

**CERCOSPORA CANTUARIENSIS NA HMELJU V AVSTRIJI IN SLOVENIJI**Sebastjan RADIŠEK<sup>1</sup>, Gregor LESKOŠEK<sup>2</sup>, Jernej JAKŠE<sup>3</sup>, Branka JAVORNIK<sup>4</sup>UDK / UDC 632.25: 633.791 (436) (497.4) (045)  
izvirni znanstveni članek / original scientific article  
prispelo / received: 17.10.2008  
sprejeto / accepted: 16.12.2008**IZVLEČEK**

V avgustu leta 2005 je prišlo na hmeljarskem območju Lučane (Leutschach) na avstrijskem Koroškem, do agresivnega izbruha neidentificirane cercosporoidne glive, ki je v več nasadih sort Celeia in Cicero, prizadela precejšnji del listne mase in storžke. V letu 2006 se je bolezen pojavila v manjšem obsegu, medtem ko je konec avgusta v letu 2007 ponovno prišlo do večjega izbruha, ki je tokrat zajel tudi nasade v Sloveniji, v Radljah ob Dravi. Na osnovi klasičnih in molekularnih diagnostičnih tehnik je bila kot povzročiteljica bolezenskih znamenj identificirana gliva *Cercospora cantuariensis*. V prispevku so predstavljene ocene izgube pridelka v najbolj prizadetih nasadih, diagnostične tehnike identifikacijske analize in osnovne epidemiološke lastnosti povzročiteljice s taksonomijo ter usmeritvami za obvladovanje.

**Ključne besede:** diagnostika, bolezni rastlin, varstvo rastlin

**CERCOSPORA CANTUARIENSIS ON HOP IN AUSTRIA AND SLOVENIA****ABSTRACT**

In August 2005, necrotic lesions on cones and leaves were observed on hop varieties Celeia and Cicero in the Kärnten (Leutschach) region of Austria, caused by unidentified cercosporoid fungi. In 2006 the disease appeared in minor extend, but in 2007 a new severe outbreaks emerged which spread also to the nearby hop growing area in Radlje ob Dravi, Slovenia. On the basis of classical and molecular diagnostics techniques, fungus *Cercospora cantuariensis* was identified as the causal agent. The article presents crop loss assessments from affected hop gardens, diagnostics techniques used in the identification analysis, basic epidemiology of the fungus with taxonomy and directions for crop protection.

**Key words:** diagnostics, plant diseases, plant protection

---

<sup>1,2</sup> Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Diagnostični laboratorij, Cesta Žalskega tabora 2, SI-3310 Žalec

<sup>3,4</sup> Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za genetiko, rastlinsko biotehnologijo in žlahtnjenje, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana

## 1 UVOD

V sredini avgusta leta 2005 je prišlo na hmeljarskem območju Lučane (Leutschach) na avstrijskem Koroškem, do agresivnega izbruha neidentificirane cercosporoidne glive, ki je v več nasadih hmelja sort Celeia in Cicero, kljub večkratni uporabi bakrenih pripravkov, prizadel precejšnji del listne mase in storžke. V letu 2006 se je bolezen pojavila v manjšem obsegu, medtem ko je konec avgusta v letu 2007 ponovno prišlo do večjega izbruha, ki je takrat zajel tudi nasade v Sloveniji, v Radljah ob Dravi. Bolezen je zelo hitro napredovala, predvsem na sortah Celeia, Bobek in Aurora tako, da je bilo potrebno izvesti predčasno spravilo pridelka. Pri pregledu obolelih nasadov v Lučanah iz leta 2005, smo v letu 2006 in 2007 bolezen najprej opazili na spodnjem in srednjem delu rastlin, v preostalih nasadih, kamor se je razširila, pa je bolezen prizadela predvsem zgornjo tretjino rastlin. Bolezenska znamenja na listju so se najprej izrazila v obliki majhnih ovalnih vijolično rjavih peg, ki so se pozneje razvile do velikosti premera en centimeter. Z napredovanjem boleznii so se pege združevale in na najbolj prizadetem listju zajele celotno listno površino. Na storžkih so se pojavile rdečo rjave nekroze nepravilnih oblik, ki so se širile in v nekaterih primerih zajele celotno površino storžkov.

Opisi podobnih bolezenskih znamenj na navadnem hmelju (*Humulus lupulus*) so znani iz Anglije, Nemčije, Rusije; na japonskem hmelju, ki spada med enoletne rastline brez gospodarske vrednosti, pa iz Kitajske in Koreje (*Humulus japonicus*) [3,22]. Poudariti je potrebno, da v nobenem primeru ni opisov o večjih izbruhih, ki bi povzročili gospodarsko škodo na navadnem hmelju. Zaradi nenadnega in agresivnega bolezenskega pojava, ki je poleg listja prizadel tudi storžke in povzročil škodo na pridelku, smo takoj pričeli s postopki identifikacije povzročitelja, saj je le to predpogoj za vse nadaljnje aktivnosti pri varstvu pridelka. V prispevku je predstavljena identifikacijska analiza povzročitelja boleznii, njegove osnovne epidemiološke lastnosti s taksonomijo in usmeritvami za obvladovanje.

