

Abstract

ECONOMIC VALUE, CHARACTERISTICS AND PRODUCTION TECHNOLOGY OF SOYBEAN

**Milica Hrustić, Jegor Miladinović, Vojin Đukić,
Mladen Tatić and Svetlana Balešević-Tubić**

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Email: milica@ifvcns.ns.ac.yu

Soybean has been the most important source of vegetable protein and oil since the 1970s and the acreage in this crop has been increasing continually year after year. Thanks to favorable growing conditions and the superior performance of high-yielding domestic varieties, soybean is the most important industrial crop in Serbia as well. Using the right growing technology that has been based on long-term studies and has proven its worth in actual commercial production, it is possible to achieve record yields of this crop.

Key words: soybean, stages of development, varieties, production technology.

OPLEMENJIVANJE SOJE NA OTPORNOST PREMA PARAZITIMA

Miloš Vidić, Milica Hrustić, Jegor Miladinović, Vojin Đukić

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Email: vidic@ifvcns.ns.ac.yu

Izvod

Daje se pregled rezultata rada oplemenjivanja soje na otpornost prema parazitima u svetu i kod nas. Detaljnije su obrađeni najštetniji paraziti u Srbiji, i to: *Peronospora manshurica* (plamenjača), *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (bakteriozna pegavost), *Sclerotinia sclerotiorum* (bela trulež), *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (rak stabla) i prouzrokovajući truleži semena iz roda *Diaporthe/Phomopsis*. Konstatovano je da je stvaranje i gajenje otpornih sorti najefikasnija, najekonomičnija i ekološki najbezbednija mera zaštite. Ukazano je na fiziološku specijalizaciju pojedinih patogena (fiziološke rase), naročito izraženu kod *P. manshurica* i *P. syringae* pv. *glycinea*, što uslovljava da proces oplemenjivanja na otpornost mora biti kontinuiran. Navedeni su otporni, parcijalno rezistentni i manje osetljivi genotipovi soje prema pojedinim parazitima, koji se koriste u procesu oplemenjivanja. Korišćenje molekularnih markera, odnosno, mogućnost mapiranje gena, znatno je doprinelo boljem poznavanju prirode otpornosti i načina nasleđivanja otpornosti prema parazitima. U tom pogledu najveći napredak je napravljen kod *S. sclerotiorum*, *P. longicolla* i *P. syringae* pv. *glycinea*, parazita prema kojim nije evidentirana potpuna, već parcijalna rezistentnost. Treba istaći da je najviše rađeno na unošenju otpornosti prema *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* u komercijalne sorte, naročito u SAD. Inače, ovaj parazit nije prisutan na soji u Srbiji.

Ključne reči: soja, oplemenjivanje, otpornost, paraziti.

UVOD

Brojni fitopatogeni mikroorganizmi (gljive, bakterije, virusi) parazitiraju soju, uzrokujući različite patološke promene na svim organima biljke. Svojom aktivnošću negativno utiču na kvalitet, visinu i stabilnost prinosa, a pri intenzivnijem napadu mogu dovesti u pitanje rentabilnost gajenja ove industrijske biljke. U svetu je opisano više od 100 prouzrokovaca oboljenja na soji, a smatra se da oko 35 mogu izazvati ekonomski značajnije štete (Sinclair, Backman, 1989). Najbrojnije i najštetnije su mikoze, a potom bakterioze i viroze.

U jednom agroekološkom regionu obično se, u jačem intenzitetu, pojavljuje nekoliko parazita na soji, dok ostali ili nisu prisutni, ili se pojavljuju sporadično. Samo u pojedinim godinama dolazi do intenzivnijeg napada nekog od njih. Koji će parazit biti dominantan u određenom regionu, zavisi prvenstveno od klimatskih faktora.

Na soji u Srbiji prisutno je više prouzrokovaca oboljenja. Na osnovu višegodišnjeg praćenja rasprostranjenosti i jačine napada, pokazalo se da su najznačajniji paraziti lista soje *P. manshurica* (prouzrokovac plamenjače) i *P. syringae* pv. *glycinea* (bakteriozna pegavost). Na stablu se sreću *S. sclerotiorum* (bela trulež) i *D. phaseolorum* var. *caulivora* (rak stabla), a na korenu *Macrophomina phaseolina* (ugljenasta trulež, letnje uvenuće), dok se vrste roda *Diaporthe/Phomopsis* (trulež semena) nalaze na semenu (Vidić, Jasnić, 1998). Pored navedenih, prisutni su i mnogi drugi patogeni; *Septoria glycines* (mrka pegavost), *Ascochita sojaecola* (koncentrična pegavost), *Phyllosticta sojaecola* (siva zonirana pegavost), *Colletotrichum truncatum* i *C. destructivum* (antraknoza), *Phialophora gregata* (mrka trulež stabla), *Rhizoctonia solani* (rizoktonijska trulež), *Fusarium* spp. (fuzariozna uvelost i trulež korena i korenovog vrata) *Pythium* spp. (palež klica i poleganje klijanaca), *Xanthomonas campestris* pv. *glycines* (bakteriozna ospičavost), soybean mosaic virus (mozaik soje) i dr. Navedeni paraziti prisutni su, uglavnom, sporadično i retko uzrokuju značajnije štete. Treba naglasiti da su na soji u pojedinim regionima sveta, veoma značajna oboljenja koja prouzrokuju *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* (trulež korena i stabla), *Phacopsora pachyrhizi* (rđa), *Microsphaera diffusa* (pepelnica), *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* (divlja vatra), tobacco ring spot virus (sušenje pupoljaka) i dr., ali prisustvo ovih parazita nije uočeno na soji u našoj zemlji.

