

# ***Uncinula necator* (Schow) Burr., prouzrokovatelj pepelnice vinove loze: infekcioni potencijal i mikroklimatski uslovi**

Zoran Miladinović<sup>1</sup>, Petar Vukša<sup>2</sup> i Novica Miletić<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*A.D. Plantaže, Podgorica, Crna Gora (zmiladinovic@cg.yu)*

<sup>2</sup>*Poljoprivredni fakultet, Beograd, Srbija (pvuksa@ptt.yu)*

## **REZIME**

U ovom radu su analizirani mikroklimatski uslovi u podgoričkom vinogorju i njihov značaj za formiranje, sazrevanje i pražnjenje kleistotecija, kao i za pojavu i razvoj oboljenja.

Prikupljanjem i analizom podataka o minimalnim i maksimalnim temperaturama i padavinama tokom perioda novembar – april (2001/2002, 2002/2003. i 2003/2004) i perioda april – jul (2002, 2003. i 2004) i njihovim poređenjem sa pedesetogodišnjim prosekom konstatovano je da u podgoričkom vinogorju ni temperatura niti padavine nisu ograničavajući faktor za pojavu i razvoj oboljenja. Tokom trajanja ispitivanja postojali su povoljni uslovi za formiranje i sazrevanje kleistotecija u periodu od novembra do aprila. Suma srednjih dnevnih temperatura od 1100°C postiže se do polovine marta.

U periodu od pucanja pupoljaka do fenofaze precvetavanja vinove loze, takođe, postojali su gotovo optimalni uslovi, kako za oslobodjenje askospora iz kleistotecija i primarno zaražavanje, tako i za sekundarno zaražavanje. Prvi simptomi javljaju se na donjem lišću i na cvastima. Kleistotecije se javljaju na svim zelenim delovima vinove loze. Tokom 2002. i 2004. godine bili su povoljni uslovi za sekundarno zaražavanje grozdova, lišća i lastara, od aprila do kraja jula. I uslovi za sekundarno zaražavanje bili su manje povoljni u drugoj polovini juna 2003. godine. Ovu godinu karakterisalo je toplije vreme sa manje padavina, posebno tokom juna i jula. U 2004. godini padavine su bile slabije a temperature niže nego 2002, što je rezultiralo nešto slabijom pojavom oboljenja.

**Ključne reči:** *Uncinula necator*, kleistotecije; mikroklimatski uslovi

## **UVOD**

U ranijim radovima (Miladinović i sar., 2007a, 2007b) sagledana su dosadašnja saznanja o patogenu (*U. neca-*

*tor*) i oboljenju (pepelnica) i pručen je infekcioni potencijal patogena u uslovima podgoričkog vinogorja.

U ovom radu razmatrani su mikroklimatski uslovi, koji imaju veliki značaj za pojavu i razvoj pepelnice vi-

nove loze jer utiču na formiranje, prezimljavanje, sazrevanje i rasejavanje inokuluma, na zaražavanje, inkubaciju, sporulaciju patogena, na razvoj oboljenja tokom vegetacionog perioda, kao i na infektivni potencijal patogena za narednu godinu.

Poznato je da je prezimljujuća micelija osetljiva na niske zimske temperature ako se nađe na površini biljaka, a da su kleistotecije, koje u podgoričkom vinogorju imaju dominantnu ulogu (Miladinović, 2005), vrlo otporne.

Kleistotecije se formiraju u širokom intervalu temperatura (4-32°C), posebno između 16-25°C (Gadoury i Pearson, 1988). Za sazrevanje im je potrebna suma srednjih dnevnih temperatura tokom perioda novembar – april od 1100°C (Jailloux i sar., 1999), a za oslobađanje askospora slobodna voda (Diehl i Heintz, 1987; Gadoury i Pearson, 1990a). Do oslobađanja askospora dolazi ako padne 2.5 mm kiše (Gadoury i Pearson, 1990b) ili duge i jake rose (Pearson i Gadoury, 1987), u trajanju 2.5-45 sati vlaženja (Diehl i Heintz, 1987; Gadoury i Pearson, 1988).

Askospore se intenzivno oslobađaju pri temperaturi 15-25°C (Jailloux i sar., 1998), a na temperaturi 10-25°C klijaju za 24 sata. Klijavost im je slaba – ispod 5°C, a iznad 31°C potpuno prestaje (Weltzien-Senzel, 1959; Gadoury i Pearson, 1990a; Jailloux i sar., 1999).

Uslovi sredine, odnosno temperatura, vlažnost i svetlost, utiču na konidije i razvoj oboljenja (Delp, 1954; Schnathorst, 1965; Willocquet i Clerjeau, 1998; Willocquet i sar., 1998; Rea i Gubler, 2001). Za formiranje konidija vrlo je važna visoka relativna vlažnost vazduha (Delp, 1954; Weltzien i Weltzien, 1962; Willocquet i Clerjeau, 1998), a za razvoj hife umerena vlažnost vazduha. 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 23-25°C konidije klijaju za oko pet časova, a inkubacija traje 5-6 dana, a na 36-39°C konidije uginu posle 6-10 časova (Delp, 1954; Sall, 1980; Pearson i Goheen, 1988). Povoljna RH za klijanje je 40-100%, ali klijaju i na 20% (Delp, 1954; Weltzien i Weltzien, 1962; Willocquet i Clerjeau, 1998).

Utvrđeno je da se konidije oslobađaju tokom dana (Willocquet i Clerjeau, 1998), a zanemarljivo tokom noći (Pady i Subbaya, 1970). Slab vetar i niska relativna vlažnost vazduha su glavni faktori sa kojima je u vezi dnevno rasejavanje konidija (Zadoks i Schein, 1979), ali jači vetar i jaka kiša su nepovoljni (Willocquet i Clerjeau, 1998; Willocquet i sar., 1998), kao i intenziv-

na svetlost i sunčeva radijacija, posebno ultraljubičasto zračenje (Willocquet i Clerjeau, 1998). U godinama sa puno padavina i niskim temperaturama, posebno tokom aprila, štete od pepelnice redovno su manje nego u godinama sa malo padavina i visokim temperaturama.

U radu su analizirani klimatski uslovi u podgoričkom vinogorju i njihov uticaj na pojavu i razvoj pepelnice vinove loze.

## MATERIJAL I METODE

### Prikupljanje i obrada meteoroloških podataka

Meteorološki podaci o minimalnim, maksimalnim i srednjim dnevnim temperaturama i padavinama dobijeni su od Meteorološkog zavoda, Podgorica. Na osnovu ovih podataka napravljeni su grafikoni sa prikazima pedesetogodišnjeg proseka minimalnih, maksimalnih i srednjih dnevnih temperatura i sumom srednjih dnevnih temperatura za period novembar – april (Slika 1). Takođe, urađeni su grafikoni sa sumama srednjih dnevnih temperatura i padavina za pedesetogodišnji period i period istraživanja (2001/2002, 2002/2003. i 2003/2004) (Slika 2). Urađeni su i pojedinačni grafikoni sa minimalnim i maksimalnim temperaturama i sumama srednjih dnevnih temperatura za isti period istraživanja (Slike 3, 4 i 5). Na ovim grafikonima su naznačene kumulativne sume od 1100°C i vreme njihovog prosečnog postizanja.

Srednje dnevne minimalne temperature u poslednjih 50 godina bile su iznad 0°C, a srednje dnevne maksimalne iznad 10°C i svake godine sticani su uslovi za sazrevanje kleistotecija (suma srednjih dnevnih temperatura od 1100°C) do sredine marta (Slika 1).

Na osnovu maksimalnih i minimalnih temperatura i padavina naznačen je opseg pogodnosti uslova za primarne i sekundarne infekcije tokom perioda april – jul u godinama istraživanja (2002, 2003. i 2004) (Slike 6, 7 i 8). Takođe, na osnovu maksimalnih dnevnih temperatura urađeni su grafikoni indeksa sekundarne zaraze *U. necator* prema Gubler i sar. (1999) tokom 2002, 2003. i 2004. godine (Slike 9, 10 i 11).

