

***Uncinula necator* (Schow) Burr., prouzrokovatelj pepelnice vinove loze: značaj, osobine i mogućnosti suzbijanja**

Zoran Miladinović¹, Petar Vukša² i Novica Miletić²

¹A.D. Plantaže, Podgorica (zmiladinovic@cg.yu)

²Poljoprivredni fakultet, Beograd (pvuksa@ptt.yu)

REZIME

Ovim radom učinjen je osvrt na prethodna saznanja o patogenu *Uncinula necator* i oboljenju pepelnice vinove loze: o ekonomskom značaju, izvoru inokuluma, mikroklimatskim uslovima, osjetljivosti vinove loze i načelima njene zaštite.

Pepelnica pripada grupi ekonomski najznačajnijih oboljenja vinove loze. Napada sve zelene delove biljaka i dovodi do smanjenja rodosti, kvaliteta grožđa i vina i slabi vitalnost biljaka. To se odražava i na naredne vegetacione sezone. Javlja se svake godine, a intenzitet njene pojave zavisi od niza faktora.

Dugo se smatralo da je prezimljujuća micelija osnovni izvor inokuluma. Potom je utvrđeno da kleistotecije imaju dominantnu ulogu u mnogim vinogorjima. U našim uslovima su odavno utvrđene, a njihov pravi značaj u epidemiologiji oboljenja sagledan je nedavno.

Na brojnost i vitalnost kleistotecija, odnosno infekcionog potencijala patogena, značajno utiču mikroklimatski uslovi. Od njih zavise i vreme pojave i intenzitet oboljenja, koga uslovljava i osjetljivost vinove loze, a ona je različita zavisno i od sortimenta i od ontogeneze biljaka. Vinova loza je najosetljivija tokom cvetanja i formiranja grozda, kada redovno postoje uslovi za pojavu i širenje oboljenja.

Temperatura, padavine i relativna vlažnost vazduha mogu biti ograničavajući faktori pojave pepelnice vinove loze, ali se njihovi ekstremi vrlo retko javljaju. Najčešće su u opsegu manje ili veće pogodnosti za jaku pojavu oboljenja, posebno u podgoričkom vinogorju.

U zaštiti vinove loze osnovno je poznavanje patogena, posebno njegovog infekcionog potencijala, uslova sredine i dinamike razvića domaćina, kao i blagovremeno i kvalitetno izvođenje preventivne i hemijske zaštite.

Preventivne mere zaštite imaju veliki značaj, ali okosnicu suzbijanja *U. necator* čini primena fungicida, koja može imati za cilj uništavanje inokuluma i odlaganje pojave pepelnice i/ili sprečavanje primarnog i sekundarnog zaražavanja i širenja oboljenja. Spektar fungicida koji se koriste sadrži stara, odavno poznata jedinjenja (sumpor, dinokap), ali i nova (strobilurini i hinolinoni), a značajnu ulogu imaju i inhibitori biosinteze ergosterola.

Ključne reči: *Uncinula necator*; pepelnica vinove loze; značaj; epidemiologija; suzbijanje

UVOD

Pepelnica vinove loze, koju prouzrokuje *Uncinula necator* (Schow) Burr., pripada grupi ekonomski najznačajnijih oboljenja. Napada list, lastar i grozd, od početka vegetacije do početka zrenja grožđa. Kod osetljivih sorata izaziva kržljanje i uvijanje lišća, kržljanje lastara i propadanje pupoljaka, a najveće štete pričinjava na grozdovima, smanjujući rodnost i kvalitet grožđa i vina.

U podgoričkom vinogorju pepelnica, takođe, predstavlja veliki problem jer su u sortimentu zastupljene osetljive sorte kao što su Šardone, Kardinal, Župljanka, Vranac i dr. Pored toga, i klimatski uslovi u ovom vinogorju su vrlo povoljni za razviće pepelnice (Miladinović, 2005).

Do 80-ih godina smatralo se da *U. necator* prezimljava u pupoljcima u obliku micelije i da micelija ima najveći značaj u epidemiologiji oboljenja. Od tada se ističe značajna uloga kleistotecija u mnogim vinogorjima širom sveta.

Otkrivanjem uloge kleistotecija u epidemiologiji oboljenja promenjena je i strategija zaštite vinove loze. Preventivne mere zaštite su vrlo značajne, ali okosnicu suzbijanja pepelnice čini primena fungicida.

Za suzbijanje *U. necator* prvo je korišćen sumpor, potom dinokap. Ova jedinjenja se i dalje koriste, a efikasnost njihove primene zavisi od vremena, kvaliteta i količine primene. To se posebno odnosi na preparate na bazi sumpora. Od sedamdesetih godina prošlog veka koriste se inhibitori biosinteze ergosterola, od pre desetak godina koriste se jedinjenja iz grupe strobilurina, a poslednjih nekoliko godina i grupa hinolinona.

Inhibitori biosinteze ergosterola su u početku ispoljavali vrlo visoku efikasnost. Kasnije su u pojedinim godinama i pored velikog broja tretiranja, kod jakog napada pepelnice, bili manje efikasni, šta se dovodilo u vezu sa pojavom rezistentnosti.

Još uvek, u većini slučajeva, inhibitori biosinteze ergosterola ispoljavaju zadovoljavajuću efikasnost, bilo da se koriste sami ili zajedno sa sumporom. Oni su najkorisniji fungicidi za suzbijanje pepelnice vinove loze. Jedinjenja iz grupe strobilurina i hinolinona ispoljavaju vrlo visoku efikasnost u preventivnoj primeni, a ispoljavaju i dobro kurativno i eradikativno delovanje, zbog čega imaju vrlo značajnu ulogu u zaštiti vinove loze od pepelnice.

Pepelnica vinove loze je veoma značajno oboljenje vinove loze u većini krajeva gde se ona gaji. Boljim poznavanjem epidemiologije patogena i uslova u kojima može ostvariti infekciju ovo oboljenje se može lakše suzbiti.

Cilj rada je bio da se istaknu najnovija saznanja o patogenu *U. necator* i mogućnostima njegovog suzbijanja.

EKONOMSKI ZNAČAJ

Pepelnica napada sve zelene delove biljaka i dovodi do smanjenja rodnosti, kvaliteta grožđa i vina i slabi vitalnost biljaka, što se odražava i na naredne vegetacione sezone (Ough i Berg, 1979; Pool i sar., 1984; Clearwater i sar., 2000; Halleen i Holz, 2001). Od 1850. godine u Evropi se širila u svim važnijim vinogorjima i uzrokovala značajne štete. U Francuskoj je 1854. godine smanjena proizvodnja grožđa i vina preko pet puta u odnosu na 1847. godinu (Bulit i Lafon, 1978).

Od prve pojave pepelnice u Srbiji pa do danas gljiva je u jačem ili slabijem intenzitetu prisutna u svim vinogradima. U povoljnim uslovima može u potpunosti da ugrozi prinos grožđa. Velike štete su zabeležene u vinogradima na Kosmetu u periodu 1950-1952. godine (Topalović, 1960; Arsić, 1963). U Sremskim Karlovcima i Iloku, u vršačkom i fruškogorskom vinogorju pepelnica je uništila 60-80% roda (Topalović, 1957; Josifović, 1964), a slično je bilo u okolini Topole i u Župi (Arsić, 1963) i Nišu (Petrović i Matijević, 1989).

I u Crnoj Gori pepelnica vinove loze predstavlja veliki problem. U nekim godinama može izazvati veće štete od plamenjače (Mijušković, 1963). Velike štete nanosi osetljivim sortama vinove loze kao što su Šardone, Kardinal, Vranac i dr. Na plantažama u okolini Podgorice gubici grožđa mogu biti 50-100%, a smanjen je i kvalitet vina.

U. necator uzrokuje velike gubitke prinosa ako se ne izvodi adekvatna zaštita vinove loze. Npr. u Švajcarskoj, u 1990. i, posebno, u 1991. godini došlo je do značajnih gubitaka (Pezet i Bolay, 1992). U Nemačkoj je, 1974. godine, prinos sorata Scheurebe i Portugieser bio manji za 40-61% kod netretiranih biljaka (Beetz, 1977).

Naročito su velike štete i gubici u prinosu zapaženi u severnoj Italiji i Francuskoj (Bruneli i sar., 1998; Jailloux, 1999). U okolini Bordoa pepelnica se smatra jednom od najštetnijih bolesti vinove loze (Jailloux, 1999).

Sall i Teviotdale (1981) su utvrdili da je pepelnica veliki i rašireni problem u kalifornijskim vinogradima i da svake godine odnosi preko 10% od ukupnog prinosa.

Jak napad ove bolesti ne samo da smanjuje prinos grožđa nego i usporava porast biljaka (Pool i sar., 1984; Pearson i Goheen, 1988). Pool i sar. (1984) su utvrdili, u trogodišnjim ispitivanjima u Njujorku, na sorti Roset-

te, da je prinos grožđa bio manji za 40%, a porast vinove loze za 65%.

Na zaraženom lišću smanjena je i fotosinteza. Manji je i sadržaj šećera u grožđu i smanjene su rezerve biljnih hraniva za narednu sezonu, slabije je sazrevanje lastara, povećano izmrzavanje u ekstremno hladnim godinama. Sve to nepovoljno utiče na rezidbu vinove loze (Nicholas i sar., 1994; Halleen i Holz, 2001).

Gubitak lišća je posebno značajan kod ranih sorti, gde se smanjena fotosinteza negativno odražava na rodnost, te na sazrevanje i zimsku izdržljivost lastara (Nicholas i sar. 1994; Clearwater i sar., 2000; Halleen i Holz, 2001).