Površine zasejane sojom povećavaju se, naročito u Vojvodini, ustalivši se na oko 130.000-150.000 ha. Neminovno je sve češće vraćanje useva soje na istu parcelu ili na parcelu gde je bio drugi usev osetljiv prema zajedničkim parazitima (suncokret, uljana repica), što pospešuje pojavu i širenje prouzrokovaca oboljenja ove industrijske biljke. Shodno tome, oboljenja soje poprimaju sve veći ekonomski značaj, te je neophodno stalno iznalaženja efikasnih mera suzbijanja. U biljnoj proizvodnji zaštita useva obezbeđuje se nizom uzajamno povezanih mera. Jedna od njih je stvaranje i gajenje otpornih sorti, što se smatra najefikasnijom, najekonomičnijom i ekološki najprihvatljivijom merom suzbijanja oboljenja gajenih biljaka (Kostić i sar., 1988).

Otpornost prema najznačajnijim patogenima je jedno od svojstava kojima se redovno poklanja pažnja u oplemenjivačkom radu. Međutim, treba istaći da se oplemenjivanjem ne mogu rešiti svi problemi u suzbijanju bolesti soje.

Stoga se mora pribegavati i drugim merama, koje se preporučuju u okviru integralne zaštite soje, o čemu će biti reči u nastavku.

***Peronospora manshurica* (plamenjača).** Najrasprostranjeniji je parazit soje, koji prati ovu biljnu vrstu u skoro svim regionima gajenja u svetu. Javlja se na listu i semenu, a štete se ogledaju u smanjenoj fotosintetskoj aktivnosti. Smatra se da može umanjiti prinos semena oko 8% (Athow, 1973), a kod vrlo osetljivog sortimenta, pri povoljnim vremenskim uslovima 12%-25% (Dunleavy, 1987).

Oplemenjivanje soje na otpornost prema *P. manshurica* olakšava postojanje većeg broja dobrih izvora otpornosti, kao i poznavanje načina nasleđivanja. Međutim, znatne poteškoće uzrokuje velika varijabilnost u pogledu patogenosti unutar populacije gljive, odnosno, pojava novih patotipova (fizioloških rasa). Jednom uneta otpornost vremenom se gubi, jer se radi o specifičnoj otpornosti koja je potpuna, ali nije trajna.

Patološku specijalizaciju *P. manshurica* uočio je Geesman (1950a), izdvojivši rase 1, 2 i 3. U narednih tridesetak godina determinisano je još 29 rasa, koje su označene rednim brojevima, zaključno sa 32 (Lehman, 1953; Grabe et al., 1959; Dunleavy 1971, 1977). Sorta Union ispoljavala je rezistentnost prema sve 32 rase, sve dok Lim et al. (1984) nisu izdvojili rasu 33, prema kojoj je ova sorta pokazivala osetljivu reakciju. Prema navedenim autorima, sorte Pridesoy, Palmetto, Kabot, Ogden i Acadian su otporne prema rasi 33.

Proučavajući prirodu otpornosti, Geesman (1950b) je utvrdio da tri para gena u različitim sortama soje kontrolišu otpornost prema tri prvo determinisane rase gljive (1, 2 i 3). Kasnije je utvrđeno da sorte Kanrich i Pine Dell Perfection ispoljavaju imunitet ili visoku rezistentnost prema svim do tada poznatim rasama *P. manshurica* (1 do 32), a gen odgovoran za otpornost obeležen je sa Rpm (Bernard, Cremeens, 1971). Primenom povratnih ukrštanja, korišćenjem sorte Kanrich kao izvora rezistentnosti, uneta je otpornost prema ovom parazitu u više komercijalnih sorti. Nedavno su Chowdhury et al. (2002) potvrdili da jedan dominantan gen (Rpmx) kontroliše otpornost prema plamenjači soje i identifikovali RAPD markere vezane za ovaj gen.

Unošenje u nove sorte što višeg nivoa otpornosti prema *P. manshurica*, jedan je od ciljeva oplemenjivanja soje u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, u Novom Sadu. U početnim fazama oplemenjivanja, često je kao donor gena otpornosti korišćena domaća sorta NS-kasna. Ova sorta poseduje niz nepoželjnih agronomskih osobina (duga vegetacija, osetljivost na poleganje, nizak prinos), što je podrazumevalo više povratnih ukrštanja radi stvaranja dobrih komercijalnih sorti. Pored toga, vremenom je postajala sve osetljivija, s obzirom da je posedovala specifičnu, monogenu otpornost.

Sredinom osamdesetih godina prošlog veka, u programe oplemenjivanja uvrštena je američka sorta S-1346, koja je pored više poželjnih agronomskih svojstava, ispoljavala i visok stepen otpornosti prema tada dominantnim rasama *P. manshurica*. Stvoreno je nekoliko otpornih, veoma kvalitetnih sorti soje, koje su proširene u proizvodnji, a neke i danas čine aktuelni sortiment (Vojvodanka, Ravnica, Afrodita). Izmenom rasnog sastaava parazita, usled jakog selekcionog pritiska, ove sorte su izgubile vertikalnu (specifičnu) otpornost, ali su ipak zadržale izvestan stepen horizontalne otpornosti, tako da i pri vrlo povoljnim uslovima nema jake pojave plamenjače.