### Praćenje inokuluma, pojave i intenziteta oboljenja

U uslovima podgoričkog vinogorja, na zasadu vinove loze u rodu, praćeni su pojava i brojnost kleistotecija na svim zelenim delovima biljaka. Svake sedmice, počev

od fenofaze precvetavanja (BBCH 69) pa do opadanja lišća (BBCH 97), posmatrani su svi delovi biljaka radi utvrđivanja prisustva simptoma (micelije i kleistotecija) i praćena je promena boje kleistotecija.

Ocena intenziteta oboljenja vršena je po metodi EPP0 (1997) i to na 100 grozdova, 100 listova i 50 lastara po svakom ponavljanju (Tabela 1).

**Tabela 1.** Vreme ocene brojnosti i zrelosti kleistotecija  
**Table 1.** Dates of evaluation of cleistothecia abundance and maturation

Godina Year	Vreme ocene brojnosti Date of evaluation of abundance	
	Lišće – Leaves	Lastari – Canes
2001/2002.	15.11.2001.	13.03.2002.
2002/2003.	7.11.2002.	21.03.2003.
2003/2004.	16.11.2003.	26.03.2004.

U novembru, tokom opadanja lišća, sakupljeno je lišće, a krajem zime i tokom proleća i lastari. Na njima je praćeno sazrevanje kleistotecija (početak praznjenja askospora). Uzorci lišća su čuvani u mreži, u prirodnim uslovima. Sa njih su uzimani iseći (oko 2 cm<sup>2</sup>). Takođe, i kod lastara su uzimani iseći (dužine 10 cm).

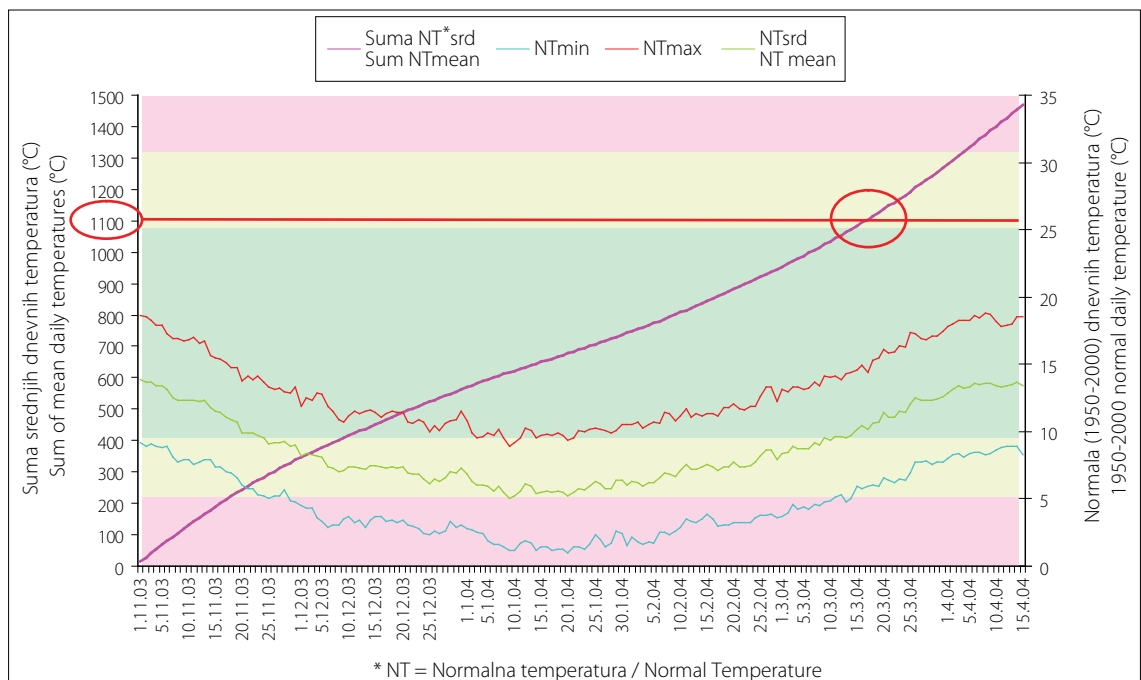
Svi iseći su natapani vodom u trajanju od nekoliko minuta i sa njih su izdvajane kleistotecije radi provere njihove zrelosti. Pregledi su obavljani pomoću mikroskopa sa uvećanjem 200-400 puta. U svakom pregledu uzoraka uzeto je po 100 kleistotecija.

## REZULTATI

### Zrenje kleistotecija

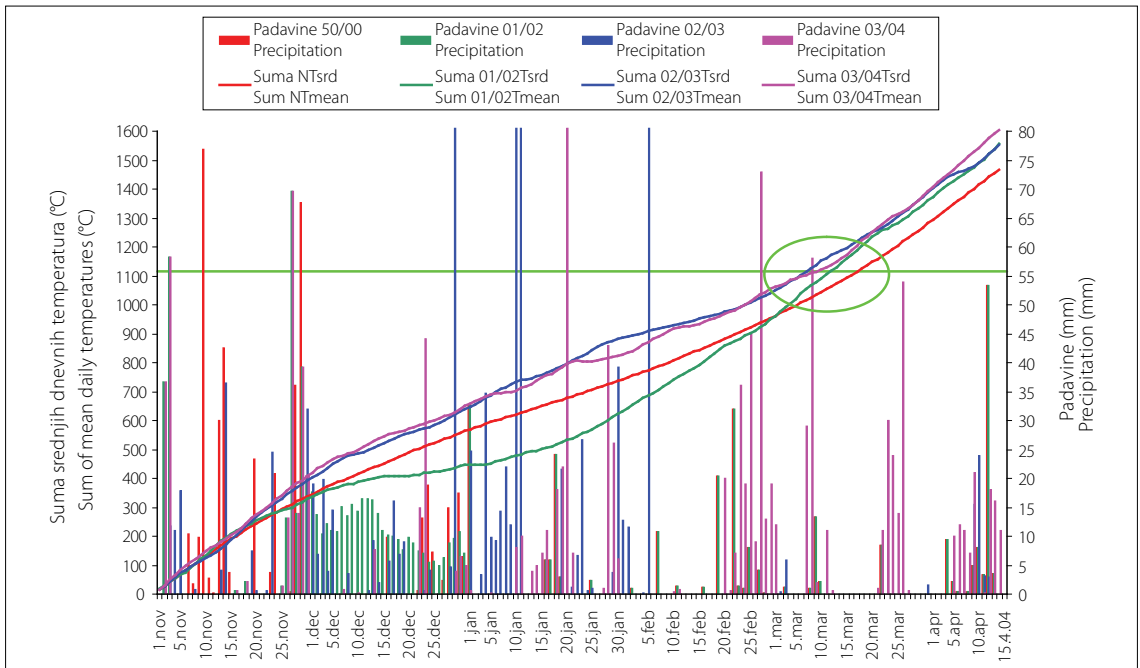
Tokom poslednjih pedeset godina na području Podgorice, u periodu novembar – april, minimalna temperatura varirala je u intervalu 1-10°C. U istom periodu maksimalna temperatura je bila u intervalu 10-19°C, a prosečna u intervalu 6-15°C. Prosečna suma srednjih dnevnih temperatura u ovom periodu je oko 1475°C. Suma prosečnih dnevnih temperatura od 1100°C dostiže se polovinom marta, kada je dnevna temperatura gotovo na granici optimalnog i uslovnog intervala temperatura za sporulaciju *U. necator* (Slika 1).

Period novembar – april u sve tri eksperimentalne godine (2001/2002, 2002/2003. i 2003/2004) bio je topliji od pedesetogodišnjeg proseka. Njega na području Podgorice karakterišu obilne i česte kiše (Slika 2).



