MIKOZE PASULJA I BORANIJE

Aleksandra Bulajić¹, Mira Vojvodić¹, Brankica Tanović²

¹Poljoprivredni fakultet-Univerzitet u Beogradu, Beograd,

²Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd, Srbija

E-mail: bulajic_aleksandra@yahoo.com

Izvod

Porodica mahunarki obuhvata veliki broj gajenih biljaka, uključujući značajne useve ratarskih, povrtarskih i krmnih biljnih vrsta. Po svojim biološkim osobinama ističe se pasulj, koji je tradicionalno značajan u Srbiji i ima važno mesto u ljudskoj ishrani, a gaji se kao suv pasulj, radi zrna ili kao povrće – boranija. Proizvodnju pasulja i boranije u našoj zemlji karakteriše tendencija smanjenja zasejanih površina, uz male prosečne prinose i ogroman spoljnotrgovinski deficit. Navedeno, kao i stalno prisutne potrebe na domaćem tržištu ukazuju da proizvodnja pasulja i boranije ima veliku perspektivu za rast i unapređenje u našoj zemlji. U mnogim delovima sveta, u proizvodnji pasulja i boranije fitopatogene gljive i pseudogljive nanose velike, često i totalne štete. O situaciji u našoj zemlji ima izuzetno malo podataka, čak i onih na osnovnom nivou, kao što su pojava i rasprostranjenost bolesti odnosno fitopatogenih gljiva/pseudogljiva koje ih prouzrokuju. U radu su sistematizovana dosadašnja saznanja o najznačajnijim bolestima pasulja i boranije u svetu, o štetama, simptomima, načinima održavanja i širenja prouzrokovaca oboljenja, uz razmatranje raspoloživih mera suzbijanja i preporuka za kombinacije mera sa ciljem dobijanja visokih i bezbednih prinosa, a sve radi podsticaja proizvodnje ovih značajnih useva u našoj zemlji.

Ključne reči: *Phaseolus vulgaris*, fitopatogene gljive, bolesti, biologija, suzbijanje

UVOD

Mahunarkama (nekada poznatim kao leguminoze) – biljkama familije Fabaceae, sa preko 700 različitih rodova, pripadaju brojne gajene biljne vrste od izuzetnog značaja u poljoprivrednoj proizvodnji. Osim najpoznatijih vrsta povrtarskih biljaka: pasulja, boranije, graška, boba i sočiva, porodica mahunarki obuhvata i soju, lucerku, crvenu i belu detelinu, kao i razne vrste grahorica, koje se klasifikuju kao

krmne biljke. Plod je mahuna u koju je smešteno seme, koje karakteriše visok udeo proteina (često preko 50%) i ugljenih hidrata.

Pasulj (*Phaseolus vulgaris* L.) je tradicionalno veoma značajna mahunarka u Srbiji. Koristi se u obliku zrna, kao suv pasulj ili kao zeleno povrće, odnosno boranija. Zrno pasulja ima važno mesto u ljudskoj ishrani i visoku nutritivnu vrednost. Kod boranije, za ishranu se koriste mahune u tehnološkoj zrelosti, koje su kod savremenih sorti mesnate i sočne bez grubih vezivnih vlakana (Rosić i sar., 1970). Prema visini stabla pasulj je podeljen na dve podvrste: čučavce – uspravnog ili polegljivog stabla ograničenog porasta i pritkaše - povijušnog stabla neograničenog porasta (Vasić, 2004).

Potrebe za mahunarkama u našoj zemlji zadovoljavaju se delom domaćom proizvodnjom, a delom u međunarodnoj trgovini. Po podacima Republičkog zavoda za statistiku (<https://www.stat.gov.rs/sr-latn/oblasti/poljoprivreda-sumarstvo-i-ribarstvo/biljna-proizvodnja/>), tokom 2020. godine pasulj je u Srbiji gajen na nešto više od 9 hiljada hektara, a ukupno je proizvedeno 9.253 tone, sa prosečnim prinosom od 1,1 t/ha, što ni izbliza ne zadovoljava domaće potrebe. Poslednjih godina, uočljiv je trend smanjenja površina pod pasuljem i boranijom, kao i smanjenje ukupnih proizvedenih količina. U pogledu trgovine podaci su još nepovoljniji. Tokom 2019. godine, po podacima FAO (<http://www.fao.org/faostat>), u Srbiju je uvezeno 12.218 tona suvog pasulja u vrednosti od preko 11,5 miliona USD, dok su izvezene 72 tone u vrednosti od 125.000 USD. Iste godine, u Srbiju su uvezene 93 tone boranije, u vrednosti 104.000 USD, a izvezeno je 5 tona u vrednosti od 5.000 USD. Ovako izražen spoljnotrgovinski deficit, kao i potencijal naše proizvodnje, ukazuje na potrebu povećanja obima proizvodnje pasulja i boranije, bar za zadovoljenje domaćih potreba.

Brojni faktori mogu da utiču na obim i profitabilnost proizvodnje mahunarki. Prouzrokovaci bolesti, štetočine i korovi često smanjuju prinos, narušavaju kvalitet i bezbednost dobijenih proizvoda, ugrožavajući tako pouzdanost proizvodnje. Bolesti, naročito izazvane fitopatogenim gljivama i pseudogljivama ponekad nanose štete od 80-100%. Na verovatnoću pojave različitih prouzrokovaca bolesti mogu da utiču tip zemljišta, vrste i redosled useva u plodoredu, prouzrokovaci bolesti koji su se javljali u prethodnim vegetacijama, a sve to u vezi sa određenim vremenskim uslovima koji pogoduju širenju patogena. U konvencionalnoj proizvodnji, a ređe i u sistemu organske proizvodnje mahunarki, moguće je preduzeti mere direktnog suzbijanja kada se neka bolest javi u oazama u usevu. Precizna dijagnoza oboljenja, kao i poznavanje epidemiologije patogena od izuzetnog značaja je i obezbeđuje najveću moguću verovatnoću da se zaštiti usev i postigne dobar prinos. Primena pojedinih agrotehničkih mera može umnogome da doprinese odloženoj pojavi ili čak da potpuno spreči pojavu određene bolesti u usevu. Veoma je korisna i prognoza pojave bolesti zasnovana na poznavanju biologije patogena, poznavanju osetljivosti i brzine porasta svake pojedinačne sorte koja se gaji, što omogućava proizvođaču da se pripremi i na vreme preduzme sve raspoložive mere.