## 2 MATERIAL IN METODE

### 2.1 Izolacija in mikroskopska analiza

Izolacijo glive smo opravili iz prizadetega tkiva storžkov in listja, ki smo ga predhodno mikroskopsko pregledali. Pri tem smo v sterilnih pogojih izvedli površinsko sterilizacijo z namakanjem tkiva (2 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 4 dneh smo izolirane kulture mikroskopsko pregledali in z namenom ohranitve čistih kultur ter nadaljnjega opazovanja precepili na identifikacijsko gojišče V-8. Izolate izolirane na območju Slovenije smo označili z zaporedno številko in kratico CCS, iz Avstrije pa CCA.

### 2.2 Patogeni testi

Patogene teste smo izvedli z umetnimi okužbami storžkov in listja lateralnih poganjkov, ki smo jih nabrali v nasadu sorte Celeia. Pri tem smo po dva lateralna poganjka uredili v obliki šopkov v 500 ml erlenmajericah v 4 ponovitvah za vsako sorto. Inokulum smo pripravili s spiranjem kultur reprezentativnega izolata (2CCS) s sterilno destilirano vodo. Infekcijski

potencial inokula smo s Thoma števno komoro umerili na koncentracijo  $10^5$  konidijev/ml. Lateralne poganjke smo inokulirali z ročno razpršilko, pokrili s prozorno PVC vrečko in inkubirali v rastni komori (Kambič, RK-13300) 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. Pri tem smo v času osvetlitve temperaturo komore naravnali na 20° C, v temni fazi pa na temperaturo 15° C. Pojav bolezni na lateralnih poganjkah smo ocenili 3 in 7 dni po inokulaciji kot delež prizadete površine listja in storžkov s skalo 0-5 (0 = brez bolezenskih znamenj, 1 = 1-20%; 2 = 21-40%; 3 = 41-60%, 4 = 61-80%, 5 = 81-100%). Prisotnost glive na prizadetem tkivu smo potrdili s svetlobnim mikroskopom in reizolacijo izolata.

### 2.3 Izolacija DNA

Pred izolacijo DNA smo izolate namnožili v tekočem gojišču »General fungal medium« [20]. Kulture smo 4-5 dni inkubirali v temi pri sobni temperaturi na rotacijskem stresalniku (50 vrt./min). Po inkubaciji smo micelij iz gojišča filtrsko odstranili in ga večkrat sprali s sterilno destilirano vodo. Sledila je izolacija DNA po vpeljanem SDS protokolu, ki sta ga razvila Lee in Taylor [14], z manjšimi modifikacijami. Za izolacijo DNA iz prizadetega rastlinskega tkiva smo uporabili CTAB metodo [13].

### 2.4 Molekularna identifikacija

Molekularno identifikacijo smo opravili z določitvijo nukleotidnega zaporedja ITS (angl. Internal Transcribed Spacer) regij ribosomalnih RNA genov (rRNA). Pri tem smo najprej izvedli polimerazno verižno reakcijo (PCR) pomnoževanja ITS1, 5.8S rDNA in ITS2 regij s pomočjo ITS4/ITS5 specifičnih začetnih nukleotidov [21]. Reakcijske mešanice (50  $\mu$ l) so vsebovale 1 $\times$  PCR pufer, 0,2 mM vsakega dNTP-ja, 0,5  $\mu$ M vsakega začetnega oligonukleotida, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub> in 0,6 enote encima *Taq* DNA polimeraze in 20 ng genomske DNA glivnih izolatov. V primeru kontrolne reakcije smo namesto DNA izolatov, uporabili 2  $\mu$ l sterilne vode. Reakcije smo izvajali v PCR napravi PE9700 (Perkin Elmer, Foster City, ZDA), po naslednjem temperaturnem profilu: začetna 4-minutna denaturacija pri 94° C, ki ji je sledilo 30 ciklov pri 94° C (45 s), 58° C (30 s) in pomnoževanje pri temperaturi 72° C (70 s). Uspešnost PCR pomnoževanja smo preverili z 1,6 % agarozno gelsko elektroforezo. Določitev nukleotidnega zaporedja smo izvedli s pomočjo sekvenčnega servisa (Macrogene, Korea). Nukleotidna zaporedja fragmentov smo primerjali s podatki v GenBank (NCBI) podatkovnih bazah z uporabo skupine programov BLAST [1].