Američka sorta Colfax je trenutno najpouzdaniji izvor gena otpornosti prema *P. manshurica*. Ova sorta je jedan od roditelja više novih perspektivnih linija soje, koje ispoljavaju zadovoljavajući nivo otpornosti. Neke od njih završavaju ispitivanja u sortnoj komisiji i verovatno će biti registrovane kao nove sorte. Takođe, serija visokoproteinskih linija (BARCK) su otporne ili manje osetljive prema plamenjači. Nova sorta Senka, nastala iz ukrštanja sa jednom od ovih linija, pored povišenog sadržaja proteina, nasledila je i dobru otpornost prema plamenjači.

Kako je već napred istaknuto, za otpornost prema *P. manshurica* odgovoran je jedan par gena sa jakim efektom (major gen). Shodno tome, otpornost je u početku potpuna, ali nije trajna, već se vremenom gubi, usled izmene rasnog sastava parazita. Zato se trenutno pokušava proširiti genetska osnova za otpornost, akumuliranjem gena iz više različitih izvora. Stvorena je kolekcija otpornih i manje osetljivih genotipova soje, koja će se koristiti u procesu oplemenjivanja.

***Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (bakteriozna pegavost).** Ova bakterija je uzročnik najrasprostranjenije i najštetnije bakterioze na soji. Redovno je prisutna i u Srbiji, u slabijem ili jačem intenzitetu (Balaž, J. i sar., 1990; Ignjatov, M., 2007). Može da prouzrokuje značajne štete, naročito u regionima sa prohladnim i kišovitim uslovima. Najveće štete nastaju usled propadanja mladih biljaka, izniklih iz zaraženog semena (Klikov, 1963), kao i usled smanjenja fotosintetske aktivnosti obolelog lista (Willijams, Nyvall, 1980). Na soji u Srbiji nije konstatovana zaraženost semena i propadanje klijanaca, dok se simptomi na listu pojavljuju redovno, u jačem ili slabijem intenzitetu.

Široka rasprostranjenost i štetnost *P. syringae* pv. *glycinea* ukazuju na neophodnost primene mera borbe radi zaštite useva soje. Aplikacija baktericida ne obezbeđuje zadovoljavajući nivo zaštite, pa je neophodno primeniti i druge mere zaštite. Stvaranje i širenje u proizvodnji otpornih ili manje osetljivih sorti je jedna od najprihvatljivijih.

Pri oplemenjivanju soje na otpornost prema *P. s.* pv. *glycinea* treba imati u vidu varijabilnost u pogledu patogenosti unutar populacije bakterije. Prvo su to uočili Cross et al. (1966), identifikujući sedam fizioloških rasa (1-7), na osnovu reakcije sedam sorti diferencijatora. Zatim su Fett and Sequeira (1981) determinisali još dve rase (8 i 9), dok su Abo-Moch et al. (1995), proučavajući sojeve bakterije poreklom sa soje iz Evrope, utvrdili prisustvo nove rase, koju su označili brojem 10. Sledeće dve rase konstatovane su u Kini (Gao Jie, 1998). Sa sigurnošću je utvrđeno da je rasa 4 dominantna u Srbiji, a ima indicija o prisustvu još jedne rase koja ispoljava najviše sličnosti sa rasom 5 (Balaž, J. i sar., 1990). Svi pomenuti autori ukazuju da je rasa 4 dominantna na soji u svetu.

Upravo činjenica, da je rasa 4 dominantna, otežava rad na stvaranju otpornih ili manje osetljivih sorti soje prema *P. s.* pv. *glycinea*, jer ne postoje potpuno otporni genotipovi prema njoj. Pre pojave virulentnijih rasa, u literaturi je bilo više podataka o postojanju otpornih genotipova. Detaljan pregled otpornog sortimenta, prema starijim literaturnim podacima, navodi Aćimović (1988). Međutim, posle pojave i identifikacije većeg broja rasa, takvi podaci su veoma oskudni. Istraživanja u Srbiji (Vidić, Balaž, J., 1997) su

pokazala da su komercijalne sorte osetljive prema *P. s. pv. glycinea*, što je glavni uzročnik čestih epifitocija na usevima soje. Ipak, u dvogodišnjim testiranjima u polju i pri inokulaciji u kontrolisanim uslovima, uočene su razlike u stepenu osetljivosti. Ranostasniji genotipovi su znatno osetljiviji od kasnostasnih. Američka sorta P.9241 ispoljava zadovoljavajući nivo otpornosti u polju i staklari, što potvrđuju i rezultati naših autora. Utvrđeno je da i domaća linija L-220230 poseduje sličan nivo otpornosti (Ignjatov, M., 2007). Oba pomenuta genotipa soje uvrštena su u programe oplemenjivanja.

Dosta nejasnoća ima i u pogledu načina nasleđivanja otpornosti prema *P. s. pv. glycinea*. Keen i Buzzel (1991) su utvrdili da tri dominantna gena (Rpg geni) kontrolišu otpornost prema ovoj bakteriji, dok Sinklair (1999) navodi da se radi o četiri gena. Weingart et al. (2001) ističe da produkcija etilena u biljkama utiče na smanjenje virulentnosti bakterije.

Imajući u vidu rasprostranjenost, učestalost i intenzitet pojave ove bakterije na soji u Srbiji, neophodno je intenzivirati rad na stvaranju manje osetljivih sorti. Dosadašnji rezultati su ohrabrujući, s obzirom da je u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo stvoreno više perspektivnih linija, znatno manje osetljivosti od standardnih sorti. Oformljena je kolekcija manje osetljivih genotipova soje, koja služi u procesu oplemenjivanja.