Kada se pepelnica pojavi na više od 3% grozdova dolazi do promene ukusa i mirisa vina. Bobice zaražene pepelnicom obično su kiselije i sadrže više hidrosulfida (Ough i Berg, 1979; Pool i sar., 1984). U Njujorku se toleriše do 3%, a u Južnoj Africi do 5% zaraženih bobica (Halleen i Holz, 2001; Nicholas i sar., 1994).

U uslovima jačeg napada pepelnice bobice pucaju i na njima dolazi do jače pojave *Botrytis cinerea* (Pearson i Goheen, 1988), kao i kisele truleži (*Acetobacter*, Kloecera i dr.) (Bulit i Lafon, 1978).

PRIRODA I EPIDEMIOLOGIJA OBOLJENJA

Patogen i izvori inokuluma

Uncinula necator (Burr.) pripada familiji *Erysiphaceae*, redu *Erysiphales*, klasi *Pyrenomycetes*. Obligatni je parazit vrsta roda *Vitis* (Halleen i Holz 2001; Jaspers, 2002), kod kojih izaziva oboljenje tipa pepelnice na svim zelenim delovima biljke (Halleen i Holz, 2001).

Gljiva je otkrivena u Americi 1834. godine (Schweinitz). U Evropu je prenet 1845. godine. Anamorfnu stadijum je opisan 1847. godine (Tuckera), a polni stadijum kleistotecija 1892. godine (Couderc).

Dugo se smatralo da je micelija, koja se održava u pupoljku, glavni izvor inokuluma u mnogim vinogorjima Amerike (Sall i Wrynski, 1982), Evrope (Bouals, 1961; Pearson i Gartell 1985), Južne Afrike (Van der Spuy i Matthee, 1977) i dr. Kasnije je došlo do podele mišljenja o ulozi micelije u epidemiologiji oboljenja. Po navodima Pearson-a i Gartel-a (1985), Viala je (1893) smatrao da micelija prezimljava u pupoljcima između ljuspica, a Wortmann (1904) nije uspeo da dokaže njeno prisustvo u njima, ali je to učinio Istanffi (1904). Međutim, i pored toga dugo se sma-

tralo da je njeno prisustvo na lastarima važnije. Viala (cit. Pearson i Gartel, 1985) je smatrao da do zaražavanja pupoljaka dolazi tokom jeseni, a Pearson i Goheen (1988) su utvrdili da do njihovog zaražavanja dolazi tokom proleća.

Krajem prošlog veka potvrđeno je da je micelija *U. necator* prisutna u pupoljcima vinove loze (Sall i Wrynski, 1982; Van der Spuy i Matthee, 1977) i da sa njihovim otvaranjem raste beli mladac. Najčešće se to dešava iz trećeg do petog pupoljka na lastaru. Vrlo retko se javljaju iz prvog ili drugog pupoljka, što se dovodi u vezu sa infekcijama tokom prethodne sezone pre izvođenja prvih tretiranja vinove loze protiv pepelnice (Pearson i Gartel, 1985).

I Ypema i Gubler (2000) su smatrali da se zaražavanje pupoljaka može desiti sve dok ne očvrstnu (postanu lignificirani). Zaraženi pupoljci se u nekim slučajevima ne otvaraju, a kada iz njih raste lastar, pre pokriven je micelarnom skramom, konidioforama i konidijama, koje su važan izvor inokuluma za sekundarno zaražavanje (Sall i Wrynski, 1982; Pearson i Goheen, 1988).

Pojava belih mladara zavisi od intenziteta oboljenja u prethodnoj vegetacionoj sezoni. Pri slabijem intenzitetu oboljenja učešće belih mladara je svega nekoliko promila (Halleen i Holz, 2001; Nickolas i sar., 1994). Tako je u Italiji (Santa Cristina) dokazano da *U. necator* prezimljava u obliku micelije u pupoljku, a pre cvetanja je utvrđeno da se javljalo 20-92 belih mladara po hektaru (Cortesi i sar., 1997).

Prema podacima iz Nemačke, *U. necator* se dominantno održava u pupoljcima (Rugner i sar., 2001, 2002), ali i kleistotecije imaju veliki značaj u epidemiologiji pepelnice vinove loze (Diehl i Heinz, 1987).

Kad su kleistotecije u pitanju, *U. necator* ih nije formirao skoro pola veka po unošenju u Evropu. Od 1890. godine kleistotecije su se javljale sporadično, a od 1939. godine redovno se formiraju u većem broju (Gadoury i Pearson, 1991). Bilo je, međutim, i vinogorja u kojima je njihova pojava bila retka sve do 1978. godine (Bulit i Lafon, 1978).

U Francuskoj je nalažena velika brojnost kleistotecija na starom, jače zaraženom lišću i to od avgusta do oktobra, ali im nije pridavan veći značaj u epidemiologiji oboljenja (Bulit i Lafon, 1978). Međutim, Magarey i sar. (1997) su smatrali da su askospore na području Bordoa bile glavni primarni izvor inokuluma. To su objašnjavali time što su se simptomi oboljenja javljali posle cvetanja vinove loze, a nije bilo pojave belih mladara.

I u Švajcarskoj je došlo do jače pojave kleistotecija tokom jeseni 1990. godine u oblasti Valas posle dve uza-

stopne blage zime (Pezet i Bolay, 1992). U Italiji, u nekim vinogradima, kleistotecije su jedini izvor primarnog inokuluma pepelnice vinove loze. U drugim vinogorjima, u kojima patogen prezimljava u pupoljku, one su smatrane dodatnim izvorom primarnog inokuluma (Cortesi i sar., 1997).

U Srbiji su kleistotecije prvi put konstatovane 1910. godine (Josifović, 1964), a njihovo prisustvo u Crnoj Gori utvrđeno je 1962. godine (Mijušković, 1963). Dugo nije bilo novih podataka o njihovoj pojavi na ovim prostorima. Miladinović (2005) je dokazao njihovu značajnu ulogu u epidemiologiji oboljenja u podgoričkom vinogorju. U Hrvatskoj, Cvjetković (1998) i Mikec (1998) su smatrali da, iako se kleistotecije formiraju, micelija iz pupoljka ima veći značaj u prenošenju inokuluma u narednu vegetacionu sezonu.

Kleistotecije su utvrđene i u Australiji (Wicks i Magarey, 1985; Magarey i sar., 1997), Americi (Pearson i Gadoury, 1987; Gadoury i Pearson, 1988; Pearson i Goheen, 1988; Gadoury i Pearson, 1990a).

Smatralo se da su kleistotecije glavni izvor primarnog inokuluma u Njujorku (Pearson i Gadoury, 1987; Pearson i Goheen, 1988; Gadoury i Pearson, 1988; Gadoury i Pearson, 1990a) i Vašingtonu (Grove i sar., 1999; Grove, 2004), dok se u Kaliforniji (Stapelton i sar., 1988; Thomas i sar., 1991) i u Australiji (Magarey i sar., 1997; Evans i sar., 1997) smatraju dodatnim izvorom inokuluma.

Mlade kleistotecije su žute boje usled akumulacije žutih lipida u askokarpu. Formiraju se na svim zelenim zaraženim tkivima (lišću, lisnoj dršci, bobicama i lastarima) (Gadoury i Pearson, 1990; Grove i sar., 1999) i to počev od jula/avgusta (Jovanović, 1968; Thomas i sar., 1991). Sa zrenjem postaju tamnije. U sebi nose najčešće četiri do šest askusa sa, takođe, četiri do šest askospora. (Gadoury i Pearson, 1988, 1990).

Oslobađanje askospora dešava se od februara do juna. Prvi simptomi pepelnice na vinovoj lozi zapažani su 5-10 dana posle oslobađanja askospora (Jovanović, 1968; Thomas i sar., 1991).

Između brojnosti kleistotecija na kori lastara, tokom zime, i intenziteta oboljenja u prethodnoj godini ne postoji stroga zavisnost, ali je posle njihove veće brojnosti veći i infektivni potencijal patogena u narednoj vegetacionoj sezoni (Cortesi i sar., 1995).

Do oslobađanja kleistotecija dolazi posle nekroze apendicitisa askokarpa prilikom sazrevanja i to je važan preduslov da ih kapi kiše raznesu na kordunicu i stablo početkom proleća (Cortesi i sar., 1995). Od bubrenja pupoljaka do cvetanja oslobađa se najviše askospora (Cor-

tes i sar., 1995; Grove i sar., 1999). Prema Pearson-u i Gadoury-u (1987) čak 75 do 100% askospora.

Životna sposobnost kleistotecija izolovanih sa kore *Šardonea* opada sa 63% od sredine februara do 1% krajem cvetanja (Grove i sar., 1999). Oko 79-97% kleistotecija formiranih na listovima i grozdovima uginu za vreme zime i nisu životno sposobne da izazovu infekciju, ali 45-75% kleistotecija je nađeno u pukotinama kore, gde zadržavaju sposobnost da izvrše infekciju (Pearson i Gadoury, 1987).

Propadanje znatnog dela formiranih kleistotecija vezuje se za njihovo zatrpavanje u zemljište prilikom obrade i za truljenje mrtvog biljnog tkiva. Međutim, kleistotecije koje zaostanu na čokotu životno su sposobne 45-90% i iz njih se oslobađaju askospore (Nickolas i sar., 1994; Halleen i Holz, 2001).

Nisu nađene životno sposobne kleistotecije na/u zemljištu (Cortesi i sar. 1997), ali kleistotecije na prezimelom lišću su važan izvor inokuluma u Australiji, posebno u vinogorjima sa malo padavina (Magarey i sar., 1997).

I u aridnim područjima Vašingtona, 1996. godine, početkom vegetacije kleistotecije su nalažene na prezimelom lišću i kori lastara i imale su životnu sposobnost (43-80%), ali im je životna sposobnost znatno opala do cvetanja (na 22-28%) (Grove i sar., 1999).

