

GLJIVE I PSEUDOGLJIVE PROUZROKOVAČI BOLESTI VREŽASTIH KULTURA

Aleksandra Bulajić, Mira Vojvodić
Poljoprivredni fakultet – Univerzitet u Beogradu
Nemanjina 6, 11080 Beograd
E-mail: bulajic_aleksandra@yahoo.com

Izvod

Mikoze vrežastih kultura mogu biti izazvane raznorodnim vrstama gljiva i pseudogljiva i čest su ograničavajući faktor u proizvodnji u mnogim delovima sveta. Uobičajeno je da se svrstavaju u tri osnovne grupe, bolesti podzemnih organa, bolesti nadzemnih organa i bolesti ploda pre i posle berbe. U svakoj od ovih grupa gljive i pseudogljive prouzrokovači su brojni i taksonomski veoma udaljeni, ali među njima postoje izvesne sličnosti u epidemiologiji zbog čega se za suzbijanje mogu primeniti neke relativno slične strategije. Više vrsta gljiva i pseudogljiva koje se održavaju u zemljištu (eng. soilborne fungi) obično su prouzrokovači bolesti podzemnih organa vrežastih kultura. Uobičajene bolesti podzemnih organa su: rano propadanje tokom klijanja i nicanja (prouzrokovači vrste roda *Pythium* spp.), propadanje ili topljenje sejanaca (*Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*), fuzariozno uvenuće i sušenje biljaka (*Fusarium* spp.), verticiliozna uvelost (*Verticillium albo-atrum* i *V. dahliae*) i druge. Bolesti lista vrežastih kultura javljaju se ili isključivo na listovima ili tu započinju razvoj, a potom napadaju i vrežu i ostale biljne organe. Među značajnije bolesti lista vrežastih kultura ubrajaju se alternarijska pegavost lista (prouzrokovači *Alternaria cucumerina*, *A. alternata*), gumozno sušenje stabla (*Didymella bryoniae*), antraknoza (*Colletotrichum orbiculare*), plamenjača (*Pseudoperonospora cubensis*), pepelnica (*Podosphaera xanthii* i *Golovinomyces cichoracearum*), pegavost lista (*Cercospora citrullina*) i druge. Bolesti ploda vrežastih kultura su ekonomski veoma značajne i nastaju usled zaraze listova i stabla ili gljiva i pseudogljiva poreklom iz zemljišta sa kojima plod može biti u direktnom kontaktu. Najčešći prouzrokovači su *Phytophthora capsici*, nekoliko vrsta *Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Didymella bryoniae*, *Sclerotium rolfsii* i druge. Efikasna kontrola bolesti vrežastih kultura zasniva se pre svega na preventivnim i agrotehničkim merama koje sprečavaju nastanak ili usporavaju širenje bolesti. Setva zdravog semena i gajenje otpornih genotipova i plodored, svakako su najznačajnije, kao i direktna primena hemijskih ili bioloških fungicida.

Ključne reči: vrežaste kulture, gljive i pseudogljive, simptomi, epidemiologija, kontrola

UVOD

Vrežaste kulture svrstavaju se u porodicu tikava (fam. Cucurbitaceae), a širom sveta ekonomski su najznačajniji usevi lubenice, krastavca, tikava, bundeva, tikvica, dinja i drugih koje se u Srbiji proizvode na preko 20 000 ha (Berenji, 2010). Dok usevi krastavca i tikava poslednjih godina ispoljavaju blagi trend smanjenja zasadenih površina, ali sa uravnoteženim prosečnim prinosom, usevi lubenica i dinja proizvode se na približno sličnim površinama od 2015-2018. godine, ali sa izraženim trendom smanjena prosečnog prinosa sa 35 t/ha na oko 29 t/ha (Republički zavod za statistiku, 2019, stat.gov.rs). Na vrežastim kulturama širom sveta opisano je preko 200 bolesti različite etiologije, koje mogu biti izazvane gljivama, pseudogljivama, bakterijama, virusima i drugim biotskim i abiotskim prouzrokovateljima (Zitter, 1996a). Od oko 10 000 opisanih vrsta fitopatogenih gljiva i pseudogljiva, približno 300 ekonomski je značajno (Agrios, 2005), a najmanje 57 vrsta izaziva bolesti različitog ekonomskog značaja za biljke familije tikava (Martin et al., 1993). Uprkos velikim naporima i napretku selekcije i oplemenjivanja većine različitih vrežastih kultura u cilju podizanja nivoa otpornosti, relativno često pojedine bolesti javljaju se sa velikim intenzitetom i izazivaju značajne štete. Pojava i diverzitet pojedinih fitopatogenih gljiva i pseudogljiva na vrežastim kulturama zavise i od geografskog područja, vremenskih prilika i drugih faktora. Pojedine bolesti gube na značaju, dok druge iznenada postaju veoma destruktivne, ponekad ugrožavajući proizvodnju vrežastih kultura uopšte (Davis et al., 2001). Mikoze i pseudomikoze vrežastih kultura veoma često se dele u tri osnovne grupe, bolesti podzemnih organa, bolesti nadzemnih organa i bolesti ploda pre i posle berbe. Mada se prouzrokovaci bolesti često preklapaju i mogu se svrstati u više od jedne od ovih grupa, ovakva podela ima svoje opravdanje zbog simptomatologije i postavljanja dijagnoze, ali i postojanja izvesne sličnosti u epidemiologiji, sličnih strategija za suzbijanje, kao i samog praćenja prisustva, rasprostranjenosti i štetnosti bolesti vrežastih kultura.