***Sclerotinia sclerotiorum* (bela trulež).** Potencijalno najštetniji parazit soje, s obzirom da prouzrokuje uvenuće i trulež biljaka u porastu. Oksalna kiselina, koju gljiva luči, glavni je uzročnik patoloških promena na tkivima biljke (Cessna et al., 2000). Štete su naročito velike ako do infekcije dođe u vreme cvetanja i mahunanja soje. Obolele biljke u potpunosti istrule, a smanjenje prinosa je skoro identično procentu zaraženih biljaka (Vidić, 1982a). Činjenica da je za nastanak infekcije i širenje simptoma oboljenja potreban duži kontinuiran period vlažnosti, bela trulež se najčešće javlja u vidu lokalnih, sporadičnih epifitocija. Izuzetak je Brazil, gde se oboljenje skoro redovno pojavljuje, a prosečni godišnji gubici iznose oko 15% (Sinclair, Backman, 1989). Smatra se da pri zaraženosti 10% biljaka prinos biva umanjen za oko 0,25 t/ha. Međutim, dešavalo se da usev bude u potpunosti uništen usled napada *S. sclerotiorum* (Kurnik, 1962). U Srbiji se epidemije dešavaju u godinama sa dužim kontinuiranim padavinama tokom letnjih meseci (Vidić, 1992).

S. sclerotiorum je izrazito polifagna gljiva, koja parazitira više od 400, uglavnom širokolisnih biljnih vrsta. Pored soje, krug domaćina ovog patogena obuhvata više gajenih biljaka (suncokret, uljana repica, grašak, većina povrtarskih vrsta), kao i veliki broj korovskih vrsta. Zato je teško ispoštovati pravilnu plodosmenu, kao jednu od glavnih mera suzbijanja bele truleži. Takođe, među brojnim biljkama domaćinima retki su genotipovi sa kompletnom otpornošću. U stručnoj literaturi često su citirani podaci da je, na osnovu infekcije micelijom, konstatovano da vrsta pasulja *Phaseolus coccineus* ispoljava rezistentnu reakciju prema *S. sclerotiorum* (Adams et al., 1973), i da rezistentnost kontroliše jedan dominantan gen (Abawi et al., 1978).

Sorte soje ispoljavaju varijabilnost u pogledu reakcije prema *S. sclerotiorum*, ali nema podataka koji ukazuju na postojanje otpornosti. Međutim, više autora su uočili parcijalnu rezistentnost kod pojedinih genotipova. Tako su Arahana et al. (2001) utvrdili da sorte soje Dassel, Corsoy 79, DSR137,

S19-90 i Vinton 81 ispoljavaju parcijalnu rezistentnost, koju uslovljava nekoliko gena. Sorte Corsoy 79 i S19-90, kao parcijalno rezistentne, navode i Yang et al. (1999), odnosno PI 194639 (Calla et al., 2007).

U našim agroekološkim uslovima kasnostasni genotipovi soje ispoljavaju visok stepen osetljivosti, te pri povoljnim uslovima za razvoj bolesti, pojava bela trulež je najčešće vrlo jaka. Kod ranostasni sorti i linija oboljenja ili nema, ili je prisutno samo u tragovima. Međutim, pri veštačkim infekcijama u kontrolisanim uslovima i ranostasni genotipovi ispoljavaju visok stepen osetljivosti. Prema tome, genotipovi kratke vegetacije ne poseduju fiziološku rezistentnost, već izbegavaju napad parazita (disease escape) u polju (Vidić i sar., 1983; Vidić, 1992).

Smatra se da i fiziološka rezistentnost i mehanizmi izbegavanja bolesti uslovljavaju razlike u reakciji sorti soje prema *S. sclerotiorum*. Mehanizam izbegavanja napada ovog parazita uključuje rano cvetanje i sazrevanje, otpornost sorte na poleganje, odnosno, uspravan usev sa dobrim provetravanjem i brzim isušivanjem unutar biljnog sklopa. Dokazano je da jedan ili više navedenih faktora mogu znatno redukovati intenzitet pojave bele truleži na soji (Vidić, 1982b; Boland and Hall, 1987; Nelson et al., 1991; Kim et al., 1999). Genetske dokaze za mehanizme izbegavanja bolesti i fiziološku rezistentnost pronašli su Kim and Diers (2000), mapirajući tri lokusa (quantitative trait loci, QTL), koji kontrolišu rezistentnost soje prema ovom parazitu. Dva lokusa kontrolišu mehanizme izbegavanja bolesti i prvenstveno su povezani sa datumom cvetanja, visinom biljke i poleganjem. Treći lokus najverovatnije uslovljava parcijalnu fiziološku otpornost. Imajući u vidu rezultate ovih autora, stiče se utisak da će tek šira primena molekularnih markera doprineti značajnijem napretku u stvaranju komercijalnih sorti soje sa zadovoljavajućim nivoom otpornosti prema *S. sclerotiorum*.

Diaporthe/Phomopsis vrste na soji (Rak stabla, palež mahuna i stabla i trulež semena soje). Vrste roda *Diaporthe/Phomopsis* prouzrokuju kompleks oboljenja na svim nadzemnim organima biljke. Kulik (1983) navodi nekoliko gljiva koje su povezane sa kompleksom oboljenja: *D. phaseolorum* var. *caulivora* (prouzrokovala raka stabla), *D. phaseolorum* var. *sojae*, odnosno konidijski stadijum ove gljive *Phomopsis soje* (prouzrokovala paleži mahuna i stabla) i nedeterminisanu vrstu *Phomopsis* sp., koja izaziva propadanje semena soje. Hobs et al. (1985) su zaključili da je *Phomopsis* sp. nova vrsta i nazvali su je *Ph. longicolla*. Svi navedeni pripadnici ovog roda prisutni su na soji u Srbiji (Jasnić, Vidić, 1983; Vidić, Jasnić, 1994).