Na preživljavanje kleistotecija *U. necator* značajno može uticati mikoparazit *Ampelomyces quisqualis* Ces. Nalazi se na kolonijama pepelnice na kraju vegetacione sezone. U prirodi parazitira i anamorfni i telemorfni stadijum ovog patogena.

Parazitiranost kleistotecija na kori lastara daleko je manja (oko 1%) od njihove parazitiranosti na lišću (22%). Parazitizam se javlja u ranim fazama formiranja kleistotecija, dok su one blede-žute. Zrele kleistotecije nikad nisu parazitirane *in vitro*, a nije zapažen parazitizam zrelih kleistotecija sakupljenih ni sa listova niti sa kore lastara. *A. quisqualis* je zapažen u polju kao parazit jedino kod hijalinih, žuto-oranž i braon kleistotecija.

Parazitiranosti kleistotecija pogoduje vlažno vreme (sa padavinama) tokom jula i avgusta, kada inokulum može biti znatno smanjen (50-60%) (Gadoury i sar. 1991; Falk i sar., 1995a, 1995b).

Uslovi za oslobađanje askospora najčešće se stiču od otvaranja pupoljaka do cvetanja biljaka (Gadoury i sar., 1988; Magarey i sar., 1997; Cortesi i sar., 1997). Prvi simptomi se javljaju na lastarima koji rastu u blizini kore, na koje askospore lakše dospevaju (Sall i Wrynski, 1982; Pearson i Gadoury, 1987; Ypema i Gubler, 2000).

Smatra se da je malo verovatno zaražavanje pupoljaka i prvih listića fragmentima micelije, posebno kada je vinova loza orezana na dva okca i kada je pojava belih mladara zanemarljiva (Van der Spuy i Matthee, 1977). Takođe, smatra se da ni eventualna produkcija askospora na belim mladarima nema značaja jer se prve zrele kleistotecije nalaze tek krajem jula (Cortesi i sar., 1997), kada pupoljci više nisu osetljivi na zaražavanje micelijom (Ottaviani i sar., 2001). Kleistotecije sa opalog lišća mogu biti važan izvor primarnog inokuluma. U Australiji jesenje kiše imaju nedovoljan efekat na distribuciju zrelih kleistotecija sa listova na koru, ali ostaje veliki broj životno sposobnih kleistotecija na otpalom lišću (Magarey i sar., 1997).

Sekundarne infekcije, izazvane konidijama sa belih mladara, mogu se očekivati u povoljnim temperaturnim uslovima, sa malo padavina. Nasuprot tome, oslobađanju askospora pogoduju češće padavine sve do cvetanja biljaka. U promenjivim uslovima ne treba zanemariti ni jedan izvor inokuluma, jer se potencijal patogena može povećati, što može dovesti do nagle pojave pepelnice (Gadoury i Pearson, 1990b).

Od infekcionog potencijala patogena može zavisiti vreme pojave oboljenja. U Njujorku, gde su kleistotecije glavni izvor primarnog inokuluma, infekcioni potencijal askokarpa na kori se odražava na vreme pojave pepelnice. Ako se infekcioni potencijal patogena uništi primenom fungicida pojava pepelnice kasni dve do tri nedelje u odnosu na netretirane biljke. Takođe, i zaražavanje bobica je značajno smanjeno u odnosu na netretirane biljke (Gadoury i Pearson, 1988). Sall (1980) je utvrdio da se intenzitet infekcije tokom sezone može smanjiti za oko 50% kada se spreče prve infekcije bar tokom 2-3 nedelje.

Mikroklimatski uslovi

Mikroklimatski uslovi utiču na vreme i intenzitet pojave pepelnice, na formiranje, sazrevanje, preživljavanje i rasejavanje inokuluma.

Prezimljujuća micelija je osetljiva na zimske mrazeve. Oštećuje je temperatura ispod -14°C , a temperatura ispod -16°C dovodi do njenog propadanja. Kleistotecije su za razliku od micelije vrlo otporne na zimske mrazeve.

Temperatura utiče i na oslobađanje askospora iz kleistotecija. Maksimalno je na 20°C (Jailloux i sar., 1998), kada se najviše askospora oslobodi u prvih 72 sata (Gadoury i Pearson 1990a). Pogodna je i temperatura do

25°C (Gadoury i Pearson 1990a), odnosno oslobađanje askospora je intenzivno u intervalu $15-25^{\circ}\text{C}$ (Jailloux i sar., 1998). Ispod 8°C oslobađanje askospora se smanjuje (Gadoury i Pearson, 1990a; Jailloux i sar., 1998), a ispod 4°C potpuno prestaje (Diehl i Heintz, 1987; Pearson i Gadoury, 1987).

Za oslobađanje askospora iz kleistotecija neophodna je slobodna voda (Diehl i Heintz, 1987; Gadoury i Pearson, 1990a), ali ona ne pogoduje nezrelim kleistotecijama (Gadoury i Pearson, 1990a).

Vodni potencijal citoplazme askospora smanjen je tokom prezimljavanja, a povećava se pred njihovo oslobađanje iz kleistotecija. Zid askokarpa slabi za oko 4 nedelje i po njegovom pucanju izlaze askospore kroz pukotinu na vrhu askusa. Neke kleistotecije se raspuknu odmah po vlaženju, ali najveći broj puca posle četiri sata vlaženja na temperaturi između 4°C i 32°C . Početno pucanje askokarpa i oslobađanje askospora poklapa se sa otvaranjem pupoljaka vinove loze, a sporulacija traje oko pet nedelja (Gadoury i Pearson, 1990b).

Askospore se oslobađaju tokom kišnog perioda i visoke vlažnosti izazvane jakom i dugom rosom (Pearson i Gadoury, 1987). Za početak njihovog oslobađanja dovoljno je 2.5 mm kiše (Gadoury i Pearson, 1990b). U okolini Bordoa do oslobađanja askospora dolazi posle kiše, između 2 i 58.5 mm, a nije primećena veza između količine padavina i broja oslobođenih askospora. Uloga kiše vezuje se za vlaženje kleistotecija, koje je neophodno za njihovo pucanje i oslobađanje askospora (Jailloux i sar., 1998).

Kiša od otvaranja pupoljaka do cvetanja vinove loze od velikog je značaja za oslobađanje askospora iz kleistotecija na kori lastara (Pearson i Gadoury, 1987). Do oslobađanja askospora dolazi posle vlaženja kleistotecija u trajanju od 2.5 do 45 sati (Gadoury i Pearson, 1990b; Diehl i Heintz, 1987).

U okolini Bordoa askospore se oslobađaju u periodu od otvaranja pupoljaka do cvetanja vinove loze i to za vreme kišnih dana, sa najmanje 2 mm padavina i vlaženja u trajanju od najmanje 2.5 sati, pod uslovom da je suma srednjih dnevnih temperatura od početka novembra iznad 1100°C (Jailloux i sar., 1998). I u međumurskom vinogorju, prvo oslobađanje askospora se dešava kada se od početka novembra nakupi suma srednjih dnevnih temperatura do 1100°C , što pada krajem aprila i početkom maja (Šubić, 2004).

Askospore klijaju za 24 sata na temperaturi $10-25^{\circ}\text{C}$, a njihovo klijanje se smanjuje na oko 30% na 5°C i oko 5% na 31°C . Ispod 5°C i iznad 31°C nema klijanja askospora i ne dolazi do zaražavanja biljaka u tim uslovima.

Praktične minimalne temperature za klijanje askospora i zaražavanje biljaka nalaze se u intervalu 10-15°C (Jailoux i sar., 1998; Gadoury i Pearson, 1990a, 1990b; Steva i sar., 1992).

Askospore dobro kličaju i u vodi i u vlagom zasićenoj atmosferi, ali njihovo klijanje naglo opada kada se vlažnost smanjuje. Ipak do 17% askospora može klijsati na RH 54% i T 25°C (Gadoury i Pearson, 1990a).

Smatra se da temperatura, dnevna svetlost, vlažnost, starost listova i otpornost domaćina nemaju uticaj na pojavu kleistotecija. Za njihovo nastajanje potrebno je samo spajanje kompatibilnih tipova. Na 20°C kleistotecije se formiraju 48 časova.

Ipak, brzina porasta i sazrevanje kleistotecija zavise od temperature i otpornosti domaćina. Kleistotecije se ne formiraju ispod 4°C i iznad 32°C. Na temperaturi od 10°C kleistotecije rastu, ali se u njima ne formiraju askusi. Na temperaturi 16-25°C kleistotecije se formiraju na tkivu domaćina, ali i na opalom lišću posle 25-36 dana od inokulacije. Kleistotecije brže rastu i sazrevaju na osetljivim sortama, ali sazrevaju i na otpornijim sortama (Gadoury i Pearson, 1988).

Uslovi sredine, kao što su temperatura, vlažnost i svetlost, utiču kako na klijanje i preživljavanje konidija tako i na pojavu i razvoj oboljenja (Delp, 1954; Schnathorst, 1965; Willocquet i Clerjean, 1998; Willocquet i sar., 1998).

Temperature 20-27°C su optimalne za infekciju i razvoj bolesti, a gljiva raste u intervalu 6-32°C. Iznad 35°C porast gljive je zaustavljen, a temperatura iznad 40°C ubija gljivu (Delp, 1954; Pearson i Goheen, 1988).

Na 25°C konidije kličaju za oko pet časova, a inkubacija traje pet dana. Na temperaturi od 7°C inkubacioni period je duži od 32 dana. Na 23°C i na 30°C inkubacija traje šest dana. Na 36°C konidije uginu posle 10 časova, a na 39°C za šest sati (Delp, 1954; Pearson i Goheen, 1988). Sall (1980) je utvrdio da u Kaliforniji jačoj prolećnoj pojavi oboljenja prethodi period toplog vremena.