Bolesti podzemnih organa vrežastih kultura

Bolesti podzemnih organa vrežastih kultura najčešće izaziva više vrsta nekog od poznatih rodova fitopatogenih gljiva ili pseudogljiva koji se označavaju kao gljive koje potiču iz zemljišta (eng. soilborne fungi). U ovu grupu ubrajaju se sledeće bolesti: rano propadanje tokom klijanja i nicanja (prouzrokovaci vrste roda *Pythium* spp.), propadanje ili topljenje sejanaca (*Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*), fuzariozno uvenuće i sušenje biljaka (*Fusarium oxysporum*), verticiliozna uvelost (*Verticillium albo-atrum* i *V. dahliae*) i druge. Bolesti podzemnih organa vrežastih kultura, izazvane ovako raznolikom grupom patogena, karakteriše popadanje biljaka pre ili neposredno nakon nicanja ili

pojava najčešće nespecifičnih simptoma uvelosti i hloroze nadzemnih delova, što je posledica zaraze korena i sprovodnih sudova (Bruton, 1996a). Topljenje rasada najčešće počinje kao trulež semena i sejanaca, pri čemu vrlo često zaraženo seme uopšte ne uspeva da nikne, dok je na slabije zaraženim sejancima, moguće odmah po nicanju uočiti pojavu smeđih pega sa vodenastim tkivom na kotiledonima. Stablo u nivou površine zemljišta uglavnom postaje tanko, kao žica i zato zaražene biljke padaju i veoma brzo budu prekrivene finom beličastom micelijom prouzrokovača.

Bolesti podzemnih organa vrežastih kultura izazvane su patogenima koji potiču iz zemljišta naročito predstavljaju problem ukoliko se osetljivi usevi gaje u monokulturi ili sa uskim plodoredom. Veći broj ovih patogena poseduje sposobnost održavanja u zemljištu gde se gaje vrežaste kulture duži niz godina u vidu različitih struktura koje formiraju, bilo tipa sklerocija (*Rhizoctonia* spp. i *Sclerotinia sclerotiorum*) (Muller et al., 1988; Asoufi et al., 2007), dugotrajnih spora, hlamidospora (*Fusarium* spp.) (Martin, 1996) ili oospora (*Phytophthora* spp. i *Pythium* spp.) (Gubler and Davis, 1996a; Gubler and Davis, 1996b). Kako se radi o patogenima koje imaju širok krug domaćina, unutar ali i van porodice vrežastih kultura, planiranje odgovarajućeg plodoreda dodatno je složeno. Ipak, intenzitet njihove pojave obično nije tako jak kao kod folijarnih bolesti, izuzev u slučajevima kada se vrežaste kulture gaje često u istom zemljištu, jer na taj način ovi patogeni uspevaju da nagomilaju veliku količinu inokuluma (Seo and Kim, 2017).

Vrste roda *Rhizoctonia* značajni su prouzrokovači truleži korena i propadanja krastavca (Lewis and Papavizas, 1980; Erper et al., 2002), lubenice (Sherf and MacNab, 1986), dinja (Kuramae et al., 2003), zimskih tikava (Gangopadbyay and Sharma, 1976, Erper et al., 2015) i drugih vrežastih kultura. Među raznovrsnim anastomoznim grupama *R. solani* AG-4 pokazala se kao veoma agresivna na usevima krastavca, dinja i tikava (Sneh et al., 1996; Erper et al., 2002, 2015; Kuramae et al., 2003), kao i dvojedarna *Rhizoctonia* spp. AG-A na usevima krastavca i dinje (Sneh et al., 1991). Na bundevama izdavaju se *R. solani* AG-4 i *Rhizoctonia* spp. AG-A i AG-K (Erper et al., 2016), dok se na lubenicama po značaju ističu četiri anastomozne grupe, *R. solani* AG-4 i AG-6, i *Rhizoctonia* spp. AG-A i AG-F (Rentería-Martínez et al., 2017). Kako su mnoge od navedenih AG prisutne i u našoj zemlji, *Rhizoctonia* spp. ozbiljan su potencijalni problem u proizvodnji vrežastih kultura.

Plodored kao jedna od malobrojnih raspoloživih mera kontrole gljiva koje se održavaju u zemljištu uglavnom utiče na smanjenje brojnosti populacije ovih patogena, a time i na smanjenje pritiska bolesti. Kao najpovoljnijim smatra se smena useva vrežastih kultura sa žitaricama ili travama, kao i kupusnjačama (Ji et al., 2012). Moguće je koristiti dezinfekciju zemljišta različitim fizičkim metodama uključujući solarizaciju i fumigaciju. Pored plodoreda, preporučuje se setva i gajenje vrežastih kultura u sistemu izdignutih bankova da bi se obezbedila drenaža nakon navodnjavanja (Bruton, 1996a). Davna praksa hemijske sterilizacije zemljišta

koristišćenjem metil bromida, efikasne aktivne supstance sa širokim spektrom delovanja, danas je zabranjena i napuštena zbog velike toksičnosti i neciljanog delovanja što je ekološki neprihvatljivo. Kao posledica isključivanja metil bromida iz primene, danas su intenzivna proučavanja u cilju iznalažanja mogućih alternativa (Webster et al., 2001; Colla et al., 2010). Postoje primeri uspešne kontrole poleganja rasada *Cucurbita pepo* izazvanog sa *Pythium* spp. primenom agenasa biološke kontrole tretiranjem semena sa pojedinim izolatima gljive *Trichoderma harzianum* (Haikal, 2007), kao i *Rhizoctonia* spp. obogaćivanjem zemljišta sa *Trichoderma* spp. (Askew and Laing, 1994; Kulling et al., 2000; Almeida et al, 2007).