Najveći ekonomski značaj ima vrsta *D. phaseolorum* var. *caulivora*, s obzirom da može izazvati uvenuće i sušenje biljaka već početkom stvaranja mahuna (Vidić, Jasnić, 1988). Štete tada mogu biti znatne, naročito pri jačim epidemijama. Utvrđena je varijabilnost u patogenosti između izolata ove gljive. Brojna istraživanja ukazivala su na postojanje više fizioloških rasa, da bi konačno Higley and Tachibana (1987) došli do zaključka da postoje najmanje dve rase ove gljive, "južna" i "severna". Kasnije je Morgan-Jones (1989) utvrdio da, pored razlika u virulentnosti prema test sortimentu, između dve pomenute rase postoje i izvesne morfološke razlike. Predložio je da se rase razdvoje u dve "forma speciales" ili "varijeteta": severna rasa *D. phaseolorum* f. sp. *caulivora*, a južna *D. phaseolorum* f. sp. *meridionalis*. Proučavanja

patogenosti većeg broja izolata, poreklom sa soje iz Vojvodine, utvrđeno je da svi pripadaju "severnom" tipu gljive, odnosno, varijetetu *caulivora* (Vidić, 1991; Vidić i sar., 1994).

Otpornost prema *D. phaseolorum* var. *meridionalis* kontrolišu četiri major gena: Rdc1 i Rdc2, koji su identifikovani u sorti Tracy M (Kilen and Hartwig, 1987), a Rdc3 i Rdc4 u sortama Crockett, Dowling i Hutcheson (Bowers, et al., 1993; Tyler, 1996; Pioli et al., 2003). Prema severnom tipu gljive (*D. phaseolorum* var. *caulivora*), koja je prisutna na soji u Srbiji, ne postoje potpuno otporni genotipovi, ali su konstatovane razlike u stepenu osetljivosti. Na osnovu višegodišnjih testiranja, u uslovima spontane infekcije u polju i veštačke infekcije askosporama, utvrđeno je da reakcija genotipova soje zavisi od dužine njihove vegetacije. Ranostasni genotipovi su manje osetljivi i na napad parazita obično reaguju blažim simptomima (pegavost stabla), dok su sorte duge vegetacije znatno osetljivije i na njima se simptomi ispoljavaju u vidu prevremenog uvenuća biljaka (Vidić i sar., 1990). Rane sorte su manje osetljive, jer izbegavaju napad parazita, usled nepodudaranja vremena oslobađanja askospora sa najosetljivijim fenofazama razvoja soje (puno cvetanje i početak stvaranja mahuna).

Najštetniji i najrasprostranjeniji paraziti semena soje su vrste roda *Diaporthe/Phomopsis* (Mc Gee, 1992). Kao paraziti semena soje u našoj zemlji pojavljuju se *Ph. longicolla*, *D. phaseolorum* var. *sojae* (*Ph. sojae*) i *D. phaseolorum* var. *caulivora* (Vidić i sar., 2002, 2006). Gljiva *P. longicolla* je najčešći prouzrokovatelj truleži semena (*Phomopsis seed decay*).

Problem truleži semena soje najizraženiji je u SAD, pa je tamo najviše rađeno na iznalaženju izvora rezistentnosti prema prouzrokovateljima oboljenja i načinu nasleđivanja. Više introdukovanih genotipova (PI) ispoljavaju manju osetljivost, a kao najotporniji navode se PI 80837, PI 417479, PI 360841 i MO/PSD-0259 (Jackson et al., 2005). Među domaćim sortama i linijama nema potpuno otpornih genotipova, ali su prisutne značajne razlike u osetljivosti. U našim agroekološkim uslovima, pri spontanoj infekciji u polju, kasnostasni genotipovi su manje osetljivi od ranostasnih. Međutim, pri infekciji suspenzijom konidija u najosetljivijoj fenofazi razvića soje, utvrđeno je da manja osetljivost kasnostasnih genotipova nije genetski uslovljena, već je posledica izbegavanja infekcije (Vidić i sar., 1999). Otpornost prema *P. longicolla* uslovljava jedan dominantan gen, ali je utvrđeno da u različitim genotipovima soje otpornost ne kontrolišu isti gen (Jackson et al., 2005).

Oplemenjivanje soje na otpornost prema prouzrokovateljima truleži semena nije za sada primarni cilj oplemenjivača soje u Srbiji. Glavni razlog je što oboljenje još uvek ne izaziva u kontinuitetu značajnije štete. Međutim, u pojedinim godinama sa dužim kišnim periodom u vreme sazrevanja soje, a naročito kada se žetva mora odložiti, može doći do intenzivnije pojave (Vidić i sar., 2002, 2006). Zato bi u narednom periodu ovom problemu trebalo posvetiti odgovarajuću pažnju.

Treba naglasiti da je najviše pažnje poklanjano stvaranju sorti otpornih prema *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea*, prouzrokovajući truleži korena i stabla, truleži semena i propadanja klijanaca soje, prvenstveno u SAD. Naime, u pojedinim regionima SAD štete na osetljivom sortimentu su

tako velike da je ekonomski opravdano gajiti samo otporne sorte. Ovaj parazit nije konstatovan na soji u Srbiji.

ZAKLJUČAK

Pri jačim epidemijama, bolesti mogu izazvati značajne štete na soji u Srbiji. Na osnovu višegodišnjih, zapažanja utvrđeno je da su najrasprostranjeniji i najštetniji sledeći paraziti, prouzrokovajući bolesti: *P. manshurica* (plamenjača), *P. syringae* pv. *glycinea* (bakteriozna pegavost,), *S. sclerotiorum* (bela trulež), *D. phaseolorum* var. *caulivora* (rak stabla) i *Ph. longicolla* (trulež semena). Zaštita useva soje može se obezbediti nizom uzajamno povezanih mera, a smatra se da je najefikasnija, najekonomičnija i ekološki najprihvatljivija mera stvaranje i gajenje otpornih sorti.