Relativna vlažnost vazduha 40-100% je povoljna za infekciju zelenih biljnih delova. Važnija je za sporulaciju nego za klijanje konidija. Zapaženo je da spore kličaju i pri RH 20% (Delp, 1954; Weltzien i Weltzien, 1962; Willocquet, 1996). Umerena vlažnost i temperatura odgovaraju razvoju hife, a visoka vlažnost pogoduje formiranju konidija. Umereni klimatski uslovi pogoduju i razvoju pepelnice (Rea i Gubler, 2001).

Slobodna voda smanjuje sporulaciju patogena na 19°C, ali ne i na drugim temperaturama. Zato je zapa-

ženo da padavine u nekim godinama pogoduju pojavi pepelnice, a u drugim su za nju nepovoljne (Chellemi i Marois, 1991a). Kiše su nepovoljne za razvoj nesavršenog stadijuma pepelnice vinove loze. Slobodna voda uzrokuje slabije klijanje konidija (Delp, 1954; Gadoury i Pearson, 1990b).

Konidije *U. necator* kličaju bez prisustva vode, što se dovodi u vezu sa prisustvom vode u velikim vakuolama konidija, kojih nema kod askospora. Njihova citoplazma je granulirana i okružena velikim kapljicama masti, pa im je za klijanje potrebna spoljašnja voda (Gadoury i Pearson, 1990b).

Slaba difuzna svetlost pogoduje razvoju pepelnice. Intenzivna svetlost i sunčeva radijacija, posebno ultraljubičasto B-zračenje, negativno utiču na razvoj pepelnice (Willocquet, 1996).

Višegodišnjim osmatranjem oboljenja utvrđeno je da je inokulum prisutan od početka do kraja vegetacije i da nije ograničavajući faktor pojave pepelnice. Konidije se oslobađaju tokom više uzastopnih dana bez kiše i to prvenstveno tokom dana (Willocquet i Clerjeau, 1998). Smatra se da oslobađanje konidija počinje dva sata posle izlaska sunca, povećava se do maksimuma sredinom dana, i oštro opada posle toga da bi bilo zanemarljivo tokom noći (Pady i Subbayya, 1970).

Vetar i niska relativna vlaga su glavni faktori koji su u vezi sa dnevnim rasejavanjem spora (Zadoks i Schein, 1979). Slična povezanost je primećena kod pepelnice jabuke (Sutton i Jones, 1979).

Jači vetar lako otkida konidije, ali je za njihovo rasejavanje najpogodniji pri brzini 2-3 m/s (Willocquet i sar., 1998). Zapaženo je da se pepelnica intenzivnije širi posle kiše praćene vetrom, ali i posle primene pesticida uređajima sa jakim mlazom vazdušne struje (Willocquet i Clerjeau, 1998).

Optimalna brzina vetra za rasejavanje konidija smanjuje se njihovim starenjem. Kod intenzivne sporulacije i dugih lanaca konidija one se lakše oslobađaju, ali njihova klijavost opada starenjem. Smatra se da je skoro uvek vrlo visoka u prvih 12 dana od njihovog formiranja (Willocquet i Clerjeau, 1998).

I slaba kiša pogoduje rasejavanju konidija (Willocquet i Clerjeau, 1998).

Intenzitet napada pepelnice zavisi od padavina i temperatura tokom aprila. U godinama sa puno padavina i niskim temperaturama štete od pepelnice redovno su manje nego u godinama sa malo padavina i visokim temperaturama. Na pojavu pepelnice značajno utiče primarni inokulum formiran u to vreme (Chellemi i Marois, 1991b).

OSETLJIVOST VINOVE LOZE

Postoji značajna razlika u osetljivosti različitih sorata vinove loze na *U. necator*, tako da su one razvrstane u tri grupe: slabo osetljive, osetljive i vrlo osetljive (Galet, 1977; Li, 1993). Na primer Šardone pripada grupi osetljivih sorata (Wilcox i Agnello, 1988; Chellemi i Marois, 1991b).

Postoji i pozitivna korelacija između osetljivosti listova i bobica (Galet, 1977; Li, 1993). Takođe, postoji razlika u osetljivosti biljaka tokom ontogeneze. Osetljivost listova opada sa starošću lista (Doster i Schnathorst, 1985) i smatra se da ne može doći do zaražavanja lišća starijeg od dva meseca (Sall i Teviotdale, 1981).

Peteljke i šepurina su osetljive na infekciju tokom rasta (Hewitt i Jensen, 1973). Bobice su osetljive dok sadržaj šećera u njima ne postigne vrednost od 8%, ali zapaženo je da do zaražavanja može doći i kod sadržaja šećera u bobicama 12-15% (Delp, 1954; Gubler, 1999a, 1999b; Jackson, 2000).

Bobice stiču ontogenetsku otpornost na pepelnicu 2-4 nedelje posle formiranja, što se zasniva na akumulaciji fenola 18-24 sata posle inokulacije (Ficke i sar., 1999, 2001).

Postoji razlika u klijavosti konidija zavisno od osetljivosti domaćina. Najbolje klijaju konidije nastale na osetljivom domaćinu. Klijavost konidija je različita, zavisi od starosti lišća vinove loze i smanjuje se njegovim starenjem (Doster i Schnathorst, 1985).

I formiranje apresorija je različito zavisno od osetljivosti domaćina. Više apresorija se formira na otpornom domaćinu, verovatno usled pokušaja njihovog prodiranja u tkivo. Papile se razvijaju mnogo sporije i u manjem stepenu na osetljivim u odnosu na otporne bobice (Ficke i sar., 2000; Gadoury i sar., 2000).

Difuzne kolonije *U. necator* na bobicama skoro su nevidljive golim okom. Primećuju se kada su bobice jako napadnute, upravo u vreme kada su postale ontogenetski otporne (Gadoury i sar., 2000).

Kod većine biljaka postoji odbrambeni mehanizam, koji uprkos osmotskom pritisku utiče da se infekcija smanji ili u potpunosti zaustavi. Biljka reaguje na prisustvo *U. necator* stvaranjem papila (kalusa) na mestu infekcije, unutar epidermalnih i subepidermalnih ćelija na listovima, peteljka, bobicama i lastarima. Papile su sastavljene od polisaharida i formiraju se kao odgovor na hemijsku stimulaciju, na nastale povrede ili napad patogena. Ove papile se formiraju kao zadebljali delovi na mestu prodora blizu klina, kojeg stvaraju apresorije, koji prodire kroz kutikulu i zid ćelije (Pratt

i sar., 1984). Više papila se formira po apresoriji kod starijih otpornijih nego kod mlađih osetljivih bobica (Ficke i sar., 2001).

NAČELA ZAŠTITE VINOVE LOZE

Osnovni preduslovi za uspešnu zaštitu vinove loze od pepelnice jesu poznavanje patogena, posebno njegovog infekcionog potencijala, uslova sredine i dinamike razvića domaćina, kao i blagovremeno i kvalitetno izvođenje preventivne i hemijske zaštite. U praktičnom pogledu, vrlo je važno da se izvedu odgovarajuće preventivne mere i da se hemijska intervencija prilagodi infekcionom potencijalu patogena i uslovima sredine, posebno tokom fenofaza kada je vinova loza i najosetljivija.

Merama preventivne zaštite moguće je smanjiti intenzitet pojave pepelnice i povećati efikasnost hemijskih mera. Zbog toga se preporučuje podizanje vinograda na provetrenim lokacijama sa redovima orijentisanim prema suncu (Bulit i Lafon, 1978).

Manjom provetrenošću, odnosno većom gustinom biljnog sklopa može se smanjiti intenzitet sunčevog osvetljavanja, povećati vlažnost vazduha i sniziti temperatura u hladu, što naglašava pojavu pepelnice (Smart, 1985). To praktično znači da je neophodno smanjiti upotrebu azotnih đubriva, odnosno smanjiti porast mladog tkiva koje je osetljivo na pepelnicu. Uz to, proređivanjem i pravilnim vezivanjem vinove loze tokom vegetacije, kao i delimičnom defolijacijom oko grozdova, pozitivno se utiče kako na pojavu pepelnice tako i na efekte koji su postižu primenom fungicida.

Pravilnom rezidbom se utiče na uzgojni oblik vinove loze, što se odražava na smanjenje infekcionog potencijala patogena na prezimelim lastarima, a međurednom obradom zemljišta, uništavanjem korova se smanjuje inokulum patogena i stvaraju manje povoljni uslovi za pojavu oboljenja.

Sama intervencija hemijskim merama može imati za cilj uništavanje inokuluma i odlaganje pojave pepelnice i/ili sprečavanje primarnog i sekundarnog zaražavanja i širenja oboljenja.

Zimskim tretiranjem preparatima na bazi sumporno-krečne čorbe i DNOC-a bilo je moguće uništiti oko 90% askospora unutar kleistotecija i odložiti pojavu pepelnice za nekoliko nedelja (Pearson i Gadoury, 1987; Gadoury i sar., 1994). Iako bakarna jedinjenja primarno nisu namenjena za suzbijanje pepelnice ima mišljenja da njihovo delovanje na *U. necator* ne treba zanemariti u strategiji njenog suzbijanje (Stahelin i Bolay, 1985).

Vrlo je važno da pepelnica bude zaustavljena početkom sezone, kada se primarne infekcije dešavaju askosporama oslobođenim iz kleistotecija (Pearson i Gado-ury, 1987). Ranim tretiranjem biljaka (u fazi 3-4 otvorena listića) smanjuje se pojava pepelnice na grozdovima tokom sezone 20-40% (Steva i sar., 1996).

Odlaganjem prvog tretmana, naročito kod visokog infekcionog potencijala patogena, smanjuje se uspešnost hemijske zaštite vinove loze od pepelnice (Bruneli i sar., 1998). Zbog toga se u mnogim vinogorjima prvo tretiranje izvodi kada su lastari dužine 15-20 cm (Bulit i Lafon, 1978; Sall i Teviotdale, 1981).