Iako su mikoze pasulja i boranije u svetu značajna grupa bolesti koju može da izazove veliki broj različitih gljiva i pseudogljiva, prema raspoloživim literaturnim izvorima, to je veoma slabo proučena grupa patogena u Srbiji. Za sada u literaturi postoje samo navodi Ignjatov i sar. (2016) o prisustvu *Fusarium proliferatum* na semenu pasulja, kao i Radujkov i sar. (2015) o pojavi bele trulež boranije koju prouzrokuje *Sclerotinia sclerotiorum*. Izuzimajući pasulj i boraniju kao biljake domaćine, mikoze mahunarki uopšte veoma su slabo proučene u našoj zemlji, a jedini dodatni raspoloživi podaci odnose se na gljive semena boba (Vasić i sar., 2019).

Bolesti korena i stabla

Više različitih vrsta gljiva i pseudogljiva može izazvati propadanje sejanaca i trulež korena i stabla pasulja i boranije. Zbog sličnosti simptoma i činjenice da se prouzrokovaci mogu javljati u pojedinačnim ali i mešanim zarazama, postavljanje dijagnoze zahteva laboratorijske analize.

***Pythium* spp.** (Pringsheim). Poleganje rasada je obično prvi problem koji se može javiti tokom vegetacije u proizvodnji svih sorti pasulja, boranije, ali i mnogih drugih biljaka. Najčešće ga izazivaju pseudogljive iz roda *Pythium*, a kao najznačajnija pominje se *P. ultimum* (Trow). Uglavnom je prvo ugroženo seme i klica neposredno nakon pojavljivanja. Mladi korenčići postaju zaraženi odmah po formiranju i tada obično nicanje u potpunosti izostaje. Na pojavu bolesti obično ukazuje mala brojnost sejanaca, odnosno slabo zasnivanje redova sa malim brojem biljaka. Ekonomski značaj ove bolesti je višestruk. Zbog malog broja biljaka po jedinici površine, prinos je značajno umanjen, što je jedan deo problema. Pored toga, slabo formirani redovi i puno praznih mesta omogućavaju nekontrolisan rast korova. Veoma često, takvi usevi su podložniji napadu drugih patogena.

U pogledu ciklusa razvoja, patogeni iz roda *Pythium* žive i održavaju se u zemljištu i na biljnim ostacima. Privlače ih eksudati koji se luče prilikom klijanja semena i tada prelaze na gajene biljke. Prilikom klijanja napadaju i naseljavaju delove kotiledona koji nisu zaštićeni semenjačom. Jednom kada prodru u biljno tkivo sejanaca, *Pythium* spp. postaju veoma agresivne i izazivaju brzo propadanje takvih biljaka (Olson i sar., 2016). Do sušenja stabla dolazi u nivou površine zemljišta tako što patogen prstenuje stablo, koje se sužava i liči na končić, gubi mehaničku stabilnost, poleže i veoma brzo biva potpuno kolonizirano patogenom.

U pogledu sprečavanja topljenja i poleganja sejanaca postoje određene mere koje je moguće preduzeti (Rusagara Nzungize i sar., 2012). Pre svega, ustanovljeno je da seme sorti sa obojenim cvetovima sadrži antocijane i fenole koji deluju fungicidno, tako da su ove sorte manje osetljive na poleganje. Iako su sorte sa belim cvetovima osetljivije, sorte sa glatkom semenjačom ispoljavaju manju osetljivost

zato što luče manje količine šećera prilikom klijanja, što slabije pogoduje razvoju patogena. Setvu treba obavljati po toplijem vremenu, u zemljište koje je ocedno ili dobro drenirano, jer sve to omogućava brže klijanje i nicanje, a time smanjuje osetljivost biljaka. Treba koristiti seme što boljeg kvaliteta i vitalnosti, jer brže klija i samim tim biljka brže prolazi kroz period koji je kritičan za napad patogena.

U konvencionalnoj proizvodnji mahunarki, praktikuje se tretiranje semena fungicidima koji se oslobađaju u neposrednu blizinu klice prilikom klijanja i tako štite mladu biljku od napada zemljišnih patogena. Međutim, za tretiranje semena pasulja i boranije u Srbiji nema registrovanih fungicida. Kako to nije opcija ni u organskoj proizvodnji, intenzivna su proučavanja različitih biofungicida koji bi mogli da doprinesu direktnoj zaštiti i obezbede manje gubitke u prinosu.

Kompleks gljiva i pseudogljiva koje se održavaju u zemljištu. Trulež korena i prizemnog dela stabla izazivaju brojne vrste iz više rodova fitopatogenih gljiva i pseudogljiva, a pre svega *Rhizoctonia* spp. (DC.), *Thielaviopsis* spp. (Went) i *Fusarium* spp. (Link), a ponekad *Phytophthora* spp. (de Bary) i *Pythium* spp. Sve ove vrste imaju sposobnost da se dugo održe u poljoprivrednom zemljištu. One se u anglosaksonskoj literaturi označavaju kao *soil-borne* patogeni i predstavljaju kompleks vrsta koje pojedinačno, ili u mešanim zarazama, mogu izazivati trulež korena mahunarki, a pre svega pasulja i boranije. Trulež korena je veoma destruktivna bolest koja se manifestuje promenom boje i pojavom truleži korena i koja je česta na različitim sortama pasulja i boranije (Olson i sar., 2016; Torres i sar., 2016; Macedo i sar., 2017). Mada svi ovi prouzrokovaci mogu izazivati donekle karakteristične simptome, kao što su sušenje vrha sejanaca koje izaziva *Pythium* spp. ili trulež stabla sejanaca koje prouzrokuje *Rhizoctonia* spp., većina izaziva vlažnu trulež korena koja dovodi do sušenja i propadanja celih biljaka (slika 1). Pojava bolesti često je u vezi sa obilnim padavinama ili prekomernim navodnjavanjem. Na prizemnom delu stabla sejanaca obično se mogu uočiti nekrotične, blago ulegnute pege koje mogu i prstenasto da obuhvataju stablo. Trulež korena i prizemnog dela stabla retko obuhvata veliki broj biljaka u usevu, ali može da se javi u oazama u okviru kojih skoro sve biljke venu i propadaju. Smanjen broj biljaka u usevu dovodi do smanjenog prinosa po jedinici površine, što je ekonomski značajno.