Kod parazita lista soje, *P. manshurica* i *P. syringae* pv. *glycinea* je izražena varijabilnost u virulentnosti unutar populacije ovih gljiva, odnosno postoji više fizioloških rasa, dok je kod vrsta roda *Diaporthe/Phomopsis* zapažena razlike u stepenu patogenosti između izolata, ali nisu identifikovane rase.

Uspeh u radu na stvaranju otpornih sorti uslovljena je postojanjem dobrih izvora rezistentnosti, kao i poznavanjem prirode otpornosti i načina nasleđivanja. Prema *P. manshurica* postoje dobri izvori otpornosti, koja je uslovljena najčešće jednim dominantnim, major genom (Rpm). Zato je ova otpornost potpuna, ali nije trajna, jer se vremenom postepeno gubi. Naši naponi su usmereni na proširenje genetske osnove akumuliranjem više gena iz različite izvora. Rasa br. 4 *P. syringae* pv. *glycinea* je dominantna na soji u svetu i kod nas. Nema potpuno otpornih genotipova prema ovoj rasi, ali su prisutne značajne razlike u stepenu osetljivosti. Parcijalnu otpornost kontrolišu jedan ili nekoliko Rpg gena. U Institutu je stvorena kolekcija otpornih i manje osetljivih genotipova soje prema navedenim parazitima lista, koji se uključuju u proces oplemenjivanja.

Mehanizmi izbegavanja bolesti i parcijalna fiziološka rezistentnost uslovljavaju razlike u reakciji sorti soje prema *S. sclerotiorum*. Mapirana su dva lokusa, koja kontrolišu mehanizme izbegavanja bolesti i jedan lokus, najverovatnije odgovoran za parcijalnu fiziološku rezistentnost. Parcijalna rezistentnost utvrđena je kod nekoliko introdukovanih (PI) sorti soje. U našim uslovima genotipovi kraće vegetacije su manje osetljivi od kasnostasnih. Nije evidentirana potpuna otpornost prema *D. phaseolorum* var. *caulivora*, prouzrokovajući raka stabla soje. Genotipovi duge vegetacije su znatno osetljiviji, dok ranostasne sorte i linije soje izbegavaju napad parazita u našim agroekološkim uslovima.

Vrste roda *Diaporthe/Phomopsis* su najštetniji paraziti semena soje. Otpornost kontrolišu jedan dominantan gen, a njegovo prisustvo konstatovano je u nekoliko genotipova soje. Ranostasne domaće sorte su osetljivije od kasnostasnih.

Treba istaći da je najviše urađeno na unošenju otpornosti prema *Ph. megasperma* f. sp. *glycinea* u komercijalne sorte, naročito u SAD.

LITERATURA

Abawi, G. S., Provvidenti, R., Croizer, D. C., Hunter, J. E., (1978): Inheritance of resistance to white mold disease in *Phaseolus coccineus*. J. Hered., 69: 200-202.

