WDG; ob izbruhu bolezni pa uporabo pripravka Zato WG 50 skupaj s polovičnim odmerkom (0,6 l/ha) kurativnega pripravka Systhane 12E. Oba pripravka imata učinek tudi na hmeljevo pepelovko.
- *Phoma exigua*: Ob pojavu značilnih peg na listih, ki jih lahko predvsem na občutljivejših sortah Bobek in Magnum, pričakujemo v začetku avgusta uporabimo pripravek Quadris v odmerku 1,0 l/ha. Pripravek ima dober učinek tudi na hmeljevo peronosporo.

DP – B: OBVLADOVANJE HMELJEVEGA HROŠČA (RILČKARJA) (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panz.) IN LUCERNINEGA RILČKARJA (*Otiorhynchus ligustici* L.)

2 B MATERIAL IN METODE DE LA

2.1B Zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja z insekticidi

V aprilu leta 2009 smo na certificiranih sadikah hmelja (CS_B) sorte Aurora, ki so bile napadene z ličinkami hmeljevega rilčkarja, izvedli insekticidni poskus za njihovo zatiranje. Ličinke so bile v zadnjem larvalnem stadiju (L4), tik pred zabubljenjem. Uporabili smo pripravke, navedene v preglednici 1. Za vsak pripravek smo uporabili 10 sadik hmelja. Sadike smo namočili v insekticidne raztopine za 1 minuto. Po sedmih dneh smo sadike pregledali in ugotavljali umrljivost ličink hmeljevega rilčkarja ter izračunali učinkovitost insekticidov po Schneider-Orelli (v %).

Preglednica 1: Uporabljeni insekticidi za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah hmelja (CS_B), april 2009

Obravnavanje	Pripravek	Aktivna snov	Konc. (%)
0	Voda	-	-
1	Basudin 600 EW	diazinon	0,1
2	Dursban E-48	klorpirifos	0,15
3	Reldan 40 EC	klorpirifos-metil	0,2
4	Actelic – 50	pirimifos – metil	0,15
5	Fastac 10 % SC	alfa – cipermetrin	0,02

2.2B Zatiranje ličink lucerninega rilčkarja z insekticidi

V aprilu 2009 smo preizkusili delovanje nekaterih insekticidov na ličinke lucerninega rilčkarja na certificiranih sadikah hmelja (CS_A), sorta Aurora. Za vsako obravnavanje, katerega smo opravili v 5 ponovitvah, smo imeli 5 rastlin. Rastline so rastle v lončkih s premerom 8 cm. Vsako rastlino smo zalili z 1 dcl insekticidne raztopine oz. z vodo (preglednica 2). Po sedmih dneh smo ugotavljali umrljivost ličink lucerninega rilčkarja ter izračunali učinkovitost insekticidov po Schneider-Orelli (v %).

Preglednica 2: Uporabljeni insekticidi za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja (CS_A), april 2009

Obravnavanje	Pripravek	Konc. (%)
0	Voda	-
1	Actellic - 50	0,80%
2	Actellic - 50	1,50%
3	Runner 240 EC	0,10%



Slika 1: Ličinke lucerninega rilčkarja ob korenini sadike hmelja (CS_A)

2.3B »In vitro« zatiranje ličink lucerninega rilčkarja z insekticidi

V laboratoriju smo želeli preveriti učinkovitost insekticidov, navedenih v preglednici 3, na ličinke lucerninega rilčkarja. Ličinke so bile v stadiju L4 (tik pred zabubljenjem). V petrijevko smo dali 10 ličink, na katere smo nanесли s pomočjo naprave Potter spray tower 2 ml insekticidne raztopine. Vsako obravnavanje smo izvedli v dveh ponovitvah. Umrljivost ličink smo ugotavljali po 24 urah in izračunali učinkovitost insekticidov po Schneider-Orelli (v %).

Preglednica 3: Uporabljeni insekticidi »in vitro« za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja

Obravnavanje	Pripravek	Aktivna snov	Konc. (%)
0	Voda	-	-
1	Actellic - 50	pirimifos-metil	0,80%
2	Actellic - 50	pirimifos-metil	1,50%
3	Pyrinex 25 SC	klorpirifos	0,50%
4	Karate Zeon 5 SC	lamda-cihalotrin	0,05%
5	Karate Zeon 5 SC	lamda-cihalotrin	0,10%
6	Runner 240 EC	metoksifenzid	0,06%

2.4B Zatiranje odraslih hroščev lucerninega rilčkarja

V Trgovišču pri Ormožu smo v prvoletnem nasadu hmelja spomladi 2009 našli veliko odraslih hroščev lucerninega rilčkarja, ki so povzročili precejšnjo škodo. V omenjenem nasadu smo 14. aprila, ko je bil hmelj v fenofazi po BBCH 13 (3 pravi listi), izvedli poskus zatiranja odraslih hroščev lucerninega rilčkarja z insekticidoma Actara 25 WG (a.s. tiametoksam), v odmerku 200 g/ha in Coragen (a.s. rinaksapir), v odmreku 60 ml/ha. Na hektar smo porabili 700 l vode (za vsako rastlino 200 ml insekticidne raztopine).

Poskus je bil izveden v skladu z dobro kmetijsko prakso izvajanja poskusov. Na vsaki poskusni parceli smo šteli odrasle hrošče lucerninega rilčkarja na 25 rastlinah (za posamezno obravnavanje smo ocenili 100 rastlin). Rilčkarje smo preštevali tako na površini zemlje, kot 5 cm pod njenim površjem, kjer se hrošči radi zadržujejo preko dneva. Ocenjevali smo tudi poškodovane poganjke hmelja. Ocenjevanja smo izvedli v zgodnjih jutranjih urah. Poskus smo ocenjevali 3., 6. in 20. dan po škropljenju.



Slika 2: Odrasel lucernin rilčkar na poganjku hmelja

2.5B Zatiranje ličink hmeljevega in lucerninega rilčkarja z entomopatogenimi nematodami

Poskus zatiranja ličink lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja A cert. (CS_A) in ličink hmeljevega rilčkarja na certificiranih sadikah hmelja B certifikat (CS_B) z entomopatogenimi nematodami smo izvedli v začetku oktobra 2009. Uporabili smo entomopatogene nematode vrste *Heterorhabditis bacteriophora* (pripravek Nematop, distributer Metrob). Omenjeni pripravek ima registracijo za zatiranje ličink in bub brazdastega trsnega rilčkarja (*Ortiorhynchus sulcatus*). Uporabili smo 1 g pripravka Nematop/m² = 500 000 entomopatogenih nematod/m². Za 1 m² smo uporabili 0,7 l raztopine. Sadike CS_B smo posadili v plastične lonce volumna 5 l in sicer v vsak lonec po 5 sadik napadenih z ličinkami hmeljevega rilčkarja. Ličinke rilčkarjev so bile v stadiju L3 – L4. Temperatura tal je bila 14 °C. Po 6 dneh smo ugotavljali odstotek mortalitete oziroma smrtnosti ali umrljivosti.

V letu 2010 smo ponovno izvedli poskus zatiranja ličink lucerninega rilčkarja na sadikah CS_A in ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah CS_B z entomopatogenimi nematodami, katerega smo izvedli v začetku maja. Imeli smo 100 cvetličnih lončkov s sadikami hmelja, premera 11 cm. V vsakem lončku je bilo po 5 ličink lucerninega rilčkarja v stadiju L4, ki so bile že na začetku zabubljenja. Namreč pred tem datumom je bila temperatura tal neprimerna za uporabo večine entomopatogenih nematod (EN). Ob izvajanju poskusa je bila temp. tal 12-14 °C. Na dan uporabe EN je bilo delno oblačno

vreme. Po uporabi EN smo 14 dni vzdrževali primerno vlažnost tal, da se EN ne bi izsušile. V preglednici 4 so navedeni pripravki (EN), ki smo jih uporabili za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja. Poskus smo ocenjevali 7. in 16. dan po aplikaciji.