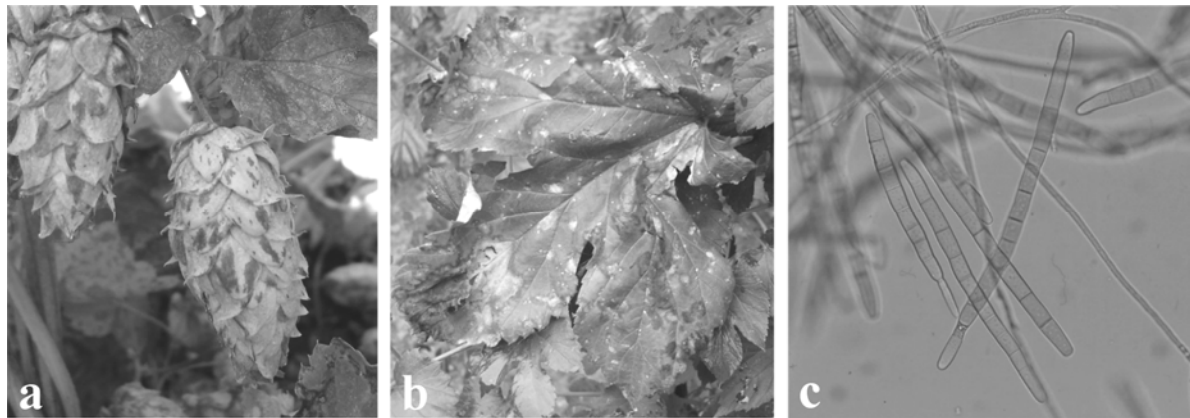
### 2.5 Ocenitev obsega in stopnje okužbe

Ocenitev pojava bolezni v prizadetih nasadih smo opravili v času obiranja hmelja. Pri tem smo na končnem traku obiralnega stroja odvzeli vzorce v obsegu približno 4000 storžkov, izmed katerih smo jih za nadaljnjo analizo naključno izbrali 400. Izbrane storžke smo v laboratoriju pregledali s svetlobnim mikroskopom in jim ocenili stopnjo okužbe z ocenjevalno skalo od 0-4 (0 = brez okužbe, 1 = do 1 %, 2 = 1-5 %, 3 = 5-20 %, 4 = nad 20 % okužba). Indeks okužbe smo izračunali po formuli Townsend-Heuberger.

### 3 REZULTATI IN DISKUSIJA

#### 3.1 Morfološka identifikacija

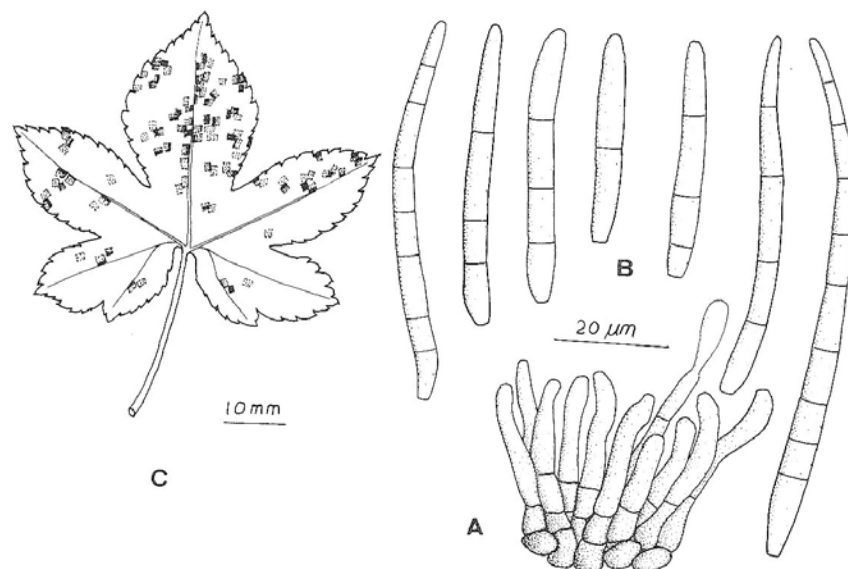
Mikroskopski pregled prizadetega tkiva listov in storžkov je razkril prisotnost blede rjavih konidijev in konidioforov (slika 1). Konidiofori so se pokazali kot nerazvejani, septirani (1-7), pokončni, veliki  $10 (8-20) \times 40 (25-200) \mu\text{m}$ , z okroglasto konico. Oblika konidijev je bila cilindrična, ravna do delno ukrivljena, velikosti  $13 (10-21) \times 250 (135-510) \mu\text{m}$ , s 5-19 septami ter z okroglim do rahlo koničnimi konci. Z metodo površinske sterilizacije smo iz prizadetega tkiva na V8 gojišče izolirali po 5 izolatov iz Avstrije (1-5CCA) in Slovenije (1-5CCS). Kulture so razvile rahlo puhast zeleno do sivo rjav micelij s koncentričnem razvojem, ki so hkrati z razvojem sporulirale oz. sprožile nastanek konidijev. Na osnovi morfoloških lastnosti smo določili, da je izolirana gliva *Cercospora cantuariensis* Salmon & Wormald [4].



