

# Identifikacija i suzbijanje *Cladobotryum* spp., prouzrokovača paučinaste plesni šampinjona

Ivana Potočnik

*Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Laboratorija za primenjenu fitopatologiju  
11080 Beograd, Banatska 31b, Srbija  
(ivanapotocnik@yahoo.com)*

*Primljen: 29. jula 2009.*

*Prihvaćen: 10. septembra 2009.*

## REZIME

*Cladobotryum* spp., prouzrokovač paučinaste plesni šampinjona (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach), nanosi značajne štete u gajilištima ove gljive širom sveta, pa i u Srbiji. Simptomi bolesti su: pojava sivo-belih kolonija nalik paučini na površini pokrivke i pojava smeđih mrlja na površini plodonosnih tela šampinjona. Kolonije gljive su kružnog oblika. Micelija se brzo razvija i pokriva plodonosna tela *A. bisporus* koja se smežuravaju i trule. Od mnogobrojnih fungicida, zvaničnu preporuku za primenu u gajilištima šampinjona u zemljama EU ima samo fungicid prochloraz. U poslednje vreme uočena je smanjena efikasnost ovog fungicida u oglednim gajilištima u Velikoj Britaniji, koja se manifestovala u nemoćnosti sprečavanja pojave smeđih mrlja, ranih simptoma bolesti. Zbog toga se velika pažnja posvećuje merama primene strogih higijenskih zahteva u gajilištima, kao i razvoju alternativnih metoda zaštite.

**Ključne reči:** *Cladobotryum* spp.; *Agaricus bisporus*; fungicidi

## UVOD

Svetska proizvodnja šampinjona (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) je 1999. godine iznosila preko dva miliona tona, sa zaradom od 10 milijardi dolara. Nakon tog vremena zabeleženo je povećanje stope rasta svetske godišnje proizvodnje za 5-6% (Rai i Ahlawat, 2005). Kina dominira u ukupnoj proizvodnji gljiva sa udelom od 64%. Od ukupne svetske proizvodnje *A. bisporus*, evropske zemlje pokrivaju 50% ili jedan milion tona, i

to: zemlje EU 875.000, a zemlje van Unije 175.000 tona (Chang, 1999).

Sedamdesetih godina XX veka patogene gljive *Verticillium fungicola*, *Mycogone perniciosa* i *Cladobotryum* spp., su nanosile štete od 9,1 milion dolara godišnje u Pensilvaniji, SAD (Forer i sar., 1974), dok su gubici izazvani ovima patogenim gljivama u proizvodnji *A. bisporus* u Velikoj Britaniji iznosili 5% od ukupnog prinosa (Gaze i Fletcher, 1975). Pojavom paučinaste plesni u epidemiološkim razmerama devedesetih godina XX ve-

ka, ovi troškovi su znatno uvećani sa gubicima u prinosu do 40% i *Cladobotryum* spp. postaje patogen koji nanosi najveće štete u Republici Irskoj, Velikoj Britaniji i SAD (Gaze 1995a, 1995b, 1995c, 1996; McKay i sar., 1998). Sredinom devedesetih godina XX veka, suva i mokra trulež, koje prouzrokuju *V. fungicola* i *M. pernicioso*, su u najvećoj meri smanjivale kvalitet i prinos *A. bisporus* u Srbiji (Potočnik, 2006). Poslednjih nekoliko godina paučinasta plesan nanosi najveće štete i u gajilištima šampinjona u našem regionu (Potočnik i sar., 2004a).

## IDENTIFIKACIJA PROUZROKOVAČA BOLESTI

### Simptomi paučinaste plesni *A. bisporus*

Salmon i Ware (1933) su prvi objavili zapažanja da je *Cladobotryum dendroides*, ranije označavan kao *Dactylium dendroides*, parazit na *A. bisporus*. Bourgin (1946) je uočio kolonije paučinaste plesni veličine 10-30 cm na pokrивci za gajenje šampinjona. Vrste roda *Cladobotryum* su zemljišne gljive, kosmopolitski rasprostranjene (Van Zaayen i Van Andrichem, 1982; McKay i sar., 1998, 1999; Samuels i sar., 2006). Pored sporokarpa gajenih i divljih gljiva, supstrat *Cladobotryum* spp. može biti drvo, kora, stajsko đubrivo, treset i zemlja pored trulih sporokarpa (Rogerson i Samuels, 1985, 1989, 1993, 1994; Poldmaa i sar., 1997; Poldmaa i Samuels, 1999; Douhan i Rizzo, 2003; Poldmaa, 2003; Tokiwa i Okuda, 2005). Kao parazit bazidiomiceta, *Cladobotryum* spp. ima osobine nekrotrofa, sprečava razvoj listića himenofora, izazivajući deformaciju i konačno truljenje i razlaganje plodonosnog tela gljive domaćina (Forer i sar., 1974; Dar i Seth, 1992). Paučinastu plesan *A. bisporus* mogu izazvati tri vrste roda *Cladobotryum*: *C. dendroides* (Bulliard: Fries) W. Gams & Hooz. 1970 (= *Dactylium dendroides* (Bull.: Fr.) Fr. 1832) (teleomorf *Hypomyces rosellus* (Albertini & Schweinitz: Fries) Tul. and C. Tul. 1860), *C. mycophilum* (Oudemans) W. Gams & Hooz. (teleomorf *Hypomyces odoratus* G. R. W. Arnold) i *C. varium* Nees: Fries (teleomorf *Hypomyces aurantius* (Persoon) Tulasne) (Eicker i Van Greuning, 1991). Sve tri vrste izazivaju slične simptome – pojavu sivo-belih kolonija nalik paučini na površini pokrивke. One su kružnog oblika, rapidno se povećavaju i pokrivaju plodonosna tela *A. bisporus* koja se smežuravaju i trule. Sve tri vrste gljiva na kolonijama formiraju masu konidija koje izazivaju pojavu smeđih tački i mrlja na površini plodonosnih tela *A. bisporus* (Adie i sar., 2006).

Micelija *Cladobotryum* spp. vremenom žuti, a kasnije postaje ružičasta (McKay i sar., 1998), kao posledica delovanja pigmenta aurofusarina (Rogerson and Samuels, 1993).