Preglednica 4: Uporabljene entomopatogene nematode za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja CS_A v letu 2010.

Pripravek	Distributer	Vrsta nematode	Koncentracija	Opomba
Kontrola-zalivanje z vodo	-	-	-	
Nemasys	Metrob	<i>Steinernema kraussei</i>	600.000 EN/m ²	EN odporne na nizke temp. (do 6 °C)
Larvanem	Zeleni hit	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	1.000.000 EN/m ²	
Larvanem	Zeleni hit	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	500.000 EN/m ²	



Slika 3: Poskus zatiranja ličink lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja (CS_A) z entomopatogenimi nematodami

Za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah hmelja CS_B smo uporabili enake entomopatogene nematode kot za zatiranje lucerninega rilčkarja, le da smo uporabili večjo koncentracijo, ker se ličinke hmeljevega rilčkarja nahajajo v osrednjem delu podzemnih delov sadik hmelja. Sadike hmelja napadene z ličinkami hmeljevega rilčkarja smo posadili v 5 l lonce in sicer v vsak lonec smo dali po 5 sadik in dodali vrtno zemljo. Zgornji del posajenih sadik ni bil pokrit z zemljo. Gre za simulacijo razmer kot sadike v neodoranem hmeljišču spomladi. Ob izvajanju poskusa je bila temp. tal 12-14 °C. Na dan uporabe EN je bilo delno oblačno vreme. Po uporabi EN smo 14 dni vzdrževali primerno vlažnost tal, da se EN ne bi izsušile. V preglednici 5 navajamo pripravke, ki smo jih uporabili za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja. Poskus smo ocenjevali 7. in 16. dan po aplikaciji.

Preglednica 5: Uporabljene entomopatogene nematode za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah hmelja CS_B v letu 2010

Pripravek	Distributer	Vrsta nematode	Koncentracija	Opomba
Kontrola-zalivanje z vodo	-	-	-	
Nemasys	Metrob	<i>Steinernema kraussei</i>	1.200.000 EN/m ²	EN odporne na nizke temp. (do 6 °C)
Larvanem	Zeleni hit	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	1.000.000 EN/m ²	
Larvanem	Zeleni hit	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2.000.000 EN/m ²	

2.6B Spremljanje hmeljevega in lucerninega rilčkarja v hmeljiščih ob rezi hmelja

V letu 2009 smo v začetku aprila, v času rezi hmelja, v naključno izbranih hmeljiščih v Savinjski dolini, Ptujsko-Ormoškem območju ter na Koroškem ugotavljali prisotnost ličink hmeljevega in lucerninega rilčkarja. V vsakem hmeljišču, ne glede na velikost, smo naključno pregledali 50 rastlin. Pri vsaki rastlini smo prešteli število poganjkov, ugotavljali število poškodovanih podzemnih trt ter prisotnost ličink v trtah. Določili smo vrsto ličink ter njihov razvojni stadij.

Pri pregledu sadik hmelja B certifikata (CS_B) smo spomladi leta 2009 ugotavljali poškodovanost sadik (podzemnih trt), ki so jih poškodovale ličinke rilčkarjev. Sadike so bile nabrane v certificiranih matičnih hmeljišč (CMH). Iz vsakega hmeljišča smo naključno pregledali 3 % narezanih sadik. Zabeležili smo starost nasada, sorto hmelja in način izvajanja fitosanitarnih-higienskih ukrepov.

2.7B Spremljanje hmeljevega in lucerninega rilčkarja med vegetacijo

V letu 2009 smo konec aprila in v maju, v času čiščenja in navijanja hmelja, vizualno opazovali nasade hmelja in ugotavljali prisotnost odraslih rilčkarjev. Opazovanja smo opravljali zgodaj zjutraj in v oblačnem vremenu, saj je predvsem za hmeljevega rilčkarja znano, da ne mara svetlobe. Opazovanja so bila zahtevna še posebej zato, ker imajo hrošči na pokrovkah ostanke zemlje in jih je velikokrat težko opaziti. Opazovanja smo izvedli po naključju v 10 hmeljiščih v Savinjski dolini, v dveh hmeljiščih v Dornavi, enem v Vidmu pri Ptujju ter v dveh hmeljiščih v Trgovišču pri Ormožu.

V enem hmeljišču v Trgovišču, kjer smo našli večje število odraslih hroščev lucerninega rilčkarja, smo ocenjevali njihovo prisotnost in povzročeno škodo na mladih hmeljnih poganjkih. V omenjenem nasadu smo populacijo lucerninega rilčkarja ugotavljali na 100 rastlinah hmelja, na površini zemlje okrog rastlin, kot tudi v zemlji (5 cm globoko), kjer se rilčkarji pogosto zadržujejo preko dneva. Prav tako smo na 100 rastlinah ugotavljali delež napadenih poganjkov hmelja. Ocenjevanja smo v omenjenem hmeljišču izvedli 3-krat.



Slika 4: Odrasla lucernina rilčkarja tik ob hmeljnem poganjku (levo) in lucernin rilčkar na listu hmelja (desno)



Slika 5: Odrasel hrošč hmeljevega rilčkarja

2.8B Spremljanje odraslih hroščev hmeljevega in lucerninega rilčkarja s talnimi vabami (pastmi)

Hmeljevega rilčkarja je vizualno v hmeljišču tekom vegetacije težko spremljati (opazovati). Namreč je nočni škodljivec, zato se preko dneva zadržuje ob tleh, skrit ob rastlinah. Zasedili nismo nobenih poškodb na hmeljnih rastlinah od odraslih hroščev hmeljevega rilčkarja. V ta namen smo postavili za spremljanje odraslih hroščev hmeljevega rilčkarja talne vabe (pasti). Talne pasti smo postavili v dve hmeljišči v Savinjski dolini in sicer v Topovljah in Drešnji vasi, kjer smo predhodno z monitoringom ugotovili veliko prisotnosti ličink hmeljevega rilčkarja. Prve hrošče hmeljevega rilčkarja smo opazili v letu 2009 že v začetku maja, konec maja pa smo postavili talne pasti. V vsako hmeljišče smo postavili 20 pasti (talnih vab) in sicer na 10 mestih smo postavili posamezno vabo tik ob hmeljni rastlini (do max. 5 cm stran od rastline – vaba A) na 10 mestih pa smo jih postavili vmes med dvema hmeljnima rastlinama (razdalja od rastline do pasti je bila cca. 55 cm – vaba B). Za

pasti smo uporabili plastične lončke (1 l), katere smo vkopali v zemljo, da je bil rob lončka zravnán s površino zemlje. Pokrov lončka je bil privzdignjen. Lončke smo napolnili do 1/3 volumna z vinskim kisom. Vinski kis smo menjali na vsake 14 dni, v primeru dežja pa tudi bolj pogosto. Talne pasti so bile postavljene v hmeljiščih 3 mesece (od konca maja do konca avgusta).



Slika 6: Talne vabe (pasti) v hmelju za spremljanje odraslih hroščev hmeljevega rilčkarja

2.9B Bionomija hmeljevega rilčkarja v rastni komori – nadzorovani pogoji

Bionomijo hmeljevega rilčkarja smo spremljali v rastni komori v nadzorovanih razmerah v jeseni 2009 in spomladi 2010. Jeseni leta 2009 smo trte, v katerih so bile ličinke hmeljevega rilčkarja, nabirali v hmeljiščih. Nabrali smo 100 ličink, katere so bile v podzemnih delih stebela (trta). Vsaki ličinki smo izmerili dolžino in jo ustrezno označili za nadaljnje spremljanje. Po 10 trt z ličinkami smo dali v plastično posodico in jih pokrili z zemljo. Pokrov na plastičnih posodicah je imel odprtine, skozi katere je dostopal zrak (slika 7). Razvoj ličink hmeljevega rilčkarja smo spremljali v rastni komori pri temperaturi 20 °C, 70 % relativni zračni vlagi in fotoperiodi 13 ur svetlobe/9 ur teme. Enako smo ponovili postopek spomladi leta 2010, pri čemer so bile nabrane ličinke že daljše kot v jeseni.