Ovi prouzrokovaci prilično se razlikuju po biologiji, optimalnim vremenskim uslovima za razvoj bolesti, postojanosti u zemljištu i drugim osobinama. Tako se *Pythium* spp. u zemljištu održava u vidu oospora ili u vidu micelije koja raste na biljnim ostacima. Kada pri toplom vremenu dođe do pljuskova koji kišnim kapima mogu podići čestice zemlje sa sporama na nadzemne delove biljaka, dolazi do sušenja vrha sejanaca (Olson i sar., 2016).

Slika 1. Dvojedarna *Rhizoctonia* sp.: trulež korena i prizemnog dela stabla prirodno zaraženih sejanaca (A) i nekoža korena veštački zaraženih sejanaca pasulja (B).

Nasuprot tome, *Rhizoctonia* spp. prezimljava u vidu sklerocija koje se od parcele do parcele šire zajedno sa česticama zemlje na mašinama za obradu, vodom za navodnjavanje ili obilnim padavinama koje se slivaju sa infestirane parcele. Do zaraza najčešće dolazi pri hladnijem vremenu i temperaturama od 15-18°C, tako što micelija direktno prodire u koren kroz epidermis. Kada patogen prodre, širi se veoma brzo kroz biljno tkivo i posle nekoliko dana dolazi do propadanja celih biljaka (Torres i sar., 2016). Gljive iz roda *Fusarium* često izazivaju pojavu uzdužnih crvenkastih pega, a održavaju se u zemljištu u vidu hlamidospora ili micelije u zaraženim biljnim ostacima. Šire se pomoću makro- i mikrokonidija koje raznosi vetar i koje se formiraju u okviru pega kada je vlažnost vazduha dovoljno visoka (Macedo i sar., 2017).

Dobar izbor parcele, zadovoljavajuća higijena, dobar režim ishrane i navodnjavanja predstavljaju neophodne preduslove uspešne zaštite. U pogledu mera direktnog suzbijanja patogena koji se održavaju u zemljištu postoji malo konkretnih mera koje je moguće preduzeti. Praktično su sve sorte i genotipovi pasulja, boranije i drugih mahunarki osetljivi na trulež korena i prizemnog dela stabla. Obavezno je primenjivati plodored, a ukoliko se primeti pojava bolesti u plodored uvesti strna žita u trajanju od najmanje dve godine, ili duže. Za gajenje birati parcele bez istorije pojave bolesti i sa dobrom drenažom. Preporučljivo je voditi evidenciju o pojavi truleži korena i prizemnog dela stabla na pojedinim parcelama i u skladu sa tim planirati setvu osetljivih useva. Gajenje mahunarki u sistemu uzdignutih bankova takođe doprinosi manjem stepenu zaraze i treba ga primenjivati kad god je moguće. Izbegavati setvu u jako infestirana zemljišta, a ukoliko nema druge mogućnosti onda sejati plitko i kasnije od optimalnih rokova, zato što pri višim temperaturama biljke brže prolaze kroz osetljivu fenofazu. Po obavljenoj berbi, trebalo bi duboko zaorati zaražene biljne ostatke kako bi što pre podlegli procesima razgradnje.

Sclerotinia sclerotiorum ([Lib.] de Bary). Poznata kao gljiva sa širokim krugom domaćina, *Sclerotinia sclerotiorum* pored ostalih biljaka, izaziva belu trulež pasulja i boranije, ali i drugih mahunarki. Prvi simptomi obično se pojavljuju početkom leta, na pojedinačnim biljkama ili u manjim grupama u polju. Pri povoljnim vremenskim uslovima, kada je toplo i vlažno, na stablu, cvetovima i mahunama uočavaju se karakteristični simptomi u vidu bele micelije koja liči na pamučnu vatu koja prekriva pege koje se šire (Aban i sar., 2018). Deo zaraženog stabla zahvata vlažna trulež, tako da se lako lomi. Stablo često izgleda izbeljeno i osušeno, a gornji delovi biljaka venu i suše se. U unutrašnjosti zaraženog stabla i mahuna, veoma često se mogu pronaći crne, izdužene, čvrste tvorevine za održavanje gljive, sklerocije, što predstavlja karakterističan znak ove bolesti.

S. sclerotiorum ima širok krug domaćina i pored mahunarki, napada biljke iz drugih porodica: krompir, uljanu repicu, suncokret, soju, kao i mnoge druge biljke (Marques i sar., 2015). Do značajnih ekonomskih gubitaka dolazi usled nagomilavanja sklerocija u zemljištu, a u toplim i vlažnim uslovima bolest se brzo širi. Dodatni problem mogu da predstavljaju i sklerocije koje se formiraju u mahunama, zato što prilikom žetve kontaminiraju prinos i veoma ih je teško odvojiti od samog zrna mahunarki. Sklerocije mogu da zadrže vitalnost nekoliko godina u zemljištu, a kada dospeju na površinu zemljišta nakon obrade, na njima se formiraju tvorevine polnog razmnožavanja, apotecije i sa njih se vetrom šire askospore na nove osetljive biljke (Miorini i sar., 2019).

Plodored u trajanju od najmanje 4-5 godina, u kome nisu zastupljene biljke domaćini *S. sclerotiorum*, u velikom broju slučajeva doprinosi sprečavanju pojave bolesti na nekoj parceli. Na tržištu ne postoje otporne sorte bilo koje od gajenih mahunarki. Ipak, sorte kod kojih je nadzemna masa slabije bujnosti tako da redovi nisu

gusto sklopljeni, kao i sorte kod kojih se mahune formiraju na višim pozicijama, udaljenim od zemljišta, ispoljavaju određeni nivo otpornosti. Pri formiranju useva izbegavati zasenjene parcele okružene visokim drvećem na kojima se duže zadržava vlaga koja pogoduje razvoju bolesti. Pravac redova u usevu treba uskladiti sa pravcem dominantnih vetrova, tako da se vlaga brže eliminiše iz useva.