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

Figure 1: Disease symptoms on hop caused by *Cercospora cantuariensis*: a: brown lesions on hop cones; b: lesions on leaves; c: conidia

Zelo podobna bolezenska znamenja in morfološke lastnosti razvijeta tudi glivi *Pseudocercospora humuli* (Hori) Y.L. Guo & X.J. Liu in *P. humuli-japonici* Sawada ex Goh & W.H. Hsieh (slika 2), ki se večinoma omenjata kot parazita japonskega hmelja, zato smo potrditev morfološke identifikacije nadaljevali z molekularno analizo.



Slika 2: *Pseudocercospora humuli-japonici*: A, Skupek konidioforov. B, Konidiji. C, Pege na listu [10]  
 Figure 2: *Pseudocercospora humuli-japonici*: A, Fascicle of conidiophores. B, Conidia. C, Leaf spots [10]

### 3.2 Patogeni testi

Z namenom potrditve Kochovih postulatov in določitve inkubacijske dobe smo izvedli testiranje patogenosti reprezentativnega izolata 2CCS. Pri tem smo umetno okužili lateralne poganjke hmelja sorte Celeie, ki se je do sedaj izkazala za občutljivo. Poganjke smo izpostavili visokemu infekcijskemu potencialu in ob tem ustvarili idealne pogoje za razvoj bolezni. Prva bolezenska znamenja so se razvila že 3 dni po inokulaciji. Na listih so se razvile vijolično rjave pege, ki so se z napredovanjem večale in združevale ter v tednu dni kolonizirale celotno listno površino. Na storžkih smo opazili rjavenje na različnih mestih braktej in brakteol, ki je prav tako napredovalo in zajelo znaten del površine storžkov. Z mikroskopskim pregledom smo potrdili prisotnost glive *C. cantuariensis*, ki smo jo reizolirali na krompirjevo gojišče. Reizoliran izolat smo nadalje analizirali z molekularno analizo. Rezultati poskusa so tako pokazali zelo kratko inkubacijsko dobo in visoko agresivnost te glive v idealnih pogojih, s čimer si lahko razlagamo zelo hitro napredovanje bolezni v okuženih nasadih.

Preglednica 1: Rezultati patogenega testiranja izolata 2CCS glive *Cercospora cantuariensis*  
 Table 1: Results of pathogenicity testing of 2CCS isolate of *Cercospora cantuariensis*

Sorta	Dan po inokulaciji	Ocena prizadetosti listja in storžkov <sup>a</sup>					Reizolacija	
		Šopek	1	2	3	4		K <sup>b</sup>
Celeia	3	Listje	1	0	1	1	0	+
		Storžki	0	0	1	0	0	+
	7	Listje	3	2	4	4	0	+
		Storžki	1	1	2	1	0	+

<sup>a</sup>Skala 0-5 (0=brez bolezenskih znamenj, 1 = 1-20%; 2 = 21-40%; 3 = 41-60%, 4 = 61-80%, 5 = 81-100%)

<sup>b</sup>Neokužen šopek lateralnih poganjkov hmelja

### 3.3 Molekularna identifikacija

Z namenom potrditve rezultatov morfološke analize smo določili nukleotidno zaporedje ITS regij ribosomalnih RNA genov (ITS 1, 5.8S rDNA and ITS 2) dvema reprezentativnima izolatoma 1CCA in 2CCS, reizoliranem izolatu 2CCS, ter referenčnem izolatu glive *C. cantuariensis* (CBS 112.24), ki smo ga pridobili iz mikološke zbirke The Centraalbureau voor Schimmelcultures (CBS) - an Institute of the Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences (KNAW). Pri vseh 4 izolatih smo dobili enako 566 bp dolgo sekvenco, ki je pri primerjavi v podatkovni GenBank [1], pokazala najvišjo stopnjo podobnosti (95 %, 491/515) s sekvenco (AY266155) izolata MA12 glive *Mycocentrospora acerina*, ki povzroča gnitje korenin in pegavost listja na korenju (*Daucus carota*), kumini (*Carum carvi*), zeleni (*Apium graveolens*) in pastinaku oz. navadnem rebrincu (*Pastinaca sativa*). Na osnovi molekularne analize in primerjave z ostalimi cercosporoidnimi glivami lahko sklepamo, da bi bilo primerneje glivo *C. cantuariensis* uvrstiti v rod *Mycocentrospora* in jo tako preimenovati v *M. cantuariensis*, vendar je potrebno pred tem opraviti še dodatne analize. Kot referenco našim analizam smo v podatkovno bazo GenBank vpisali ITS sekvence za izolate 1CCS, 2CCS in CBS 112.12, pod akcesijske številke EU346862, EU346863 in EU346864.