Novijim istraživanjima utvrđeno je da protektivne fungicide treba primenjivati na samom početku rasta lastara (dužine 2.5 cm), i to, da bi se smanjio infekcioni potencijal primarnog inokuluma iz kleistotecija. Istraživanja sprovedena u Francuskoj pokazala su da tamo gde su kleistotecije jedini izvor inokuluma, između tretmana koji počinje prvim prskanjem u vreme pojave prvih listića i tretmana koji počinje prvim prskanjem u fenofazi diferenciranih cvetnih pupoljaka nema značajne razlike u efikasnosti (Collet i sar., 1998).

U Švajcarskoj su postavljene direktive za sve njihove vinogradare, a jedna od tih je da u zonama osetljivim na pepelnicu zaštitu treba početi protiv ove bolesti sa stadijumom porasta vinove loze od 3 do 4 prva listića (Pezet i Bolay, 1992).

Kada se radi o vremenu prolećne hemijske intervencije postoje različiti stavovi naših autora. Arsić (1963) smatra da sa tretiranjem treba početi kada su lastari dugi 20-30 cm. Josifović (1964) je smatrao da je najbolje tretiranje izvesti kada su lastari dužine 10-15 cm, a Topalović (1960) da treba sačekati sa intervencijom do formiranja bobica.

Okosnicu zaštite vinove loze od pepelnice čini primena fungicida, koja je prvenstveno usmerena na tretiranje biljaka početkom vegetacije radi zaštite mladog lišća i mladara i, posebno, grozda po njegovom formiranju i tokom porasta bobica. Koriste se brojna jedinjenja, sa različitim načinom i mehanizmom delovanja.

Nesistemičnim jedinjenjima, sa protektivnim delovanjem, kao što je elementarni sumpor, pripada značajno mesto u programima zaštite vinove loze. Sumpor je prvi fungicid koji je uspešno korišćen za zaštitu vinove loze od pepelnice.

Tokom sedamdesetih godina u SAD preparati na bazi sumpora su masovno primenjivani. Trošeni su u većim količinama nego bilo koji drugi fungicid. I danas se u svetu primenjuju u preko 80% slučajeva (Bulit i La-

fon, 1978). U Francuskoj se koriste u oko 50% slučajeva (Decoin, 1999).

Sumpor je nesistemični, kontaktni fungicid, koji u ćeliju patogena prodire u vrlo malim količinama i reaguje sa lipidima unutrašnjih zidova i membranama (Pezet i sar., 1986). Zbog toga se koriste veće količine preparata za postizanje bolje efikasnosti. Kada je vinova loza jače napadnuta količina od 6 kg/ha obezbeđuje efikasnost od oko 50%, a količina od 12.5 kg/ha efikasnost od oko 90%. U Francuskoj se preporučuje primena 10 kg/ha u ranom periodu, 8 kg/ha pred cvetanje i 12 kg/ha nakon cvetanja, i to preparata sa 80% sumpora. U Švajcarskoj se sumpor primenjuje u količini 2.5-3 kg/ha (Pezet i Bolay, 1992).

Prema podacima iz Hrvatske sumpor ispoljava efikasnost 70-91%, šta zavisi od vremenskih uslova i intervala između tretiranja (Cvjetković, 1981; Cvjetković i Isaković, 1992).

Posebno je važno da se sa zaštitom počne pre nego što se bolest pojavi, da bi se obezbedila dobra efikasnost. Sumpor se primenjuje u intervalima 7-10 dana (Sall, 1980; Sall i sar., 1983).

Kombinacija sumpora sa bakarnim jedinjenjima daje osrednje do slabe rezultate (Leavitt i Martin-Duvall 2000; Leavitt i Martin-Duall 2004).

Za suzbijanje pepelnice vinove loze dugo i uspešno se koriste preparati na bazi dinokapa, a od fungicida sa nespecifičnim delovanjem na *U. necator* manje se koriste preparati na bazi dihlofluanida i tolfluanida.

Ranije su značajno korišćeni i inhibitori deobe ćelija (benzimidazoli). Danas je njihova uloga u suzbijanju *U. necator* gotovo beznačajna.

Od 1966. godine koriste se sistemični fungicidi, i to triazoli (triadimefon, penkonazol, fluzilazol, propikonazol, miklobutanil i dr.) i pirimidini (fenarimol). Ova jedinjenja pripadaju grupi inhibitora oksidativne C-14 demetilacije, što se ostvaruje vezivanjem za citohrom P-450, koji je direktno odgovoran za oksidativnu C-14 demetilaciju (Buchenaur, 1977). Kako je ergosterol sastavni deo strukture ćelijske membrane gljivica neophodan je u njenim vitalnim procesima. Ukoliko ga nema u strukturi membrana doći će do poremećaja njene propustljivosti (Sisler i sar., 1984). U praktičnom smislu to znači da će patogen biti onemogućen da stvara haustorije i da inficira domaćina.

DMI-fungicidi, kao i sumpor značajno smanjuju sporulaciju patogena, ali ne uništavaju kolonije. One nastavljaju sa sporulacijom tri do pet dana od primene. Zato ih je bolje upotrebljavati kao protektantne fungicide (Bulit i Lafon, 1978; Ogawa i sar., 1988).

Kada su uvedeni inhibitori biosinteze ergosterola u našim uslovima bili su efikasniji od preparata na bazi sumpora. Efikasnost im je bila 96-100% (Cvjetković, 1981; Matijević i Petrović, 1985; Rajković i sar., 1988; Matijević i sar., 1990; Petrović i sar., 1992; Brčakovski, 2000), ali se njihova efikasnost smanjuje, što je verovatno posledica promene osetljivosti patogena na ovu grupu jedinjenja (Cvjetković i Isaković, 1992). U kalifornijskim vinogradima je došlo do pojave rezistentnosti već posle tri godine od početka njihove primene. Kasnije (1986. godine) rezistentnost je zapažena u svim vinogradarskim regionima gde su kleistotecije bile zastupljene u ciklusu patogena. Došlo je i do pojave ukrštene rezistentnosti na miklobutanil i fenarimol (Ouimette i Gubler, 1990; Gubler i sar., 1996; Ypema i sar., 1997; Miler i Gubler, 2003). Slično se desilo i u vinogradima u Pensilvaniji i Njujorku (Pearson i Riegel, 1995).

I u Evropi je rizik od rezistentnosti veliki problem primene fungicida sa specifičnim delovanjem, posebno inhibitora biosinteze ergosterola. Rezistentnost *U. necator* na triadimefon utvrđena je u Portugalu (Steva i sar., 1988), u Francuskoj (Leroux, 1991; Steva i sar., 1992) i Hrvatskoj (Cvjetković i Isaković, 1992). U Italiji je utvrđena rezistentnost na fenarimol i triadimefon (Garibaldi i sar., 1990).

Kada je selektivni pritisak ovih fungicida na *U. necator* izražen u populaciji patogena smanjuje se učešće osetljivih, a raste učešće rezistentnih jedinki (Leroux, 1991).

Pored specifičnosti delovanja fungicida i selektivnog pritiska i drugi faktori utiču na pojavu rezistentnosti. Kod *U. necator* i epidemiologija patogena može biti od velikog značaja (Gadoury i Pearson, 1988). Rezistentnost na DMI se javlja i kod aseksualne micelije koja prezimljava u pupoljku i kod seksualnih kleistotecija. Kada gljiva prezimljava kao micelija u pupoljku, populacija je osetljiva početkom sezone. Ako se DMI-fungicidi dalje ne koriste, gljiva zadržava svoju osetljivost i tokom godine. To se objašnjava time što su pupoljci zaraženi micelijom rano u sezoni (Sall i Wrynski, 1982; Van der Spuy i Matthee, 1977) i DMI-fungicidima se ne vrši selektivni pritisak na prezimljujuću miceliju. Ali kada su prisutne kleistotecije populacija zadržava rezistentnost i u narednoj vegetacionoj sezoni (Steva i Cazenave, 1996) i rezistentnost na DMI mnogo je brža gde je polni način razmnožavanja.

U vinogradima gde nema kleistotecija DMI-fungicidi se mogu koristiti nekoliko puta (2-3 puta) bez opasnosti od rezistentnosti naredne godine. Ne preporučuje se njihova upotreba u ranijim fenofazama vinove loze, kada micelija prezimljava u pupoljku, jer tada ne

će biti selekcije rezistentnih spora, koje će zaraziti pupoljke za narednu vegetacionu sezonu. Ali su u Evropi retki vinogradi u kojima nema kleistotecija te se primena DMI-fungicida preporučuje u kasnijim fenofazama (Steva i Cazenave, 1996).

U mnogim slučajevima za druga tretiranja vinove loze preporučuju se preparati na bazi sumpora, što preporučuju Gubler i sar. (1996). To je bolje od mešanja sumpora sa DMI-fungicidima radi sprečavanja pojave rezistentnosti *U. necator* na DMI-fungicide. Kod njihovog mešanja postoji antagonizam između aktivnih supstanci (Leroux, 1991).

Da bi se sprečilo širenje rezistentnosti na DMI-fungicide neophodno je unapred predvideti program u kome značajno mesto zauzima sumpor u prvim tretmanima, zatim oko cvetanja i na kraju u šarku, što je uglavnom bio standardni program u Evropi (Boubals, 1961).

Od pre desetak godina koriste se strobilurini (kresosim-metil, azoksistrobin, piraklostrobin i dr.). Ovo je bila potpuno nova grupa jedinjenja, sa drugačijim mehanizmom delovanja, pa im je pripalo važno mesto u antirezistentnoj strategiji (Gold i Leinhos, 1994). Imaju širok spektar delovanja i ispoljavaju protektivno, kurativno i eradikativno delovanje. Imaju, takođe, produženo rezidualno delovanje na patogene (Ammermann i sar., 1992).