### Morfološke karakteristike *Cladobotryum* spp.

*Cladobotryum* spp. obrazuje belu, paučinastu, vazdušnu miceliju neravnog oboda na KDA hranljivoj podlozi, pri sobnoj temperaturi. Vremenom micelija menja boju u žutu, a kasnije postaje ružičasta ili crvena. Hife su prozirne, septirane, položene, sa 3-4 uspravne i pršljenasto ili nepravilno granate konidiofore, pa otuda potiče i ime roda – *Dactylium*, od grčke reči *daktylos* – prst. Konidiofore su prozirne, jednostavne, uzdižu se sa vaz-



Slika 1. Smeđe mrlje na plodonosnim telima *Agaricus bisporus* nakon prirodne zaraze gljivom *Cladobotryum dendroides* (rani simptomi)



Slika 2. Micelija gljive *Cladobotryum dendroides* na plodonosnim telima *Agaricus bisporus* nakon prirodne zaraze (kasni simptomi)

dušne micelije, i na krajevima formiraju grupe fjalida koje se sužavaju ka vrhu. Konidiogene ćelije se obrazuju u grupama (3-5), duge su 20-50  $\mu\text{m}$  i široke pri osnovi 3-4,4  $\mu\text{m}$  formirajući do 15 (najčešće 10) konidiogenih mesta na kojima se stvara po jedna konidija. Konidije su cilindrične do elipsoidne, prozirne, izdužene, sa jednom do tri septe i centralno ili lateralno položenim bazalnim žlebom na mestu gde su prethodno bile povezane sa fjalidom. Dimenzije konidija su 6-12 x 18-36  $\mu\text{m}$ . Micelija obrazuje hlamidospore na krajevima bočnih ogranaka hifa, kao i tamne mikrosklerocije (Gams i Hoozemans, 1970; McKay i sar., 1999). Kolonije *C. varium* ne ispoljavaju tipično ružičasto obojenje kao *C. dendroides* i *C. mycophilum*. Vrsta *C. dendroides* obrazuje sekundarno ispupčenje (rahis) na vrhovima fjalida i karakteristični bazalni žleb na konidiji, na mestu na kojem je prethodno bila spojena sa fjalidom. *C. mycophilum* ne poseduje prethodno navedene karakteristike i njegove kolonije imaju karakterističan miris kamfora (McKay i sar., 1998).

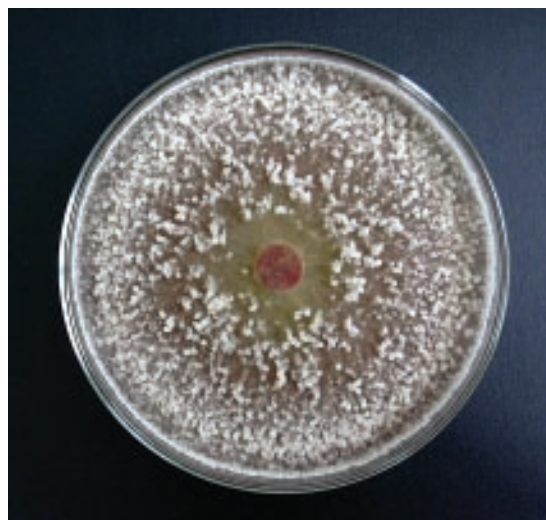
Micelija raste u širokom opsegu temperatura 10-33°C i na pH podloge od kisele do bazne (3-9). Optimalna temperatura klijanja spora i rasta micelije je 25°C, pH 6,5, a vlažnosti vazduha 97%. Prosečna brzina rasta kolonija je 11-23 mm/dan, pri temperaturi 25°C (Gams i Hoozemans, 1970; Rogerson i Samuels, 1993; McKay i sar., 1998).

Grogan i Gaze (2000) su svrstali sve izolate *Cladobotryum* spp. iz Velike Britanije u sledeće grupe: *C. mycophilum* Grupa 1 (Tip A) – spororastući (11-14 mm/dan); osetljivi na tiabendazol, spore sa 1-2 septe, mirišu na kamfor; *C. mycophilum* Grupa 2 (Tip B1) – brzorastući (18-23 mm/dan), rezistentni na tiabendazol, ne mirišu na kamfor; i (Tip B2) – brzorastući (19-23 mm/dan); osetljivi na tiabendazol, spore sa 2-3 septe, mirišu na kamfor; *C. mycophilum* Grupa 3 (Tip C) – brzorastući (19-23 mm/dan); osetljivi na tiabendazol, spore sa 1-2 septe, mirišu na kamfor; *C. dendroides*, spororastući (12-16 mm/dan), osetljivi na tiabendazol, spore sa 2-3 septe, ne mirišu na kamfor.

Izolati *Cladobotryum* spp. iz Srbije dobijeni iz obolelih plodonosnih tela *A. bisporus* sa simptomima nalik paučinastoj plesni, prikupljeni od 2003. do 2007. godine, svrstani su prema klasifikaciji Grogan i Gaze (2000) u grupu *C. dendroides*. Izolati imaju brzinu rasta 11,61-14,50 mm/dan. Konidije izolata imaju 2-3 septe, lateralno položen bazalni žleb i rahis na fjalidama. Micelija izolata *C. dendroides* iz Srbije je bez mirisa na kamfor i obrazuje hlamidospore i mikrosklerocije (Potočnik i sar., 2004b, 2008c). Svi izolati iz Srbije su umereno rezistentni na tiofanat-metil i osetljivi na karbendazim i prohloraz-Mn (Potočnik i sar., 2008b, 2009a).

## Molekularne analize

McKay i saradinici (1998) su analizom sekvenci nukleotida gena  $\beta$ -tubulina kod izolata *Cladobotryum* spp. rezistentnih na benzimidazole otkrili tačkastu mutaciju na kodonu 50. PCR analiza na osnovu ove mutacije omogućava brzi dijagnostički test razlikovanja rezistentnih od osetljivih izolata. McKay i saradnici (1999) su na osnovu analize ITS sekvence nukleotida izolata *Cladobotryum* spp., izolovane iz gajilišta šampinjona i nakon potvrđene patogenosti, svrstali u tri vrste: *C. dendroides*, *C. mycophilum* i *C. varium*. Izolati *C. mycophilum* obrazuju tri intraspecifične ITS grupe, nalik na klasifikaciju koju su objavili Grogan i Gaze (2000). Izolati *C. dendroides* i *C. mycophilum* podgrupa 1 i 3 su osetljivi na fungicide iz grupe benzimidazole. Izolati *C. mycophilum* podgrupe 2 su rezistentni na benzimidazole, i većina je izolovana u Republici Irskoj i Velikoj Britaniji tokom pojave paučinaste plesni u epidemiološkim razmerama. Zanimljivo je da su ovi izolati na osnovu morfoloških karakteristika bili svrstani u grupu između *C. dendroides* i *C. mycophilum*, tj. obrazovali su spore sa 2-3 septe bez mirisa na kamfor (kao *C. dendroides*), dok s druge strane nisu posedovali bazalni hilum na konidijama i rahis na fjalidama kao izolati *C. mycophilum*. Na osnovu molekularne identifikacije oni su potvrđeni kao izolati vrste *C. mycophilum*. Izolati *C. mycophilum* koji su rezistentni na benzimidazole su identični, dok su izolati osetljivi na benzimidazole



Slika 3. Izgled kolonije gljive *Cladobotryum dendroides* na KDA





Slika 4. Izgled konidiofore *Cladobotryum dendroides*

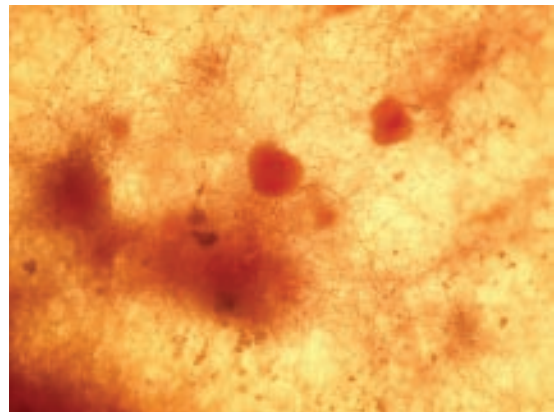
le, poreklom iz Evrope, Australije, Severne Amerike, divergentniji i imaju tendenciju grupisanja prema geografskom poreklu. Pretpostavlja se da su izolati *C. mycophilum* iz Republike Irske, odgovorni za pojavu paučinaste plesni u epidemiološkim razmerama, poreklom iz istog gajilišta. Britanski rezistentni izolati pokazuju izvesnu varijaciju u odnosu na njih, što ukazuje da su možda nastali nezavisno. Izolati rezistentni na benzimidazole nisu nađeni van Irske i Velike Britanije.