Slika 7: Postopek izvajanja bionomije hmeljevega rilčkarja

2.10B Mehanski ukrepi zatiranja ličink hmeljevega rilčkarja

V začetku maja 2010 smo izvedli poskus mehanskega zatiranja ličink hmeljevega rilčkarja. V ta namen smo v insektarije dali napadene trte z ličinkami hmeljevega rilčkarja, na katere smo nasuli različne višine zemlje (0 cm - kontrola, 10 cm, 20 cm, 40 in 60 cm). Vizualno smo spremljali pojav odraslih hroščev in posledično vpliv nasute zemlje na umrljivost ličink hmeljevega rilčkarja.



Slika 8: Mehansko zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja z zasipanjem zemlje

2.10.1B Izpostavljenost napadenih hmeljnih trt soncu

Zanimalo nas je, kakšen vpliv imajo zunanji dejavniki (npr. sonce) na ličinke hmeljevega rilčkarja v trtah, ki so na prostem. Zato smo podrobneje v sredini julija 2010 pregledali kup trt oz. podzemnih delov stebela skupaj s koreniki, ki je bil dolg 6,50 m, visok 1,10 m in širok 2,80 m (slika 9). Omenjene sadike in trte so bile pobrane v hmeljišču, ki je bilo 80 % napadeno z ličinkami hmeljevega rilčkarja. Pregledali smo trte na vrhu kupa, nato na globini 10 cm, 20 cm in 30 cm.

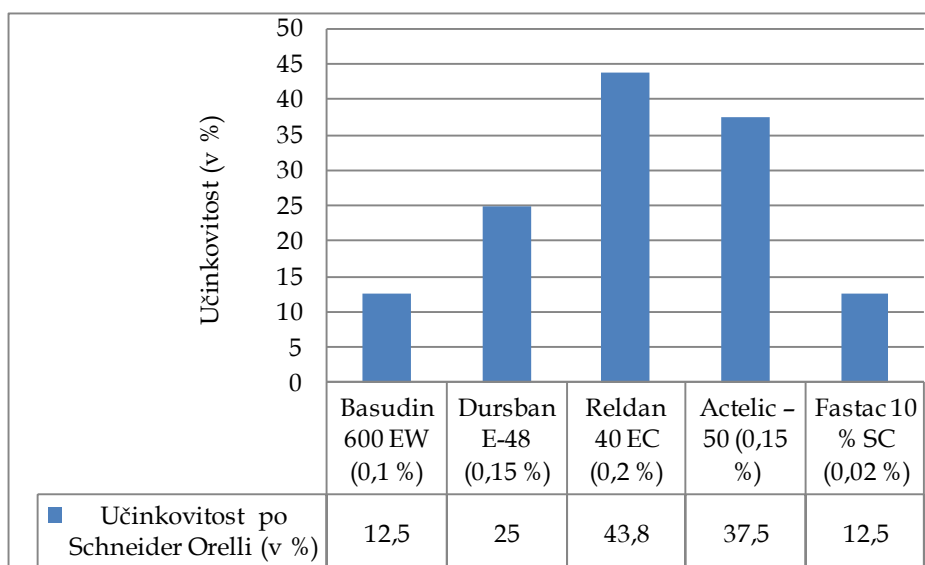


Slika 9: Odlagališče sadik hmelja

3B REZULTATI Z DISKUSIJO

3.1B Zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja z insekticidi

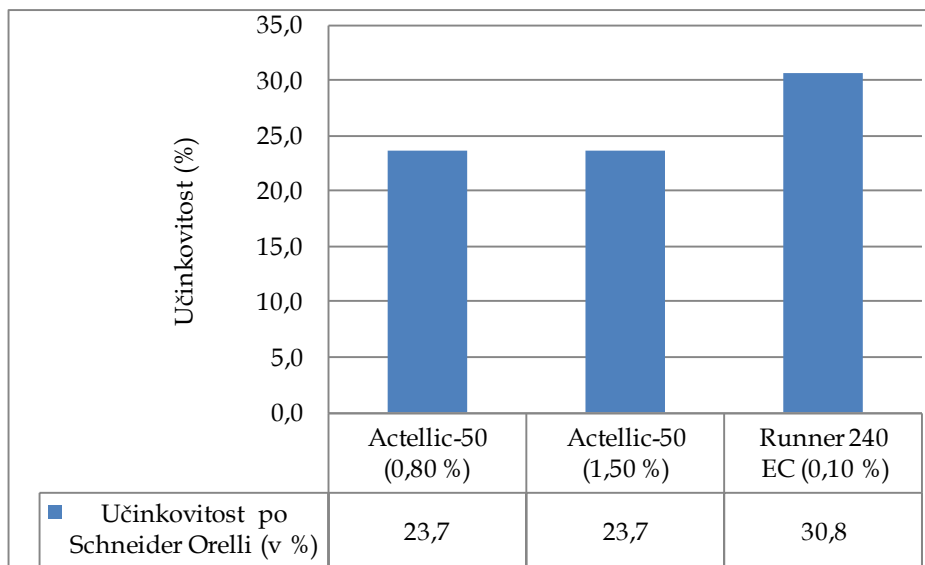
V poskusu z zatiranjem ličink hmeljevega rilčkarja smo ugotovili, da imajo uporabljeni insekticidi zelo slabo delovanje na omenjene ličinke. Največjo učinkovitost smo dosegli z insekticidom Reldan (a.s. klorpirifos-metil) in sicer 43,8 % (slika 10). Pri vseh ostalih je bila učinkovitost zelo nizka. To so sicer insekticidi, ki nimajo registracije za zatiranje ličink rilčkarjev, kot tudi nimajo dovoljenja za uporabo v hmeljiščih. Z njimi smo želeli preveriti delovanje na ličinke rilčkarjev, ki so prisotne v sadikah hmelja, katere bi pred sajenjem pomohili v insekticidno raztopino in jih nato posadili na stalno mesto. Vendar je zaradi slabe učinkovitosti to neupravičeno kot tudi nelegalno dejanje.



Slika 10: Učinkovitost uporabljenih insekticidov za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah hmelja (CS_B)

3.2B Zatiranje ličink lucerninega rilčkarja z insekticidi

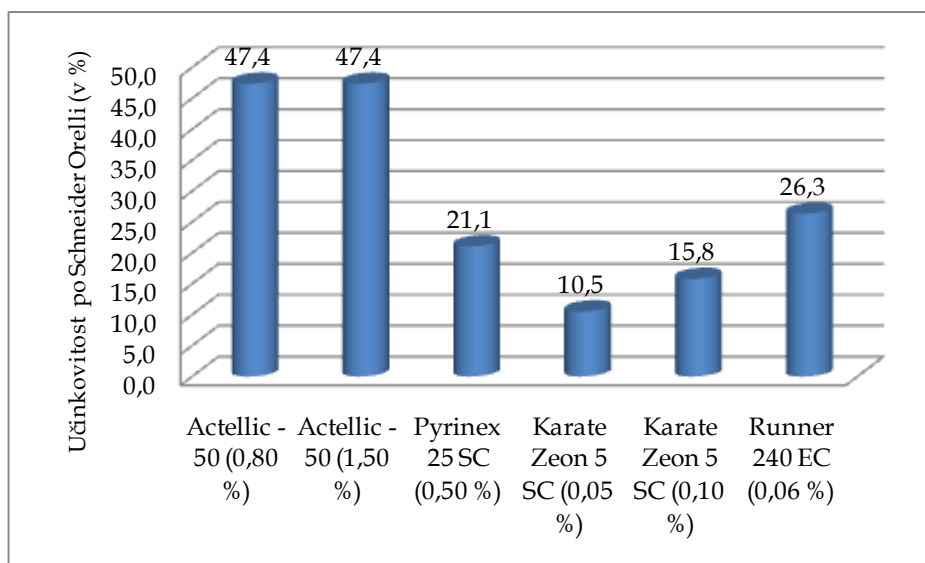
Od uporabljenih insekticidov za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja smo za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja na sadikah CS_A izbrali le insekticid Actellic-50 in Runner 240 EC. Poleg ličink lucerninega rilčkarja, so mestoma bile prisotne tudi bube. Insekticida sta imela boljše delovanje na ličinke kot na bube. Na sliki 11 je prikazana učinkovitost insekticidov na ličinke lucerninega rilčkarja. Učinkovitost je bila pri obeh insekticidih nizka. Boljšo učinkovitost je imel Runner 240 EC, vendar še vedno manj kot 50 %. Učinkovitost insekticida Actellic-50 pri 1,5 % konc. ni bila nič višja v primerjavi z 0,80 % koncentracijo. Potrebno je povedati, da je višja konc. Actellic-a imela fitotoksičen učinek na sadike hmelja (CS_A).