### 3.4 Taksonomija in nomenklatura

Rod *Cercospora* predstavlja pomembno skupino vrst gliv, ki so patogene širokemu spektru različnih rastlin, saj jih najdemo na skoraj vseh družinah dvokaličnic in enokaličnic ter celo na iglavcih in praprotilih. Skupno je opisanih več kot 3000 vrst in predstavlja eno največjih skupin hifomicet [16]. Prvo podrobnejše seciranje in pregled te obsežne skupine je na osnovi morfoloških lastnosti opravil Deighton [6-9], ki je re-klasificiral mnogo vrst v rodove kot so *Cercospora*, *Cercosporidium*, *Paracercospora*, *Pseudocercospora*, *Pseudocercospora*, *Pseudocercosporidium*, *Mycocentrospora* in mnoge druge, kar kaže na kompleksnost celotne skupine, ki jo lahko imenujemo tudi skupina cercosporoidnih gliv. Po zadnji reviziji, ki je vključevala tudi molekularne analize, je v rod *Cercospora* vključenih 659 vrst, kjer pri večini spolna faza ni znana, dokazano pa je, da rod *Cercospora* predstavlja anamorfnu obliko rodu *Mycosphaerella* [5]. Taksonomsko je torej gliva *C. cantuariensis* uvrščena v družino Mycosphaerellaceae, red Capnodiales, podrazred Dothideomycetidae, razred Dothideomycetes in skupino Ascomycota. Obstajajo tudi trije sinonimi za to glivo in sicer *Centrospora cantuariensis* (E.S. Salmon & Wormald) Deighton, *Mycocentrospora cantuariensis* (E.S. Salmon & Wormald) Deighton, in *Pseudocercospora cantuariensis* (E.S. Salmon & Wormald) U. Braun [11]. Z namenom poimenovanja bolezni, ki jo povzroča *C. cantuariensis*, smo poslovenili angleško ime »Cercospora leaf spot« [2] v hmeljeva cercosporna pegavost, ki ga navajamo tudi v ostalih publikacijah.

### 3.5 Ocenitev obsega in stopnje okužbe

Ocenitev pojava bolezni in škodo v posameznih nasadih smo opravili v Radljah ob Dravi v času obiranja hmelja. Pri tem smo na končnem traku obiralnega stroja odvzeli vzorce storžkov, ki smo jih v laboratoriju mikroskopsko pregledali in ocenili z ocenjevalno skalo od 0 do 4. Stopnjo okužbe, ki jo lahko upoštevamo kot indikator uničenega pridelka, smo izračunali po formuli Townsend – Heuberger. Iz preglednice 2 je razvidno, da se je delež obolelih storžkov v nasadih gibal med 7 do 26 odstotki in da je stopnja okužbe v najbolj prizadetem nasadu dosegla več kot 16 odstotkov, kar kaže na izredno agresiven izbruh