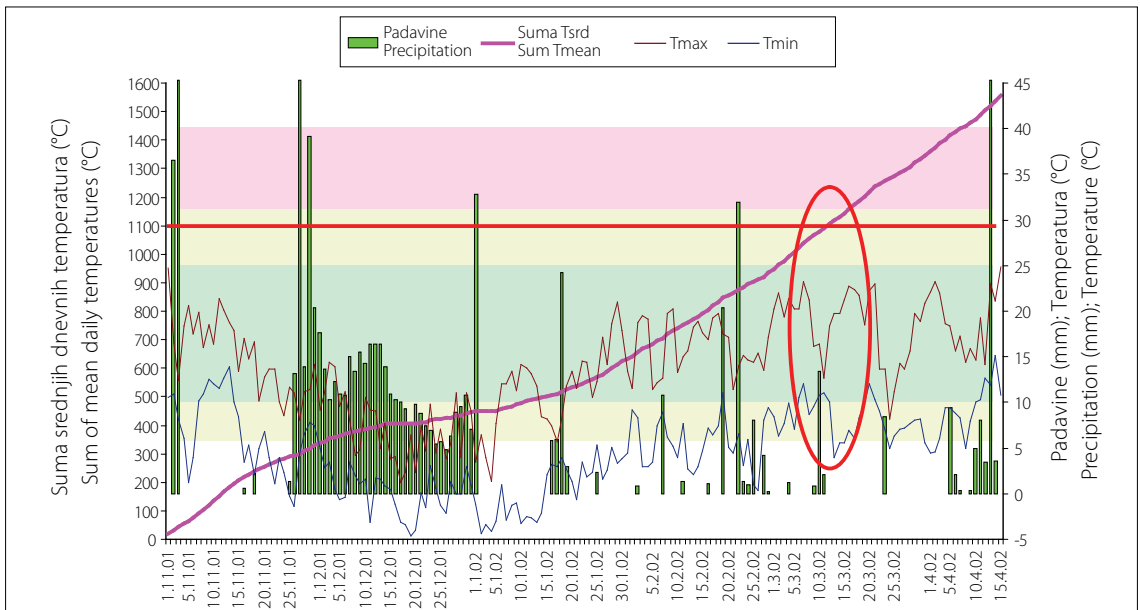
**Slika 1.** Klimatska normala: sume srednje dnevne temperature, minimalna, maksimalne i srednja dnevna temperatura za period 1950-2000. godine na području Podgorice i uslovi za sporulaciju *U. necator*

**Figure 1.** Climate normal: sum of mean daily temperatures (DT), minimum, maximum and mean daily temperatures for the period 1950-2000 in Podgorica region and conditions for sporulation of *U. necator*



**Slika 2.** Prosečna suma temperature i dnevnih padavina od novembra do aprila za period 1950-2000. i za godine 2001/2002, 2002/2003. i 2003/2004. na području Podgorice

**Figure 2.** Average sum of temperatures and daily precipitation from November to April in Podgorica region in 1950-2000 and in 2001/2002, 2002/2003 and 2003/2004

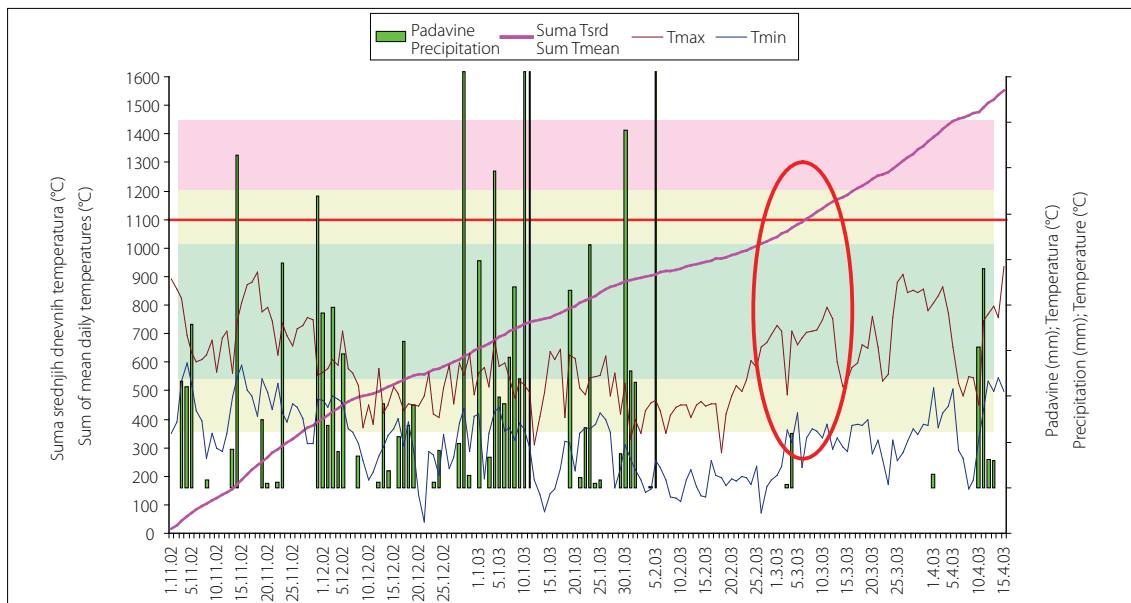


**Slika 3.** Temperatura (minimalna, maksimalna i suma srednjih dnevnih) i padavine u periodu od novembra 2001. do aprila 2002. godine na području Podgorice i uslovi za primarno zaražavanje

**Figure 3.** Temperature (minimum, maximum and sum of daily means) and precipitation in Podgorica region from November 2001 until April 2002 and conditions for primary infection

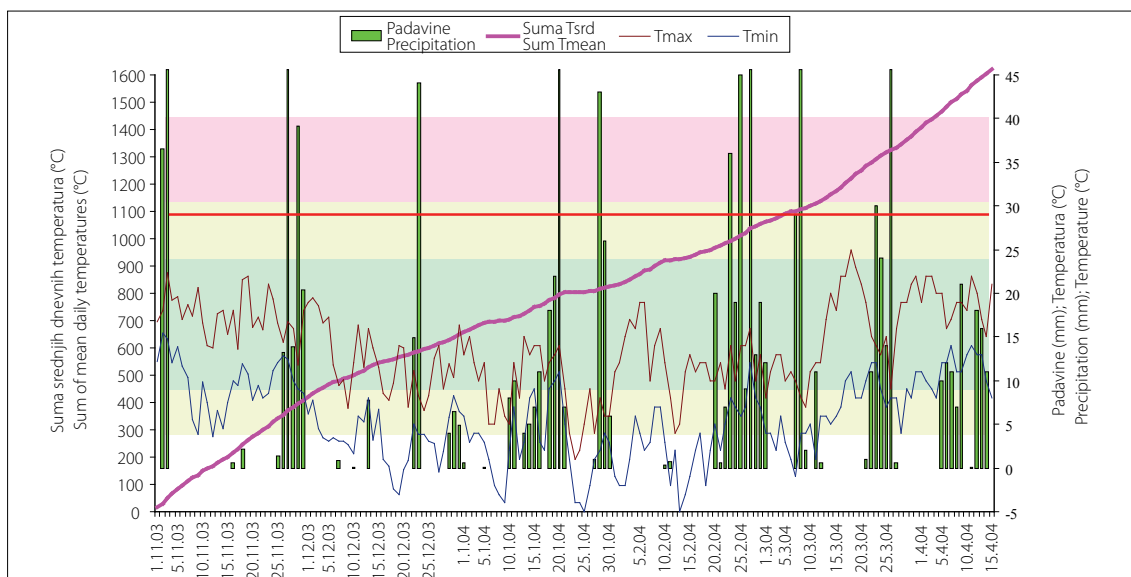
Svake eksperimentalne godine postojali su povoljni uslovi za sazrevanje kleistotecija i sporulaciju patogena. Suma srednjih dnevnih temperatura od 1100°C, koja se uzima kao prag zrelosti kleistotecija, postizana je

do polovine marta (u 2001/2002. godini 13.03.2002; u 2002/2003. godini 07.03.2003; u 2003/2004. godini 08.03.2004). Već od tada postojali su temperaturni i kišni uslovi za primarno zaražavanje (Slike 3, 4 i 5).



