

Epidemijska pojava plamenjače krompira i paradajza u Srbiji

Drago Milošević¹, Miroslav Ivanović² i Mirko Ivanović³

¹Agronomski fakultet, Čačak,

²Centar za povrtarstvo, Smederevska Palanka i

³Poljoprivredni fakultet, Zemun

REZIME

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary je prouzrokovao plamenjače, jedne od najznačajnijih bolesti krompira i paradajza. Retko koje oboljenje biljaka je imalo takve posledice na čovečanstvo kao plamenjača krompira sredinom XIX veka, najpre u Irskoj, a potom u većem delu Zapadne Evrope. Danas ovo oboljenje ne može dovesti do takvih posledica, ali prouzrokuje ogromne gubitke u godinama epidemijske pojave. Kod nas je takva bila 1999, ali i 2004. godina.

Optimalni uslovi za infekciju i razvoj bolesti bez pravovremene primene fungicida, prouzrokovali su epidemijsku pojavu plamenjače krompira i paradajza u važnijim proizvodnim područjima u dolini Zapadne Morave, kao i u drugim ravničarskim područjima u dolinama reka, gde su i uslovi za uzgoj i postizanje visokih prinosa izuzetno povoljni. Krompir je većim delom uništen već u prvoj polovini juna. Paradajz je pretrpeo značajne štete, manje od krompira u prvim letnjim danima, ali znatno veće kasnije, sredinom avgusta kada su ponovo bili povoljni uslovi za pojavu oboljenja.

Ključne reči: *Phytophthora infestans*; plamenjača; krompir; paradajz

UVOD

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary jedan je od najznačajnijih prouzrokovaca bolesti krompira i paradajza. Bez primene fungicida, gajenje ovih biljaka bilo bi nemoguće, pogotovo u uslovima vlažne i tople klime.

Koliko je ovo značajna bolest govori i činjenica da je u svetu poznata irska glad za krompirom (Irish Potato Famine), nastala sredinom XIX veka, jer je plamenjača uništila krompir, tada osnovnu hranu većine stanovništva. Ova pojava bila je uzrok velikog stradanja i migracije stanovništva iz Zapadne Evrope u Ameriku.

Kod nas se do sada malo pisalo o plamenjači i njenom uticaju na proizvodnju krompira. Objavljeni radovi su se, uglavnom, odnosili na saopštavanje rezultata ispitivanja efikasnosti fungicida za suzbijanje ove gljive (Matijević i sar., 1996). Tek u poslednje vreme pojavljuje se više saopštenja o plamenjači krompira i paradajza, što je uglavnom inicirano epidemijskom pojavom plamenjače 1999. godine (Milošević i sar., 2000). Diskusija o ovom problemu razvila se u užem krugu istraživača (Ivanović i Ivanović, 2000; Milošević i Trkulja, 2000; Milošević

i sar., 2000; Ivanović i Ivanović, 2001). Epidemija plamenjače 1999. godine i štete koje je bolest pričinila proizvodnji krompira i paradajza, podstakla je detaljnije proučavanje populacije *P. infestans*. Ovo je rezultiralo novim saznanjima koja su objavljena u više naučnih radova u zemlji i inostranstvu (Ivanović i sar., 2002, 2003.a, b i 2004.a, b, c), čime je dat značajan doprinos poznavanju patogena u cilju njegovog lakšeg i organizovanijeg suzbijanja.

POREKLO GLJIVE

Danas je među većinom fitopatologa prihvaćen stav da je *P. infestans* iz Centralne, preko Severne Amerike dospela u Evropu sredinom XIX veka. Međutim, još uvek neki tvrde da se *P. infestans* pojavila u Južnoj, a zatim u Severnoj Americi i Evropi.