- Abo-Moch, F., Mavridis, A., Rudolph, K. (1995): Determination of races of *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* occurring in Europe. *Journal of Phytopathology*, vol. 143, No. 1: 1-5.
- Aćimović, M. (1988): Prouzrokovaci bolesti soje i njihovo suzbijanje. Naučna knjiga, Beograd.
- Adams, P. B., Tate, C. J., Lumsden, R. D., Meiners, J. P. (1973): Resistance of *Phaseolus* species to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Rept. Bean Improv. Crop.* 16: 8-9.
- Arahana, S. V., Graef, L. G., Speck, E. J., Steadman, R. J., Eskridge, M. K. (2001): Identification of QTLs for Resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in Soybean. *Crop Science* 41: 180-1888.
- Athow, K. L. (1973): Fungal diseases. In Caldwell, B. E.(ed.) *Soybeans: Improvement, production and uses*. Agr. Monogr. 16, ASA, Madison WI, 459- 489.
- Balaž, Jelica, Arsenijević, M., Vidić, M. (1990): Bakteriološke karakteristike i fiziološke rase *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (Cooper) Young, Due et Wilkie parazita soje. *Zaštita bilja*, 193: 423-429.
- Bernard, R. L., Cremeens, C.R. (1971): A gene for general resistance to downy mildew of soybean. *J. Hered* 16: 359-362.
- Boland, G. J., Hall, R. (1987): Evaluating soybean cultivars for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* under field conditions. *Plant Dis.* 71: 934-936.
- Bowers, G. R., Ngeleka, K., Smith O. D. (1993): Inheritance of stem canker resistance in soybean cultivars Crockett and Dowling. *Crop Sci.*, 33: 67-70.
- Calla, B., Zhang, Y., Simmonds, D., Clough, S. J. (2007): Genomic analysis of soybean resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant and Animal Genome XV Conference*. P. 284.
- Cessna, G. S., Sears, E. V., Dickman, B. M., Low, S. P. (2000): Oxalic Acid, a Pathogenicity Factor for Suppresses the Oxidative Burst of the Host Plant. *Plant Cell*, vol. 12, 2191-2200.
- Chowdhury, A. K., Srinives, P., Saksoong, P., Tongpamnak, P. (2002): RAPD markers linked to resistance to downy mildew disease in soybean. *Euphytica*, 128: 55-60.
- Cross, J. E., Kennedy, B. W., Lambert, J. W., Cooper, R. L. (1966): Pathogenic races of the bacterial blight pathogen of soybeans, *Pseudomonas glycinea*. *Plant Dis. Repr.*, 50: 557-560.
- Dunleavy, J. M. (1971): Races of *Peronospora manshurica* in the United States. *Am. J. Bot.* 58: 209-211.
- Dunleavy, J. M. (1977): Nine new races of *Peronospora manshurica* in the Midwest. *Plant Dis. Rep.* 61: 661-663.
- Dunleavy, J. M. (1987): Yield reduction in soybeans caused by downy mildew. *Plant Dis.* 71: 1112-1114.
- Fett, W., Sequera, L. (1981): Further characterization of physiological races of *Pseudomonas glycinea*. *Can. J. Bot.* 59: 283-287.
- Gao Jie (1998): Physiological specialization of the bacterial blight pathogen of soybeans *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. *Journal of Jiling Agricultural University*, 20: 10-12.
- Geesman, G. E. (1950a): Physiologic races of *Peronospora manshurica* on soybeans. *Agron. J.* 42: 257-258.
- Geesman, G. E. (1950b): Inheritance of resistance of soybeans to *Peronospora manshurica*. *Agron. J.* 42: 608-613.
- Grabe, D. F., Dunleavy, J. (1959): Physiologic specialization in *Peronospora manshurica*. *Phytopath.* 49: 791-793.
- Higley, P. M., Tachibana, H. (1987): Physiological specialization of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* in soybean. *Plant Dis.* 71: 815-817.
- Hobbs, T. W., Schmitthenner, A. F., Kuter, G. A. (1985): A new *Phomopsis* species from soybean. *Mycologia* 77: 535-544.
- Ignjatov, Maja (2007): Bakteriorna pegavost soje u Vojvodini. Magistarska teza, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Jackson, E. W., Fenn, P., Chen, P. (2005): Inheritance of resistance to *Phomopsis* seed decay in soybean PI 80837 and MO/PSD-0259 (PI 526694). *Crop Sci.* 45: 2400-2404.
- Jasnić, S., Vidić, M. (1983): *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* nov parazit soje u Jugoslaviji. *Zaštita bilja*, 164: 213- 223.
- Keen, N. T., Buzzel, R. I. (1991): New disease resistance genes in soybean against *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*: evidence that one of them interacts with a bacterial elicitor. *Theoretical and Applied Genetics*, vol. 81, No. 1: 133-138.
- Kilen, T. C., Hartwig E. E. (1987): Identification of single genes controlling resistance to stem canker in soybean. *Crop Sci.* 27: 220-222.
- Kim, H. S., Diers, B. W. (2000): Inheritance of partial resistance to sclerotinia stem rot in soybean. *Crop Sci.* 40: 55-61.

- Kim, H. S., Sneller, C. H., Diers, B. W. (1999): Evaluation of soybean cultivars to sclerotinia stem rot in field environments. *Crop Sci.* 39: 64-68.
- Klikov, A. P. (1963): Bacterial diseases of soybean. (in Russian). *Zašt. Rastena* 8: 35-36.
- Kostić, B., Maširević, S., Sultan, M., Vidić, M., Kovačev, L. (1988): Selekcija otpornih genotipova ratarskih kultura kao metod borbe protiv bolesti. *Zbornik radova sa Jugoslovenskog savetovanja o primeni pesticida*. Sv. 10: 67-83, Opatija.
- Kulik, M. M. (1983): The current scenario of the pod and - stem canker - seed decay complex of soybean. *Int. Tropical Plant Diseases* 1: 1-11.
- Kurnik, E. (1962): A szoja. *Akadmiiai kiad, Budapest*.
- Lehman, S. G. (1953): Race 4 of the soybean downy mildew fungus. *Phytopathology* 43: 460-461.
- Lim, S. M., Bernard, R. L., Nickeli, C. D., Gray, L. E. (1984): New physiological race of *Peronospora manshurica* virulent to the gene Rpm in soybeans. *Plant Dis.* 68: 71-72.
- Mc Gee, D. C. (1992): Soybean Diseases. A reference source for seed technologists. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota
- Morgan-Jones, M. (1989): The *Diaporthe/Phomopsis* complex: Taxonomic considerations. *World Soybean Reshers Conference, IV, 5-9 III 1989, Buenos Aiiers, Argentina, 1699-1706*.
- Nelson, B. D., Helms, T. C., Olson, M. A. (1991): Comparison of laboratory and field evaluations of resistance in soybean to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis.* 75: 662-665.
- Pioli, R. N., Morandi, E. N., Maria C. Martinez, Lucca, F., Tozzini, A., Vilma, Bisaro, Hopp, E. H. (2003): Morphologic, and pathologic characterization of *Diaporthe phaseolorum* variability in the Core soybean-producing area of Argentina. *Phytopathology*, 93, 2: 136-146.
- Sinclair, J. B. (1999): Bacterial Diseases, p. 5-10. In *Compendium of soybean diseases*. Ed. Hartman, G. L., Sinclair, J. B., Rupe, J. C. APS Press. USA.
- Sinclair, J. B., Backman, P. A. (1989): *Compendium of Soybean Diseases* (third edition). The American Phytopathological Society.
- Tyler, J. M., (1996): Characterization of stem canker resistance in Hutcheson soybean. *Crop Sci.* 36: 591-593.
- Vidić, M. (1982a): *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) De Bary parazit soje u SAP Vojvodini. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Vidić, M. (1982b): Uticaj nekih agrotehničkih mera na intenzitet pojave bele truleži na soji. *Savremena poljoprivreda*, vol. 30, 11-12: 587-597.
- Vidić, M. (1991): Variability of *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* on soybean in the Vojvodina province in Serbia. *Zaštita bilja, Belgrade*, 42 (3), 197, 183-189.
- Vidić, M., (1992): Epidemiološke karakteristike najznačajnijih parazita soje u Vojvodini. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo*, Sv. 20:519-522.
- Vidić, M., Balaž, Jelica (1997): Reakcija genotipova soje prema *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*. *Zaštita bilja*, 48 (2), 220: 119-12.
- Vidić, M., Jasnić, S. (1994): *Phomopsis* vrste na soji u Jugoslaviji. *Zbornik rezimea sa trećeg jugoslovenskog kongresa o zaštiti bilja. Vrnjačka Banja, 03-07. 10. 1994*.
- Vidić, M., Jasnić, S. (1998): Bolesti soje. U monografiji "Soja" (kolektiv autora), X poglavlje, 277-338. *Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad; Sojaprotein, Bečej*.
- Vidić, M., Jasnić, S., Ammar, M. (1983): Osetljivost nekih sorti soje prema belojoj truleži (*Sclerotinia sclerotiorum*). *Zaštita bilja*, 34 (4), 166: 503-512.
- Vidić, M., Jasnić, S., Đorđević, V. (2006): Rasprostranjenost *Diaporthe/Phomopsis* vrsta na semenu soje u Srbiji. *Pesticidi i fitomedicina*, 21: 39-48.
- Vidić, M., Jasnić, S., Hrutić, Milica, Jocković, Đ. (1994): Virulentnost izolata *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* na soji. *Zaštita bilja, Beograd*, 45 (1) 207, 67-81.
- Vidić, M., Jasnić, S., Hrutić, Milica, Miladinović, J. (1999): Reakcija genotipova soje prema *Phomopsis longicolla*, prouzrokovacu truleži semena. *Zaštita bilja*, 50(3), 229: 229-238.
- Vidić, M., Jasnić, S., Jocković, Đ., Hrutić, Milica (1990): Reakcija sorti i linija soje prema *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. *Zaštita bilja* 191: 31-39
- Vidić, M., Miladinović, J., Đorđević, V. (2002): Uticaj odlaganja žetve soje na intenzitet pojave truleži semena. *Zaštita bilja*, 53(1) No 239: 39-50.
- Weingart, H., Ullrich, H., Geider, K., Volksch, B. (2001): The role of etylene production in virulence of *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* and phaseolicola. *Phytopathology*, vol. 91, No. 5 pp. 511-518.
- Williams, D. J., Nyvall, R. F. (1980): Leaf infection and yield losses caused by brown spot and bacterial blight diseases of soybean. *Phytopathology* 70: 900-902.
- Yang, X. B., Lundeen, P., Uphoff, M. D. (1999): Soybean Varietal Response and Yield Loss Caused by *Sclerotinia sclerotiorum*. *Plant Dis.* 83: 456-461.