**Slika 4.** Temperatura (minimalna, maksimalna i suma srednjih dnevnih) i padavine u periodu od novembra 2002. do aprila 2003. godine na području Podgorice i uslovi za primarno zaražavanje

**Figure 4.** Temperature (minimum, maximum and sum of daily means) and precipitation in Podgorica region from November 2002 until April 2003 and conditions for primary infection



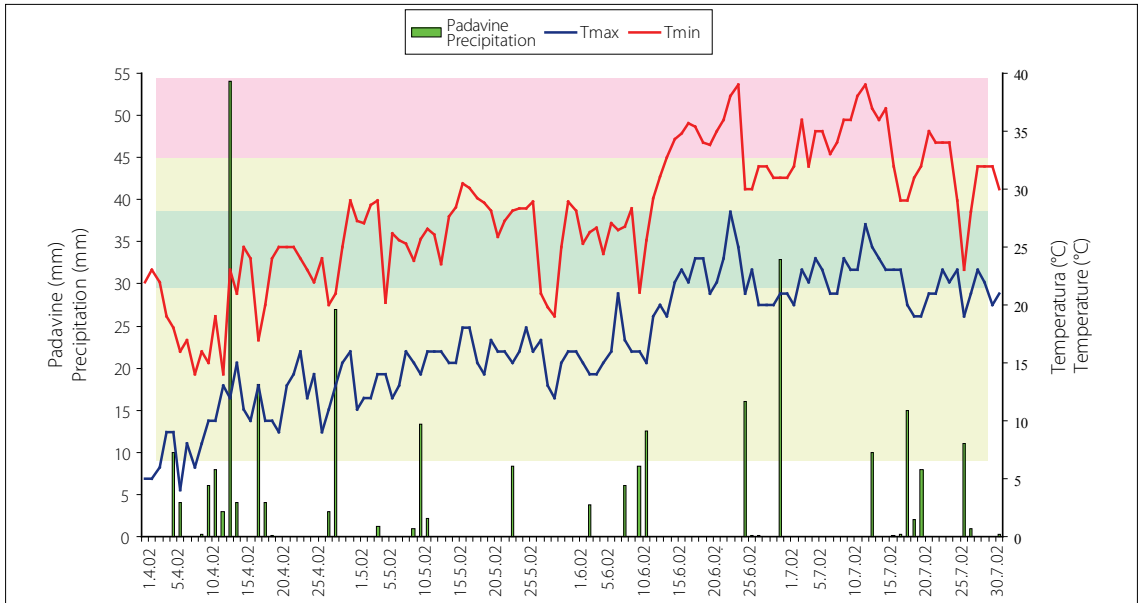
**Slika 5.** Temperatura (minimalna, maksimalna i suma srednjih dnevnih) i padavine u periodu od novembra 2003. do aprila 2004. godine na području Podgorice i uslovi za primarno zaražavanje

**Figure 5.** Temperature (minimum, maximum and sum of daily means) and precipitation in Podgorica region from November 2003 until April 2004 and conditions for primary infection

### Primarno zaražavanje i pojava oboljenja

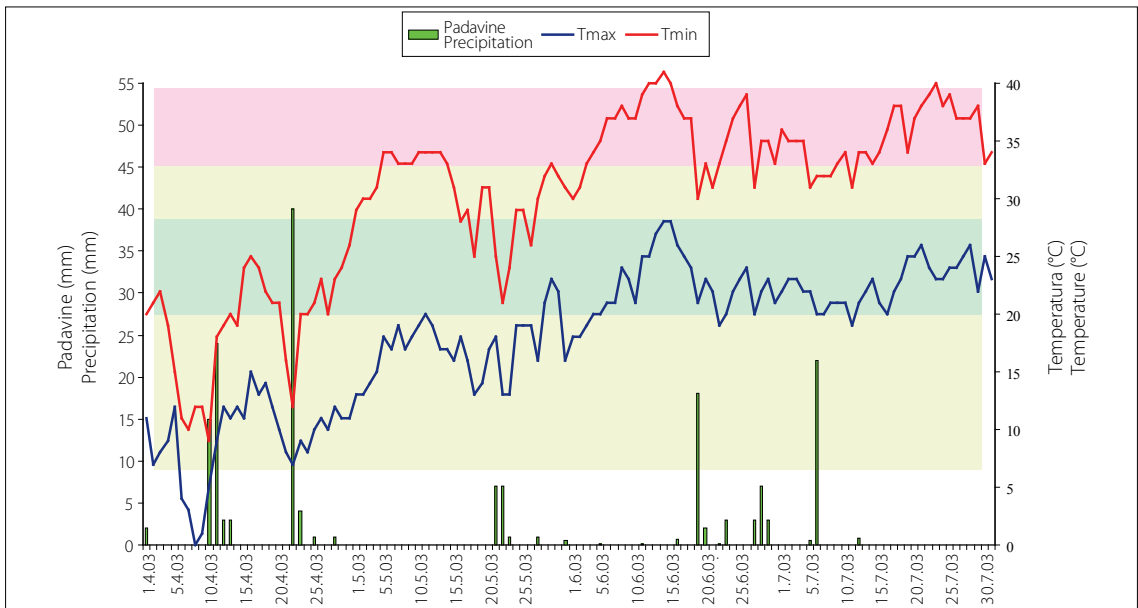
U periodu od otvaranja pupoljaka vinove loze do fenofaze precvetavanja u podgoričkom vinogorju postoje

povoljni uslovi za oslobađanje askospora iz kleistotecija (Slike 6, 7 i 8). Minimalne temperature su iznad 5°C i veliki je broj kišnih dana (preko 2.5 mm padavina) u kojima dolazi do oslobađanja askospora pa se može smatra-



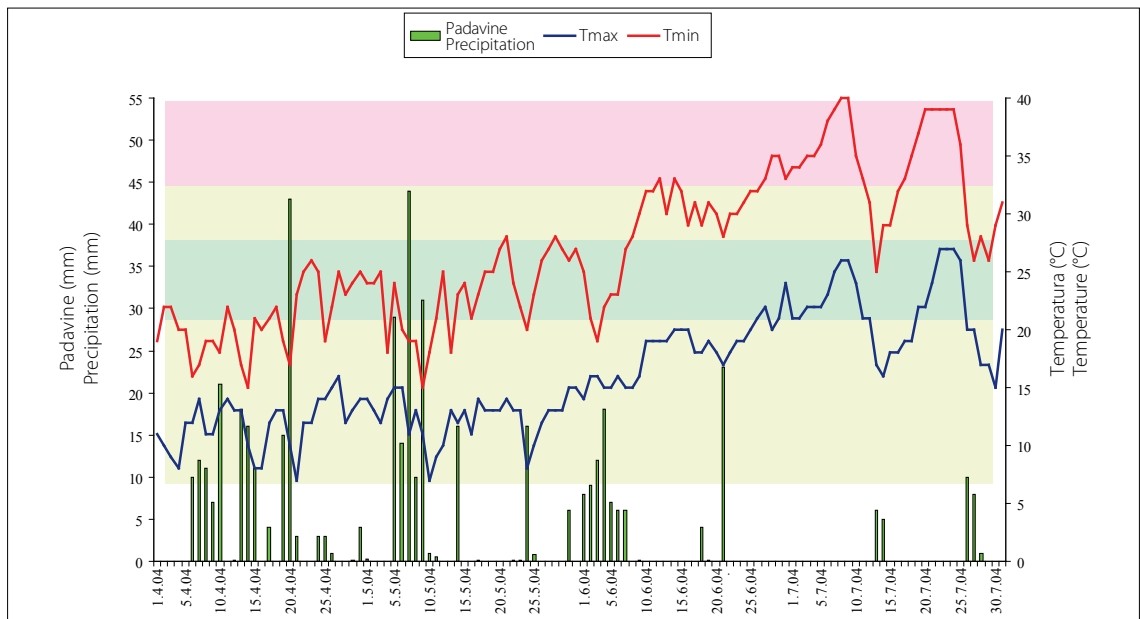
**Slika 6.** Temperatura (minimalna i maksimalna) i padavine u periodu od aprila do jula 2002. godine na području Podgorice i uslovi za sekundarno zaražavanje

**Figure 6.** Temperature (minimum and maximum) and precipitation in Podgorica region from April to July 2002 and conditions for secondary infection



**Slika 7.** Temperatura (minimalna, maksimalna i suma srednjih dnevnih) i padavine u periodu od aprila do jula 2003. godine na području Podgorice i uslovi za sekundarno zaražavanje

**Figure 7.** Temperature (minimum, maximum and sum of daily means) and precipitation in Podgorica region from April to July 2003 and conditions for secondary infection



**Slika 8.** Temperatura (minimalna, maksimalna i suma srednjih dnevnih) i padavine u periodu od aprila do jula 2004. godine na području Podgorice i uslovi za sekundarno zaražavanje

**Figure 8.** Temperature (minimum, maximum and sum of daily means) and precipitation in Podgorica region from April to July 2004 and conditions for secondary infection

ti da su klimatski uslovi u ovom vinogorju gotovo optimalni za primarno (i sekundarno) zaražavanje.