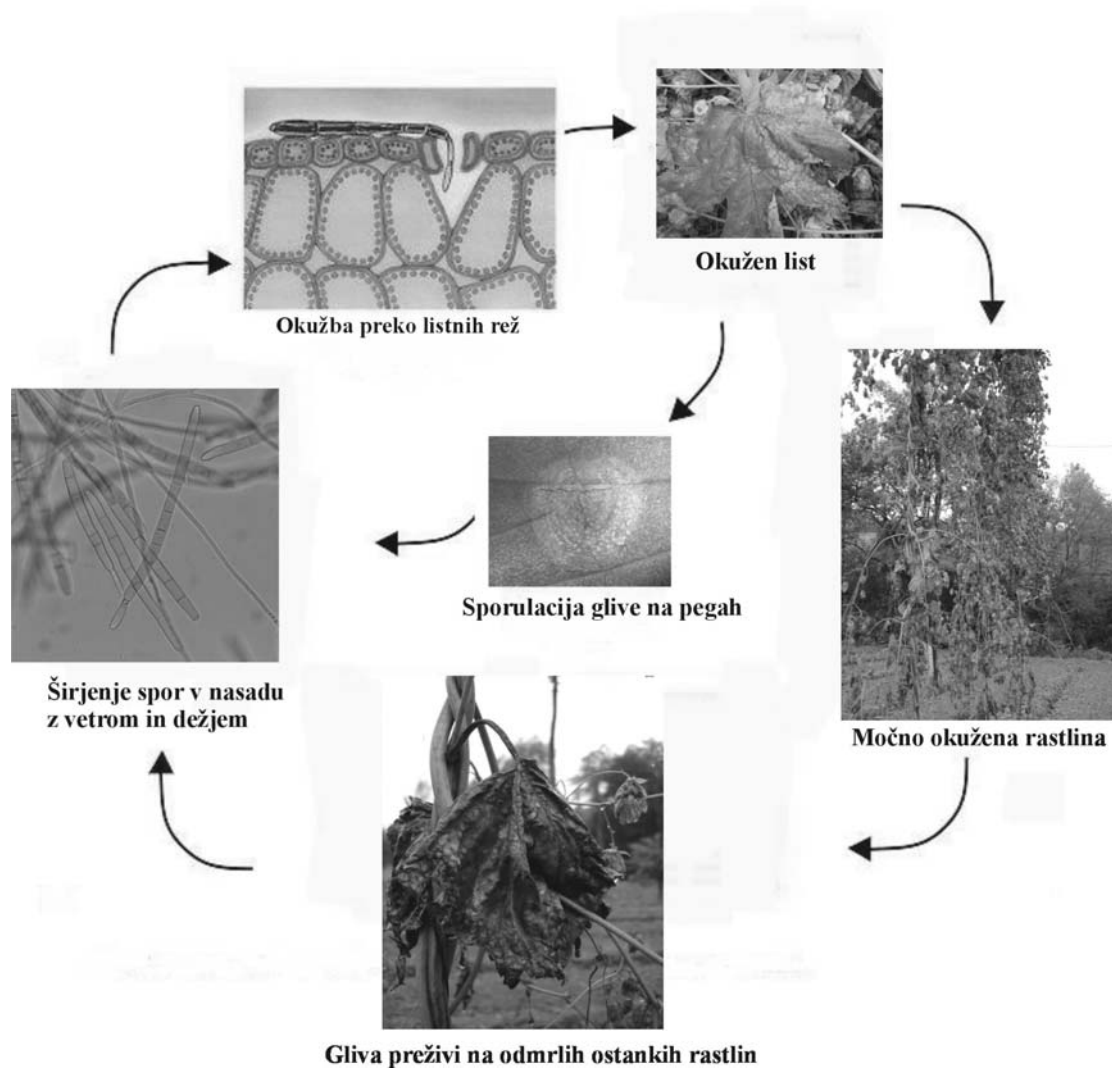
hmeljeve cercosporne pegavosti, ki je primerljiv z večjimi izbruhi hmelju najpomembnejše bolezni hmeljeve peronospore (*Pseudoperonospora humuli*).

Preglednica 2: Pojav glive *Cercospora cantuariensis* na hmeljnih storžkih glede na sorto in hmeljišče v Radljah ob Dravi v letu 2007

Table 2: The appearance of *Cercospora cantuariensis* on hop cones regarding variety and hop garden in Radlje ob Dravi in 2007

Hmeljišče	Sorta hmelja	Stopnja okužbe <sup>a</sup> (%)	Delež prizadetih storžkov (%)
H8	Aurora	16,6	26
H4	Aurora	9	13
B4	Celeia	10,3	17,5
H7	Aurora	4,5	7,7
H1-2	Aurora	6,4	9,3
B6	Aurora	5,6	9,7

<sup>a</sup>Townsend-Heuberger indeks obolenja



Slika 3: Razvojni krog glive *Cercospora cantuariensis* na hmelju

Figure 3: Life cycle of *Cercospora cantuariensis* on hop

### 3.6 Epidemiologija in razvojni krog glive *Cercospora cantuariensis*

Epidemiološke lastnosti skupaj z razvojnim krogom (Slika 3) glive *C. cantuariensis* so podrobno še neraziskane, kljub temu pa lahko na osnovi dosedanjih opazovanj in podatkov sorodnih vrst povzamemo, da gliva preživi na odmrlih ostankih obolelih delov hmelja. Najverjetneje tvori klamidospore, ki ji omogočajo tudi večletno preživetje v tleh. Pri nekateri sorodnih glivah kot je npr. *M. acerina* se klamidospore ohranijo tudi do 11 let [19]. Prve okužbe lahko pričakujemo v zadnji dekadi junija predvsem na spodnjem delu rastline. Po primarni okužbi nadaljnje širjenje poteka s konidiji, ki se formirajo na listnih pegah. Toplo in vlažno vreme s pogostimi padavinami pospešuje nastanek večjih izbruhov, ki se pričakujejo predvsem v mesecu avgustu in septembru, ko prihaja tudi do okužb storžkov. Takšne vremenske pogoje, z znatnim odstopanjem od dolgoletnih povprečij, smo zasledili v letu 2005 in 2007, ko je prišlo do močnejših izbruhov hmeljeve cercosporne pegavosti, kar kaže na visoko odvisnost te bolezni od vremenskih razmer. Pomembno je izpostaviti, da se bolezen do sedaj omenja samo na hmelju, vendar obstaja možnost tudi ostalih gostiteljskih rastlin, kot so npr. nekater plevelne vrste, kar bo predmet prihodnjih raziskav.