## EPIDEMIOLOGIJA PAUČINASTE PLESNI ŠAMPINJONA

Pretpostavlja se da patogen *Cladobotryum* spp. preživljava u vidu mikrosklerocija u sirovom materijalu koji se koristi za spravljanje pokrivke. Izvori *Cladobotryum* spp. mogu biti u bližoj ili daljoj okolini gajilišta: u zemlji, na mahovini, mrtvom drvetu ili divljim gljivama (Desrumeaux, 2005). Simptomi paučinaste plesni, nakon inokulacije sporama *Cladobotryum* spp., obično se javljaju tokom poslednjih talasa plodonošenja (trećeg ili četvrtog). Međutim, širenje paučinaste plesni micelijom *Cladobotryum* spp. dovodi do rapidnog razvoja simpto-



Slika 5. Izgled konidija *Cladobotryum dendroides* sa jednom do tri septe



Slika 6. Mikrosklerocije gljive *Cladobotryum dendroides*



Slika 7. Hlamidospore gljive *Cladobotryum dendroides*

ma već u prvom talasu plodonošenja, u vreme obrazovanja primordija. Veštačkom inokulacijom plodonosnog tela *A. bisporus*, simptomi paučinaste plesni se javljaju već sledećeg dana, a inokulacija pokrивke rezultuje pojavom simptoma nakon 10-14 dana, najčešće nakon 12 dana (Staunton i sar., 1999; Bhatt i Singh, 2002; Potočnik i sar., 2007b).

Adie i Grogan (2000) su utvrdili da se zalivanjem šampinjona spore *Cladobotryum* spp. mogu rasprostrti i na udaljenost od 3 m. Jači intenzitet bolesti, tj. veći broj kolonija patogena i veći broj spora je uočen u gajilištu manjih dimenzija (570 m<sup>3</sup>) u odnosu na veće (915 m<sup>3</sup>), gde je broj spora bio manji. Spore *Cladobotryum* spp. mogu da se održe sedam dana u sterilnoj vodi, a mogu se suzbiti izlaganjem na temperaturi od 43°C u trajanju od 30 minuta (Wuest i Moore, 1972). Stopa preživljavanja mikrosklerocija je značajno veća. Pri vlažnosti vazduha od 0% sposobnost klijanja spora pada sa 64,3% na 44,7% nakon čuvanja 49 dana. Međutim, sklerocije sačuvane u sterilnoj vodi 100% zadržavaju moć klijanja i nakon četiri meseca. Najvažniji faktori koji utiču na klijanje spora su relativna vlažnost vazduha i temperatura. Pri skoro apsolutnoj vlažnosti vazduha (97-100%) spore klijanju vrlo lako, dok padom vlažnosti opada i klijavost spora. Pri vlažnosti vazduha nižoj od 85% neznatan broj spora klija. Smanjenje relativne vlažnosti vazduha (čak i za 1-2%) u gajilištu, može sprečiti širenje paučinaste plesni, ali je u praksi to teško izvodljivo. Preporučuje se da se u slučajevima pojave paučinaste plesni vlažnost vazduha snizi na 80-85% a temperatura do 16°C. Tokom jeseni, kada su vrednosti vlage i temperature relativno visoke, stvaraju se i najpogodniji uslovi za razvoj paučinaste plesni. Zimi se smanjuje učestalost pojave paučinaste plesni – jer je vazduh hladniji i jer se zagrevanjem vazduha smanjuje njegova vlaga, a time i razvoj bolesti (Desrumeaux, 2005).

Adie i Grogan (2000) su ustanovili da je broj spora *Cladobotryum* spp. dostigao maksimum dva sata nakon zalivanja i tretiranja zaraženih polja solju (NaCl). Konidije *Cladobotryum* spp. prisutne u vazduhu, kruže ventilacionim sistemom i rasprostiru se u sve delove gajilišta za 15 minuta. Prekrivanje solju obolelih plodonosnih tela ima pozitivne efekte kod tretiranja *V. fungicola*, *M. perniciosus* i *Trichoderma aggressivum*, čije su spore slepljene u mukoznoj masi, međutim, kod suvih spora *Cladobotryum* spp. uočeno je drastično povećanje količine spora u prostoriji nakon ovog postupka (Adie i sar., 2006). Adie i saradnici (2006) smatraju da insekti ne prenose suve spore ovog patogena. Prenosnje spora insektima (Phoridae i Sciaridae) nije dokazano, jer su spore *Cladobotryum* spp. suve, a ne lepljive kao kod *Verticillium*

i *Mycogone* (Desrumeaux, 2005). Pošto je utvrđeno da se većina spora *Cladobotryum* spp. prenosi vazduhom, Adie (2000) pretpostavlja da one možda potiču od obolelih gljiva koje rastu u prirodi.