Prvi simptomi su se, najčešće, javljali na donjem lišću i na cvastima (2002. i 2004. godina) (Slike 9, 10 i 11). U 2003. godini prvi, slični, simptomi su se pojavili i na listovima i na bobicama, koje su bile veličine zrna graška.

### Sekundarno zaražavanje i širenje oboljenja

Na osnovu dnevnog indeksa zaraze prema Gubler i sar. (1999) (Slike 12, 13 i 14), od aprila do kraja jula tokom 2002. i 2004. godine postojali su vrlo povoljni



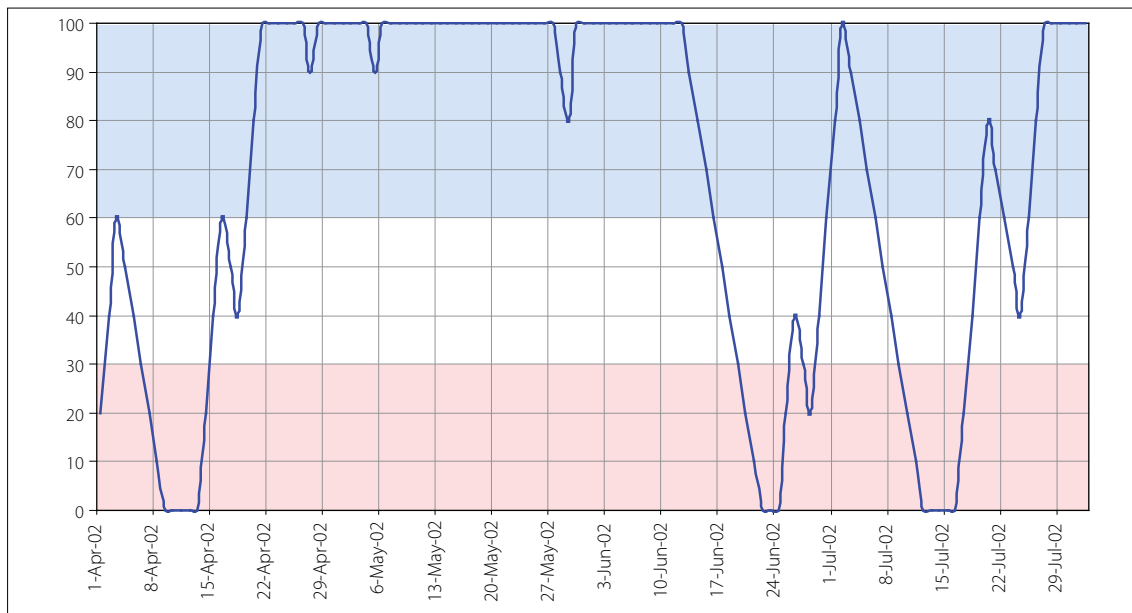
**Slika 9.** Simptomi pepelnice na prvom lišću  
**Figure 9.** Symptoms of grape powdery mildew on lower leaves



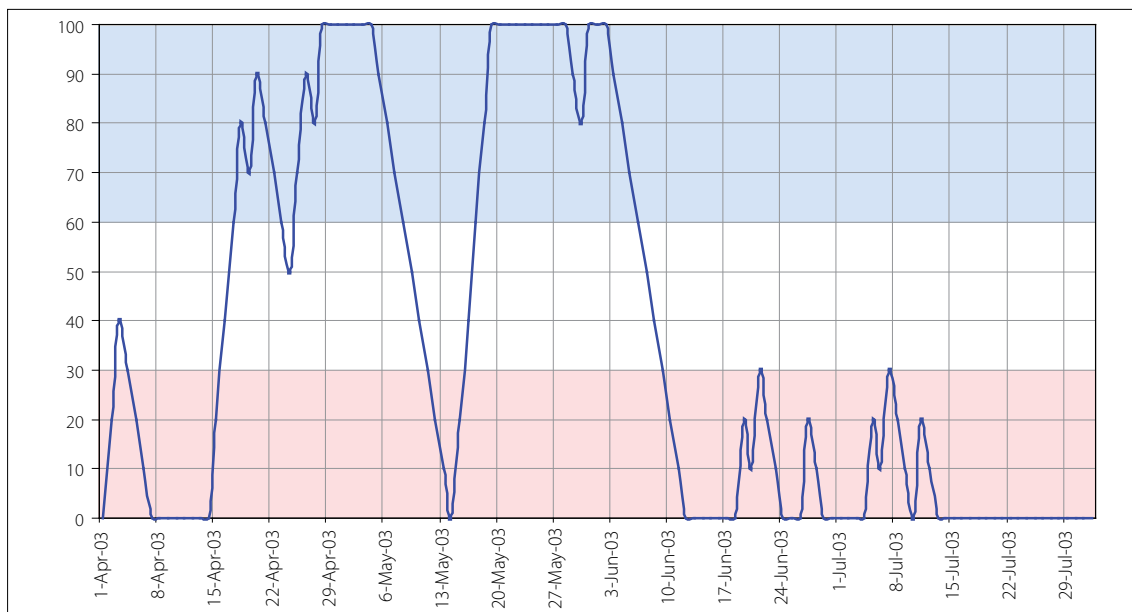
**Slika 10.** Simptomi pepelnice na cvasti i prvim bobocama  
**Figure 10.** Symptoms of grape powdery mildew on inflorescences and young berries



**Slika 11.** Simptomi pepelnice na lišću, grožđu i lastarima krajem vegetacije  
**Figure 11.** Symptoms of grape powdery mildew on leaves, grapes and canes at the end of vegetation



**Slika 12.** Dnevne vrednosti indeksa sekundarne zaraze *U. necator* prema Gubler-u i sar. (1999) tokom 2002. godine  
**Figure 12.** Daily index of secondary infection with *U. necator* according to Gubler et al. (1999) in 2002



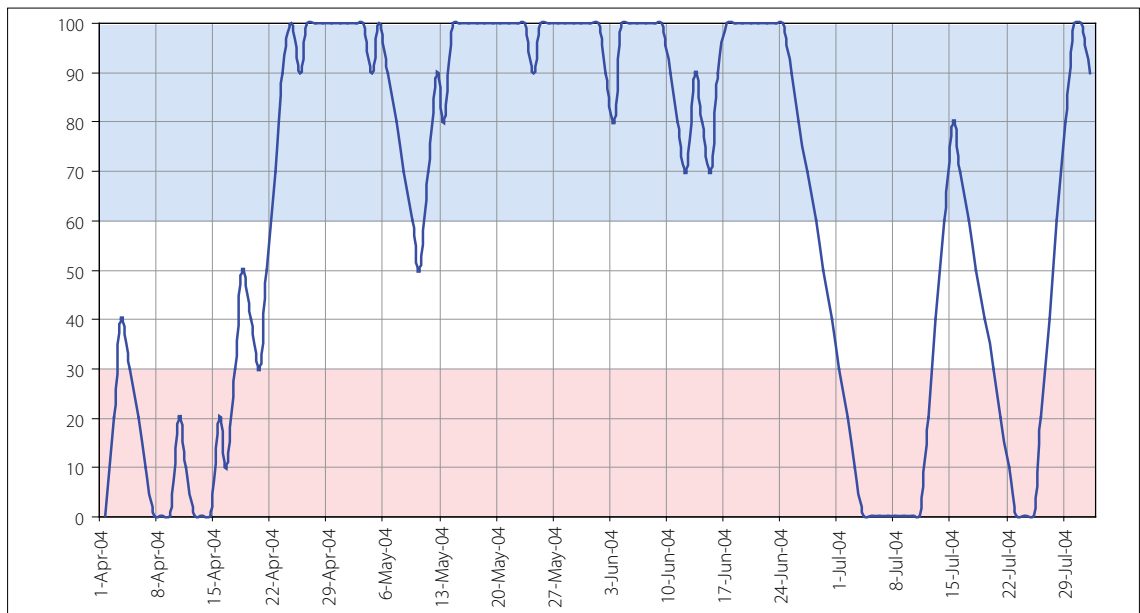
**Slika 13.** Dnevne vrednosti indeksa sekundarne zaraze *U. necator* prema Gubler-u i sar. (1999) tokom 2003. godine  
**Figure 13.** index of secondary infection with *U. necator* according to Gubler et al. (1999) in 2003

uslovi za sekundarno zaražavanje grozdova, lišća i lastara. Nešto manje povoljni uslovi bili su u drugoj polovini juna 2003. godine, ali ni tada mikroklimatski uslovi nisu bili ograničavajući faktor za širenje pepelnice.