Danas se kao veoma perspektivna i sve više primenjivana metoda kontrole patogena poreklom iz zemljišta ističe kalemljenje osetljivih genotipova na otporne podloge, najčešće različite tikve (Colla et al., 2012). Kalemljenje se u proizvodnji povrća koristi decenijama u Aziji, a u zapadnim zemljama sve više ulazi u praksu naročito nakon zabrane primene metil bromida kao zemljišnog fumiganta (Cohen et al., 2007). Kalemljenje lubenice na vrg (*Lagenaria siceraria*) često je u kontroli bolesti izazvanih sa *Fusarium oxysporum* (Thies et al., 2010). Pored lubenice, kalemljenje se sve više primenjuje u kontroli topljenja rasada i uvenuća krastavca koje izaziva *Pythium aphanidermatum*, naročito korišćenjem posebnih podloga od genotipova zimske tikve (*Cucurbita moschata*), pre svega podloga Titan i Herkules (Al-Mawaali et al., 2012). Usled intraspecijskog i interspecijskog kalemljenja, podloga često ispoljava uticaj na proizvodne karakteristike plemke, tako da je neophodno ispitati pogodnost podloga za svaku pojedinačnu vrstu koja se kalemi (Gullino et al., 2003).

Bolesti lista vrežastih kultura

Bolesti lista vrežastih kultura dobile su naziv bez obzira što se mogu javiti i na stablu, zato što im je zajedničko je da se javljaju ili isključivo na listovima ili tu započinju svoj razvoj. Ove bolesti u određenim uslovima iznenada mogu da se jave u epifitotičnim razmerama i tako postanu ekonomski veoma značajne (Davis et al., 2001), a redovno odnose u proseku oko 15% prinosa (Ha et al., 2009). Pravovremeno uočavanje i prepoznavanje bolesti lista, uz primenu odgovarajućih mera zaštite, obezbeđuje rentabilnu proizvodnju svih vrežastih kultura. Među značajnije bolesti lista vrežastih kultura ubrajaju se alternarijska pegavost lista (prouzrokovajući *Alternaria cucumerina*, *A. alternata*), gumozno sušenje stabla (*Didymella bryoniae*), antraknoza (*Colletotrichum orbiculare*), plamenjača (*Pseudoperonospora cubensis*), pepelnica (*Podosphaera xanthii* i/ili *Golovinomyces cichoracearum*), pegavost lista (*Cercospora citrullina*) i druge. *A. cucumerina*, *D. bryoniae* i *C. orbiculare* izazivaju pojavu pega prvo na listovima (Zhao et al., 2016), a potom prelaze na vreže i druge nadzemne organe i mogu biti veoma destruktivne u našoj zemlji (Bulajić i sar., 2007, Bulajić i sar., 2008). Za

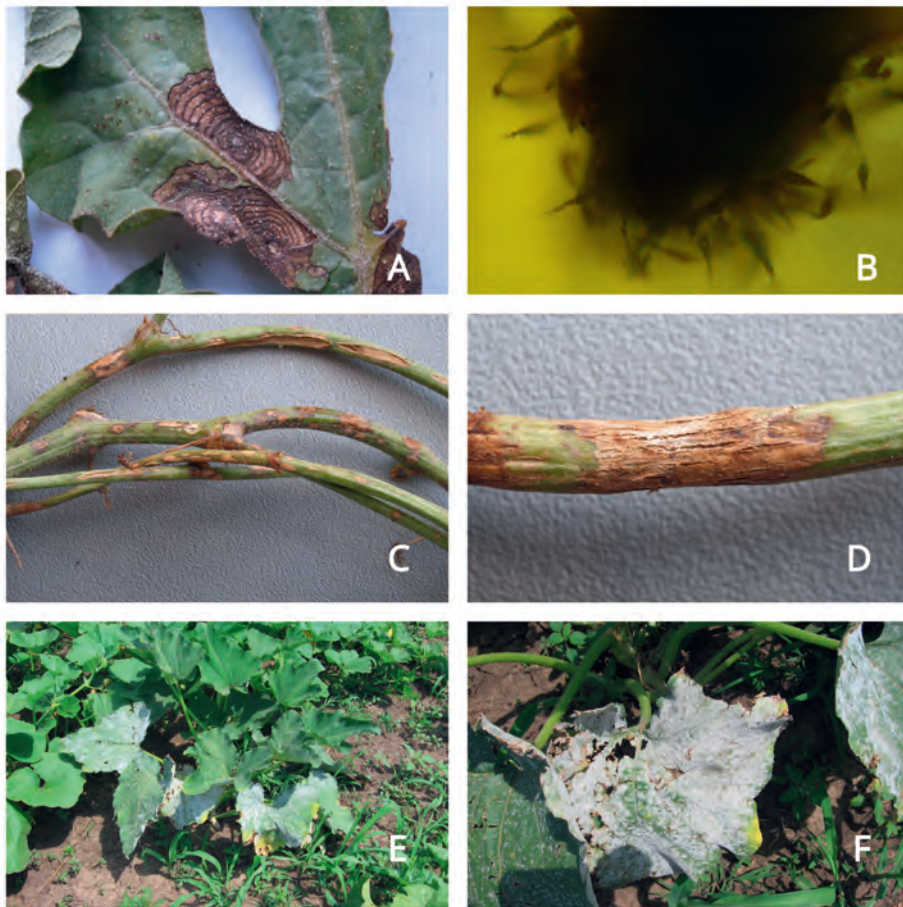
ove tri gljive karakteristična je donekle slična epidemiologija, odnosno u njihovom širenju na veća ili manja rastojanja najznačajniju ulogu ima zaraženo seme, a kraće ili duže održavaju se u zaraženim biljnim ostacima u zemljištu.