Bolesti nadzemnih organa

Praktično svi nadzemni organi pasulja i boranije, uključujući stablo, list, cvet, mahunu i seme mogu biti napadnuti različitim fitopatogenim gljivama. Neke od bolesti koje se javljaju mogu se dosta pouzdano prepoznati na osnovu uočenih simptoma, dok su za dijagnozu drugih neophodne laboratorijske analize.

Boeremia exigua* var. *exigua ([Desm.] Aveskamp, Gruyter et Verkley). Lisna pegavost pasulja i boranije koju izaziva *Boeremia exigua* var. *exigua* (*Phoma exigua* var. *exigua*, *Ascochyta phaseolorum*) javlja se u mnogim proizvodnim područjima u svetu (Pethybridge i sar., 2018). Simptomi su obično uočljivi kasnije tokom vegetacije pasulja nakon perioda sa vlažnim vremenom. Na listovima se javljaju ovalne pege sa smeđim centrom, često sa nekoliko koncentričnih linija, koje mogu da zahvate veći deo lista. U okviru pega se posle izvesnog vremena formiraju crni piknidi, kao tvorevine za razmnožavanje. Pegе se uočavaju i na mahunama. Ova bolest povremeno može biti ekonomski značajna, a razvoju pogoduje hladno i vlažno vreme (Deb i sar., 2020).

B. exigua var. *exigua* se pre svega održava u zaraženom semenu i tako se i širi u nova proizvodna područja, ali može da se održi i u zaraženim biljnim ostacima (Deb i sar., 2020). Spore koje se formiraju u piknidima u okviru pega, raznose se kišnim kapima ili prilikom navodnjavanja orošavanjem. Najvažnije mere zaštite su upotreba zdravog semena za setvu i primena plodoređa. Pravac redova i gustinu useva uskladiti sa uslovima na terenu, a navodnjavanje prilagoditi tome da listovi budu što kraće vlažni tokom dana.

Botrytis cinerea (Pers.). Siva trulež, koju izaziva *Botrytis cinerea*, veoma je česta bolest velikog broja biljaka iz različitih familija, a redovno se javlja i na mahunarkama kao što su pasulj, boranija, grašak, bob i druge. Pojava simptoma, kao i štete naročito su izražene pri vlažnom vremenu. Do zaraze mahuna veoma često dolazi kroz krunične listiće koji po vlažnom vremenu ostaju zakačeni prilikom zemetanja mahune (Harrison, 1984). Simptomi se vide kao nekrotično tkivo prekriveno obilnom sivkastom prevlakom koja se formira u osnovi mahune, na ostacima kruničnih listića. Patogen odatle može da proдре u mahunu koja biva zahvaćena vlažnom truleži. Na obolelim biljnim delovima *B. cinerea* obilno sporuliše i formira duge i razgranate konidiofore i na njima veliki broj konidija. Krunični listići

se mogu zalepiti i za lisne nerve ili noduse stabla, odakle *B. cinerea* prodire i u list i u stablo izazivajući pojavu smeđih pega zahvaćenih vlažnom truleži. Ukoliko zahvati noduse stabla, uočava se sušenje i propadanje vrha biljke (Aktaruzzaman i sar., 2017). Na zaraženim biljkama boranije javljaju se pege u osnovi stabla u nivou površine zemljišta, na ožiljcima od kotiledonih listića. Pored direktnih šteta u vidu smanjenja prinosa, siva trulež dovodi do pojave šara i nepravilne obojenosti mahuna, što je naročito štetno u proizvodnji boranije. Nepravilna obojenost mahuna izaziva smanjene ili čak potpuni gubitak tržišne vrednosti, usled visokih zahteva prerađivačke industrije u pogledu izgleda i obojenosti mahuna.

B. cinerea je slab patogen i napada praktično sve, ili većinu gajenih biljaka pre svega kroz rane. Mada je efikasan saprob, *B. cinerea* može da nastani i zdravo tkivo biljke domaćina. Do zaraza dolazi pre svega u kasnijim fenofazama razvoja, kada započinu procesi sazrevanja mahuna, praćeni nagomilavanjem šećera. Razvoju bolesti pogoduje vlažno vreme. Intenzivnije zaraze dovode do sive truleži zrelih ili plodova pred zrenje, naročito ukoliko je kišovito i vlažno tokom perioda zrenja i berbe. Formira obilje konidija koje se raznose vetrom, a za klijanje na osetljivim organima dovoljna je visoka vlažnost listova do koje dolazi pri rosi, padavinama ili navodnjavanju orošavanjem (Brauna-Morzevska i sar., 2019).

Sprečavanje razvoja sive truleži zahteva sveobuhvatni pristup. Razvoju bolesti pogoduje visoka vlažnost u usevu, tako da setvu treba obavljati tako da nije suviše gust sklop biljaka na parceli kako bi se osetljivi delovi biljaka brže sušili. Kako ima podataka o prenošenju *B. cinerea* semenom pasulja (Mahmoud i sar., 2013), ispravno zdravstveno stanje semena doprinosi prisustvu manje količine inokuluma u usevu i kasnijoj pojavi zaraze. Za gajenje izbegavati parcele koje su zasanjene ili u blizini šuma, jer se tako vlaga duže zadržava u usevu i pogoduje razvoju obojenja. Primena prevelikih količina azota u prihrani biljaka doprinosi povećanoj osetljivosti biljaka. Zalivanje orošavanjem ne treba praktikovati tokom perioda cvetanja zbog toga što su krunični listići primarno mesto prodora *B. cinerea* koji odakle napada ostale biljne organe. Preglede useva radi otkrivanja prvih simptoma treba obavljati od pojave prvih pupoljaka. Berbu treba obavljati ručno kako bi se eliminisale zaražene mahune i tako sprečilo širenje patogena sa mahune na mahunu tokom skladištenja. U pogledu izbora sorti, na tržištu nema sorti nijedne mahunarke koje su deklarisan na poboljšan nivo otpornosti na sivu trulež. Bez obzira što se širi vetrom, plodored sa strnim žitima, ili još bolje kukuruzom, doprinosi prevenciji pojave sive truleži.