#### Klimatski uslovi i intenzitet pojave pepelnice

Najslabija pojava pepelnice bila je u 2003. godini (grozd 23/62%, list 0/9%, lastar 0/20%) (Tabela 2), koju je karakterisalo toplije vreme tokom maja i ju-





**Slika 14.** Dnevne vrednosti indeksa sekundarne zaraze *U. necator* prema Gubler-u i sar. (1999) tokom 2004. godine  
**Figure 14.** Daily index of secondary infection with *U. necator* according to Gubler et al. (1999) in 2004

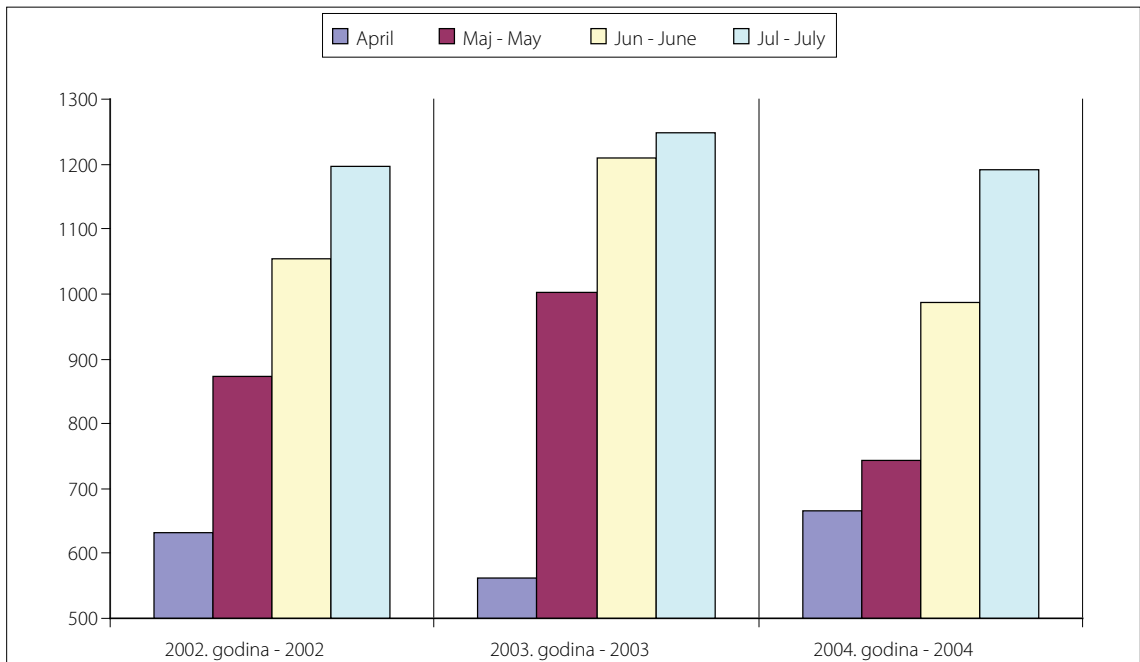
na (T<sub>srđ</sub> 1001, odnosno 1209°C) sa manje padavina (17, odnosno 37 mm) (Slike 12 i 13). Period april – jul 2003. godine bio je topliji (T<sub>srđ</sub> 3988°C) i suvlji (170 mm). Intenzitet pojave oboljenja u 2004. godini (grozd 41/97%, list 16/83%, lastar 26/92%) prosečno je slabiji nego u 2002. godini (grozd 58/100%, list 20/90%, la-

star 42/100%). Ove dve godine razlikuju se, u prvom redu po tome što su april i maj 2004. godine bili kišovitiiji (182, odnosno 169 mm) nego u 2002. godini (144, odnosno 26 mm). Godina 2004. je bila hladnija (3507°C) i kišovitija (474 mm) nego 2002. godina (3854°C, odnosno 294 mm). U 2004. godini pepelnica se javila ne-

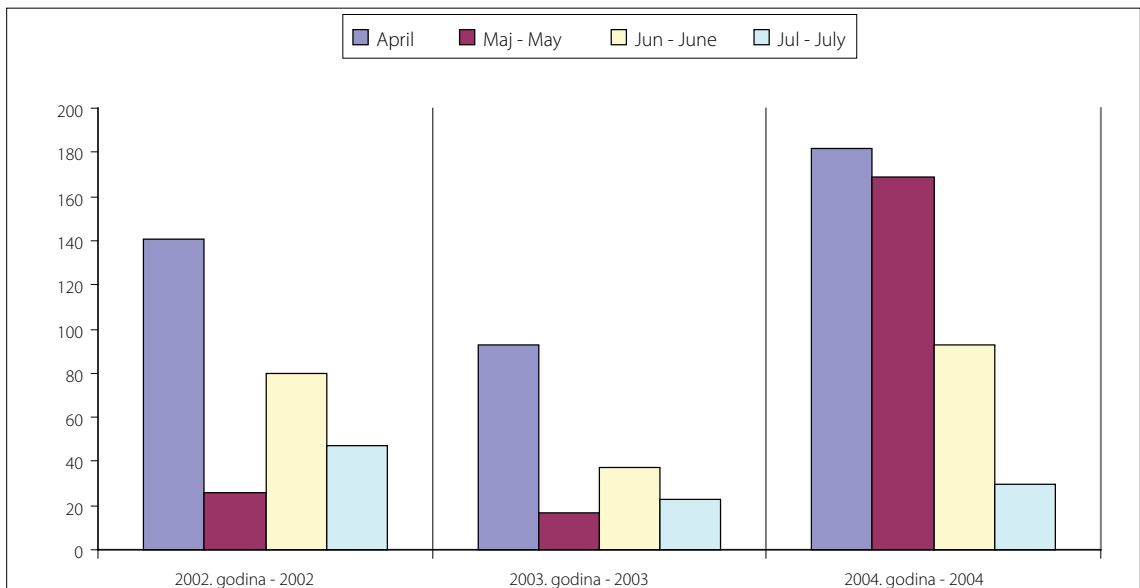
**Tabela 2.** Datum pojave (i očitavanja) i intenzitet napada pepelnice (%±SD) vinove loze

**Table 2.** Date of first evidence (and evaluations) and intensity of outbreaks of grape powdery mildew (%±SD)

Mesto Object	Obeležje Recordings	Godina – Year		
		2002	2003	2004
Grozd – Bunch	Prva pojava First evidence	16.05.	01.06.	27.05.
	Prvo očitavanje First evaluation	58.4±3.1 (01.06)	22.5±1.0 (16.06)	41.3±1.5 (18.06)
	Drugo očitavanje Second evaluation	100 (07.07)	62.2±2.0 (08.07)	97.4±2.3 (16.07)
List – Leaf	Prva pojava First evidence	03.05	19.06.	06.06.
	Prvo očitavanje First evaluation	19.6±2.3 (01.06)	0.0±0.0 (16.06)	16.1±0.3 (18.06)
	Drugo očitavanje Second evaluation	90.3±2.7 (07.07)	9.2±0.4 (08.07)	82.9±1.9 (16.07)
Lastar – Cane	Prva pojava First evidence	21.05.	19.06.	27.05.
	Prvo očitavanje First evaluation	42.2±1.9 (01.06)	0.0±0.0 (16.06)	25.5±0.7 (18.06)
	Drugo očitavanje Second evaluation	100 (07.07)	19.9±1.0 (08.07)	92.4±1.8 (16.07)



**Slika 15.** Suma srednjih dnevnih temperatura u periodu april – jul na području Podgorice  
**Figure 15.** Sum of mean daily temperatures in Podgorica region over the April-July period



**Slika 16.** Suma padavina u periodu april – jul na području Podgorice  
**Figure 16.** Sum of precipitation in Podgorica region over the April-July period

što kasnije (grozd i lastar 27.05, odnosno list 06.06) nego u 2002. godini (list 03.05, grozd 16.05, odnosno lastar 21.05) i 2003. godini (grozd 01.06, odnosno list i lastar 19.06). Na to je moglo uticati kišovitiije i prosečno hladnije vreme.