A. cucumerina i *A. alternata*, često poreklom iz zaraženog semena prvo izazivaju propadanje sejanaca (Thomas, 1996a; Bulajić i sar., 2005), kao i pojavu karakterističnih zoniranih pega na listovima (Slika 1A), a u usevu šire se vetrom na relativno manja rastojanja konidijama posebnog izgleda (Slika 1B). Intenzivnija zaraza sa *A. cucumerina* često je vezana za pojavu lisnih minera (Chandler and Thomas, 1991). Selekcija i oplemenjivanje većine vrežastih kultura obično je usmerena na poboljšanje nivoa otpornosti na plamenjaču i pepelnicu, zbog čega alternarijska lisna pegavost sve više dobija na značaju (Carmody et al., 1985; Zhao et al., 2016).

Zaraza sa *D. bryoniae* može biti naročito intenzivna pre ili u vreme rasadijanja. Kasnije, bolest se usevu lako prepoznaje se po brojnim nekrotičnim pegama na vreži (Slika 1C). Tkivo u okviru pega puca (Slika 1D), a kada nekroza prstenasto obuhvati stablo, ostatak vreže vene i suši se (Sitterly and Keinath, 1996b). Pored vreže, mogu biti zaraženi listovi i cvetovi. Kao posledica zaraze cvetova, *D. bryoniae* često izaziva unutrašnju trulež obično asimptomatičnih plodova, sa zaraženim ili infestiranim semenom (Ha et al., 2009). Pored konidija koje se formiraju na sejancima poreklom iz zaraženog semena, zarazu mogu obaviti i askospore koje se prenose vetrom, a potiču iz zaraženih biljnih ostataka u kojima patogen može da opstane najmanje 9 meseci (Keinath, 2008) ili brojnih korovskih ili biljaka spontane flore (Keinath, 2011). Proizvodnju obavezno treba započeti zdravim semenom ili semenom koje je tretirano fungicidima, a mere kontrole podrazumevaju i korišćenje dvogodišnjeg plodoređa, odstranjivanje zaraženih biljaka tokom vegetacije, uklanjanje i uništavanje zaraženih biljnih ostataka na kraju vegetacije, kao i folijarnu primenu fungicida (Sitterly and Keinath, 1996b). Molekularne analize ukazuju na postojanje diverziteta u populaciji *D. bryoniae* različitog porekla, mada nije ustanovljeno da postoji specijalizacija za biljku domaćina, niti razlike u virulentnosti (Kothera et al., 2003). Zbog složene epidemiologije i teškoća u kontroli, poslednjih godina se ističe po značaju (Keinath, 2011), a u našoj zemlji povremeno može biti veoma značajna (Bulajić, neobjavljeno).

Antraknoza koju izaziva *C. orbiculare* (prethodno poznata kao *C. lagenarium*), česta je i značajna bolest vrežastih kultura, naročito lubenice i krastavca. Njena pojava takođe se dovodi u vezu sa zaraženim semenom. Prvi simptomi uočavaju se već na kotiledonim listovima u vidu smeđih pega koje se šire na sve nadzemne organe (Sitterly and Keinath, 1996a). Pored zaraženog semena, *C. orbiculare* se održava u zaraženim biljnim ostacima, dok se na kraća rastojanja raznosi kišnim kapima nošenim vetrom. U biljno tkivo *C. orbiculare* prodire direktno kroz kutikulu nakon formiranja apresorijuma koji sadrži značajne količine tamno obojenog pigmenta, melanina, neophodnog za funkciju prodiranja (Kubo, 2005). Kontrola antraknoze podrazumeva korišćenje niza preventivnih mera kao što su trogodišnji plodored,

zdravo seme, otporne sorte, uništavanje zaraženih biljnih ostataka, kao i primena fungicida u toku vegetacije čim se bolest primeti (Sitterly and Keinath, 1996a).



Slika 1. Najčešće bolesti lista vrežastih kultura: alternarijka lisna pegavost, prouzrokovaoč *Alternaria cucumerina* – zonirane pege na listu lubenice (A) i pojedinačne krupne konidije *in situ* (B); gumozno sušenje stabla prouzrokovaoč *Didymella bryoniae* – brojne sitne nekrotične pege na vreži (C) uzdužno pucanje vreža lubenice (D); pepelnica prouzrokovaoči *Podosphaera xanthii* i/ili *Golovinomyces cichoracearum* – pojedinačne biljke uljane tikve u polju (E); potpuno zahvaćen list koji podleže nekrozi i lomi se. (F)