### 3.7 Možnosti obvladovanja hmeljeve cercosporne pegavosti

Gliva *Cercospora cantuariensis* v nasadih preživi na odmrlih obolelih ostankih hmelja, zato vračanje hmeljevine po obiranju pridelka v hmeljišča povečuje talni infekcijski potencial in možnost za nastanek okužb. Zato priporočamo deponiranje hmeljevine izven hmeljišč. Če to ni mogoče, je priporočljivo hmeljevino najprej obdelati s kompostiranjem, kjer ob razgradnji svežih ostankov rastlin prihaja do letalnega segrevanja mase, ki povzroči odmrtnje rastlinskih patogenov. Za pravilno kompostiranje, hmeljevino uredimo v kup višine 2 m, katerega nato prekrijemo za dobo najmanj 2-3 mesecev s PVC folijo, da zagotovimo enakomerno segrevanje celotne mase kupa. Poleg fitosanitarnih ukrepov in žlahtnjenja odpornih sort hmelja je ob izbruhu nujna tudi zaščita z uporabo fungicidov. Pri tem je znanih precej aktivnih snovi, ki so učinkovite za zatiranje gliv iz rodu *Cercospora* in prihajajo iz različnih skupin fungicidov kot so npr. strobilurini (azoksistrobin, trifloksistrobin, piraklostrobin), triazoli (mikobutanil, tebukonazol, triadimenol), benzimidazoli (karbendazim), kloronitrili (klorothalonil) in drugi.

V hmeljarstvu smo zaradi relativno majhne proizvodnje hmelja kot izrazito izvozno naravnane dobrine precej omejeni z izbiro fitofarmaceutskih sredstev (FFS). Škropilni programi tako nastajajo na osnovi dovoljenih fitofarmaceutskih sredstev v Sloveniji in državah uvoznih kot sta Nemčija in Združene države Amerike. Za prvo preprečevanje izbruhov smo tako v škropilni program vključili dva strobilurinska pripravka Zato WG 50 (a.s. trifloksistrobin; Bayer Crop Science) in Quadris (a.s. azoksistrobin; Syngenta), od katerih je prvi primarno namenjen oz. registriran pri Fitosanitarni upravi Republike Slovenije za zatiranje hmeljeve pepelovke (*Sphaerotheca macularis*) in drugi za zatiranje hmeljeve peronosporne. Oba pripravka sta namenjena za preventivno uporabo. V primeru potrebe za reševanje nastankov okužb pa ju svetujemo v kombinaciji s sistemskim pripravkom Systhane 12E (aktivna snov; miklobutanil; Dow Agrosciences), ki ima prav tako dovoljenje za uporabo na hmelju, vendar primarno za zatiranje hmeljeve pepelovke. Seveda gre v tem primeru za prve usmeritve obvladovanja te bolezni. V prihodnosti bo potrebno opraviti še več raziskav predvsem v smeri določitve učinkovitosti in primernosti omenjenih fungicidov, določiti



pragove škodljivosti ter proučiti možnosti napovedovanja izbruhov hmeljeve cercosporne pegavosti.

#### 4 ZAKLJUČEK

Pojav novih bolezní je stalen evolucijski proces, ki nastaja zaradi nenehnega prilagajanja parazitov na nove gostitelje ali spreminjanja ekologije okolja. Kmetijstvo, ki predstavlja umeten proces gojenja rastlin in občutljivo strateško gospodarsko panogo, je lahko zaradi svojih lastnosti še posebno ranljivo na pojav novih bolezní. Slovensko hmeljarstvo se je v preteklosti že srečalo z velikimi izgubami pridelka, ki so jih povzročile »nove« bolezní. Tako je npr. prenos hmeljeve peronosporne iz Japonske v Evropo v letih 1926-1936 povzročil uničujoče izbruhe in prisilil pridelovalce v spremembo sortne sestave. Stalno prilagajanje parazitov na nove gostitelje, okužen sadilni material iz drugih območij, monokulturno gojenje hmelja in podnebne spremembe so in bodo predstavljali dejavnike tveganja za nastanek novih bolezenskih izbruhov. Zaradi podnebnih sprememb se je v Sloveniji v zadnjih 30 letih temperatura zraka zvišala za 1,5 °C, kar vpliva na cirkulacijo ozračja in se odraža v spremenjeni količini in porazdelitvi padavin ter vlage v ozračju [12]. Mile zime z vročimi poletji in neenakomerno razporejenimi padavinami ustvarjajo boljše pogoje za razvoj gliv iz rodov kot so npr.: *Cercospora*, *Phoma*, *Septoria*, *Erysiphe*, *Spherotheca*, *Puccinia* [15]. To se na področju hmeljarstva že izraža z nedavnim pojavom hmeljeve cercosporne pegavosti in sive pegavosti hmelja (*Phoma exigua*) [17,18]. Prihodnje aktivnosti reševanja te problematike bodo temeljile na integriranih pristopih, ki vključujejo epidemiološke študije, odpornosti sort, določanje učinkovitosti fitofarmaceutskih sredstev, fitosanitarne ukrepe in druge. To bo v prihodnosti omogočilo postavitev ustreznih strategij varstva in pripravljenost na tovrstne izzive, ki zahtevajo hitre reakcije strokovnih služb.