Kompleks prouzrokovaca flekavosti mahuna. Specifična bolest kvaliteta mahuna i zrna mnogih mahunarki je flekavost ili mrljavost mahuna koji izaziva kompleks gljiva, pre svega *Alternaria alternata* ([Fries] Keissler) i *Plectosporium tabacinum* ([J.F.H. Beyma] M. E. Palm, W. Gams & Nirenberg). Ova bolest označava se i kao rđasta pegavost, čak i kao rđa mahuna, mada prouzrokovaci nemaju nikakve

taksonomske veze sa gljivama koje inače izazivaju bolesti tipa rđa (Dillard i Cobb, 2008). Uglavnom su samo mahune napadnute, a simptomi mogu da se jave i na starijim troperim listovima, naročito tokom perioda vlažnog i hladnijeg vremena. Na licu lista prvo se uočavaju sitne smeđe pege nepravilnog oblika, potom se uvećavaju, dobijaju sivkasto-smeđu nijansu i često se u okviru pega uočavaju koncentrični krugovi. Sa povećanjem, pege poprimaju nepravilan uglast oblik i zahvataju deo listova koji se obično brzo suše i propadaju. Na mahunama je karakteristična pojava ponekad ulegnutih, nepravilnih mrlja i fleka crvenkaste boje. Pojava pega na mahunama dovodi do ekonomskih šteta, jer nisu pogodne za preradu ili smrzaivanje, a česta je i flekavost zrna koje takođe gubi tržišnu vrednost.

Primarni prouzrokovač, *A. alternata* prisutna je svuda, lako se širi vetrom i kišom pomoću bespolnih konidija koje se formiraju u okviru pega sa naličja listova (Dubey i Patel, 2000). Da bi došlo do zaraze neophodno je da osetljiv list bude vlažan najmanje 24 h. Efikasan sistem prognoze pojave flekavosti mahuna nije razvijen, ali bolest se obično javlja kada mahune počnu da sazrevaju, naročito ukoliko u tom periodu ima obilnijih kiša.

U pogledu sprečavanja pojave bolesti, praktično samo primena opštih agrotehničkih mera može da doprinese dobroj kondiciji biljaka, a time i manjem intenzitetu pojave flekavosti mahuna. *A. alternata* se prenosi semenom pasulja (Mahmoud i sar., 2013), tako da je upotreba zdravog semena značajan prvi korak. Redovne agrotehničke mere koje doprinose zaštiti su zaoravanje zaraženih biljnih ostataka, primena plodoređa, izbor parcela koje su dobro osunčane i na kojima nema prekomernog zadržavanja vlage i slično. Na tržištu nema sorti pasulja, boranije ili drugih mahunarki koje ispoljavaju povišen nivo otpornosti na flekavost mahuna.

Colletotrichum lindemuthianum ([Sacc. & Magnus] Briosi & Cavara). Jedna od najznačajnijih bolesti pasulja i boranije je antraknoza koju izaziva *Colletotrichum lindemuthianum*. Nanosi velike štete proizvodnji pasulja u mnogim delovima sveta (Campa i sar., 2014). Nakon što je pre oko 100 godina otkriveno da se prenosi semenom, posebna pažnja posvećuje se proizvodnji zdravog semena, što je doprinelo opadanju učestalosti i intenziteta bolesti svuda u svetu (Pastor-Corrales i sar., 1995). U područjima gde su česte padavine, može doći do razvoja epidemija i značajnih gubitaka. Antraknoza je najznačajnija na pasulju koji je najosetljiviji, a potom slede različite sorte boranije, kao i viona i bob.

Pege koje su karakteristične za bolesti tipa antraknoza javljaju se na lišću, stablu i mahunama. Inokulum se prenosi semenom, a prvi simptomi mogu se javiti na stablu sejanaca, odmah po nicanju. Pege na listovima su nepravilnog oblika, smeđe crne sa crvenkasnom ivicom. Veoma često sredina pege ispada tako da listovi razvijaju šupljikavost. Pege na mahunama su izraženo ulegnute, ovalne i tamno braon do crne. U okviru pega formiraju se veoma brojne acervule *C. lindemuthianum* koje se vide kao masa ružičastih ili narandžastih tačkica i u kojima se nalaze brojne spore

zaronjene u lepljivi matriks. Sa obolelih na zdrave biljke, patogen se širi kišnim kapima (Pastor-Corrales i sar., 1995). Na ovaj način širenje je moguće na kraća rastojanja, sa zaražene biljke na susedne, ili nekoliko metara, kišnim kapima nošenim vetrom. Kada se bolest utvrdi u nekom usevu, posle padavina brzo se širi i dolazi do mahuna i potom do semena, koje naseljava micelija patogena. Seme požnjeveno sa zaraženih biljaka izvor je zaraze za buduće useve.

Najznačajnija mera sprečavanja pojave antraknoze jeste korišćenje zdravog sertifikovanog semena. Proizvodnju semena treba organizovati u aridnim područjima sa malo padavina. *C. lindemuthianum* se najefikasnije održava na semenu pasulja, ali može da se održi i na suvim mahunama i ostacima stabla i listova. Semenom pasulja, osim *C. lindemuthianum* prenosi se još nekoliko srodnih vrsta ovog roda i to *C. capsici*, *C. gloeosporioides* i druge (Marcenaro i Valkonen, 2016). Prilikom čišćenja magacima i ekonomskih dvorišta, moguće je da sitni osušeni zaraženi biljni ostaci budu odneti vetrom kao prašina, što je opasnost za buduće useve. Vлага doprinosi širenju patogena i ne preporučuje se izvođenje agrotehničkih operacija, ili kretanje radnika kroz usev, dok su biljke vlažne, posle kiše ili kada je rosa. *C. lindemuthianum* nije dobar kompetitor u zemljištu, tako da zaoravanje zaraženih biljnih ostataka i ubrzana razgradnja, kao i primena najmanje dvogodišnjeg plodoređa, predstavljaju korisne mere suzbijanja. Na tržištima mnogih zemalja postoje genotipovi pasulja sa poboljšanim nivoom otpornosti na *C. lindemuthianum* (Mahuku i Riasecos, 2004). Zbog postojanja diverziteta u populaciji patogena (Campa i sar., 2014) potrebno je testirati otpornost genotipova pasulja i boranije na lokalnim proizvodnim parcelama.