Pepelnica je hronična bolest vrežastih kultura, a u većini klimatskih uslova može biti i ekonomski veoma značajna (Cohen et al., 2003). Mada više vrsta može da izazove pepelnicu vrežastih kultura, najčešće su *Podosphaera xanthii* (sinonim *Alphitomorpha fuliginea*, stari naziv *Sphaerotheca fuliginea*) i *Golovinomyces cichoracearum* (stari naziv *Erysiphe cichoracearum*) (Hong et al., 2018). Mada

izazivaju iste simptome, razlikuju se na osnovu morfoloških i molekularnih osobina, kao i po učestalosti. *P. xanthii* rasprostranjenija je u Evropi (McGrath and Thomas, 1996), dok je *G. cichoracearum* prevalentna u Aziji (Hong et al., 2018). Pepelnica se u polju lako prepoznaje po karakterističnoj beloj masi hifa i konidija, obično prvo na pojedinačnim biljkama (Slika 1E), zahvatajući brzo cele listove koji nekrotiraju i lako su lomljivi (Slika 1F). Kontrola pepelnice složena je i teška i velika pažnja posvećuje se selekciji i oplemenjivanju u cilju dobijanja genotipova sa poboljšanim nivoom otpornosti. Dugogodišnji naponi doveli su do uspešnog prenošenja rezistentnosti kroz interspecijska ukrštanja u nekoliko genotipova uljane tikve koji su ispoljili potpunu ili delimičnu rezistentnost (Cohen et al., 2003). Konidije obe vrste prouzrokovala pepelnica mogu se širiti vetrom na velika rastojanja, tako da je preventivna primena fungicida često nezaobilazna mera kontrole. Efikasnost delovanja fungicida zavisi od kvaliteta primene, obuhvatajući kako lice tako i naličje lista, što je zahtevno zbog bujnosti biljaka (McGrath and Thomas, 1996). Pored toga, važno je paziti na antirezistentnu strategiju, zato što obe vrste, naročito *P. xanthii*, veoma brzo razvijaju rezistentnost na pojedine aktivne supstance (McGrath, 2001). Upravo zbog navedenog, u svetlu sve viših prosečnih temperatura i prisutnih klimatskih promena, proizvodnja vrežastih kultura sve je češće ugrožena pojavom pepelnice (Hong et al., 2018).

Plamenjaču izaziva *Pseudoperonospora cubensis* koja je obligatna pseudogljiva specijalizovana za vrežaste kulture (Lebeda and Kohen, 2011). Prezimljiva u zaraženim biljnim ostacima u vidu oospora ili micelijom na drugim osetljivim domaćinima. Tokom vegetacije širi se sporangijama koje vetar raznosi na veća rastojanja (Thomas, 1996b), a zaraze obavljaju zoospore. U našoj zemlji, *P. cubensis* se redovno javlja, često nanoseći značajne štete (Bagi et al., 2009). O prisustvu i eventualnom značaju *Cercospora citrullina*, prouzrokovala pegavosti lista vrežastih kultura (Williams, 1996), koja se u svetu u poslednje vreme pominje kao veoma značajna, u našoj zemlji za sada nema podataka.

Trulež ploda u vreme berbe ili tokom skladištenja izazvano gljivama

Plodovi vrežastih kultura, u procesu zrenja u polju ili tokom čuvanja ili prodaje mogu ispoljiti simptome različitih bolesti koje se razvijaju ili kao posledica zaraze listova ili u direktnom kontaktu sa zemljištem kod vrsta čiji plodovi leže. Osnovni problem u vezi bolesti plodova vrežastih kultura ogleda se u tome što se simptomi uočavaju kasno, u momentu kada nema mogućnosti da se preduzmu mere suzbijanja koje bi sprečile dalji razvoj bolesti. Moguće je samo sprečiti da se problem uočen jedne ne ponovi i sledeće godine. Više patogena može izazvati bolesti ploda različitih vrežastih kultura i to najčešće, *Phytophthora capsici* (McGrath, 1996), *Fusarium* spp. (Rampersad, 2009), *Alternaria alternata* (Brutton, 1996b), *Rhizoctonia solani* (Sitterly and Keinath, 1996c), *Didymella bryoniae* (Zitter, 1996b) *Sclerotium rolfsii* (Bruton, 1996b) ali i druge.

Mada se u poslednjih nekoliko godina, u mnogim delovima sveta, uočava porast šteta usled truleži plodova izazvane sa *Phytophthora capsici* (Lee et al., 2001; Babadoost and Zitter, 2009), u većini proizvodnih područja vrežastih kultura kao najznačajnije navode se vrste roda *Fusarium*. Fuzariozno uvenuće i trulež ploda izazvano sa *Fusarium* spp. dovodi se u vezu sa smanjenjem prinosa od 50-80% (Rampersad, 2009). Više vrsta ovog roda javlja se u pojedinačnim i mešanim zarazama u različitim delovima sveta uključujući *F. solani* na *Cucurbita pepo*, *C. maxima* i *C. moschata* kao najosetljivijim (Armengol et al., 2000), kao i *F. culmorum* i *F. solani* f.sp. *cucurbitae*, *F. oxysporum* na lubenicama, dinjama i drugim. Fuzariozno uvenuće i trulež plodova je izraženije kako se usev približava zrenju. Tada se prvo može uočiti trulež srži u osnovi stabla i za nekoliko dana može doći do uginuća čitavih biljaka. Na plodu, simptomi započinju kao vodene pege na delu koji je u kontaktu sa zemljištem. Kako bolest napreduje, uočava se vlažna trulež koju karakteriše prisustvo tečnosti koja curi i veoma brzo ceo plod propada (Rampersad, 2009). Kontrola fuzariozne truleži kao veoma štetne bolesti svodi se na uobičajene agrotehničke mere uz izbegavanje gajenja vrežastih kultura na lokalitetima gde je zabeleženo prisustvo patogena, a ima i obećavajućih rezultata u primeni agenasa biološke kontrole (Zhao et al., 2012).