Slika 11: Učinkovitost uporabljenih insekticidov za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja (CS_A)

3.3B »In vitro« zatiranje ličink lucerninega rilčkarja z insekticidi

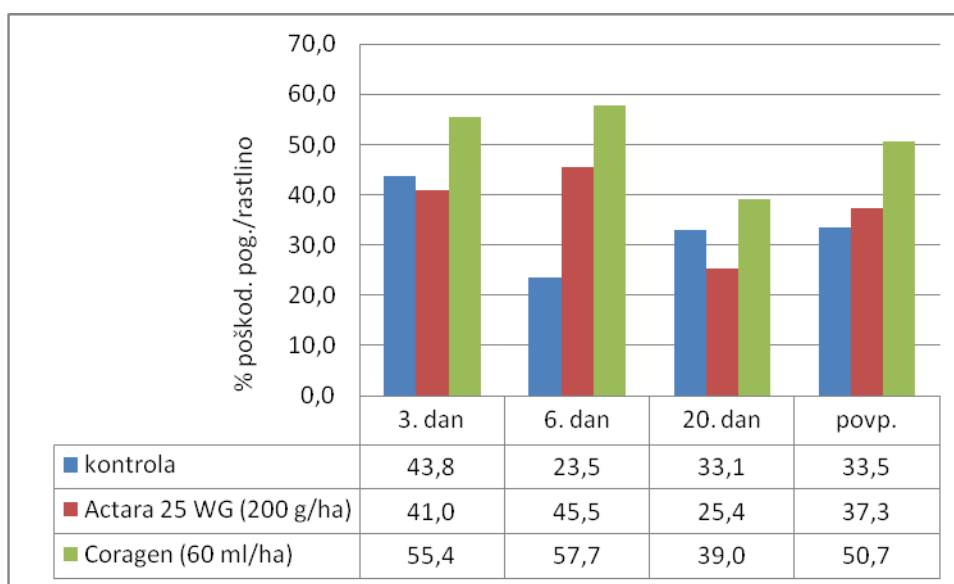
Predvidevali smo, da je razlog za slabo učinkovitost insekticidov za zatiranje lucerninega rilčkarja na sadikah hmelja poleg številne prisotnosti bub tudi rastni substrat. To domnevo smo želeli preveriti v laboratoriju. Tako smo uporabili prej navedene insekticide in neposredno tretirali ličinke lucerninega rilčkarja. Nobeden od uporabljenih insekticidov ni dosegel 50-odstotne učinkovitosti (slika 12). Razlog za slabo učinkovitosti insekticidov za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja je tudi rastni substrat, v katerem se ob koreninah sadik hmelja zadržujejo ličinke in tako preprečuje dostop infektivnih nematod do ličink. Potrebno je poudariti, da so ličinke rilčkarjev na splošno zelo odporne na insekticide. Ponovno se je potrdila domneva, da je delovanje insekticida Actellic-50 ne glede na uporabljeno višjo koncentracijo enako. Insekticid Karate Zeon (a.s. lambda-cihalotrin), ki ima registracijo za uporabo v hmeljiščih, je imel najslabše delovanje. Iz tega lahko zaključimo, da je uporaba insekticidov za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja neupravičena.



Slika 12: Učinkovitost uporabljenih insekticidov »in vitro« za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja

3.4B Zatiranje odraslih hroščev lucerninega rilčkarja

Izkazalo se je, da sta imela insekticida Actara 25 WG in Coragen, uporabljena v hmeljišču, zelo slabo delovanje na odrasle osebkke lucerninega rilčkarja (slika 13). Težava je bila ovrednotiti poskus glede učinkovitosti, ker je bilo manj poškodovanih poganjkov in lucerninih rilčkarjev na kontrolnih parcelah kot na škropljenih. Za lucerninega rilčkarja je značilna neenakomerna razporeditev/prisotnost na kmetijskih površinah.



Slika 13: Uporabljeni insekticidi in odstotek poškodovanih poganjkov hmelja od odraslih hroščev lucerninega rilčkarja.

3.5B Zatiranje ličink hmeljevega in lucerninega rilčkarja z entomopatogenimi nematodami

Ker insekticidi slabo delujejo na rilčkarje, smo za zatiranje ličink hmeljevega in lucerninega rilčkarja preizkusili pripravek z entomopatogeno nematodo vrste *Heterorhabditis bacteriophora* (pripravek Nematop). Umrljivost ličink hmeljevega rilčkarja na sadikah CS_B je bila ob uporabi pripravka Nematop 14 %, za ličinke lucerninega rilčkarja na sadikah CS_A pa je bila učinkovitost po Schneider-Orelli 87,8 %. Za tako visoko učinkovitost Nematopa na ličinke lucerninega rilčkarja je razlog v tem, da so ličinke lucerninega rilčkarja prisotne ob koreninah rastlin hmelja, do katerih infektivne nematode zlahka pridejo. V primeru hmeljevega rilčkarja pa so ličinke v notranjosti sadik oz. podzemnih delih stebel hmelja in zato je majhna verjetnost, da do njih pridejo interaktivne nematode, kar ima za posledico slabo učinkovitost.



Slika 10: Buba lucerninega rilčkarja nepoškodovana (levo) in napadena z entomopatogenimi ogorčicami (desno)

Spomladi leta 2010 je bila učinkovitost uporabljenih entomopatogenih nematod na sadikah hmelja za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja primerljiva s predhodnim letom in se je gibala 16. dan po aplikaciji od 59,5 do 81,8 % (preglednica 14). Najboljše delovanje je imel pripravek Larvanem (*Heterorhabditis bacteriophora*), uporabljen v koncentraciji 1 milijon EN/m². Zelo slabo delovanje pa je bilo pri hmeljevemu rilčkarju (preglednica 15). Tako se je potrdil rezultat predhodnega leta, da za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja EN niso primerne, kljub temu, da smo za njihovo zatiranje uporabili višje koncentracije EN kot za zatiranje lucerninega rilčkarja.