Strobilurini ispoljavaju visoku efikasnost (Mihajlović, 2000) i treba ih koristiti preventivno. Kada se odloži prvo tretiranje, efikasnost im se smanjuje, naročito ako je jak infektivni pritisak patogena (Brunelli i sar., 1998).

Zbog specifične inhibicije respiracije u mitohondrijama, putem blokiranja elektronskog transporta između *citobroma b* i *citobroma c₁* (kompleks III) postoji visok rizik od razvoja rezistentnosti (Stierl i sar., 2000; Appel i sar., 2000; Sierotzi i sar., 2000; Reimann i Deising, 2000a, 2000b).

Kombinacija bakarnih preparata sa kvašljivim sumporom dala je osrednje do slabe rezultate (Leavitt i Martin-Duvall, 2000; Leavitt i Martin-Duall, 2004).

Od nedavno su u upotrebi fungicidi iz grupe hinolinona (kvinoksifen i dr.). To su jedinjenja koja blokiraju razvoj gljiva i zbog različitog mehanizma delovanja nema ukrštene rezistentnosti sa drugim fungicidima koji deluju na prouzrokovače pepelnice (imidazoli, triazoli, morfolini, strobilurini) (Tomlin, 2003).

Od drugih fungicida korišćeni su preparati na bazi pirazofosa, koji ispoljavaju dobro antisporulaciono delovanje kod primarnih zaraza (Swait, 1978) i to 12-18 dana posle primene.

Kvalitet primene fungicida takođe je bitan za ispoljavanje efikasnosti primenjenih jedinjenja. Smatra se da primena fungicida iz vazduha nije dovoljno kvalitetna i da ne daje dobre rezultate, posebno u uslovima povoljnim za razvoj pepelnice (Pezet i Bolay, 1992).

Intervali između dva tretiranja treba da su 10-12 dana kada se koriste preparati na bazi sumpora, a 14-15 dana kada se koriste DMI-fungicidi (Pezet i Bolay, 1992). Ima mišljenja da razmak između tretiranja treba prilagoditi intenzitetu pojave oboljenja i da kod primene sumpora intervali treba da budu 7-14 dana, kod primene dinokapa 10-18 dana, a kod primene DMI-fungicida (Sall i sar., 1981) i strobilurina 14-21 dan (Thomas i sar., 1994; Gubler i sar., 1996).

Broj tretiranja vinove loze radi suzbijanja pepelnice je vrlo različit. U SAD se izvode 3-12 tretiranja, što zavisi od mnogih faktora (Pearson i Riegel, 1995).

LITERATURA

- Ammermann, E., Lorenz, G. and Schelberger, K.:* BAS 490F - a broad spectrum fungicide with a new mode of action. Proc. of the BCP Conference, Brighton, UK, 1992, 2, pp. 403-410.
- Appel, J. und Felsenstein, F.G.:* Entwicklung der Strobilurinresistenz des Weizenmehltaus in Europa in der Jahren 1998 bis 2000. Mitt. a. d. Biol. Bundesamst. H., 376: 97-98, 2000.
- Arsić, M.:* Zaštita vinove loze od pepelnice. Agrohemija, posebno izdanje, 6: 385-389, 1963.
- Beetz, K.J.:* Ursachen für das verbreitete Auftreten von Oidium im deutschen Weinbau und seine wirtschaftliche Bedeutung. Weinberg und Keller, 24: 443, 1977.
- Boubals, D.:* Etude des causes de la resistance des vitacees a l'oidium de la vigne - *Uncinula necator* (Schw.) Burr. et leur mode de transmission hereditaire. Ann. Amelior. Planets, 11: 40, 1961.
- Brcakovski, V., Petrov, J., Paspalovski, P. and Jovanovic G.:* Rezultati od primjena na nekoj fungicidi vo suzbivanje na *Uncinula necator* - pričinitelot na pepelnica na vinova loza vo ak. Lozar AD-Veles vo 1999 godina. Godišen zbornik Zaštita na rastenijata, XI: 159-165, 2000.
- Bruneli, A., Minuto, G., Moncheiro, M. and Gullino, Ml.:* Efficacy of strobilurine derivatives against grape powdery mildew in northern Italy. Proc. of the BCP Conference - Pest and Diseases, Brighton, UK, 1998, pp. 137-142.
- Buchenauer H.:* Mode of action and selectivity of fungicides which interfere with ergosterol biosynthesis. Proc. of the BCPC - Pests and Diseases, Brighton, UK, 3, 1977, pp. 699-711.
- Bulit, J., and Lafon, R.:* Powdery mildew of the vine. In: The Powdery Mildews (D.M. Spenser ed.), Academic Press, New York, 1978, pp. 525-548.
- Chellemi, D.O. and Marois, J.J.:* Effect of Fungicides and Water on Sporulation of *Uncinula necator*. Plant Disease, 75: 455-457, 1991a.
- Chellemi, D.O., and Marois, J.J.:* Sporulation of *Uncinula necator* on Grape Leaves as Influenced by Temperature and Cultivar. Phytopathology, 81: 197-20, 1991b.
- Clearwater, L.M., Trought, M.C.T. and Howell, G.S.:* Impact of Powdery Mildew Infection and Fungicide Application on Grapevine Photosynthesis. The Lincoln University Annual Grape and Wine School, 2000.
- Collet, L., Magnien, C., Bayer, J., Munckesturm, N., Doublet, B., Martinet, C., Guery, B., Le Gall, D., Retaud, P., Toussaint, Ph., Bertrand, P., and Defaut, K.:* Raisonement de la lutte contre i oidium de la vigne. Phytoma - La Defense des Vegetaux, 504, 1998.
- Cortesi, P., Gadoury, D.M., Seem, R.C. and Pearson, R.C.:* Distribution and Retention of Cleistothecia of *Uncinula necator* on the Bark of Grapevines. Plant Disease, 79: 15-19, 1995.
- Cortesi, P., Bisiach, M., Ricciolini, M. and Gadoury, D.M.:* Cleistothecia of *Uncinula necator* - An Additional Source of Inoculum in Italian Vineyards. Plant Disease, 81: 922-926, 1997.
- Cvijetković, B.:* Suzbijanje gljive *Uncinule necator* (Schw-Burr) uzročnika pepelnice na vinovoj lozi. Zaštita bilja, 32: 359-366, 1981.
- Cvijetković, B. (1998):* Pepelnica vinove loze - *Uncinula necator* (Schw) Burr.- Oidium tuckeri Berk. U: Ciglar, I.: Integralna zaštita voćnjaka i vinograda, „Zrinski”, Čakovec, 1998, 251-253.
- Cvijetković, B. i Isaković, Lj.:* Efikasnost inhibitora ergosterola u suzbijanju pepelnice (*Uncinula necator* (Schw.) Burr.) na vinovoj lozi i njena rezistentnost na IBS fungicide. Poljoprivredna znanstvena smotra, 57: 141-143, 1992.
- Decoin, M.:* Vigne et cereales, les vertus du sofre. Phytoma, 514: 4, 1999.
- Delp, C.J.:* Effect of temperature and humidity on the grape powdery mildew fungus. Phytopathology, 44: 615-626, 1954.
- Diehl, H.J. and Heintz, C.:* Studies on the generative reproduction of grapevine powdery mildew (*Uncinula necator* Berk.). Vitis, 26: 114-122, 1987.
- Doster, M.A. and Schnathorst W.C.:* Effects of leaf maturity and cultivar resistance on development of the powdery mildew fungus on grapevines. Phytopathology, 75: 318- 321, 1985.