ZAKLJUČAK

Kako brojni patogeni iz reda gljiva i pseudogljiva mogu ugroziti proizvodnju vrežastih useva, uspostavljanje efikasnog programa zaštite uslovljeno je pravilnom i pravovremenom dijagnozom. Bez obzira na prouzrokovaca, efikasna kontrola bolesti vrežastih kultura zasniva se na prevenciji i agroteničkim merama koje usporavaju širenje bolesti. Setva zdravog semena i gajenje otpornih genotipova predstavljaju najefikasniju meru prevencije, dok smanjenju inokulacionog potencijala doprinose različite raspoložive agrotehničke mere, uključujući plodored, sanitaciju, higijenske mere tokom skladištenja i druge. Hemijske mere suzbijanja, kad nivo bolesti pređe prag štetnosti i kada je to moguće i dozvoljeno, doprinose profitabilnoj proizvodnji svih vrežastih kultura, ali se intenzivno radi na iznalaženju alternativnih metoda, uključujući biološku kontrolu.

Zahvalnica

Ovaj rad je rezultat istraživanja u okviru projekta III43001, finansiranog od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- Agrios, G. N. (2005): Plant Pathology, Academic Press, Inc, San Diego/Toronto.
- Al-Mawaali, Q. S., Al-Sadi, A. M., Khan, A. J., Al-Hasani, H. D., Deadman, M. L. (2012): Response of cucurbit rootstocks to *Pythium aphanidermatum*. Crop Protection 42: 64-68.
- Almeida, F. B. dos R., Cerqueira, F. M., Silva, R. N. S., Ulhoa, C. J., Lima, A. L. (2007): Mycoparasitism studies of *Trichoderma harzianum* strains against *Rhizoctonia solani*: evaluation of coiling and hydrolytic enzyme production. Biotechnological Letters 29: 1189-1193.
- Armengol, J., Jose, C. M., Moya, J. M., Sales, R., Vicent, A., Garcia-Jimenez, J. (2000): *Fusarium solani* f.sp. *cucurbitae* race 1, a potential pathogen of grafted watermelon in Spain. OEPP/EPPO Bulletin 30: 179-183.
- Askew, D. J. and Laing, M. D. (1994): The in vitro screening of 118 *Trichoderma* isolates for antagonism to *Rhizoctonia solani* and an evaluation of different environmental sites of *Trichoderma* as sources of aggressive strains. Plant and Soil 159: 277-281.
- Asoufi, H., Hameed, K. M., Mahasneh, A. (2007): The cellulase and pectinase activities associated with the virulence of indigenous *Sclerotinia sclerotiorum* isolates in Jordan Valley. The Plant Pathology Journal 23: 233-238.
- Babadoost, M. and Zitter, T. A. (2009): Fruit rots of pumpkin, a serious threat to the pumpkin industry. Plant Disease 93: 772-782.
- Bagi, F., Balaž, F. F., Stojšin, V. B., Budakov, D. B., Sokolovski, T. V., Radonić, B. K. (2009): Susceptibility level of cucumber downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) to metalaxyl. Zbornik Matice srpske za prirodne nauke / Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad 116: 141-147.
- Berenji, J. (2010): Uljana tikva i njena proizvodnja. Institut za ratarstvo i povrtarstvi, Novi Sad, pp. 1-65.
- Bruton, B. J. (1996a): Principal diagnostic characteristics of soilborne diseases of melon. In: Zitter, T. A., Hopkins, D. L. and Thomas, C. E. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 10.
- Bruton, B. J. (1996b): Southern Blight. In: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 56.
- Bulajić, A., Krstić, B., Delibašić, G., Vico, I. (2005): *Alternaria alternata* na semenu povrća i začinskog bilja. Arhiv za poljoprivredne nauke 66: 75-87.
- Bulajić, A., Krstić, B., Ivanović, M. (2007): Bolesti crnog luka i lubenice. Zbornik radova, VIII savetovanje Savremena proizvodnja povrća. Novi Sad: 28-32.
- Bulajić, A., Krstić, B., Ivanović, M. (2008): Bolesti lubenice i mere suzbijanja. Biljni lekar 36: 426-435.
- Carmody, B. E., Miller, M. E., Grisham, M. P. (1985): A technique to screen muskmelons for resistance to *Alternaria* leaf blight. Plant Disease 69: 426-428.
- Chandler, L. D., Thomas, C. E. (1991): Effect of leaf miner feeding activity on the incidence of *Alternaria* leaf blight lesions on muskmelon leaves. Plant Disease 75: 938-940.
- Cohen, R., Hanan, A., Paris, H. S. (2003): Single-gene resistance to powdery mildew in zucchini squash (*Cucurbita pepo*). Euphytica 130: 433-441.