## DISKUSIJA

Višegodišnji prosek minimalne temperature na području Podgorice, u periodu novembar – april, varira u intervalu 1-10°C, pa se može smatrati da ne postoje ogr-

ničavajući uslovi za prezimljavanje micelije i kleistotecija. Micelija izmrzava ispod  $-16^{\circ}\text{C}$  (Gadoury i Pearson, 1990a; Jailloux i sar., 1999), a kleistotecije su vrlo otporne na niske temperature tako da *U. necator* ima visok infekcioni potencijal (Miladinović i sar., 2007a).

U podgoričkom vinogorju, suma srednjih dnevnih temperatura od  $1100^{\circ}\text{C}$ , koja je neophodna za sazrevanje kleistotecija i oslobađanje askospora (Jailloux i sar., 1998), dostiže se do polovine marta, znatno ranije nego u Međumurju (Hrvatska), gde se ona postiže tek u periodu april – maj (Šubić, 2004).

Askospore se intenzivno oslobađaju u intervalu temperatura  $15-25^{\circ}\text{C}$  (Jailloux i sar., 1998). Ispod  $8^{\circ}\text{C}$  oslobađanje askospora se smanjuje (Gadoury i Pearson, 1990a; Jailloux i sar., 1998), a ispod  $4^{\circ}\text{C}$  potpuno prestaje (Diehl i Heintz, 1987; Pearson i Gadoury, 1992). Ovih, ograničavajućih temperatura u podgoričkom vinogorju nema gotovo nikada.

Tokom aprila, maja, pa i juna, u podgoričkom vinogorju često pada kiša i vreme je vlažno, a to je prema Pearson i Gadoury (1987) preduslov za oslobađanje askospora. Za početak njihovog oslobađanja dovoljno je 2.5 mm kiše (Gadoury i Pearson, 1990a). Posle vlaženja kleistotecija u trajanju 2.5-45 sati (Diehl i Heintz, 1987; Gadoury i Pearson, 1988) spore se oslobađaju, pa je kiša od otvaranja pupoljaka do cvetanja vinove loze izuzetno značajna (Pearson i Gadoury, 1987; Gadoury i sar., 1988; Magarey i sar., 1997; Cortesi i sar., 1997).

Temperatura je u podgoričkom vinogorju gotovo u opsegu optimalnih temperatura za klijanje askospora ( $10-25^{\circ}\text{C}$ ), kada one kličaju za 24 sata. Gotovo nikada nije ispod  $5^{\circ}\text{C}$ , a retko je iznad  $31^{\circ}\text{C}$ , kada potpuno prestaje klijanje (Gadoury i Pearson, 1990b; Chellemi i Marois, 1991; Jailloux i sar., 1998).

Klijanje askospora je dobro i u vodi i u vlagom zasićenoj atmosferi, ali njihovo klijanje naglo opada kada se vlažnost smanjuje (Gadoury i Pearson, 1990b), pa se razlike u pogledu vlage u ranim fenofazama vinove loze odražavaju na pojavu oboljenja. Tako je veliki broj kleistotecija formiranih u jesen 2001. i jesen 2003. godine, zajedno sa velikim brojem kišnih dana u periodu od početka vegetacije do cvetanja, uslovio da se oslobodi veliki broj askospora, koje su izazvale intenzivne primarne zaraze. Međutim, manji broj kišnih dana početkom vegetacione sezone 2003. godine, zajedno sa malim brojem zrelih kleistotecija, doveo je do slabije pojave primarnih infekcija u ovoj godini.

U podgoričkom vinogorju se sa pojavom prvih listića javlja i pepelnica posle primarnog zaražavanja. Simptomi su jasno vidljivi na donjem lišću i tek formi-

ranim bobicama. Prve simptome na lastarima u blizini stare kore nalazili su i drugi istraživači. Sa nje se askospore lakše prenose na mlado tkivo (Sall i Wrynski, 1982; Pearson i Gadoury, 1987; Ypema i Gubler, 2000). Malo je verovatno da bi fragmenti micelije mogli da izazovu pojavu oboljenja (Van der Spuy i Matthee, 1977), a nije verovatna ni pojava askospora na belim mladrima. Kleistotecije se na njima nalaze tek krajem jula (Cortesi i sar., 1997).

U 2002. i 2004. godini prvi simptomi su se pojavili na donjem lišću, koje je najbliže kordunici, a potom na cvastima. U 2003. godini ti simptomi su se prvo pojavili na bobicama veličine zrna graška, a potom na listovima, što se može dovesti u vezu sa malim brojem zrelih kleistotecija i manjim brojem kišnih dana do cvetanja.

Temperatura i vlažnost, pa i insolacija utiču, kako na formiranje, klijanje i preživljavanje konidija, tako i na pojavu i razvoj oboljenja (Delp, 1954; Schnathorst, 1965; Willocquet i sar., 1998). Temperature u rasponu  $20-27^{\circ}\text{C}$  su optimalne za infekciju i razvoj bolesti, a gljiva raste u intervalu  $6-32^{\circ}\text{C}$ . Iznad  $35^{\circ}\text{C}$  porast gljive je zaustavljen, a temperatura iznad  $40^{\circ}\text{C}$  ubija gljivicu (Delp, 1954; Pearson i Goheen, 1988).

Na  $25^{\circ}\text{C}$  konidije kličaju za oko pet časova, a inkubacija traje pet dana. Na temperaturi od  $7^{\circ}\text{C}$  inkubacioni period je duži od 32 dana. Na  $23^{\circ}\text{C}$  i na  $30^{\circ}\text{C}$  inkubacija traje šest dana. Na  $36^{\circ}\text{C}$  konidije uginu posle 10 časova, a na  $39^{\circ}\text{C}$  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 je povoljna za infekciju zelenih biljnih delova u širokom intervalu (40-100%). Važnija je za sporulaciju nego za klijanje konidija jer je zapaženo da spore kličaju i pri RH 20% (Delp, 1954; Willocquet i sar., 1998). Umerena vlažnost i temperatura odgovaraju razvoju hife, a visoka vlažnost pogoduje formiranju konidija. Umereni klimatski uslovi pogoduju i razvoju pepelnice (Rea i Gubler, 2001).

Kiše su nepovoljne za razvoj nesavršenog stadijuma pepelnice vinove loze. Slobodna voda uzrokuje slabije klijanje konidija (Delp, 1954; Gadoury i Pearson, 1990a; Chellemi i Marois, 1991). 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, 1990a).

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 Subbaya, 1970).

U podgoričkom vinogorju su mikroklimatski uslovi povoljni i za formiranje konidija i sekundarno zaražavanje, pa se pepelnica intenzivno širi. Smatra se da za sekundarne infekcije nisu potrebne veće padavine, dok oslobađanju askospora pogoduju češće padavine sve do cvetanja biljaka, kojih u ovom vinogorju ima dovoljno, što s obzirom na infekcioni potencijal patogena može dovesti do nagle pojave pepelnice (Pearson i Gadoury, 1992) i to se često dešava.