## PREVENCIJA BOLESTI

Prevenција pojave prouzrokovala paučinaste plesni *A. bisporus* podrazumeva niz postupaka u održavanju stroge higijene u gajilištu i okolini. Kada se pojave prvi simptomi bolesti, obolela plodonosna tela šampinjona se pokrivaju vlažnom tkaninom i solju (NaCl), krečom (Ca(OH)<sub>2</sub>), mešavinom kreča i gipsa (Ca(OH)<sub>2</sub> + CaSO<sub>4</sub>) ili rastvorom natrijum-hipohlorita. Na kraju turnusa, prostorija se pasterizuje vodenom parom 12 sati pri temperaturi 70°C ili se površina pokrивke istrošenog komposta tretira nekim dezinficijensom i uklanja iz gajilišta. Oprema za zasejavanje i branje se čisti i dezinfikuje pre svake upotrebe, prvo vodom, a zatim formaldehidom (3,75 l a.i./1000 l vode), natrijum-hipohloritom (1000-2000 ml a.i./1000 l vode), preparatom Verticide (4-16 ml/l vode) ili drugim dezinficijensima (Sudol, Environ, Purogene, Panacide) (Aborsiwil i Clancy, 2002). Pokrивka se pre upotrebe tretira formaldehidom (3,6 do 4,2 l rastvora/m<sup>3</sup> pokrивke (74-92,5 l/1000 l vode)), preparatom na bazi persirćetne kiseline, 2% Peral-S ((3 l/150 l vode) 90 ml/1m<sup>3</sup> pokrивke) ili sterilise vodenom parom (30 minuta pri 80°C). Filteri sa velikom efikasnošću se stavljaju na otvore ventilacionog sistema za sprečavanje ulaska insekata i prašine iz spoljašnje sredine. Između turnusa, prostorije gajilišta se dezinfikuju formaldehidom (7,5-14,8 l a.i./1000 l vode), preparatima Peral-S (0,3%, 30 ml/10 l vode) ili Verticide (4-6 ml/l vode). Preporučuje se da se turnus gajenja završi nakon trećeg talasa plodonošenja, jer se vremenom akumulira količina inokuluma čime se povećava mogućnost pojave bolesti u sledećem ciklusu (Staunton i Dunne, 2001). Aborsiwil i Clancy (2002) su ustanovili da su komercijalni dezinficijensi Environ i Purogene efikasniji od Sudola u inhibiciji rasta reizolovanih izolata *Cladobotryum* spp. sa tretiranih površina u gajilištu. Sva tri dezinficijensa su bila efikasnija 12 h nakon veštačke inokulacije, u odnosu na njihovu primenu 12 h pre veštačke inokulacije.

## ISTORIJAT PRIMENE FUNGICIDA U ZAŠTITI ŠAMPINJONA OD PAUČINASTE PLESNI

Prvi fungicidi koji su korišćeni za zaštitu *A. bisporus* od paučinaste plesni i drugih bolesti šampinjona, bili su ditiokarbamati cineb i mankozeb 1 g/1 m<sup>2</sup> (0,1-0,2%) (Yoder i sar., 1950; Sharma i Kumar, 2005). Mankozeb se još uvek sporadično koristi u gajilištima u Srbiji u kombinaciji sa fungicidima iz drugih grupa. U nedavnim ispitivanjima u uslovima *in vitro*, utvrđeno je da je mankozeb ispoljio nezadovoljavajuću toksičnost za izolate *C. dendroides* iz Srbije (EC<sub>50</sub> 4,0-13,1 mg/l) (Potočnik i sar., 2008d).

U prvim godinama primene, kasnih šezdesetih godina XX veka, fungicidi iz grupe benzimidazola, benomil, karbendazim, tiofanat-metil i tiabendazol, ispoljavali su visoku efikasnost u zaštiti *A. bisporus* od bolesti, primenjeni u dozi 1-3 g/1 m<sup>2</sup> (Fletcher i Yarham, 1976; Delp, 1987; Fletcher i sar., 1989; Sharma i sar., 1992; Gea i sar., 1995; Gaze, 1995c; Sharma i Kumar, 2005). Nakon nekoliko godina intenzivne primene zabeležen je razvoj rezistentnosti u populacijama patogena (Smith, 1994). Rezistentnost *Cladobotryum* spp. na benzimidazole uočena je u Velikoj Britaniji osamdesetih godina XX veka, Republici Irskoj tokom 1992. godine (McKay i sar., 1998, 1999; Grogan i Gaze, 2000) i 1999. godine u SAD (Beyer i Kremser, 2001, 2004). Epidemija paučinaste plesni je dostigla najintenzivniji stadijum za 6 meseci, bolest je zahvatala gajilišta u roku 24-48 h, a karakterisala se pojavom kolonija koje su se razlikovale od prethodno viđenih. Gusta granularna micelija *Cladobotryum* spp. je pokrivala pokrivku, a izolovala je i pojava karakteristične ružičaste boje (McKay i sar., 1999). Nakon *in vitro* ispitivanja, utvrđen je razvoj rezistentnosti *Cladobotryum* spp. iz SAD na benomil (EC<sub>50</sub>>8 mg/l) (Beyer i Kremser, 2001, 2004). Tokom pojave paučinaste plesni u epidemijskim razmerama 1994. i 1995. godine, utvrđeno je da je 75% izolata iz Velike Britanije i Republike Irske visokorezistentno na tiabendazol (EC<sub>50</sub>>200 mg/l) i umereno rezistentno na karbendazim (EC<sub>50</sub> 2-10 mg/l) (*C. mycophilum* Grupa 2 tip B1). Preostalih 25% izolata (*C. dendroides*, *C. mycophilum* Grupa 1 i *C. mycophilum* Grupa 2 tip B2) su umereno rezistentni na tiabendazol (EC<sub>50</sub> 1-10 mg/l) i osetljivi na karbendazim (EC<sub>50</sub><1 mg/l) (McKay i sar., 1998; Grogan i Gaze, 2000). Utvrđeno je da su izolati *C. dendroides* iz Srbije osetljivi na benomil (EC<sub>50</sub> 0,1-1,0 mg/l) i karbendazim (EC<sub>50</sub> 0,1-2,9 mg/l), a umereno rezisten-

tni na tiofanat-metil (EC<sub>50</sub> 6,5-12,1 mg/l) (Potočnik i sar., 2008a, 2008b, 2009a).

U Evropi i Severnoj Americi uveden je hlorotalonil, fungicid iz grupe hloronitrila, koji je uspešno štiti prinos šampinjona od pojave bolesti (Van Zaayen i Rutjens, 1978; Van Zaayen, 1979). U SAD i Kanadi se u zaštiti šampinjona još uvek isključivo koristi hlorotalonil, zbog velikih troškova koji iziskuje testiranje novih fungicida u proizvodnji jestivih gljiva (Harvey i sar., 1982; Beyer i Kremser, 2001). Hlorotalonil je u ogleđima *in vitro* ispoljio zadovoljavajuću toksičnost za izolate *C. dendroides* iz Srbije (EC<sub>50</sub> 0,1-1,7 mg/l) (Potočnik i sar., 2009b). Međutim, pojedini autori navode da zbog duge karence i drugih svojstava ovaj fungicid ispoljava visoku toksičnost za *A. bisporus*, umanjuje prinos (Sharma i Kumar, 2005), usporava prorastanje micelije *A. bisporus* kroz pokrivku i odlaže obrazovanje primordija (Beyer i Kremser, 2004).

Iprodion, fungicid iz grupe dikarboksimida je korišćen u zaštiti *A. bisporus* u Španiji, ali je utvrđena rezistentnost izolata *V. fungicola* na ovaj fungicid (EC<sub>50</sub>>50 mg/l) (Gea i sar., 1996). U ispitivanjima *in vitro* utvrđeno je da su izolati *C. dendroides* iz Srbije osetljivi na iprodion (EC<sub>50</sub> 0,4-2,3 mg/l) (Potočnik i sar., 2007a).