***Uromyces appendiculatus* ([Pers.] Unger).** U mnogim proizvodnim područjima pasulja u svetu, vremenski uslovi koje karakteriše redovna pojava padavina i rose, pogoduju epidemijskoj pojavi rđe pasulja koju izaziva *Uromyces appendiculatus*. Veliki broj sorti i genotipova pasulja i boranije osetljivi su na ovog patogena (Qi i sar., 2019). Prvi simptomi javljaju se u vidu sitnih crvenkastosmeđih uzdignutih pega, pustula, na površini lista, koje su često oivičene tankom svetlijom zonom. Sa širenjem bolesti, pege postaju brojnije i tamnije u centru. Nakon pucanja, svaka od pustula oslobađa brojne, smeđe uredospore koje se vetrom šire na okolne osetljive biljke. Zaraženo lišće se suši, a dalji porast biljke se obično zaustavlja. Nakon zaraze puzavih sorti pasulja uglavnom prestaje formiranje novih cvetova. Mahune svih sorti takođe mogu biti napadnute i na njima se formiraju uredosorusi. Rđa pasulja je naročito štetna u toplim klimatima u kojima noćna temperatura osetno pada tako da se formira rosa. U slučaju ranih zaraza, prinos može biti značajno smanjen, naročito, kod sorti pasulja puzavca. Patogen se održava u vidu teleutospora u zaraženim biljnim ostacima i na njima se formiraju bazidiospore koje vetar donosi na osetljive listove. Nakon primarnih infekcija patogen se brzo širi zbog veoma kratkog inkubacionog perioda. U povoljnim uslovima, do nove zaraze dolazi svakih 5-6 dana (Mersha i Hau, 2008; Souza i sar., 2008).

U. appendiculatus je veoma varijabilna vrsta čija se populacija sastoji od značajnog broja rasa, tako da je trajanje otpornosti postignute u selekciji novih sorti ograničeno (Qi i sar., 2019). Najugroženije i najosetljivije su sorte pasulja puzavca. Suzbijanju bolesti doprinosi zaoravanje zaraženih biljnih ostataka i plodored, kao i navodnjavanje rano ujutru što bi obezbedilo brzo sušenje listova. Izbegavati kretanje kroz usev dok su biljke vlažne od rose, jer se na taj način raznosi inokulum na odeći. Sve mere kao što su ređa setva i setva biljaka u pravcu dominantnih vetrova koje doprinose manjem zadržavanju vlage u usevu doprinose sprečavanju razvoja rde pasulja.

***Peronospora viciae* ([Berk.] Casp.).** U Evropi, plamenjača je jedna od najdestruktivnijih bolesti prolećnog pasulja i izaziva je pseudogljiva *Peronospora viciae*. Rane zaraze dovode do značajnih gubitaka i propadanja sejanaca, naročito u uslovima povećanih količina padavina koje pogoduju zarazi (Van der Gaag i Frinking, 1997). Kasnije zaraze dovode do slabljenja biljaka, smanjenog zametanja i formiranja sitnijih mahuna. Pege na mahunama smanjuju tržišnu vrednost boranije. *P. viciae* ima širok krug domaćina koji obuhvata pasulj, boraniju, grašak, bob i druge mahunarke (Stoddard i sar., 2010).

Prvi simptomi javljaju se u rano proleće u usevu pasulja nakon perioda čestih i obilnih kiša (Van der Gaag i Frinking, 1997). Mlade biljke mogu da razviju simptome rano, pre formiranja cvetnih pupoljaka. Na listovima se razvijaju karakteristične svetle vodenaste pege u okviru kojih se sa naličja uočava obilna sivkasta prevlaka. Pege mogu poprimiti crvenkastosmeđu boju i često su okružene svetlijim oreolom (Stoddard i sar., 2010). U usevu se prvo uočavaju pojedinačne zaražene biljke koje su se razvile iz zaraženog semena ili od oospora iz zemljišta. Ti sejanci zaostaju u porastu, biljčice su sitnije i na njima patogen sporuliše. Odatle se širi na okolne biljke pomoću brojnih spora koje se formiraju u okviru pega i koje se raznose vetrom. Kako bolest napreduje, vrhovi biljaka, odnosno tačke porasta postaju svetlije, potom se smežuraju i suše, što smanjuje potencijal biljaka za cvetanje i plodonosjenje. Primarne infekcije uglavnom potiču od zaraženog semena, a sa starenjem na biljkama razvijaju se sekundarne zaraze u vidu sistemskih infekcija koje skraćuju internodije, tako da zaražene biljke izgledaju žbunasto (Gill i Davidson, 2005). Na mahunama se razvijaju žute, vodenaste fleke, dok se u unutrašnjosti formira beličasta pamučasta micelija *P. viciae* i obično izostaje formiranje pojedinačnih semena, tako da su mahune nepravilno popunjene.

P. viciae se održava pomoću oospora koje se nalaze u zaraženim biljnim ostacima i koje ostaju vitalne više godina (Van der Gaag i Frinking, 1997). Sejanci posejani u infestirano zemljište postaju zaraženi i ispoljavaju prve simptome odmah nakon nicanja. Iako zaraza može poteći iz zaraženog semena, značajan izvor primarnih zaraza može biti i infestacija zemljišta. Sa primarno zaraženih sejanaca, *P. viciae* se širi pomoću konidija koje se vetrom raznose na velike udaljenosti,

klijaju direktno u začetak hife i tako ostvaruju sekundarne zaraze. Brzom širenju zaraze pogoduje hladnije i vlažno vreme, mada ne i obilne padavine (Stoddard i sar., 2010). U uslovima visoke relativne vlažnosti dolazi do obilne sporulacije i onda vetar raznosi konidije do novih osetljivih biljaka. Za klijanje konidija neophodna je temperatura od oko 10°C i kap vode. U zaraženim listovima formiraju se polne oospore koje potom ostaju u zemljištu i čekaju sledeći osetljiv usev (Gill i Davidson, 2005). Ukoliko tokom vegetacije nastupi period toplog i suvog vremena, širenje *P. viciae* biva zaustavljeno. Ukoliko sušni period nastupi ranije u vegetaciji, biljke uspevaju da razviju zdrav porast i štete su smanjene.