- Cohen, R., Burger, Y., Horev, C., Koren, A., Edelstein, M. (2007): Introducing grafted cucurbits to modern agriculture, the Israeli experience. *Plant Disease* 91: 916-923.
- Colla, P., Gilardi, G., Gullino, M. L. (2012): A review and critical analysis of the European situation of soilborne disease management in the vegetable sector. *Phytoparasitica* 40: 515-523.
- Davis, A. R., Bruton, B. D., Pair, S. D. and Thomas, C. E. (2001): Powdery Mildew: An Emerging Disease of Watermelon in the United States. *Cucurbit Genetics Cooperative Report* 24: 42-48.
- Erper, I., Karaca, G. H., Ozkoç, I. (2002): Characterization of *Rhizoctonia* species causing root-rot of cucumber plants in greenhouses in Samsun, Turkey, Proc. 2nd Balkan symposium on vegetables and potatoes, Eds. G. Paroussi et al. *Acta Horticulturae*, 579: 531-534.
- Erper, I., Balkaya, A., Türkkkan, M., Kılıç, G. (2015): Determination of fungal pathogens causing root and crown rot in winter squash (*Cucurbita maxima* Duch.) growing areas in the Black Sea region and reactions of some winter squash genotypes against these pathogens. *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 30: 15-23.
- Erper, I., Cebi Kilicoglu, M., Turkkkan, M., Onder, H. (2016): Characterization and pathogenicity of *Rhizoctonia* spp. isolated from winter squash in the Black Sea region of Turkey. *European Journal of Plant Pathology* 146: 683-697.
- Gangopadhyay, S. and Sharma, R. K. (1976): Spongyrot of pumpkin. *Indian Phytopathology*, 29: 423-424.
- Gubler, W. D. and Davis, R. M. (1996a): Phytophthora crown and Root Rot. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 19-20.
- Gubler, W. D. and Davis, R. M. (1996b): Pythium and Phytophthora Damping-Off and Root Rot. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 21-22.
- Gullino, M. L., Camponogara, A., Gasparini, G., Rizzo, V., Clini, C., Garibaldi, A. (2003): Replacing methyl bromide for soil disinfection, the Italian experience and implications for other countries. *Plant Disease* 87: 1012-1021.
- Ha, Y., Fessehaie, A., Ling, K. S., Wechter, W. P., Keinath, A. P., Walcott, R. R. (2009): Simultaneous detection of *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* and *Didymella bryoniae* in cucurbit seedlots using magnetic capture hybridization and real-time polymerase chain reaction. *Phytopathology* 99: 666-678.
- Haikal, N. Z. (2007): Control of Pythium damping-off of Squash (*Cucurbita pepo*) by seed treatment with Crop Straw and Soil by biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Plant Pathology Journal* 6: 95-98.
- Hong, Y. J., Hossain, M. R., Kim, H.Y., Park, J. I., Nou, I. S. (2018): Identification of two new races of *Podosphaera xanthii* causing powdery mildew in melon in South Korea. *Plant Pathology Journal* 34: 182-190.
- Ji, C. and Kuc, J. (1997): Non-host resistance to *Colletotrichum lagenarium* in pumpkin and squash is not primary associated with β -1,3-glucanase and chitinase activities. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 50: 361-370.
- Ji, P., Kone, D., Yin, J., Jackson, K. L., Scinos, A. S. (2012): Soil amendments with *Brassica* cover crops for management of Phytophthora blight on squash. *Pest Management Science* 68: 639-644.
- Keinath, A. P. (2008): Survival of *Didymella bryoniae* in infested muskmelon crowns in South Carolina. *Plant Disease* 92: 1223-1228.

- Keinath A. P. (2011): From native plants in Central Europe to cultivated crops worldwide: The emergence of *Didymella bryoniae* as a cucurbit pathogen. *HortScience* 46: 532–535.
- Kothera, R. T., Keinath, A. P., Dean, K. A., Farniham, M. W. (2003): AFLP analysis of a worldwide collection of *Didymella bryoniae*. *Mycological Research* 107: 297-304.
- Kubo, Y. (2005): Studies on mechanisms of appressorial penetration by *Colletotrichum lagenarium*. *Journal of General Plant Pathology* 71: 451-453.
- Kulling, C, Mach, R. L., Lorito, M., Kubicek, C. P. (2000): Enzyme diffusion from *Trichoderma atroviride* (5 *T. harzianum* P1) to *Rhizoctonia solani* is a prerequisite for triggering of *Trichoderma ech42* gene expression before mycoparasitic contact. *Applied and Environmental Microbiology* 66: 2232-2234.
- Kuramae, E. E., Buzeto, A. L., Ciampi, M. B., Suoza, N. L. (2003): Identification of *Rhizoctonia solani* AG 1-IB in lettuce, AG 4 HG-I in tomato and melon and AG 4 HG-III in broccoli and spinach in Brazil. *European Journal of Plant Pathology*, 109: 391-395.
- Lebeda, A. and Cohen, Y. (2011): Cucurbit downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*)-biology, ecology, epidemiology, host-pathogen interaction and control. *European Journal of Plant Pathology* 129:157–192.
- Lee, B. K, Kim, B. S, Chang, S. W, Hwang, B. K. (2001): Aggressiveness to pumpkin cultivars of isolates of *Phytophthora capsici* from pumpkin and pepper. *Plant Disease* 85: 497-500.
- Lewis, J. A. and Papavizas, G. C. (1980): Integrated control of *Rhizoctonia* fruit rot of cucumber. *Phytopathology*, 70: 85-89.
- Martin, R. D. (1996): Fusarium wilts. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 11-13.
- Martin, R. D, Miller, M. E, Bruton, B. D. (1993): Diseases of Cucurbits. In *Common Names of Plant Diseases*. APSNET, the official website of American Phytopathological Society, dostupno na adresi: www.apsnet.org/online/common/names/cucurbit.asp
- McGrath, M. T. (1996): *Phytophthora* fruit rot. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 53-54.
- McGrath, M. T. and Thomas, C. E. (1996): Powdery mildew. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), *Compendium of Cucurbit Diseases*. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 28-30.
- McGrath, M. T. (2001): Fungicide resistance in cucurbit powdery mildew: experiences and challenges. *Plant Disease* 85: 236-245.
- Muller, P. J., Vink, P., Van Zaayen, A. (1988): Flooding causes loss in viability and pathogenicity of sclerotia of *Rhizoctonia tuliparum*. *European Journal of Plant Pathology* 94: 45-47.
- Rampersad, S. N. (2009): First Report of *Fusarium solani* Fruit Rot of Pumpkin (*Cucurbita pepo*) in Trinidad. *Plant Disease* 93: 547.
- Rentería-Martínez, M. E., Guerra-Camacho, M. E., Ochoa-Meza, A., Moreno-Salazar, A. S., Varela-Romero, A., Gutiérrez-Millán, L. E., Meza-Moller, A. (2017). Multilocus phylogenetic analysis of fungal complex associated with root rot watermelon in Sonora, Mexico. *Mexican Journal of Phytopathology*. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1710-1.