Konidije intenzivno klijaju na 25°C i u tim uslovima inkubacija traje oko pet dana (Delp, 1954; Pearson i Goheen, 1988), što stvara veliki infekcioni potencijal patogena. Tek sredinom leta dolazi do pojave ograničavajućih temperaturnih uslova (iznad 36°C), na kojima konidije gube vitalnost (Delp, 1954; Pearson i Goheen, 1988).

U podgoričkom vinogorju i relativna vlažnost vazduha je retko ograničavajući faktor jer se vrši navodnjavanje, a ona je važnija za sporulaciju nego za klijanje jer konidije klijaju i na RH 20% (Delp, 1954; Weltzien, 1962; Willocquet i sar., 1998). U ovom vinogorju retke su i jače padavine od kraja proleća i tokom leta, koje se smatraju nepovoljnim za sporulaciju patogena (Chellemi i Marois, 1991).

U podgoričkom vinogorju gotovo da ne postoje ograničavajući faktori tokom kasnog proleća i leta za oslobađanje konidija (Miladinović i sar., 2007b) jer se one oslobađaju u beskišnim periodima (Willocquet i Clerjeau, 1998), tokom dana (Pady i Subbaya, 1970). Uz to, povetarac i niska relativna vlaga vazduha su glavni faktori rasejavanja spora (Zadoks i Schein, 1979), a ovi uslovi u podgoričkom vinogorju redovno postoje.

U podgoričkom vinogorju postoje povoljni mikroklimatski uslovi za intenzivnu pojavu pepelnice vinove loze. Povoljni su za intenzivno formiranje (krajem leta i početkom jeseni) i sazrevanje kleistotecija (do polovine marta), za pražnjenje kleistotecija, odnosno oslobađanje askospora i primarno zaražavanje mladog tkiva već početkom vegetacije. Zbog toga se oboljenje javlja na prvim listovima i tek formiranim bobicama. I tokom vegetacije nema ograničavajućih faktora za formiranje i rasejavanje konidija, sekundarno zaražavanje novog biljnog tkiva i intenzivno širenje pepelnice.

Intenzitet pojave oboljenja u pojedinim eksperimentalnim godinama može se dovesti u vezu sa mikroklimatskim uslovima, odnosno objasniti razlikama, u prvom redu količinom padavina u periodu maj – juni.

Toplija i suvlja 2003. godina manje je pogodovala razvoju pepelnice vinove loze nego 2002. godina, koju su karakterisali slični toplotni uslovi i znatno kišovitiiji maj, jul, i posebno jun. I nešto hladnija i znatno kišovitiija 2004. godina, posebno u periodu april – juni, bila je povoljnija za razvoj pepelnice vinove loze nego topla i suva 2003. godina, posebno tokom maja, juna i jula.

## LITERATURA

- Chellemi, D.O. and Marois, J.J.:** Sporulation of *Uncinula necator* on grape leaves as influenced by temperature and cultivar. *Phytopathology*, 81: 197-201, 1991.
- Cortesi, P., Bisiach, M., Ricciolini, M. and Gadoury, D.M.:** Cleistothecia of *Uncinula necator* – An additional source of inoculum in Italian vineyards. *Plant Dis.*, 81: 922-926.
- 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.
- EPPO:** Efficacy evaluation of plant protection products: *Uncinula necator* – PP 1/4(3). In: EPPO standards: Guidelines for the efficacy evaluation of plant protection products, 2, EPPO, Paris, France, pp. 10-12, 1997.
- 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.
- Gubler, W.D., Redemacher, M., Vasquez, S.J. and Thomas, C.S.:** Control of powdery mildew using the UC Davis powdery mildew risk index. *APSnet Feature Story*, January 1999.
- Jailoux, 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.
- Jailoux, F., Willocquet, L., Chapuis, L. and Froidefond, G.:** Effect of weather 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.

- 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.
- Miladinović, Z.:** Model zaštite vinove loze od pepelnice (pat. *Uncinula necator* Burr.) u uslovima podgoričkog vinogorja. Doktorska disertacija. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 2005.
- Miladinović, Z., Vukša, P. i Miletić, N.:** *Uncinula necator* (Schow) Burr., prouzrokovatelj pepelnice vinove loze: značaj, osobine i mogućnost suzbijanja. *Pestic. fitomed.*, 22: 25-38, 2007a.
- Miladinović, Z., Vukša, P. i Miletić, N.:** *Uncinula necator* (Schow) Burr., prouzrokovatelj pepelnice vinove loze: izvor inokuluma u uslovima podgoričkog vinogorja. *Pestic. fitomed.*, 22: 131-135, 2007b.
- 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 Gadoury, D.M.:** Powder mildew of grape. In: *Plant disease of international importance, Vol. III, Diseases of fruit crops* (J. Kumar, H.S. Chaube, U.S. Singh and A.N. Mukhopadhyay, eds.), Prentice Hall, New Jersey, 1992, p. 456.
- Pearson, R.C. and Goheen, A.C.:** Compendium of grape diseases (Powdery mildew PP 9-11). APS Press, St. Paul, Minnesota, 1988, p. 93.
- 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. Publication No. P-2001-0544-AMA, 2001.
- Sall, M.A.:** Epidemiology of grape powdery mildew: a model. *Phytopathology*, 70: 338-342, 1980.
- Sall, M.A. and Wrynski, J.:** Perennation of powdery mildew in buds of grapevines. *Plant Dis.*, 66: 678-679, 1982.
- Schnathorst, W.C.:** Environmental relationships in the powdery mildews. *Annu. Rev. Phytopath.*, 3: 343-366, 1965.
- Šubić, M.:** Mogućnost prognoze pepelnice vinove loze. *Glasnik zaštite bilja*, 6: 349-358, 2004.
- Van der Spuy, J.E. and Matthee, F.N.:** Overwintering of the oidium stage of *Uncinula necator* in the buds of the grapevine. *Plant Dis. Rep.*, 61: 612-615, 1977.
- Weltzien, H.C. and Weltzien, M.:** Cleistothecien von *Uncinula necator* in Wurtemberg 1961. *Z. Pflanzenkr.*, 69: 664-667, 1962.
- Weltzien-Senzel, M.:** Recherches sur la biologie de la germination des conidies de *Uncinula necator* (Schw.) Burr. *Hoefchen-Briefe*, 12: 29-52, 1959.
- Willoquet, L. and Clerjeau, M.:** An analysis of the effects of environmental factors on conidial dispersal of *Uncinula necator* (grape powdery mildew) vineyards. *Plant Pathol.*, 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 Pathol.*, 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. *Am. J. Enol. Vitic.*, 51: 1-6, 2000.
- Zadoks, J.C. and Schein, R.D.:** Epidemiology and plant disease management. Oxford University Press, New York, USA, 1979.

# *Uncinula necator* (Schow) Burr., the Causal Agent of Grape Powdery Mildew: Infection Potential and Microclimate

## SUMMARY

Microclimate in Podgorica vineyards and its effect on the formation, maturing and rupturing of cleistothecia, and disease outbreak, was studied.

An analysis of collected data on minimum and maximum temperatures and precipitation over the periods November-April (2001/2002, 2002/2003 and 2003/2004) and April-July (2002, 2003 and 2004) and their comparison with the average values over a 50-year period, indicate that neither temperature nor precipitation act as a limiting factor for disease outbreak and development in Podgorica vineyards. Over the trial period, conditions were favourable for the formation and maturing of cleistothecia between November and April. A sum of 1100°C mean daily temperature was reached by mid-March.

From bud burst to end of vine flowering, the conditions were again nearly optimal both for ascospore release from cleistothecia and primary infection, and for secondary infection. Initial symptoms appeared on lower leaves and inflorescences. Cleistothecia appeared in all green parts of grapevine. In 2002, and 2004, conditions were favourable for a secondary infection of bunches, leaves and canes from April to mid-July. Conditions for secondary infection were less favourable in the second half of June 2003. That year was characterized by warmer weather with less rainfall, especially in June and July. In 2004, precipitation and temperature were lower than in 2002, which resulted in a slightly less severe outbreak of disease.

**Keywords:** *Uncinula necator*; Cleistothecia, Microclimate