Kako pojedine sorte pasulja ispoljavaju otpornost na plamenjaču, gajenje otpornijih sorti predstavlja najefikasniji način suzbijanja. Ukoliko se bolest javi na nekoj parceli neophodno je praktikovati produženi plodored, jer se čestim gajenjem osetljivih useva nagomilava inokulum u zemljištu (Stoddard i sar., 2010). Od direktnih mera suzbijanja, u konvencionalnoj proizvodnji preporučuje se tretiranje semena fungicidima čime se obezbeđuje zaštita sejanaca tokom klijanja i nicanja. U Srbiji, međutim, nema registrovanih fungicida za ovu namenu. Za sada ne postoje ni podaci o biološkim agensima koji bi mogli da pruže adekvatnu zaštitu, čineći suzbijanje plamenjače na mahunarkama veoma teškim u organskoj proizvodnji.

ZAKLJUČAK

Pasulj i boranija pripadaju porodici mahunarki, zajedno sa velikim brojem vrsta povrtarskih, ratarskih i krmnih biljaka. Pasulj je tradicionalno značajan usev u Srbiji i ima važno mesto u ljudskoj ishrani, a gaji se kao suv pasulj, radi zrna ili kao povrće – boranija, gde se za ishranu koristi mesnata mahuna. Zasejane površine, a naročito prosečan prinos pasulja i boranije u našoj zemlji imaju izrazitu tendenciju smanjenja. Proizvodnja pasulja i boranije ni približno ne zadovoljava domaće potrebe i stalno beleži ogroman spoljnotrgovinski deficit. Prema velikim potrebama na tržištu, proizvodnja ovih useva ima veliki potencijal za rast i unapređenje u našoj zemlji. Fitopatogene gljive i pseudogljive u mnogim delovima sveta nanose velike štete u proizvodnji pasulja i boranije koje mogu dostići i 80-100%.

U svetu je opisano više bolesti pasulja i boranije koje izazivanju fitopatogene gljive i pseudogljive od kojih su najznačajnije poleganje rasada koje uglavnom izazivaju pseudogljive iz roda *Pythium*, a pre svega, *P. ultimum*; trulež semena i korena koji izaziva kompleks vrsta iz više rodova fitopatogenih gljiva i pseudogljiva (*Rhizoctonia*, *Thielaviopsis*, *Fusarium*, *Phytophthora* i *Pythium*); bela trulež koju izaziva *Sclerotinia sclerotiorum*; lisna pegavost pasulja i boranije koju izaziva *Boeremia exigua* var. *exigua* (*Phoma exigua* var. *exigua*, *Ascochyta phaseolorum*); siva trulež, koju izaziva *Botrytis cinerea*; flekavost ili mrljavost mahuna koji izaziva kompleks gljiva, pre svega *Alternaria alternata* i *Plectosporium tabacinum*; antraknoza koju

izaziva *Colletotrichum lindemuthianum*; rđa pasulja koju izaziva *Uromyces appendiculatus*; i plamenjača koju izaziva pseudogljiva *Peronospora viciae*.

U našoj zemlji je prisustvo i značaj pojedinih bolesti pasulja i boranije neopravdano malo proučen. Poznavanje simptoma bolesti, načina održavanja i širenja patogena, kao i uslova za ostvarenje zaraze i osetljivosti genotipova pasulja i boranije, neophodni su preduslovi za izbor i kombinaciju mera suzbijanja u cilju dobijanja visokih prinosa kvalitetnih biljnih proizvoda.

LITERATURA

- Aban, C. L., Taboada, G., Spedaletti, Y., Aparicio, M., Curti, R. N., Casalderrey, N. B., Maggio, M. E., Chocobar, M. O., Salgado, M., Galván, M. Z. (2018): Molecular, morphological and pathogenic diversity of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from common bean (*Phaseolus vulgaris*) fields in Argentina. *Plant Pathology*, 67: 1740-1748.
- Aktaruzzaman, M., Afroz, T., Young Gyu, L., Byung Sup, K. (2017): *Botrytis cinerea* is the causal agent of post-harvest grey mould rot on green bean (*Phaseolus vulgaris*) in Korea. *Australasian Plant Disease Notes*, 12(1): 32.
- Brauna-Morzevska, E., Bankina, B., Kaneps, J. (2019): *Botrytis* genus fungi as causal agents of legume diseases: A review. *Agricultural sciences - Research for rural development*, 2: 63-70.
- Campa, A., Rodríguez-Suárez, C., Giraldez, R., José Ferreira, J. (2014): Genetic analysis of the response to eleven *Colletotrichum lindemuthianum* races in a RIL population of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *BMC Plant Biology*, 14: 115.
- Deb, D., Khan, A., Dey, N. (2020): Phoma diseases: Epidemiology and control. *Plant Pathology*, 69: 1203–1217.
- Dillard, H. R., Cobb, A. C. (2008): *Alternaria alternata* and *Plectosporium tabacinum* on snap beans: Pathogenicity, cultivar reaction and fungicide efficacy. *Plant Health Progress*, 9: 1.
- Dubey, S., Patel, B. (2000): Mode of perpetuation and spread of *Alternaria* blight of broad bean. *Indian phytopathology*, 53: 175-177.
- Gill, T. S., Davidson, J. A. (2005): A preservation method for *Peronospora viciae* conidia. *Australasian Plant Pathology*, 34: 259–260.
- Harrison, J. G. (1984): *Botrytis cinerea* as an important cause of chocolate spot in field beans, *Transactions of the British Mycological Society*, 83(4): 631-637.
- Ignjatov, M., Popović, T., Milošević, D., Vasić, M., Nikolić, Z., Tamindžić, G., Ivanović, Ž. (2016): Occurrence, Identification and Phylogenetic Analyses of *Fusarium proliferatum* on Bean Seed (*Phaseolus vulgaris* L.) in Serbia. *Ratarstvo i povrtarstvo*, 53(2): 42-45.