Preglednica 14: Učinkovitost entomopatogenih nematod za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja

Pripravek	Vrsta nematode	Koncentracija	Učinkovitost po Schneider-Orelli (v %)	
			7 DAA*	16 DAA*
Nemasys	<i>Steinernema kraussei</i>	600.000 EN/m ²	29,2	59,5
Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	1.000.000 EN/m ²	26,4	81,8
Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	500.000 EN/m ²	12,6	78,4

*dan po aplikaciji

Preglednica 15: Učinkovitost entomopatogenih nematod za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja

Pripravek	Vrsta nematode	Koncentracija	Učinkovitost po Schneider-Orelli (v %)	
			7 DAA*	16 DAA*
Nemasys	<i>Steinernema kraussei</i>	1.200.000 EN/m ²	0,5	1,8
Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	1.000.000 EN/m ²	0,8	2,1
Larvanem	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	2.000.000 EN/m ²	1,2	2,4

*dan po aplikaciji

3.6B Spremljanje hmeljevega in lucerninega rilčkarja v hmeljiščih ob rezi hmelja

Pri pregledu podzemnih trt (ostanki po rezi hmelja) v hmeljišču smo našli le ličinke hmeljevega rilčkarja. V nobeni trti nismo našli ličink lucerninega rilčkarja. Ličinki teh dveh rilčkarjev se poleg velikosti najbolj zanesljivo ločita po dlakavosti. Ličinka lucerninega rilčkarja je bolj dlakava kot ličinka hmeljevega rilčkarja (slika 11). Drugače sta obe vrsti ličink snežno beli z rjavo glavo. V hmeljiščih je bila različna napadenost podzemnih trt hmelja z ličinkami hmeljevega rilčkarja. Prva tako tudi vsaka poškodovana trta, ki je dajala izgled črvičnosti, ni vsebovala ličink hmeljevega rilčkarja (slika 12). Odstotek poškodovanih trt se je gibal od 0,3 do 60,0 in le 27,3 % poškodovanih trt je vsebovalo ličinke (preglednica 16). Ličinke hmeljevega rilčkarja so bile v različnih larvarnih (razvojnih) fazah in sicer od L1 do L4, najpogosteje pa sta bili zastopani L2 in L3 faza. Prisotnost ličink v nasadih hmelja je bila različna po območjih kot tudi glede na starost nasada in vrsto tal. Trenutno še ni mogoče najti povezave med poškodovanostjo hmelja z ličinkami hmeljevega rilčkarja, starostjo nasada ter vrsto tal (lastnosti tal).



Slika 11: Ličinka lucerninega rilčkarja (levo); ličinka hmeljevega rilčkarja (desno)



Slika 12: Poškodovana trta (podzemni del stebela hmelja) od ličink hmeljevega rilčkarja

Preglednica 16: Prisotnost ličink hmeljevega rilčkarja (*Neoplinthus tigratus porcatus*) v sadikah hmelja, v različnih hmeljiščih, spomladi leta 2009

Lokacija hmeljišča	Sorta hmelja	Starost nasada (leta)	Velikost nasada (ha)	Lastnosti tal	Število pregledanih trt	Poškodovane trte (%)	Trte, ki vsebujejo ličinke (%)
Šentrupert	AU	20	3,30	srednje težka	260	60,0	27,3
Arja vas	SG	5	1,50	lahka peščena	234	33,3	17,1
Orla vas	CEL	4	1,10	srednje težka	268	4,4	2,2
Poljče	AU	20	1,25	lahka peščena	254	20,4	2,8
Žalec	AU	7	5,00	srednje težka	322	0,3	0,0
Trgovišče	AU	20	2,80	peščena	274	1,8	1,5

Legenda: AU-Aurora; SG-Savinjski golding; CEL-Celeia

Spomladi leta 2009 smo pregledali sadike hmelja B certifikata (CS_B) in ugotavljali vrsto rilčkarjev in odstotek poškodovanih sadik. Pri pregledih smo ugotovili prisotnost ličink le hmeljevega rilčkarja. Ličink lucerninega rilčkarja nismo našli v nobenem nasadu, tudi na Ptujsko-Ormoškem območju, kjer obstaja večja verjetnost pojava lucerninega rilčkarja zaradi gojenja sladkorne pese v preteklosti. Poškodovanost sadik od hmeljevega rilčkarja je bila različna glede na območje, sorto hmelja kot tudi starost nasada. Rezultate monitoringa ličink hmeljevega rilčkarja podajamo v preglednici 17. V bodoče bomo z

monitoringom nadaljevali, saj želimo ugotoviti interakcije z napadenostjo in prisotnostjo/odsotnostjo ličink hmeljevega rilčkarja glede na lokacijo pridelave, vrsto tal, sorto hmelja, starost nasada, izvajanje/neizvajanje fitosanitarnih-higienskih ukrepov hmeljarjev, ipd.

Preglednica 17: Prisotnost ličink hmeljevega rilčkarja v certificiranih sadikah hmelja (CS_B), april 2009

Območje	Lokacija	Sorta hmelja	Starost nasada (leta)	Poškodovanost sadik (%)	Opomba
Savinjska dolina	Dolenja vas	Aurora	7	20-30	
	Drešinja vas	Bobek	1	0	
	Drešinja vas	Aurora	7	0	
	Drešinja vas	Celeia	5	80-100	ostanke po rezi odstranjujejo že več let
	Gomilsko	Aurora	10	0	
	Gotovlje	Aurora	9	80-100	ostanke po rezi redno odstranjujejo
	Gotovlje	Celeia	6	0	ostanke po rezi odstranjujejo že več let
	Grajska vas	Aurora	8	0	
	Migojnice	Dana	3	40-50	ostanke po rezi odstranjujejo že več let
	Migojnice	Aurora	12	40-50	ostanke po rezi odstranjujejo že več let
	Parižlje	Aurora	14	80-100	ne odstranjuje ostankov po rezi
	Parižlje	Aurora	10	20-30	
	Poljče	Aurora	13	0	
	Prekopa	Aurora	10	0	
	Prebold	Aurora	15	0	
	Šempeter	Aurora	10	0	
	Šempeter	Aurora	8	0	
	Topovlje	Aurora	10	80-100	
	Topovlje	Aurora	8	100	
	Topovlje	Savinjski golding	9	80-100	
Vransko	Celeia	12	30-40	ostanke po rezi odstranjujejo	
Koroška	Radlje ob Dravi	Savinjski golding	6	0	
	Radlje ob Dravi	Aurora	7	0	
	Radlje ob Dravi	Celeia	7	0	
	Šmartno pri Slov. Gradcu	Aurora	11	0	
Ptujsko-Ormoško	Polskava pri Pragerskem	Bobek	2	0	
	Videm ob Ptujju	Aurora	5	20-30	

Iz preglednice 17 je razvidno, da ličink hmeljevega rilčkarja nismo našli na Koroškem pridelovalnem območju, ne v Slovenj Gradcu kot tudi ne v Radljah. Prisotnost hmeljevega rilčkarja je največja na območju Savinjske doline, kjer je tudi največja intenziteta hmeljišč, najmanjša pa na Ptujsko-Ormoškem območju. V več kot polovici pregledanih hmeljišč so bile prisotne ličinke hmeljevega rilčkarja, od tega pa je bila v več kot 44 % hmeljišč stopnja napadenosti sadik večja od 30 odstotkov. V nekaterih hmeljiščih je bil odstotek poškodovanih sadik tudi do 100 % (preglednica 17). V 60 letih prejšnjega stoletja je bilo na območju Savinjske doline poškodovanih do največ 25 % trt (Kač, 1957). Populacija hmeljevega rilčkarja je tako v Savinjski dolini skokovito narasla. Na podlagi podatkov monitoringa ni mogoče opaziti razlik v preferenci hmeljevega rilčkarja glede na sorto hmelja. Sprva smo domnevali, da je prisotnost hmeljevega rilčkarja pogojena s starostjo nasada, vendar je to bolj izjema kot pravilo. Če je na določeni lokaciji oziroma območju rilčkar prisoten, potem je lahko napadeno tudi mlajše hmeljišče (npr. sorta Dana stara 3 leta). Na prisotnost hmeljevega rilčkarja vpliva hmeljar z rednim in doslednim izvajanjem fitosanitarnih-higienskih ukrepov, kamor sodi pobiranje ostankov po rezi hmelja, odvoz ostankov iz nasada ter uničenje le-teh na primernem mestu. Pri uničenju mislimo na sežig, saj ličinka hmeljevega rilčkarja preživi v trti, tudi če je ta izpostavljena soncu (Šepec, 1955; Dolinar in sod., 2002). Za zatiranje hmeljevega rilčkarja, predvsem njenih ličink, trenutno ni registriran noben insekticid. Sicer gre za talnega škodljivca, katerega ličinke so v notranjosti rastlin in v takih primerih je uporaba insekticidov z vidika varovanja okolja kot tudi njihove učinkovitosti, zelo sporna. Zatiranje odraslih hroščev hmeljevega rilčkarja je skoraj nemogoče, saj jih ne najdemo na listih hmelja. Za razliko od lucerninega rilčkarja, ki se prehranjuje s poganjki hmelja.