Fletcher i saradnici (1983) navode da je kaptan, fungicid iz grupe ftalimida, efikasno suzbijao *Cladobotryum* spp. u Velikoj Britaniji. Bhatt i Sing (1992) su takođe objavili podatke o zadovoljavajućoj efikasnosti kaptana, ali i metalaksila, fungicida iz grupe fenilamida, u proizvodnji šampinjona u Indiji, mada je njegova efikasnost znatno manja od prohloraza. Kaptan je imao zadovoljavajuću toksičnost za izolate *C. dendroides* iz Srbije u uslovima *in vitro* (EC<sub>50</sub> 0,2-4,7 mg/l) (Potočnik i sar., 2009b).

Chrysai-Tokousbalides i saradnici (2007) su ustanovili zadovoljavajuću selektivnu toksičnost trifloksistrobina, fungicida iz grupe strobilurina, u suzbijanju *V. fungicola*. Trifloksistrobin i krezoksim-metil su ispoljili nezadovoljavajuću toksičnost za izolate *C. dendroides* iz Srbije (EC<sub>50</sub>>300 mg/l) (Potočnik i sar., 2008e, 2009b).

Prohloraz, fungicid iz grupe imidazola, uveden je u proizvodnju šampinjona početkom osamdesetih godina. Imidazoli pripadaju grupi fungicida – inhibitora demetilacije ergosterola. Prohloraz je ispoljio visoku efikasnost u suzbijanju *Cladobotryum* spp. i drugih mikopatogenih gljiva, a nije toksičan za *A. bisporus* (Van Zaayen i Van Adrichem, 1982; Fletcher i sar., 1983; Grogan i sar., 2000). Međutim, nakon široke i stalne primene ovog fungicida, utvrđena je smanjena



osetljivost *V. fungicola* na ovaj fungicid (Gea i sar., 1996, 2005). Vrednosti  $EC_{50}$  za prohloraz irskih i britanskih izolata *Cladobotryum* spp. su iznosile 0,1-7,8 mg/l, što je ukazivalo na povećanje tolerancije patogene gljive na ovaj fungicid (Grogan i Gaze, 2000). Grogan (2006) je utvrdila da prohloraz-Mn omogućava zaštitu *A. bisporus* od pojave paučinaste plesni 45-65% u oglednom gajilištu, međutim, ovaj fungicid nije sprečavao pojavu smeđih mrlja na šeširima plodonosnih tela. Autor ističe da se i pored smanjenja efikasnosti, prohloraz-Mn i dalje preporučuje za primenu u suzbijanju *Cladobotryum* spp., jer je patogen još uvek osetljiv, s tim da je neophodno redovno praćenje osetljivosti u populaciji patogena na ovaj fungicid. Prohloraz-Mn je ispoljio zadovoljavajuću toksičnost za izolate *C. dendroides* prikupljene u periodu 2003-2007. godine u Srbiji ( $EC_{50} < 0,1$  mg/l) (Potočnik i sar., 2009a). Iz ove grupe fungicida u gajilištima *A. bisporus* su primenjivani triadimefon u Indiji (Sharma i Kumar, 2005) i pirifenoks u Velikoj Britaniji (Grogan, 2006). Ovi fungicidi su po navodima autora ispoljili zadovoljavajuću efikasnost u suzbijanju *Cladobotryum* spp.

Mankozeb i tiofanat-metil se poslednjih godina manje koriste u gajilištima u Srbiji (Potočnik i sar., 2008d). Po navodima uzgajivača u Srbiji, prohloraz je najefikasniji fungicid, međutim, benomil je bio široko primenjivan zbog zadovoljavajuće efikasnosti i pristupačne cene. Nakon povlačenja benomila sa tržišta 2007. godine, karbendazim zauzima njegovo mesto. Uzgajivači su primetili da se uz primenu benomila prvi simptomi paučinaste plesni javljaju 44. dana od postavljanja pokrивke, a nakon 60 dana kada je upotrebljen karbendazim (Maksimović M., lična korespondencija).

## PROHLORAZ-Mn I STRATEGIJA ZAŠTITE ŠAMPINJONA OD BOLESTI

Fungicidi karbendazim i prohloraz su se do nedavno zvanično preporučivali za primenu u zemljama EU (Anonymous, 2005, 2006), međutim, trenutno samo prohloraz ima dozvolu za primenu u gajilištima *A. bisporus* (Grogan, 2008). Standardna doza primene fungicida je 3 g/1,8 l vode/m<sup>2</sup> pokrивke i insekticida (dimilin) 1,5 ml/m<sup>2</sup> pokrивke. Prohloraz se primenjuje u dve podeljene doze od po 1,2 g/1,8 l vode/m<sup>2</sup> pokrивke, četvrtog dana od nanošenja pokrивke i nakon prve berbe, oko 20. dana od pokrivanja komposta (Grogan i sar., 2000). Uvođenje novih fungicida za primenu u proizvodnji *A. bisporus* je veoma teško, jer agrohemijske kompanije sprovode skupa i obimna ispitivanja efikasnosti fun-

gicida uglavnom u zaštiti zastupljenijih poljoprivrednih kultura (Whitehead, 2002; Stoddart i sar., 2004; Chrysai-Tokousbalides i sar., 2007). Karbendazim se do nedavno koristio za suzbijanje izolata *Cladobotryum* spp. koji nisu rezistentni na benzimidazole i za zaštitu od zelene plesni (*T. aggressivum*), tretiranjem semena žitarica, od kojih se nakon prorastanja micelije *A. bisporus* na njihovoj površini pravi tzv. „seme šampinjona”. U Velikoj Britaniji su vršena opsežna ispitivanja alternativnih sredstava u odnosu na prohloraz, međutim, nijedno nije ispoljavalo zadovoljavajuću efikasnost. U testovima *in vitro* izolati *C. dendroides* su visokoosetljivi na fungicide ciprokonazol + karbendazim i flusilazol + karbendazim ( $EC_{50} < 0,1$  mg/l), međutim, ovi fungicidi su ispoljili visoku toksičnost za šampinjon (Potočnik i sar., 2009a). Trenutno se ispituje koji uslovi utiču na efikasnost i razlaganje prohloraza u pokrивci (Garrod, 2004). Bhatt i Singh (2002) su utvrdili da je značajno veći prinos *A. bisporus* dobijen inkorporiranjem prohloraza (0,075%) u kompost i prskanjem pokrивke tri puta u intervalima od 14 dana.

Rezistentnost sojeva *A. bisporus* na bolesti je po mnogim autorima perspektiva u zaštiti od bolesti jer se dobijanjem ovakvih sojeva izbegava primena hemijskih sredstava štetnih za okolinu. Utvrđena je rezistentnost pojedinih sojeva *A. bisporus* na *V. fungicola*, *T. aggressivum* i neke bakterije i viruse. Rezistentnost na *T. aggressivum*, *P. tolaasii* i viruse je vezana za gen koji je odgovoran za smeđu boju šešira *A. bitorquis*, a rezistentnost na *V. fungicola* za stvaranje veće količine vodonik-peroksida u plodonosnim telima *A. bisporus* (Vedder, 1975, 1978; Moquet i sar., 1999; Guthrie i Castle, 2006; Savoie i Largeteau, 2006).