- Marques, E., Martins, I., Marques de Mello, S. C. (2015): Virulencia de *Sclerotinia sclerotiorum* al frijol común utilizando el método de inoculación en las axilas foliares. *Applied Research and Agrotechnology* 8(1): 75-79.
- Macedo, R., Sales, L. P., Yoshida, F., Silva-Abud, L. L., Lobo, M. (2017): Potential worldwide distribution of *Fusarium* dry root rot in common beans based on the optimal environment for disease occurrence. *PLoS ONE*, 12(11): e0187770.
- Mahmoud, S., Hosseiny, M. H., El-Shaikh, K., Obiadalla, A. H., Mohamed A., Y. (2013): Seed borne fungal pathogens associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds and their impact on germination. *Journal of Environmental Studies*, 11: 19 - 26.
- Mahuku, G., Riascos, J. (2004): Virulence and Molecular Diversity within *Colletotrichum lindemuthianum* Isolates from Andean and Mesoamerican bean Varieties and Regions. *European Journal of Plant Pathology*, 110: 253-263.
- Marcenaro, D., Valkonen, J. P. T. (2016): Seedborne Pathogenic Fungi in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* cv. INTA Rojo) in Nicaragua. *PLoS ONE* 11(12): e0168662.
- Mersha, Z., Hau, B. (2008): Effect of bean rust (*Uromyces appendiculatus*) epidemics of host dynamics of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Plant Pathology*, 57: 674 - 686.
- Miorini, T., Kamvar, Z., Higgins, R., Raetano, C., Steadman, J., Everhart, S. (2019): Differential aggressiveness of *Sclerotinia sclerotiorum* isolates from North and South America and partial host resistance in Brazilian soybean and dry bean cultivars. *Tropical Plant Pathology*, 44: 73-81.
- Olson, J. D., Damicone, J. P., Khan, B. A. (2016): Identification and Characterisation of *Pythium* spp., and *Phytophthora* spp. From snap beans with cottony leak. *Plant Disease*, 100: 1446-1453.
- Pastor-Corrales, M. A., Otoya, M. M., Molina, A., Singh, S. P. (1995): Resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Middle America and Andean South America in different common bean races. *Plant Disease*, 79: 63-67.
- Pethybridge, S. J., Hay, F. S., Gorny, A., Kikkert, J. R. (2018): Spatiotemporal Attributes and Crop Loss Associated with Tan Spot Epidemics in Baby Lima Bean in New York. *Plant Disease*, 102(2): 405-412.
- Qi, M., Mei, Y., Grayczyk, J. P., Darben, L.M., Rieker, M. E. G., Seitz, J. M., Voegelé, R. T., Whitham, S. A. and Link, T. I. (2019): Candidate Effectors From *Uromyces appendiculatus*, the Causal Agent of Rust on Common Bean, Can Be Discriminated Based on Suppression of Immune Responses. *Frontiers in Plant Science*, 10:1182.
- Radujkov, D., Vlajić, S., Maširević, S., Vujičić, J., Turlanović, J. (2015): The appearance of *Sclerotinia sclerotiorum* on green beans and the examination of antifungal effect of Extrasol. *Research Journal of Agricultural Science*, 47(1), 183-187.

- Rusagara Nzungize, J., Lyumugabe, F., Busogoro, J., Baudoin, J. (2012): Pythium root rot of common bean: Biology and control methods. A review. *Biotechnology, Agronomy and Society and Environment*, 16: 405-413.
- Souza, T., Lilia, A., Faleiro, F., Everaldo, B. (2008): Pathosystem Common Bean–*Uromyces appendiculatus*: Host Resistance, Pathogen Specialization, and Breeding for Rust Resistance. *Pest Technology*, 2: 56-69.
- Stoddard, F., Nicholas, A., Rubiales, D., Thomas, J., Villegas-Fernández, A. (2010): Integrated pest management in faba bean. *Field Crops Research*, 115: 308-318.
- Torres, V. S., Vargas, M. M., Godoy-Lutz, G., Porch, T. G., Beaver, J. S. (2016): Isolates of *Rhizoctonia solani* Can Produce both Web Blight and Root Rot Symptoms in Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Plant Disease*, 100(7): 1351-1357.
- Van der Gaag, D., Frinking, H. (1997). Extraction of oospore of *Peronospora viciae* from soil. *Plant Pathology*, 46: 675 - 679.
- Vasić, M. (2004): Genetička divergentnost pasulja; Genetic divergence in a bean collection. *Zadužbina Andrejević*, Beograd.
- Vasić, T., Živković, S., Marković, J., Stanojević, I., Filipović, S., Terzić, D. (2019): Phytopathogenic fungi causers fungal diseases of the faba bean (*Vicia faba* L.) in Serbia. *Biologica Nyssana*, 10(1): 17-21.

Abstract

FUNGAL DISEASES OF BEANS AND GREEN BEANS

Aleksandra Bulajić¹, Brankica Tanović², Mira Vojvodić¹

¹Faculty of Agriculture-University of Belgrade, Belgrade, ²Institute for pesticides and environmental protection, Belgrade, Serbia
E-mail: bulajic_aleksandra@yahoo.com

The Leguminosae plant family comprises a large number of agricultural species, including important crops of field, vegetable and staple plants. According to the biological characteristics and significance for human consumption, the most prominent crop is bean, traditionally grown in Serbia either as dry bean or as a vegetable – green beans. Production of dry and green beans in our country have the trend of reduction of sowed areas, with small average yields and enormous international trade deficits. Due to these reasons and high domestic demand, there is great potential for dry and green bean production in Serbia. In many parts of the world, plant pathogenic fungi and fungi-like organisms cause high, and in some cases total, annual yield losses. On the other hand, mycoses of bean in our country are greatly understudied, even on basic levels such as presence and distribution of fungal pathogens. In this paper, we summarize the current knowledge on the most important pathogenic fungi infecting beans worldwide, particularly related to losses, symptomatology, survival and dispersal means. Furthermore, appropriate and available disease control measures are discussed as an encouragement and support for domestic production in obtaining high and safe yields.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, plant pathogenic fungi, disease, biology, control measures