- Evans, K.J., Scott, E.S. and Whisson, D.L.:** Heterothallism among South Australian clonal lines of *Uncinula necator*. Australas. Plant Pathol., 26: 10-20, 1997.
- Falk, S.P., Gadoury, D.M., Cortesi, P., Pearson, R.C. and Seem, R.C.:** Parasitism of *Uncinula necator* cleistothecia by mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. Phytopathology, 85: 794-800, 1995a.
- Falk, S.P., Gadoury, D.M., Pearson, R.C. and Seem, R.C.:** Partial control of grape powdery mildew by the mycoparasite *Ampelomyces quisqualis*. Plant Dis., 79: 483-490, 1995b.
- Ficke, A., Gadoury, D.M., Seem, R.C. and Dry, I.B.:** Pathogen development and host response during infection of grape berries by *U. necator*. Phytopathology, 89: S25, P-1999-0177-AMA, 1999.
- Ficke, A., Gadoury, D.M., Seem, R.C., Goffinet, M. and Dry, I.:** Anatomical responses in grape berries to infection by *Uncinula necator*. Phytopathology, 90: S24, P-2000-0166-AMA, 2000.
- Ficke, A., Gadoury, D.M., Seem, R.C., Goffinet, M.C. and Dry, I.B.:** Characterization of potential host barriers to *Uncinula necator* in developing grape berries. Phytopathology, 91: S28, P-2001-0200-AMA, 2001.
- Gadoury, D.M. and Pearson R.C.:** Initiation, Development, Dispersal, and Survival of Cleistothecia of *Uncinula necator* in New York Vineyards. Phytopathology, 78: 1413-1421, 1988.
- Gadoury, D.M. and Pearson, R.C.:** Ascocarp Dehiscence and Ascospore Discharge in *Uncinula necator*. Phytopathology, 80: 393-401, 1990a.
- Gadoury, D.M., and Pearson, R.C.:** Germination of Ascospores and Infection of Vitis by *Uncinula necator*. Phytopathology, 80: 1198-1203, 1990b.
- Gadoury, D.M. and Pearson, R.C.:** Heterothallism and pathogenic specialization in *Uncinula necator*. Phytopathology, 81: 1287-1293, 1991.
- Gadoury, D.M., Pearson, R.C., Riegel, D.G., Seem, R.C. and Becker, C.M.:** Reduction of powdery mildew and other diseases by over-the-trellis applications of lime sulfur to dormant grapevines. Plant Disease, 78: 83-87, 1994.
- Gadoury, D.M., Seem, R.C., Ficke, A., Wilcox, W.F. and Henick-Kling, T.:** Diffuse infections of *Uncinula necator* predispose grape berries to bunch rot and spoilage microorganisms, and degrade wine quality. Phytopathology, 90: S26, P-2000-0182-AMA, 2000.
- Galet P.:** Les maladies et les parasites de la vigne. Paysan du Midi, Montpellier, France, 1977, pp. 51-56.
- Garibaldi, A., McKenye, L., I.E. and Ludovica, G.:** Comprasa in Italia di una popolazione di *Uncinula necator* (Schw.) Burr. Che presenta ridotta sensibilita verso alcuni inibitori della biosintesi degli steroli. Atti giornate fitopatologiche, 2: 143-150, 1990.
- Gold, R.E. and Leinhos, G.M.E.:** Histological studies on the fungicidal activity of the strobilurin BAS 490 F. Proc. of the BCPC – Pest and Diseases, Brighton, UK, 1994, 253-258.
- Grove, G., Davis, G., Duplaga, B. and Boal, R.:** Powdery mildew of grape: Perennation of *Uncinula necator* in eastern Washington. Phytopathology, 80: S30, P-1999-0210-AMA, 1999.
- Grove, G.G.:** Perennation of *Uncinula necator* in Vineyard of Eastern Washington. Plant Dis., 88: 242-247, 2004.
- Gubler, W.D., Ypema, H.L., Ouimette, D.G. and Bettiga, L.J.:** Occurrence of resistance in *Uncinula necator* to triadimefon, myclobutanil, and fenarimol in California grapevines. Plant Dis., 80: 902-909, 1996.
- Gubler, W.D., Rademacher, M., Vasquez, S.J. and Thomas, C.S.:** Control of powdery mildew using the UC Davis powdery mildew risk index. APSnet Feature Story, January, 1999a.
- Gubler, W.D., Rademacher, M.R., Vasquez, S.J. and Thomas C.S.:** APS net Frature. Web: <http://www.apsnet.org/online/feature/pmildew/Top.html>, 1999.
- Halleen, F. and Holz, G.:** An Overview of the Biology, Epidemiology and control of *Uncinula necator* (Powdery Mildew) on Grapevine, with Reference to South Africa. South African Journal for Enology and Viticulture, 22: 111-112, 2001.
- Hewitt, W.B. and Jensen, F.L.:** Powdery mildew of grape. California Agric. Exp. Stn. Bull., 801, 1973.
- Jackson, R.S.:** Wine Science, Principles, Practice, Perception. Second Edition. Academic Press, San Diego, USA, 2000.
- Jailloux, F., Thind, T. and Clerjeau, M.:** Release, germination, and pathogenicity of ascospores of *Uncinula necator* under controlled conditions. Can. J. Bot., 76: 777-781, 1998.
- Jailloux, F., Willocquet, L., Chapuis, L. and Froidefond, G.:** Effect of weather factors on the release of ascospores of *Uncinula necator*, the cause of grape powdery mildew, in the Bordeaux region. Can. J. Bot., 77: 1044-1051, 1999.
- Jaspers, M.V.:** Lecture Notes: Grape Pest and Disease Management, PLPT 519 and 323. Lincoln University, USA, 2002.
- Josifović M.:** Poljoprivredna fitopatologija. III izmenjeno i dopunjeno izdanje, Naučna knjiga, Beograd, 1964, 247-252.
- Jovanović, M.:** Proučavanje stvaranja kleistokarpa *Uncinula necator* Schw. Burr. na vinovoj lozi i njihova uloga u prezimljanju parazita. Zbornik Instituta za vinogradarstvo i voćarstvo Sremski Karlovci, 1, 1:109-116, 1968.

- Leavitt, G.M. and Martin-Duval, T.M.:** New tools for control of *Uncinula necator* in *Vitis vinifera*. *Phytopathology*, 90: S45, P-2000-0321-AMA, 2000.
- Leavitt, G. and Martin-Duall, T.:** University of California Cooperative Extension, Madera, CA. *Phytopathology*, 94: S57, P-2004-0386-AMA, 2004.
- Leroux, P.:** Resistance des champignons phytopathogenes aux fongicides. *Phytoma*, 434: 20-26, 1991.
- Li, H.:** Studies on the resistance of grapevine to powdery mildew. *Plant Pathology*, 42: 792-796, 1993.
- Magarey, P.A., Gadoury D.M., Emmett, R.W., Biggins, L.T., Clarke, K., Wachtel, M.F., Wicks, T.J. and Seem, R.C.:** Cleistothecia of *Uncinula necator* in Australia. *Vitic. Enol. Sci.*, 50: 210-218, 1997.
- Matijević D. i Petrović G.:** Efikasnost nekih fungicida u suzbijanju pepelnice vinove loze (*Uncinula necator*). Zbornik radova Jugoslovenskog savjetovanja o primjeni pesticida, Opatija, 1985, 7, 287-290.
- Matijević, D., Petrović, G. i Rajković, S.:** Ispitivanje mogućnosti smanjenja primjene sistemskih fungicida pri zaštiti vinove loze od *Uncinula necator*. VIII jugoslovenski simpozijum o zaštiti bilja, Opatija – Glasnik zaštite bilja, 9-10: 333, 1990.
- Mihajlovik, D.:** Rezultati od suzbijanja na *Uncinula necator* (Schw.) Burr.- pričinitelj na pepelnica na vinovata loza kaj sortata muskat hamburg vo skopsko. Godišen zbornik Zaštita na rastenijata, XI: 149-157, 2000.
- Mijušković, M.:** Brojno stvaranje peritecija *Uncinula necator* (Schw.) Burr. u Crnoj Gori 1962 godine. *Zaštita bilja*, 73: 329-332, 1963.
- Mikec, I.:** Pepelnica vinove loze (f. asc *Uncinula necator* (Schw.) Burr; f. Con. *Oidium tuckeri* Berk.). *Glasnik zaštite bilja*, 4: 214-217, 1998.
- Miladinović, Z.:** Model zaštite vinove loze od pepelnice (pat. *Uncinula necator* Burr.) u uslovima podgoričkog vinogorja. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 2005.
- Miler, T.C. and Gubler, W.D.:** *Uncinula necator* retain high resistance levels to triadimefon in a survey of California populations despite product absence for fourteen years. *Phytopathology*, 93: S113, P-2003-0113-SSA, 2003.
- Nicholas, P., Magarey, P.A. and Wachtel, M.:** Disease and Pests. Grape Production Series, 1, 1994.
- Ogawa, J.M., Gubler, W.D. and Manji, B.T.:** Effects of sterol biosynthesis inhibitors on diseases of stone fruits and grapes in California. In: Sterol biosynthesis inhibitors – pharmaceutical and agrichemical aspects, (Berg and Plempel), England, 1988, pp. 262-288.
- Ottaviani Marie-Paule, Caporali, E., Pizzati, C. and Cortesi, P.:** Overwintering strategies and population genetic structure of *Uncinula necator* in Italy. Instituto di Patologia Vegetale, Università degli Studi di Milano, Italy, 2001.
- Ough, C.S. and Berg, H.W.:** Powdery mildew sensory effect on wine. *Am. Jour. Enol. Vitic.*, 30: 321, 1979.
- Ouimette, D.G. and Gubler, W.D.:** Sensitivity of grape powdery mildew isolates from California towards fenarimol, myclobutanil, and triadimefon. *Phytopathology*, 80: 975, 1990.
- Pady, S.M. and Subbaya, J.:** Spore release in *Uncinula necator*. *Phytopathology*, 60: 1702, 1970.
- Pearson, R.C. and Gadoury, D.M.:** Cleistothecia, the Source of Primary Inoculum for Grape Powdery Mildew in New York. *Phytopathology*, 77: 1509-1514, 1987.
- Pearson, R.C. and Gartel, W.:** Occurrence of Hyphae of *Uncinula necator* in Buds of Grapevine. *Plant Dis.*, 69: 149-151, 1985.
- Pearson, R.C. and Goheen, A.C.:** Compendium of Grape Diseases (Powdery Mildew p.p., 9-11) APS Press, St. Paul, Minnesota, 1988, 93.
- Pearson, R.C. and Riegel, D.G.:** Evaluation of fungicides for control of powdery mildew of grapes, 1994. *Fungic. Nematic. Tests*, 50: 74, 1995.
- Petrović, G. i Matijević, D.:** Neka iskustva u zaštiti vinove loze u niškom vinogradarskom podregionu. Zbornik radova Jugoslovenskog savjetovanja o primjeni pesticida, Opatija, 1989, 11, 221-225.
- Petrović, G., Matijević, D. i Rajković, S.:** Mogućnost efikasnog suzbijanja pepelnice vinove loze (*Uncinula necator*) uz smanjenu primjenu sistemskih fungicida. Rezime referata XVI seminara iz zaštite bilje Srbije, Zlatibor, 1992, 91-92.
- Pezet, R. and Bolay, A.:** l'oidium de la vigne : situation actuelle et consequences pour la litte. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, 24, 2: 67-71, 1992.
- Pezet, R., Zuccaroni, P. and Beffa, T.:** Soufre elementaire: mode d action fongicide et role chez les plantes. *La Defense des Vegetaux*, 239: 3-16, 1986.
- Pool, R.M., Pearson, R.C., Welser, M.J., Lakso, A.N. and Seem, R.C.:** Influence of powdery mildew on yield and growth of Rosette grapevines. *Plant Disease*, 68: 590, 1984.
- Pratt, C., Goffient, M., Welser M. and Pearson, R.:** Powdery mildew of vitis: papillae (wall appositions) as host response to infection. *Vitis*, 23: 225-229, 1984.
- Rajković, S., Matijević, D. i Petrović, G.:** Dvogodišnji rezultati ispitivanja efikasnosti nekih fungicida u suzbijanju parazita *Uncinula necator* (Schow) Burr. prouzrokovala pepelnice vinove loze. *Glasnik zaštite bilja*, 9: 301, 1988.
- Rea, C. and Gubler, W.D.:** The effect of relative humidity on the lesion expansion, sporulation and germination efficiency of *Uncinula necator*. *Phytopathology*, 91: S75, P-2001-0544-AMA, 2001.