3.7B Spremljanje hmeljevega in lucerninega rilčkarja med vegetacijo

Ko smo opravljali vizualne preglede hmeljišč v Savinjski dolini smo na nekaterih lokacijah našli le posamezne hrošče hmeljevega rilčkarja. Nikjer nismo opazili poškodb na listih hmeljnih rastlin. Opazovanja so sicer zelo nezanesljiva, ker je hmeljev rilčkar nočni škodljivec in se preko dneva zadržuje tik pod površjem zemlje ali v zemlji. Prav tako velja tudi za lucerninega rilčkarja, vendar smo ga kljub temu preko dneva zasledili na spodnjih delih rastline, tik ob rastlini ali v zgornjem sloju zemlje (do 5 cm globoko).

V Trgovišču pri Ormožu smo v letu 2009 v enem hmeljišču, kjer je bil posajen hmelj sorte Aurora prvo leto, našli večje število odraslih hroščev lucerninega rilčkarja. V tem nasadu je lucernin rilčkar povzročil poškodbe na mladih poganjkih hmelja. Konec aprila in v začetku maja smo v povprečju na rastlino našli 1,8 odraslega hrošča lucerninega rilčkarja (preglednica 18). Hmeljišče je obdano z gozdom in po pripovedovanjih pridelovalca je bil lucernin rilčkar v tem hmeljišču prisoten že v preteklosti. Njegova populacija je verjetno velika zaradi sosednjih njiv, kjer so v preteklosti gojili sladkorno peso, ki je tudi gostiteljica lucerninega rilčkarja. Na starejših hmeljnih rastlinah lucernin rilčkar ni povzročal posebne škode, za razliko od prvoletnih rastlin, kjer je bila v povprečju poškodovana skoraj polovica poganjkov na rastlino (preglednica 18).

Preglednica 18: Povprečno število odraslih hroščev lucerninega rilčkarja in odstotek poškodovanih poganjkov hmelja na rastlino v različnih obdobjih ocenjevanja v letu 2009

Datumi ocenjevanj	povp. število rilčkarjev/rastlino	% poškodovanih poganjkov/rastlino
17. april 2009	1,8	54,0
20. april 2009	1,2	55,2
4. maj 2009	1,3	38,6

Populacija lucerninega rilčkarja je bila v hmeljišču zelo različna. Ob robu hmeljišča, ki meji z gozdom je bilo rilčkarja zaslediti v večjem številu.

3.8B Spremljanje odraslih hroščev hmeljevega in lucerninega rilčkarja s talnimi vabami (pastmi)

Izkazalo se je, da se kljub prisotnosti hmeljevih hroščev v hmeljiščih v talno past ni ujel niti eden (preglednica 19). Razlogov za to je več in sicer, da je hmeljev rilčkar slabo mobilien. Namreč hrošč se zadržuje tik ob gostiteljski rastlini in nima težnje gibanja in iskanja drugega primerne gostitelja. Zato bi bilo potrebno za monitoring izdelati privabilo (atraktant), ki bi ciljno privabljal odrasle hrošče hmeljevega rilčkarja. Na žalost je trenutno še vedno najboljša metoda ugotavljanja prisotnosti hmeljevega rilčkarja v nasadu po prisotnosti njihovi ličink v podzemnem delu stebela hmelja, vendar takrat je že tudi nastala škoda na rastlinah.

Preglednica 19: Spremljanje odraslih hroščev hmeljevega hrošča s talnimi pastmi v hmeljiščih v letu 2009

Datumi opazovanj	Hmeljišče 1 – Drešinja vas		Hmeljišče 2 - Topovlje	
	vaba A	vaba B	vaba A	vaba B
	Št. ulovljenih hroščev hmeljevega rilčkarja			
4. 6. 2009	0	0	0	0
18. 6. 2009	0	0	0	0
02. 07. 2009	0	0	0	0
16. 07. 2009	0	0	0	0
30. 07. 2009	0	0	0	0
13. 08. 2009	0	0	0	0
27. 08. 2009	0	0	0	0

3.9B Bionomija hmeljevega rilčkarja v nadzorovanih pogojih

Pri spremljanju bionomije v rastni komori smo imeli težave s prisotnostjo sekundarnih parazitov (gliv), ki so nam uničevale ličinke, kot tudi primanjkovanja ustreznih pogojev za dokončen razvoj (trte mestoma popolnoma strohnele oz. so jih ličinke v notranjosti popolnoma uničile). Razvoj hmeljevega rilčkarja, od ličinke, ki so bile v povprečju dolge 0,8 cm, do odraslega hrošča, je trajal približno 2 meseca do 2,5 meseca. Drugače pa je v enem mesecu pri temperaturi 20 °C, 70 % relativni zračni vlagi in fotoperiodi 13 ur

svetlobe/9 ur teme ličinka hmeljevega rilčkarja zrasla v dolžino 0,2-0,4 cm. Tik pred zabubljenjem so ličinke merile v dolžino 1,6 cm (1,7 cm). Z bionomijo v nadzorovanih razmerah ter spremljanje bionomije na prostem bi bilo v bodoče potrebno še nadaljevati.

3.10B Mehanski ukrepi zatiranja ličink hmeljevega rilčkarja

Poskus mehanskega zatiranja nam ni uspel, ker nam je del poskusa zalil dež, ko je padlo v 20 min več kot 50 l dežja. Zato smo izvedli vizualne preglede na deponiji-kupu, kjer je hmeljar odložil podzemne dele stebela in sadike iz nasada, kjer je bilo več kot 80 % napaden sadik z ličinkami hmeljevega rilčkarja. Na vrhu kupa, ki je bil neposredno izpostavljen soncu, od 100 pregledanih trt, ni bilo niti ene žive ličinke. Že popolnoma drugačen rezultat je bil na globini 10 cm, saj so bile ličinke in bube še žive. Ko smo pregledali še niže na globini 20 in 30 cm je bil rezultat enak, najdene ličinke so bile žive in razviti odrasli imagi. Dolžina ličink je v povprečju merila v dolžino 1,2 cm. Poleg ličink in bub je bilo že veliko odraslih hroščev (cca. 50 % izvrtin v steblih je bilo praznih).

Razlog, da so ličinke preživele je v tem, da so bile trte premalo izpostavljene soncu, saj so bile prekrite tudi z zemljo. Iz tega lahko zaključimo, da je ukrep zasipanja napadenih trt z zemljo, ki so napadene z ličinkami hmeljevega rilčkarja, neučinkovit. Sicer pa bo potrebno poskus ponoviti.