Abstract

SOYBEAN BREEDING FOR PARASITE RESISTANCE

Miloš Vidić, Milica Hrustić, Jegor Miladinović and Vojin Đukić

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Email: vidic@ifvcns.ns.ac.yu

Large epidemics may cause significant damage to soybeans. Long-term observations have indicated that *Peronospora manshurica* (downy mildew), *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* (bacterial spot), *Sclerotinia sclerotiorum* (white rot), *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora* (stem canker) and *Phomopsis longicolla* (seed decay) are the most widely distributed and most harmful soybean diseases in Serbia. Soybean crop may be successfully protected by a combination of measures among which the development and utilization of resistant cultivars is most efficient, most economic and ecologically most acceptable.

The populations of *P. manshurica* and *P. syringae* pv. *glycinea*, the parasites of soybean leaves, vary in virulence rate, i.e., there are several physiological races of these fungi. In the case of *Diaporthe/Phomopsis*, however, variation in virulence rate has been observed, but physiological races have not been identified.

Success in breeding of resistant cultivars depends on the existence of effective sources of resistance, as well as on the nature and mode of inheritance of resistance. There are several sources of resistance to *P. manshurica*, which mostly contain one dominant, major gene (Rpm). These sources thus provide complete resistance, however, it is not lasting but becomes lost with time. Our efforts are centered on widening the genetic basis of resistance, by accumulating several resistance genes from different sources. Race 4 of *P. syringae* pv. *glycinea* is dominant in soybeans around the world as well as in our country. There is no genotype completely resistant to this race, but there exist significant differences in the rate of susceptibility. Partial resistance is controlled by one or several Rpg genes. A collection of resistant and less sensitive soybean genotypes has been established at Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. These materials have been included in soybean breeding programs.

Mechanisms of disease escape and partial physiological resistance bring differences in soybean reaction to *S. sclerotiorum*. Two loci controlling disease escape mechanisms and one locus most probably responsible for partial physiological resistance have been mapped. Partial resistance has been found in several introduced (PI) soybean cultivars. Under the local conditions, early genotypes are less sensitive than late ones. Complete resistance to *D. phaseolorum* var. *caulivora*, the agent of stem canker, has not been registered. Late genotypes are very sensitive to stem canker, while early cultivars and lines manage to avoid the parasites attack under the local agroecological conditions.

Species from the genus *Diaporthe/Phomopsis* are the most harmful parasites of soybean seed. Resistance to them is controlled by a single dominant gene, which has been registered in several soybean genotypes. The early domestic cultivars are more sensitive to the disease than the late ones.

It should be mentioned here that much has been done on the introduction of resistance to *Phytophthora megasperma* f. sp. *glycinea* into commercial cultivars, especially in the USA.

Key words: soybean, breeding, resistance, parasites.