- Reimann, S. and Deising, H.B.:** Einschätzung der Fungizidresistenz bei Getreidepathogenen. Mitt. a. d. Biol. Bundesamst. H., 376: 99, 2000a.
- Reimann, S. and Deising, H.B.:** Sensitivität von *Pyrenophora tritici-repentis* – Populationen in Sachsen-Anhalt gegenüber Strobilurinen und DMIs. Mitt. a. d. Biol. Bundesamst. H., 376: 474, 2000b.
- Rugner, A., Rumbolz, J., Kassemeyer, H.H., Huber, B., Bleyer, G., Gisi, U. and Guggenheim, R.:** Early development of *Uncinula necator* under field conditions. Phytopathology, 91: S78, P- 2001-0565-AMA, 2001.
- Rugner, A., Rumbolz, J., Huber, B., Bleyer, G., Gisi, U., Kassemeyer, H.H. and Guggenheim, R.:** Formation of overwintering structures of *Uncinula necator* and colonization of grapevine under field conditions. Plant Path., 51: 322- 330, 2002.
- Sall, M.A.:** Epidemiology of grape powdery mildew: a model. Phytopathology, 70: 338-342, 1980.
- Sall, M.A. and Teviotdal, B.L.:** Powdery mildew. In: Grape Pest Management (Flaherty D., Jensen F., Kasimatis A., Kido H. and Moler W., eds.). Agricultural Sciences Publications, 1981, pp. 46-50.
- Sall, M.A. and Wrynski, J.:** Perrenation of Powdery Mildew in Buds of Grapevines. Plant Dis., 66: 678-679, 1982.
- Sall, M.A., Wrynski, J. and Schick, F.J.:** Temperature – based sulfur applications to control grape powdery mildew. Calif. Agric., July-August: 4-5, 1983.
- Schnathorst, W.C.:** Environmental relationships in the powdery mildews. Annual Review of Phytopathology, 3: 343-366, 1965.
- Sierotzi, H., Wallschliager, J. and Gösi, U.:** Mutation im Cytochrom b Gen von Strobilurin resistenten *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* Feldisolaten. Mitt. a. d. Biol. Bundesamst. H., 376: 98, 2000.
- Sisler, H., Ragsdale, N. and Waterfield, W.:** Biochemical aspect of the fungitoxic and growth regulatory action of fenarimol and other pyrimidin-5-ylmethanols. Pestic. Sci., 15: 167-176, 1984.
- Smart, R.E.:** Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. Am. J. Enol.Vitic., 36: 230, 1985.
- Staehelin and Bolay:** Influence des fungicides orquaniques sur le developpement de l'oidium de la vigne. Rev. romande Agric. Vitic. Arboric., 14: 39-42, 1985.
- Stapelton, J.J., Gubler, W.D., Fogle, D., Chellemi, D., Bettiga, L., Leavitt, G., Verdegaal, P., Smith, R. and Kelly, K.:** Relationships among climate, primary inoculum source, dormant and post-emergence sprays, and grape powdery mildew. Phytopathology, 78: 1531, 1988.
- Steva, H. and Cazenave, C.:** Evolution of grape powdery mildew insensitivity to DMI fungicides. Biorizon S.A. Centre de Ressources Bordeaux Montesquieu, France, 1996.
- Steva, H., Cartolaro, P., Clerjeau, M., Lafon, R. and Gomes da Silva, M.T.:** Une resistance de l'oidium au Portugal. Phytoma, 402: 49-50, 1988.
- Steva, H., Cazenave, C., Morzieres, J.P., Clerjeau M. and Lafon, R.:** Resistnce de l'oidium de la vigne aux fongicides IBS. Situation et France en 1991. Phytoma – La Defense des Vegetaux, 435: 52-54, 1992.
- Stierl, R., Köhle, H., Cronshaw, D.K., Eipel, H., Schrof, W. and Warning, J.:** Grundlagen der Strobilurinresistenz. Mitt. a. d. Biol. Bundesamst. H., 376: 96-97, 2000.
- Sutton, T.B. and Jones, A.L.:** Analysis of factors affecting dispersal of *Podospharea leucotricha* conidia. Phytopathology, 69: 380-383, 1979.
- Swait, A., Souter, R. and Butt, D.:** Apple powdery mildew – eradication of primary mildew. Rep. East Malling., 1978, pp. 87-88.
- Šubić, M.:** Mogućnost prognoze pepelnice vinove loze. Glasnik zaštite bilja, 6, 2004.
- Thomas, C.S., Gubler, W.D. and Bettiga, L.:** *Uncinula necator* ascospore release, viability and infection in field conditions in California. Phytopathology, 81: 1, 1991.
- Thomas, C.S., Gubler, W.D. and Leavitt, G.:** Field testing of a powdery mildew disease forecast model on grapes in California. Phytopathology, 84: 1070, 1994.
- Tomlin, C.D.S. (Ed):** The Pesticide Manual. Thirteenth Ed. British. Crop Protection Council, Alton, Hampshire, UK, 2003.
- Topalović, G.:** Zaštita vinove loze od pepelnice. Zadržna knjiga, Beograd, 1957.
- Topalović, G.:** Zaštita vinograda – bolesti, štetočine, suzbijanje. Mali poljoprivredni priručnik. Zadržna knjiga, Beograd, 1960, 15-20.
- Van der Spuy, J.E., and Matthee, F.N.:** Overwintering of the Oidium stage of *Uncinula necator* in the buds of the grapevine. Plant Disease Report, 61: 612-615, 1977.
- Weltzien, H.C. and Weltzien, M.:** Cleistothecien von *Uncinula necator* in Wurtemberg 1961. Z. Pflanzenkr., 69: 664-667, 1962.
- Wicks, T.J. and Magarey, P.:** First report of *Uncinula necator* cleistothecia on grapevines in Australia. Plant Dis., 69: 727, 1985.
- Wilcox, W.F. and Agnello, A.M.:** Grape pest control guide. N.Y. Coop. Ext. Serv., 1988.
- Willoquet, L.:** Effects of radiation, especially ultraviolet B, on conidial germination and mycelial growth of grape powdery mildew. European Journal of Plant Pathology, 102: 441-449, 1996.

Willoquet, L. and Clerjeau, M.: An analysis of the effects of environmental factors on conidial dispersal of *Uncinula necator* (grape powdery mildew) vineyards. *Plant Pathology*, 47: 227-233, 1998.

Willoquet, L., Berud, F., Raoux, L. and Clerjeau, M.: Effect of wind, relative humidity, leaf movement and colony age on dispersal of conidia of *Uncinula necator*, causal agent of grape powdery mildew. *Plant Pathology*, 47: 234-242, 1998.

Ypema, H.L. and Gubler, W.D.: The Distribution of Early

Season Grapevine Shoots Infected by *Uncinula necator* from Year to Year: A case Study in Two California Vineyards. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51: 1-6, 2000.

Ypema, H.L., Ypema, M. and Gubler, W.D.: Sensitivity of *Uncinula necator* to Benomyl, Triadimefon, Myclobutanil, and Fenarimol in California. *Plant Dis.*, 81: 293-297, 1997.

Zadoks, J.C. and Schein, R.D.: *Epidemiology and plant Disease Management*. New York - Oxford University Press, 1979.

Uncinula necator (Schow) Burr., the Causal Agent of Grape Powdery Mildew: Economic Impact, Epidemiology and Control

SUMMARY

The article is an overview of what we know at present about the pathogen *Uncinula necator* and the disease powdery mildew of grapevine, i.e. its economic status, inoculum source, microclimate conditions, vine susceptibility and principles of its protection.

Powdery mildew is a major grapevine disease in terms of losses. It infects the plant's green parts, reducing its fertility, spoiling the quality of grapes and wine and ruining plant vitality. The process additionally affects subsequent vegetation seasons. The disease occurs every year and its intensity depends on a number of factors.

It had long been assumed that overwintering mycelium was the primary source of inoculum. More recent research, however, has revealed a crucial role of cleistothecia in many vineyards. They were found in our vine-growing regions long ago but their true role in the epidemiology of disease has been explained only recently.

Microclimate conditions considerably affect the abundance and vitality of cleistothecia and the pathogen's infection potential. Outbreaks and intensity of disease both depend on them, while vine susceptibility plays another important role, depending on cultivar and plant ontogenesis. Grapevine is most sensitive during flowering and bunch formation when conditions are generally good for the disease to appear and spread.

Temperature, precipitation and relative air humidity may limit the occurrence of powdery mildew, but extreme values in that respect are a rarity. Their normal scope is more or less favourable for the disease, especially in Podgorica vineyards.

Knowing the pathogen, especially its infection potential, environmental conditions, dynamics of host development and timely and good quality protection of vines, both preventive and chemical, is crucial for grapevine protection.

Prevention is important but treatments with fungicides are crucial for *U. necator* control, and they can either focus on destroying the inoculum and delaying mildew outbreaks or on preventing primary and secondary infection and spreading of disease. Fungicides that are normally used include some old compounds (sulphur, dinocap) as well as new ones (strobilurins and hinolines), while inhibitors of ergosterol biosynthesis have an increasing role.

Keywords: *Uncinula necator*; Grape; Powdery mildew; Epidemiology; Control