Sve je više regulativa EU kojima se poljoprivredna proizvodnja usmerava ka primeni integralne zaštite poljoprivrednih kultura sa ciljem očuvanja zdravlja ljudi i zaštite životne sredine. Organska proizvodnja šampinjona je teško izvodljiva zbog primene fungicida u proizvodnji žitarica čija se slama koristi za spravljanje komposta. Posebna pažnja, svakako, mora biti usmerena na razvoj alternativnih metoda zaštite biopesticidima ili bioracionalnim pesticidima i u proizvodnji žitarica.

## ZAKLJUČAK

Sredinom devedesetih godina XX veka, suva i mokra trulež su u velikoj meri uticale na smanjenje kvaliteta i prinosa *A. bisporus* u gajilištima širom sveta, dok se paučinasta plesan javljala samo tokom poslednjih ta-

lasa plodonošenja. Pojavom paučinaste plesni u epidemiološkim razmerama devedesetih godina XX veka u Republici Irskoj, Velikoj Britaniji i SAD, *Cladobotryum* spp. postaje patogen koji nanosi značajne štete u proizvodnji šampinjona. Zvaničnu preporuku za primenu u gajilištima šampinjona u zemljama EU ima samo fungicid prothloraz-Mn. Pored smanjenja efikasnosti, prothloraz-Mn se i dalje preporučuje za primenu u suzbijanju *Cladobotryum* spp., s tim da je neophodno redovno praćenje osetljivosti u populaciji patogena na ovaj fungicid. U poslednje vreme velika pažnja se posvećuje pridržavanju strogih higijenskih zahteva u gajilištima, kao i razvoju alternativnih metoda zaštite.

## ZAHVALNICA

Rad je rezultat projekta TR 20036, Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije. Autor se zahvaljuje Novici Novakoviću (Fabrika za proizvodnju komposta „Uča&Co.“, Vranovo, Smederevo), Marku Maksimoviću (Preduzeće za proizvodnju i preradu šampinjona „Šumadija” K.G.M., Kragujevac) i Miodragu Markovu (Fabrika za proizvodnju komposta „Champicomp”, Pločice, Kovin) na materijalnoj i savetodavnoj pomoći.

## LITERATURA

- Abosriwil, S.O. and Clancy, C.J.:** A protocol for evaluation of the role of disinfectants in limiting pathogens and weed moulds in commercial mushroom production. *Pest Management Science*, 58: 282-289, 2002.
- Adie, B.A.T.:** The biology and epidemiology of the cobweb disease pathogen (*Cladobotryum* spp.) infecting the cultivated mushroom (*Agaricus bisporus*). PhD thesis. University of London, UK, 2006.
- Adie, B.A.T. and Grogan, H.:** The liberation of cobweb (*Cladobotryum mycophilum*) conidia within a mushroom crop. In: *Science and Cultivation of Edible Fungi* (Van Griensven, ed.). Balkema, Rotterdam, Netherland, 2000, pp. 595-600.
- Adie, B., Grogan, H., Archer, S. and Mills, P.:** Temporal and spatial dispersal of *Cladobotryum* conidia in the controlled environment of a mushroom growing room. *Applied and Environmental Microbiology*, 72: 7212-7217, 2006.
- Anonymous:** Index Phytosanitaire Acta, 41<sup>st</sup> ed. Association De Coordination Technique Agricole, Paris, France, 2005.
- Anonymous:** Crop Specific Protocol – Mushrooms (Crop ID: 22). Assured Produce, Food Standards, Control Document No: 00035/06, 1-38, 2006.
- Beyer, D.M. and Kremser, J.J.:** Possible development of fungicide resistance by cobweb diseases on mushrooms. *Phytopathology*, 91: 58, 2001.
- Beyer, D.M. and Kremser, J.J.:** Evaluation of fungicide tolerance and control for three fungal diseases of mushrooms. In: *Science and Cultivation of Edible and Medicinal Fungi* (Romaine C.P., Keil C.B., Rinker D.L. and Roysse D.J., eds.). Mushroom Science XVI. Penn State University, University Park, USA, 2004, pp. 521-529.
- Bhatt, N. and Sing, R.P.:** Cobweb disease of *Agaricus bisporus*: Incidence, losses and effective management. *Indian Journal of Mycology and Plant Pathology*, 22: 178-181, 1992.
- Bourgin, V.G.:** La culture du Champignon de Couche. (Suit) VIII. *Dactylium dendroides* parasite du Champignon de Cuche. *Reviu Mycologie N.S.*, 11: 4-6, 1946.
- Chang, S.-T.:** World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.) Sing. in China. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 1: 291-300, 1999.
- Chrysay-Tokousbalides, M., Kastanias, M.A., Philippoussis, A. and Diamantopoulou, P.:** Selective fungitoxicity of famaxadone, tebuconazole and trifloxystrobin between *Verticillium fungicola* and *Agaricus bisporus*. *Crop Protection*, 26: 469-475, 2007.
- Dar, G.M. and Seth, P.K.:** Germination of *Cladobotryum dendroides* spores causing cobweb disease of *Agaricus bisporus*. *Indian Journal of Mycology and Plant Protection*, 22(2): 192, 1992.
- Delp, C.J.:** Benzimidazole and related fungicides. In: *Modern Selective Fungicides: Properties, Applications, Mechanisms of Action* (Lyr H., ed.). Longman Scientific and Technical: John Wiley and Sons, New York, USA, 1987, pp. 233-244.
- Desrumeaux, B.:** Cobweb disease: an overview. *Mushroom Bussines*, 9: 14-15, 2005.
- Douban, G.W. and Rizzo, D.M.:** Host-parasite relationships among bolete infecting *Hypomyces* species. *Mycological Research*, 107(11): 1342-1349, 2003.
- Eicker, A. and Van Greuning, M.:** Troublesome fungi in the cultivation of *Agaricus bisporus* – an updated list of species. In: *Genetics and Breeding of Agaricus* (Van Griensven L.J.L.D., ed.). Pudoc, Wageningen, Netherland, 1991, pp. 88-96.
- Fletcher, J.T. and Yarham, D.J.:** The incidence of benomyl tolerance in *Verticillium fungicola*, *Mycogone perniciosa* and *Hypomyces rosellus* in mushroom crops. *Annual Applied Biology*, 84: 343-353, 1976.