- Seo, Y., and Kim Y.H. (2017): Pathological interrelations of soil-borne diseases in cucurbits caused by *Fusarium* species and *Meloidogyne incognita*. The Plant Pathology Journal 33: 410-423.
- Sherf, A. F. and MacNab, A. A. (1986): Vegetable diseases and their control. New York: John Wiley and Sons.
- Sitterly, W. R. and Keinath, A. P. (1996a): Antracnose. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 24-25.
- Sitterly, W. R. and Keinath, A. P. (1996b): Gummy stem blight. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 27-28.
- Sitterly, W. R. and Keinath, A. P. (1996c): Belly rot. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 47-48.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A. (1991): Identification of *Rhizoctonia* species. St. Paul, Minnesota: APS Press.
- Thomas, C. E. (1996a): *Alternaria* leaf blight. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 23-24.
- Thomas, C. E. (1996b): Downy mildew. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 25-27.
- Thies, J. A., Ariss, J. J., Hassell, R. L., Olson, S., Kousik, C. S., and Levi, A. (2010): Grafting for management of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. Plant Disease 94: 1195-1199.
- Webster, T. M., Csinos, A. S., Johnson, A. W., Dowler, C. C., Sumer, D. R., Fery, R. L. (2001): Methyl bromide alternatives in a bell pepper – squash rotation. Crop Protection 20: 605-614.
- Williams, P. H. (1996): *Cercospora* leaf spot. In: Zitter TA, Hopkins DL and Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 25.
- Zhao, S., Du, C. M., Tian, C. Y. (2012): Suppression of *Fusarium oxysporum* and induced resistance of plants involved in the biocontrol of Cucumber Fusarium Wilt by *Streptomyces bikiniensis* HD-087. World Journal of Microbiology and Biotechnology 28: 2919-2927.
- Zhao, J., Bao, S. W., Ma, G. P., Wu, X. H. (2016): Characterization of *Alternaria* species associated with watermelon leaf blight in Beijing municipality of China. Journal of Plant Pathology 98: 135-138.
- Zitter, T. A. (1996a): Cucurbit Diseases. In: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 1-2.
- Zitter, T. A. (1996b): Black rot. In: Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE. (eds.), Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, Minnesota, USA, APS Press, pp. 48.

Abstract

FUNGAL DISEASES OF CUCURBITS

Aleksandra Bulajić, Mira Vojvodić

Faculty of Agriculture – University of Belgrade

Nemanjina 6, 11080 Belgrade

E-mail: bulajic_aleksandra@yahoo.com

Fungal diseases of cucurbits are caused by various fungi and fungus-like organisms which are frequent limiting factor in the production of cucurbit crops all over the world. Mycoses of cucurbits are usually categorized into three overlapping groups, disease of subterranean parts, diseases of aerial parts and fruit rots. Although each group comprises numerous, nonrelated fungal species with different taxonomic position, they share several epidemiological features demanding similar control strategies which can be successfully applied. Diseases of subterranean organs of cucurbits are caused by several soil-borne fungi and fungus-like organisms. The most frequent diseases of this group are seed rot and seedling root rot (caused by *Pythium* spp.), seedling damping-off and root and crown rot (*Phytophthora* spp., *Rhizoctonia* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*), fusarium wilt (*Fusarium* spp.), verticillium wilt (*Verticillium albo-atrum* i *V. dahliae*) and other. The most common diseases of aerial parts, also known as diseases of cucurbits leaves are alternaria leaf spot and leaf blight (caused by *Alternaria cucumerina*, *A. alternata*), gummy stem blight (*Didymella bryoniae*), anthracnose (*Colletotrichum orbiculare*), downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*), powdery mildew (*Podosphaera xanthii* and *Golovinomyces cichoracearum*), cercospora leaf spot (*Cercospora citrullina*) and others. Diseases of cucurbit fruits are economically very important and are caused either as final stage of several diseases of leaves or by fruit infection and colonization by soil-borne fungi. The most common causing agents worldwide are *Phytophthora capsici*, several *Fusarium* spp., *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Didymella bryoniae*, *Sclerotium rolfsii* and others. Managing strategies for successful control of cucurbit diseases are based to target disease prevention, on one hand, and to slow down disease spreading. Starting the production with pathogen-free seed is crucial first step in disease prevention coupled with growing disease resistant cultivars and using wide crop rotation schedule. The disease spread can be slowed by direct application of chemical or biological fungicide when necessary.

Key words: cucurbits, fungi and fungus-like organisms, symptomatology, epidemiology, control