4 SKLEPI IN ZAKLJUČKI PROJEKTA

DP - A: OBVLADOVANJE POJAVA GLIV *P. EXIGUA* in *C. CANTUARIENSIS*

- V okviru pregleda pojava bolezni v obdobju 2008-2010, ki je zajel vsa aktivna hmeljarska območja in območja z opuščeno pridelavo hmelja v Sloveniji, smo ugotovili splošno razširjenost glive *P. exigua* na večini pregledanih območij, kar je pričakovano glede na dejstvo, da gre za polifagno fakultativno glivo z večjim številom gostiteljskih rastlin. V primeru glive *C. cantuariensis* smo njeno razširjenost potrdili le na 14 od 57 pregledanih lokacij, ki so omejene na območje Savinjske doline, Ptujsko-Ormoške regije in Koroške, kjer smo zasledili prve okužbe že v letu 2005 (Lučane, Avstrija). Rezultati tako nakazujejo, da *C. cantuariensis* še ni vsesplošno razširjena v proizvodnih in naravnih habitatih Slovenije in da šele v zadnjem obdobju prihaja do napredovanja, kar bodo najverjetneje potrdili monitoringi v naslednjih letih.
- V okviru testiranja odpornosti sort hmelja smo ugotovili visoko stopnjo odpornosti na glivo *C. cantuariensis* pri sortah Cerera, Cicero, Cekin in Dana, najvišjo stopnjo občutljivosti pa pri sorti Bobek. V primeru testiranja na glivo *P. exigua* so visoko odpornost izrazile sorte Buket, Blisk, Apolon, Cerera, Cekin, Dana in Savinjski golding, najnižjo pa Bobek, Magnum in križanec 31/299. Najpogosteje zastopana sorta v pridelavi Aurora je izrazila srednjo stopnjo odpornosti na obe vrsti gliv. Pri teh ugotovitvah je potrebno tudi izpostaviti, da je poleg odpornosti pri sortah potrebno pri oceni tveganja za razvoj bolezni upoštevati tudi dolžino vegetacije posamezne sorte, kjer so najbolj izpostavljene pozne sorte (Bobek, Magnum in Celeia). V okviru testiranja smo ugotovili 30 % višjo stopnjo agresivnosti glive *C. cantuariensis* v primerjavi z glivo *P. exigua*.
- Testiranje gostiteljske specifičnosti na plevelnih vrstah je potrdilo polifagno lastnost glive *P. exigua*. Pri tem omenjena gliva lahko poleg hmelja parazitira tudi drobnocvetni rogovilček in breskovo dresen, ki spadata med pogosto zastopani plevelni vrsti v hmeljiščih. Tveganje za nastanek okužb se tako lahko poveča v hmeljiščih z nenadzorovano plevelno vegetacijo. V primeru testiranja *C. cantuariensis* smo z umetnimi okužbami uspeli okužiti le navadno konopljo, ki spada med hmelju sorodne rastline, kar nakazuje, da tej glivi hmelj predstavlja primarnega gostitelja.
- Na osnovi »in vitro« testiranja fungicidov lahko zaključimo, da so najvišjo stopnjo učinkovitosti za zatiranje glive *C. cantuariensis* izrazili: pripravek is skupine benzimidazolov Topsin M, triazolna pripravka Folicur EW 250 in Systhane 12E, pripravek iz skupine ditiokarbamatov Dithane M-45, pripravek na osnovi a.s boskalit Cantus in strobilurinski pripravek na osnovi a.s azoksistrobin Quadris. Dobro delovanje z 70 % učinkovitostjo sta izrazila tudi preventivna pripravka Delan in Folpan 80WDG, ki se v hmeljarstvu uporabljata za zatiranje hmeljeve peronospore, medtem ko sta bakreni pripravek Champion 50WP in pripravek na osnovi žvepla Pepelin izrazila nizko stopnjo učinkovitosti. V primeru glive *P. exigua* je testiranje izrazilo podobne ugotovitve z doseganjem najvišje stopnje učinkovitosti pri triazolnih (Folicur EW 250 in Systhane 12E) in benzimidazolnem pripravku (Topsin M). Dobro

delovanje poleg pripravka Dithane M-45 in Cantus, pa so izrazili tudi Aliette Flash, bakreni pripravek Champion 50WP in strobilurinski pripravek Zato.

- Rezultati testiranja mešanja fungicidov so pri glivi *C. cantuariensis* izrazili večinoma aditiven način delovanja. Sinergističen vpliv smo zaznali pri mešanju pripravka Systhane 12E s pripravkom Pepelin v koncentraciji 10 µg/ml in s pripravkom Champion 50WP pri koncentracijah 1000 in 1500 µg/ml. V primeru testiranja mešanic na glivi *P. exigua* smo ugotovili sinergističen vpliv mešanja pripravka Systhane 12E s pripravkom Pepelin pri koncentracijah 100, 1500 in 2000 µg/ml. Za razliko od testiranja na glivi *C. cantuariensis* smo sinergizem ugotovili tudi pri mešanju Systhane 12E s strobilurinskim pripravkom Quadris v koncentracijah 0,01 in 0,1 µg/ml. Pri vseh ostalih koncentracijah in pripravkih smo določili aditiven vpliv mešanice, medtem ko negativnega vpliva mešanja fungicidov nismo zaznali.
- V okviru »in planta« testiranja so vsi fungicidi (v priporočenih odmerkih), ki imajo registracijo za uporabo na hmelju v Sloveniji in so nosilci različnih a.s izrazili zelo dobro preventivno delovanje na obe vrsti gliv, pri čemer je najvišjo stopnjo delovanja izrazil sistemski pripravek Systhane 12E. Med učinkovitostjo posameznih fungicidov nismo zaznali statistično značilnih razlik.
- V okviru spremljanja epidemioloških lastnosti smo ugotovili, da je s Hirstovimi volumetričnimi lovilci spor možno spremljati dinamiko pojava spor glive *C. cantuariensis*. Tako bomo na standardnih lokacijah lovilcev opazovalno napovedovalne službe, ki so namenjene spremljanju hmeljeve peronospre dodatno vključili spremljanje konidijev te glive. V primeru glive *P. exigua* spor te glive, kljub pojavi v hmeljišču, nismo zaznali na vazelinskih trakovih lovilcev, kar kaže na to, da spremljanje pojava z tovrstnimi lovilci spor ni uspešno. Večino okužb, ki smo jih zaznali se je pri obeh vrstah gliv pojavila v sredini in konec meseca avgusta, kar sovpada z razporeditvijo padavinskega režima v zadnjih 5 letih in polne vegetacije hmelja, ki z gostim in visokim sklopom daje idealne mikroklimatske pogoje za nastanek okužb. To potrjuje tudi natančno mapiranje okuženega nasada z glivo *C. cantuarinsis*, kjer smo najvišji delež in stopnjo okužbe zaznali v osrednjem delu nasada. Prav tako smo s posrednimi dejstvi ugotovili možno širjenje glive *C. cantuarinsis* s sadilnim materialom.
- Vse ugotovitve projekta smo sprotno v okviru tehnološkega lista »Hmeljarske informacije«, revije Hmeljar in tehnoloških sestankov posredovali pridelovalcem.

DP - B: OBVLADOVANJE HMELJEVEGA HROŠČA (RILČKARJA) (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panz.) IN LUCERNINEGA RILČKARJA (*Otiorhynchus ligustici* L.)

S pridobljenimi rezultati projekta Obvladovanje hmeljevega rilčkarja (*Neoplinthus tigratus porcatus*) in lucerninega rilčkarja (*Otiorhynchus ligustici*) lahko zaključimo:

- Hmeljev rilčkar (*Neoplinthus tigratus porcatus*) je v velikem številu zastopan na območju Savinjske doline, v manjšem na Ptujsko-Ormoškem območju, nismo pa ga zasledili v hmeljiščih na Koroškem. Z vizualnimi pregledi nismo ugotovili preference hmeljevega rilčkarja glede na posamezne sorte hmelja.
- Lucerninega rilčkarja (*Otiorhynchus ligustici*) smo našli v večjem obsegu v hmeljišču le na eni lokaciji in sicer v Trgovišču, kjer so odrasli hrošči povzročali škodo na mladih poganjkih hmelja.
- V podzemnih delih stebela (sadikah) hmelja v hmeljiščih smo našli le ličinke hmeljevega rilčkarja.
- Iz opazovanj lahko trdimo, da hrošči hmeljevega rilčkarja ne povzročajo škode na hmelju, temveč le ličinke, ki delajo krivuljaste hodnike v notranjosti stebel in tudi v koreniki ter tako povzročajo t.i. »črvivost trt«.
- Monitoring odraslih hroščev hmeljevega rilčkarja s talnimi pastmi (vabami) je bil neuspešen. V ta namen je v bodoče potrebno izdelati/ugotoviti ustrezen atraktant (privabilo) za njihove image.
- Populacija hmeljevega rilčkarja je po vsej verjetnosti narasla zaradi neupoštevanja fitosanitarnih-higienskih ukrepov, zmanjšane uporabe insekticidov s kontaktnim načinom delovanja, spremenjenih podnebnih razmer.
- Uporaba insekticidov v hmeljiščih je z vidika varovanja okolja kot tudi njihove slabe učinkovitosti na ličinke hmeljevega in lucerninega rilčkarja nesprejemljiva.
- Uporaba entomopatogenih nematod kot biotičen način zatiranja ličink hmeljevega rilčkarja je neučinkovita zaradi dejstva, da infektivne entomopatogene nematode ne dosežejo v notranjost podzemnega stebela hmelja, kjer se nahajajo ličinke hmeljevega rilčkarja.
- Za zatiranje ličink lucerninega rilčkarja pri pridelavi certificiranih sadik hmelja (CS_A) z entomopatogenimi nematodami je učinkovito, saj so ličinke prisotne ob koreniki rastlin, do katerih infektivne nematode zlahka dosežejo. Z njimi so dosegli tudi več kot 80 % učinkovitost, kar je za zatiranje ličink rilčkarjev dober rezultat. Entomopatogene nematode je potrebno pravočasno uporabiti, ko še niso prisotne bube, na katere imajo entomopatogene nematode slabši učinek. Čas uporabe omenjenih nematod pa je omejen na zunanje dejavnike – predvsem temperaturo tal, ki mora biti višja od 12 °C.
- Za zmanjšanje populacije hmeljevega rilčkarja v hmeljiščih je potrebno dosledno izvajanje fitosanitarnih-higienskih ukrepov, kamor sodi redno pobiranje ostankov po rezi hmelja in odvoz ter uničenje ostankov izven hmeljišč. Najbolj zanesljiv ukrep je sežiganje le-teh ali razrez sadik in na ta način mehansko uničiti ličinke. Trenutno sežiganje v naravi ni dovoljeno. Zasipanje napadenih trt z zemljo, ki naj bi imelo pozitiven učinke za zatiranje ličink hmeljevega rilčkarja, je potrebno še dodatno preveriti. Trenutne raziskave so pokazale, da je ta ukrep manj zanesljiv.
- V bodoče je potrebno ugotoviti še morebiti ostale gostiteljske rastline hmeljevega rilčkarja, trenutno je znan kot monofag na hmelju.