- Fletcher, J.T., Hims, M.J. and Hall, R.J.:** The control of bubble diseases and cobweb disease of mushrooms with prochloraz. *Plant Pathology*, 32: 123-131, 1983.
- Fletcher, J.T., White, P.F. and Gaze, R.H.:** *Mushrooms – Pest and Disease Control*, 2<sup>nd</sup> edition. Intercept, Newcastle upon Tyne, United Kingdom, 1989.
- Forer, L.B., Wuest, P.J. and Wagner, U.R.:** Occurrence and economic impact of fungal diseases of mushrooms in Pennsylvania. *Plant Disease Reporter*, 54: 987-991, 1974.
- Gams, W. and Hoozemans, A.C.M.:** *Cladobotryum*–Konidienformen von *Hypomyces* Arten. *Persoonia*, 6(1): 95-110, 1970.
- Garrod, E.:** Pesticides – The latest position. *Mushroom Journal*, 649: 20-23, 2004.
- Gaze, R.H.:** Dactylium or Cobweb. *Mushroom Journal*, 546: 23-27, 1995a.
- Gaze, R.H.:** Dactylium or Cobweb II. *Mushroom Journal*, 548: 13, 1995b.
- Gaze, R.H.:** Dactylium or Cobweb in conclusion. *Mushroom Journal*, 549: 26, 1995c.
- Gaze, R.H.:** The past year. Dactylium or Cobweb. *Mushroom Journal*, 552: 24-25, 1996.
- Gaze, R.H. and Fletcher, J.T.:** ADAS survey of mushroom diseases and fungicide usage 1974/75. *Mushroom Journal*, 35: 370-376, 1975.
- Gea, F.J., Tello, J.C. and Honrubia, M.:** *In vitro* sensitivity of *Verticillium fungicola* to selected fungicides. *Mycopathologia*, 136: 133-137, 1996.
- Gea, F.J., Navarro, M.J. and Tello, J.C.:** Reduced sensitivity of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* to prochloraz-manganese *in vitro*. *Mycological Research*, 109(6): 741-145, 2005.
- Gea, F.J., Pardo, A., Navarro, M.J. and Pardo, J.:** Fungal diseases of mushroom culture from Castilla - La Mancha (Spain): Incidence of *Verticillium fungicola*. *Proceedings 14<sup>th</sup> International Congress on the Science and Cultivation of Edible Fungi*, Oxford, UK, 1995, pp. 643-651.
- Grogan, H.M.:** Fungicide control of mushroom cobweb disease caused by *Cladobotryum* strains with different benzimidazole resistance profiles. *Pest Management Science*, 62(2): 153-161, 2006.
- Grogan, H.M.:** Challenges facing mushroom disease control in the 21<sup>st</sup> century. *Proceeding Sixth International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, Bonn, Germany, 2008, pp. 120-127.
- Grogan, H.M. and Gaze, R.H.:** Fungicide resistance among *Cladobotryum* spp. – causal agents of cobweb disease of the edible mushroom *Agaricus bisporus*. *Mycological Research*, 104(3): 357-364, 2000.
- Grogan, H.M., Keeling, C. and Jukes, A.A.:** *In vivo* response of the mushroom pathogen *Verticillium fungicola* (dry bubble) to prochloraz-manganese. *Proceeding of Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases*. BCPC, Farnham, Surrey, UK, 1: 273-278, 2000.
- Guthrie, J.L. and Castle, A.J.:** Chitinase production during interaction of *Trichoderma aggressivum* and *Agaricus bisporus*. *Canadian Journal of Microbiology*, 52(10): 961-967, 2006.
- Harvey, C.L., Wuest, P.J. and Schisler, L.C.:** Diseases, weed molds, indicator molds and abnormalities of the commercial mushroom. In: *Penn State Handbook for Commercial Mushroom Growers* (Wuest P.J. and Bengston G.D., eds.). The Pennsylvania State University, State College, Pennsylvania, USA, 1982, pp. 19-33.
- McKay, G.L., Egan, D., Morris, E. and Brown, A.E.:** Identification of benzimidazole resistance in *Cladobotryum dendroides* using a PCR-based method. *Mycological Research*, 102(6): 671-676, 1998.
- McKay, G.J., Egan, D., Morris, E., Scott, C. and Brown, A.E.:** Genetic and morphological characterization of *Cladobotryum* species causing cobweb disease of mushrooms. *Applied and Environmental Microbiology*, 65(2): 606-610, 1999.
- Moquet, F., Desmerger, C., Mamoun, M., Ramos-Guedes-Lafargue, M. and Olivier, J.-M.:** A quantitative trait locus of *Agaricus bisporus* resistance to *Pseudomonas tolaasii* is closely linked to natural cap color. *Fungal Genetics and Biology*, 28(1): 34-42, 1999.
- Poldmaa, K.:** Three species of *Hypomyces* growing on basidiomata of Stereaceae. *Mycologia*, 95(5): 921-933, 2003.
- Poldmaa, K. and Samuels, G.J.:** Aphyllorphicolous species of *Hypomyces* with KONH negative perithecia. *Mycologia*, 91: 177-199, 1999.
- Poldmaa, K., Samuels, G.J. and Lodge, D.J.:** Three new polyporicolous species of *Hypomyces* and their *Cladobotryum* anamorphs. *Sydowia*, 49(1): 80-93, 1997.
- Potočnik, I.:** Morfološke i patogene karakteristike prouzrokovala suve i mokre truleži šampinjona (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina*, 21(4): 281-296, 2006.
- Potočnik, I., Tanović, B. and Obradović, A.:** Osetljivost *Cladobotryum* spp. prema nekim fungicidima. *Zbornik rezimea V kongresa o zaštiti bilja, Zlatibor, 2004a*, str. 342-343.
- Potočnik, I., Tanović, B. and Obradović, A.:** Paučinasta plesan šampinjona u Srbiji. *Zbornik rezimea V kongresa o zaštiti bilja, Zlatibor, 2004b*, str. 142-143.
- Potočnik, I., Milijašević, S., Rekanović, E., Todorović, B. and Stepanović, M.:** Sensitivity of *Cladobotryum* spp.,

a pathogen of the button mushroom (*Agaricus bisporus*), to some fungicides. Pesticidi i fitomedicina, 22(4): 233-240, 2007a.

**Potočnik, I., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B. and Stepanović, M.:** Karakteristike izolata *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone perniciosa* i *Cladobotryum* spp. i njihova osetljivost na fungicide. Zbornik rezimea XIII simpozijuma o zaštiti bilja, Zlatibor, 2007b, str. 127-128.

**Potočnik, I., Milijašević, S., Rekanović, E., Todorović, B. and Stepanović, M.:** Sensitivity of *Verticillium fungicola* var. *fungicola*, *Mycogone perniciosa* and *Cladobotryum* spp. to fungicides in Serbia. In: Science and cultivation of edible and medicinal fungi: Mushroom Science XVII, Proceeding 17<sup>th</sup> Congress of the International Society for Mushroom Science, Cape Town, South Africa, (CD-ROM), 2008a, pp. 615-627.

**Potočnik, I., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B. and Stepanović, M.:** *In vitro* sensitivity of the mushroom pathogen *Cladobotryum* spp. to thiophanate-methyl and different carbendazim formulations. Pesticides and Phytomedicine, 23(1): 33-41, 2008b.

**Potočnik, I., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B. and Stepanović, M.:** Morphological and pathogenic characteristics of the fungus *Cladobotryum dendroides*, the causal agent of cobweb disease of the cultivated mushroom *Agaricus bisporus* in Serbia. Pesticides and Phytomedicine, 23(3): 175-181, 2008c.