#### ZAHVALA

Avtorji članka se zahvaljujemo mag. M. Žolnirju, G. Pronegg-u, T. Vaukanu in S. Pogladiču za pomoč pri delu in spremljanju ter ugotavljanju razširjenosti pojava glive.

#### 5 VIRI

1. Altschul, S.F., Madden, T.L., Schaffer, A.A., Zhang. J., Zhang. Z., Miller, W., Lipman, D.J., Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs.- *Nucleic Acids Research* 25(1997), p. 3389-3402.
2. APS., <http://www.apsnet.org/online/common/comment/hop.asp> (19.10.2008).
3. CBS., <http://www.cbs.knaw.nl/databases/> (18.10.2008).
4. Chupp, C., A monograph of the fungus genus *Cercospora*. Ithaca, U.S.A: Published by the author, 1953, p. 1-667.
5. Crous, P.W., Braun, U., *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. - CBS Biodiversity Series 1(2003), s. 1-571.
6. Deighton, F.C., Studies on *Cercospora* and allied genera. II. *Passalora*, *Cercosporidium*, and some species of *Fusicladium* on *Euphorbia*. - *Mycological Papers* 112(1967), p. 1-80.

7. Deighton, F.C., Studies on *Cercospora* and allied genera. IV. *Cercosporella* Sacc., *Pseudocercosporella* gen.nov and *Pseudocercosporidium* gen.nov. - Mycological Papers 133(1973), p. 1-66.
8. Deighton, F.C., Studies on *Cercospora* and allied genera. VII. New species and redispositions.- Mycological Papers 144(1976), p. 1-56.
9. Deighton, F.C., Studies on *Cercospora* and allied genera.IV. *Pseudocercospora* Speg., *Pantospora* Cif. and *Cercoseptoria*. - Mycological Papers 140(1976), p. 1-168.
10. Hsieh, W.H. & Goh, T.K., *Cercospora* and similar fungi from Taiwan, 240(1990).
11. Index Fungorum, <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (19.10.2008).
12. Kajfež, L., Podnebne spremembe in prihodnost Slovenije. <http://www.prihodnost-slovenije.si/> (18.10.2008).
13. Kump, B., Javornik, B., Evaluation of genetic variability among common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) populations by RAPD markers.- Plant Science, 114(1996), p. 149-159.
14. Lee, S.B., Taylor, J.W., Isolation of DNA from fungal mycelia and single spores. V: *PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications*. Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, D.H., White, J.J., Eds. T.J. (ur).- San Diego, Academic Press, 1990, p. 282-287.
15. Patterson, D.T., Westbrook, J.K., Joice, R.J., Lingren, P.D., Rogasik, J., Weeds, insects, and diseases. - Climatic Change 43(1999), p. 711-727.
16. Pollack, F.G. An annotated compilation of *Cercospora* names.- Mycologia Memoir 12, 1987, p. 1-212.
17. Radišek, S., Jakše, J., Javornik, B., De Gruyter, J., First report of *Phoma exigua* as a pathogen of hop in Slovenia. - Plant Pathology 57(2008), no. 2, p. 381.
18. Radišek, S., Leskosek, G., Jakše, J., Javornik, B., Occurrence of *Cercospora cantuariensis* on hop in Austria and Slovenia. - New Disease Reports 17(2008), <http://www.bspp.org.uk/ndr/> (15.10.2008).
19. Wall C.J. & Lewis B.G., Survival of *Mycocentrospora acerina* eonidia. Transactions of the British. - Mycological Society 70(1978), p. 157-160.
20. Weising, K., Nybom, H., Wolff, K., Meyer, K. Fingerprinting in Plants and Fungi.- London, CRC Press, Inc., 1995, p. 322.
21. White, T.J., Bruns, T., Lee, S., Taylor, J.W., Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. V: *PCR Protocols. A Guide to Methods and Applications*. Innis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, D.H., White, J.J., Eds. T.J. (ur).- San Diego, Academic Press, 1990, p. 282-287.
22. Wormald, H., Diseases of fruits and hops. London, UK: Crosby Lockwood & Son Ltd, 1946, p. 257.