VIRI

1. Barbour, J.D., 2009. Field Guide for Integrated Pest Management in Hops. Root Weevils. Oregon State University, University of Idaho, U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service and Washington State University, 2009, str. 44-45.
2. Dolinar M., Ferant N., Žolnir M., Simončič A., Knapič V., 2002. Bolezni, škodljivci in pleveli v hmeljskih nasadih. Priročnik za hmeljarje. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, str. 73
3. Ferguson C.S., Schroeder P.C., Schields E.J., 1995. Vertical-distribution, persistence and activity of entomopathogenic nematodes (Nematoda, Heterorhabditidae and Steinernematidae) in alfalfa snout beetle (Coleoptera, Curculionidae) infested fields. Environmental Entomology, 24 (1): str. 149-158
4. Gisi, U., 1996. Synergistic Interaction of Fungicides in Mixtures. Symposium: Synergism, Antagonism, and Additive Action of Fungicides in Mixtures. Phytopathology, Vol. 86 No. 11, 1996: 1273-1279.
5. Jahresbericht 2007. Pflanzenschutz im Hopfenbau. Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung, Germany, 2007, str. 56-77.
6. Janežič, F., 1951. Varstvo rastlin pred boleznimi in škodljivci. Državna založba Slovenije, 1951, str. 350-351.
7. Kač, M., 1957. Bolezni in škodljivci na hmelju. Žalec, Kmetijska proizvodna in poslovna zveza Žalec, (1957), str. 153-155.
8. Kišgeci, J. 2002. Hmelj. Partenon, 2002, str. 264-265.
9. Koike, S.T., Subbarao, K.V., Verkley, G.J.M., Fogle, D., O'Neill, T.M., 2006. Phoma basal rot of romanie lettuce in California caused by *Phoma exigua*: Occurrence, Characterisation, and Control. Plant Disease. 90: 1268-1275
10. LaMondia, J.A. in Douglas, S.M., 1997. Sensitivity of *Botrytis cinerea* from Connecticut Greenhouses to Benzimidazole and Dicarboximide Fungicides. Plant Disease, Vol. 81 No. 7, 1997.
11. Pethybridge S.J. in Hay F.S., 2005. Development of a Fungicide-Based Management Strategy for Foliar Disease Caused by *Phoma ligulicola* in Tasmanian Pyrethrum Fields. Plant Disease, Vol. 89 No. 10, 2005: 1114-1120.
12. Pidopoličko, N.M., 1978. Gribo paraziti kulturnih rastenij, opredelitelj. Tom 3, strana 102, 253-145, Kijev.
13. Priručnik izveštajne i prognozne službe zaštite poljoprivrednih kultura. Savez društava za zaštitu bilja Jugoslavije, Beograd, 1983, str. 350-352.
14. RADIŠEK, Sebastjan, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka, DE GRUYTER, J. First report of *Phoma exigua* as a pathogen of hop in Slovenia. *Plant Pathol.*, 2008, vol. 57, no. 2, str. 381.
15. RADIŠEK, Sebastjan, LESKOŠEK, Gregor, JAKŠE, Jernej, JAVORNIK, Branka. Occurrence of *Cercospora cantuariensis* on hop in Austria and Slovenia. *Plant Pathol.*, 2009, vol. 58, str. 400.

16. Radišek S., Jakše J., Javornik B., De Gruyter, J. 2008: First report of *Phoma exigua* as a pathogen of hop in Slovenia. *Plant Pathol.* vol. 57, no. 2, str. 381.
17. Radišek S., Leskosek G., Jakše J., Javornik B. 2008: Occurrence of *Cercospora cantuariensis* on hop in Austria and Slovenia. *New Disease Reports* [<http://www.bspp.org.uk/ndr/>] Volume 17.
18. Rak Cizej, M., Radišek, S., 2009. Hmeljev hrošč (*Neoplinthus tigratus porcatus* Panzer) in lucernin rilčkar (*Otiiorhynchus ligustici* L.) v slovenskih hmeljiščih. V: MAČEK, Jože (ur.). *Izvečki referatov*. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije, 2009, str. 40.
19. Rak Cizej, M., Žolnir, M., 2002. Hmeljev hrošč (*Neoplintus porcatus* (Panz), vse pogostejši škodljivec slovenskih hmeljišč. V: FRISKOVEC, Irena (ur.). *40. seminar o hmeljarstvu, Portorož, 14. in 15. februar 2002, Slovenija : izvečki prispevkov*. Žalec: Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, 2002, str. 10-11.
20. Shilds E.J., Testa A., Miller J.M., Flanders K.L., 1999. Field efficacy and persistence of the entomopathogenic nematodes (*Heterorhabditis bacteriophora* »Oswego« and *H. bacteriophora* »NC« on alfalfa snout beetle larvae (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Entomology*, 28 (1): str. 128-136
21. Šepec, A., 1955. Še o rezi in črvičnosti hmelja. *Hmeljar*, Celje, 1955, letnik X, št. 3, str. 2-3.
22. Vincelli P. in Dixon E., 2002. Resistance to Q_oI (Strobilurin-like) Fungicides in Isolates of *Pyricularia grisea* from Perennial Ryegrass. *Plant Disease*, Vol. 86 No. 3, 2002.
23. Vostrel, J., 1997. Hop protection against alfalfa snout weevil (*Otiiorhynchus ligustici* L.) in Czech hop-gardens, *Rostlinna výroba*, 1997, 43(7), str. 333-335.
24. Vrabl, S., 1992. Škodljivci poljščin. *ČZP Kmečki glas*, Ljubljana, 1992, str. 128-129.
25. Wise, K.A., Bradley, J.S., Gudmestad, N.C., Dugan, F.M., Chen, W., 2008. Baseline Sensitivity of *Ascochyta rabiei* to Azoxystrobin, Piraclostrobin and Boscalid. *Plant Disease*, Vol. 92 No. 2, 2008.
26. Wormald, 1946. *Diseases of Fruits and Hops*, London Crosby Lockwood & Son ltd, 302.
27. Žolnir, M., Simončič, A., 2001. Hmeljev hrošč (*Plintus porcatus* = *Neoplintus porcatus*). *Hmeljarske informacije*, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec, letnik 18, 2001(3), str. 9-10.