**Potočnik, I., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B. and Stepanović, M.:** Prouzrokovaci truleži šampinjona (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) u Srbiji i njihova osetljivost na fungicide. Zbornik rezimea 5. simpozija o zaštiti bilja u BiH, Sarajevo, BiH, 2008d, str. 36.

**Potočnik, I., Todorović, B., Rekanović, E., Milijašević, S. and Stepanović, M.:** Selektivna toksičnost nekih fungicida za *Cladobotryum* spp., prouzrokovача paučinaste plesni u Srbiji, i šampinjon (*Agaricus bisporus* (L.)). Zbornik rezimea IX savetovanja o zaštiti bilja, Zlatibor, 2008e, str. 158-159.

**Potočnik, I., Vukojević, J., Stajić, M., Rekanović, E., Milijašević, S., Todorović, B. and Stepanović, M.:** *In vitro* toxicity of selected fungicides from the groups of benzimidazoles and demethylation inhibitors to *Cladobotryum dendroides* and *Agaricus bisporus*. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 44(4): 365-370, 2009a.

**Potočnik, I., Vukojević, J., Stajić, M., Rekanović, E., Milijašević, S., Stepanović, M. and Todorović, B.:** Toxicity of fungicides with different modes of action to *Cladobotryum dendroides* and *Agaricus bisporus*. Journal of Environmental Science and Health, Part B, 44(8), in press, 2009b.

**Rai, R.D.I. and Ablawat, O.P.:** Edible fungi: Biotechnological approaches. In: Applied Mycology and Biotechnology, (Khachatourians G.G., Arora D.K. and

Berka R.M., eds.). Elsevier, Maryland Heights, USA, 2005, pp. 87-123.

**Rogerson, C.T. and Samuels, G.J.:** Species of *Hypomyces* and *Nectria* occurring on Discomycetes. Mycologia, 77: 763-783, 1985.

**Rogerson, C.T. and Samuels, G.J.:** Boleticolous species of *Hypomyces*. Mycologia, 81(3): 413-432, 1989.

**Rogerson, C.T. and Samuels, G.J.:** Polyporiculous species of *Hypomyces*. Mycologia, 85(2): 231-272, 1993.

**Rogerson, C.T. and Samuels, G.J.:** Agaricolous species of *Hypomyces*. Mycologia, 86(6): 839-866, 1994.

**Salmon, E.S. and Ware, W.M.:** Annual Report, Department of Mycology. Journal of South Eastern Agricultural College, Wye, Kent, UK, 31: 13-21, 1933.

**Samuels, G.J., Rossman, A.Y., Chaverri, P., Overton, B.E. and Poldmaa, K.:** Hypocreales of the southeastern United States: An identification guide. CBS Biodivers, 4: 1-145, 2006.

**Savoie, J.-M. and Largeteau, M.L.:** Hydrogen peroxide concentrations detected in *Agaricus bisporus* sporocarps and relation with their susceptibility to the pathogen *Verticillium fungicola*. FEMS Microbiology Letters, 237(2): 311-315, 2006.

**Sharma, S.R. and Kumar, S.:** Diseases of mushrooms and their management. In: Challenging Problems in Horticultural and Forest Pathology (Sharma R.C. and Sharma J.N., eds.). Indus Publishing Co., New Delhi, India, 2005, pp. 246-286.

**Sharma, V., Suman, B.C. and Guleria, D.S.:** *Cladobotryum verticillatum* – a new pathogen of *Agaricus bitorquis*. Indian Journal of Mycology and Plant Pathology, 22: 62-65, 1992.

**Smith, C.M.:** History of benzimidazole use and resistance. In: Fungicide Resistance in North America (Delp C.J., ed.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA, 1994, pp. 23-24.

**Staunton, L. and Dunne, R.:** Integrated disease and pest control in Irish mushroom tunnels. In: Horticulture and Farm Forestry, Series No. 24. TEAGASC, Kinsealy Research Centre, Dublin, Ireland, 2001.

**Staunton, L., Dunne, R., Cormican, T. and Donovan, M.:** Chemical and biological control of mushroom, pests and diseases. In: Horticulture and Farm Forestry, Series No. 14. TEAGASC, Kinsealy Research Centre, Dublin, Ireland, 1999.

**Stoddart, H., Garthwaite, D.G. and Thomas, M.R.:** Pesticide usage survey report 197: Mushroom Crops in Great Britain 2003. Department of Environment, Food and Rural Affairs and Scottish Executive Environment and Rural Affairs Department, Defra publications, London, UK, 2004.

**Tokiwa, T. and Okuda, T.:** Japanese species of *Hypomyces* and its anamorph III. Mycoscience, 46(5): 294-302, 2005.

**Van Zaayen, A.:** Daconil and intermediate mushroom cultivars. Champignoncultuur, 23: 217, 1979.

**Van Zaayen, A. and Rutjens, A.A.:** The application of Daconil for the control of bubble. Champignoncultuur, 22: 121-123, 1978.

**Van Zaayen, A. and Van Adrichem, J.C.J.:** Prochloraz for control of fungal pathogens of cultivated mushrooms. Netherland Journal of Plant Pathology, 88(5): 203-213, 1982.

**Vedder, P.J.C.:** Practical experiences with *Agaricus bitorquis*. The Mushroom Journal, 32: 262-269, 1975.

**Vedder, P.J.C.:** Cultivation of *Agaricus bitorquis*. In: The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms, Fungi (Chang S.T. and Hayes W.A., eds.). Academic Press, New York, San Francisco, USA, 1978, pp. 377-392.

**Whitehead, R.:** The e-UK Pesticide Guide. British Crop Protection Council, CABI Publishing, Wallingford, UK, 2002.

**Wuest, P.J. and Moore, R.K.:** Additional data on the thermal sensitivity of selected fungi associated with *Agaricus bisporus*. Phytopathology, 62: 1470-1472, 1972.

**Yoder, J.B., Sinden, J.W. and Hauser, E.:** Experience with zinc ethylene bis-dithio-carbamate as a fungicide in mushroom cultivation. Mushroom Science, 1: 100-108, 1950.

---

# Identification and Control of *Cladobotryum* spp., Causal Agents of Cobweb Disease of Cultivated Mushroom

## SUMMARY

*Cladobotryum* spp. are causal agents of cobweb disease, one of the most serious diseases of cultivated mushroom (*Agaricus bisporus* (Lange) Imbach) in Serbia and worldwide, which affects product quality and yield. The disease symptoms are: cottony fluffy white or yellowish to pink colonies on mushroom casing, rapid colonization of casing surface, covering of host basidiomata by mycelia, and their decay. Prochloraz-Mn has been officially recommended for mushroom cultivation in EU countries. However, inefficiency of prochloraz-Mn has been noted at a level of spotting symptoms of cobweb disease. With regard to cases of resistance evolution and a general threat to the environment and human health, special attention should be focused on good programmes of hygiene, and inventing and developing alternative methods of disease control.

**Keywords:** *Cladobotryum* spp.; *Agaricus bisporus*; Fungicides