Stav većine je da je centralno-meksička visoravan centar porekla *P. infestans*, i da je ovaj region glavni izvor svih migracija ovog patogena. Utvrđeno je da je populacija *P. infestans* u centralnom Meksiku mnogo divergentnija od bilo koje populacije u drugim lokalitetima. Istovremeno, tu se nalaze i brojne, divlje, krtolaste vrste roda *Solanum* koje su koevoluirale sa *P. infestans*. To područje je sekundarni centar diverziteta roda *Solanum*. Mnoge divlje meksičke vrste roda *Solanum* poseduju rezistentnost prema *P. infestans*.

Do 80-ih godina oba polna tipa (A1 i A2) bila su prisutna samo u centralnom Meksiku. Takođe je poznato da su oba polna tipa u centralnom Meksiku podjednako zastupljena. Populacija *P. infestans* u ovom delu sveta je i veoma heterogena u pogledu virulentnosti.

KLONSKJE LINIJE

Koncept klonskih linija je značajan da bi se shvatila populaciona biologija *P. infestans*. Klonske linije su utvrđene i u populaciji drugih biljnih patogena. Klonska linija bi se mogla definisati kao bespolno potomstvo jednog genotipa (Amderson i Kohn, 1995).

Iz populaciono genetičkih proučavanja *P. infestans* pre 80-ih utvrđeno je da je u ranijoj populaciji dominirala jedna klonska linija, nazvana US-1 (Goodwin i sar., 1994). Moguće objašnjenje zašto je u prethodnom periodu u svetu bila dominantna jedna klonska linija (US-1) *P. infestans* je u tome

što se iz centra porekla, centralnog Meksika, parazit provukao kroz "iglene uši". To znači da je u SAD uneto veoma malo patogena sa uskom genetičkom osnovom. Pre 80-ih, samo A1 polni tip je bio poznat izvan Meksika, a A2 polni tip je bio veoma redak, ili ga nije bilo van tog područja (Hohl i Iselin, 1994).

Analizom genetičke divergentnosti populacije *P. infestans* u državi Njujork 1987. godine utvrđeno je da svi izolati pripadaju US-1 klonskoj liniji. Međutim, u nekoliko regiona u kojima se plamenjača javljala, sastav klonskih linija se brzo menjao u periodu između 1992. i 1994. godine.

U severozapadnom delu SAD, Floridi i Kaliforniji na paradajzu je utvrđena klonska linija US-6 (A1 polni tip) vrlo patogena prema paradajzu, i obično, ali ne uvek, rezistentna prema metalaksilu. Potom je u Njujorku 1993. godine otkrivena klonska linija US-7 (A2 polni tip) patogena prema paradajzu i rezistentna prema metalaksilu. Kato i saradnici (1997) su utvrdili da je klonska linija koja je prouzrokovala najveće štete, bez sumnje, linija US-8 (A2 polni tip) veoma patogena na lišću i krtolama krompira i rezistentna prema metalaksilu. Tokom 1992. godine ova linija je otkrivena samo u jednom regionu Njujorka, a u 1993. samo u Mejnu. U 1994. godini US-8 je već otkrivena u jugoistočnim, zatim severoistočnim i severozapadnim regionima SAD. U 1995. godini US-8 linija je otkrivena u zapadnim područjima, a u 1996. u većini proizvodnih područja gajenja krompira, uključujući i Kanadu. Tokom 1997. godine US-8 bila je najdominantnija klonska linija u SAD. Najdominantnije klonske linije u SAD su rezistentne na metalaksil i kontrola inicijalnih epidemija je dosta otežana (Goodwin i sar., 1996).

Na naglo širenje tzv. egzotičnih sojeva, a posebno US-8, uticalo je više činilaca. Prvo, intenzivirana je trgovina semenskog krompira, drugo, US-8 klonska linija je veoma patogena prema lišću i krtolama, pa se lako zaraženim krtolama može raznositi i treće, raznošenje sporangija putem vetra omogućuje lokalno širenje zaraze. Kombinacijom navedenih činilaca omogućeno je naglo širenje "egzotičnih sojeva".

Veća agresivnost US-8 klonske linije u poređenju sa US-1 linijom, zahteva više fungicida za adekvatno suzbijanje. Razlika je u dodatnih 25% tretmana za suzbijanje US-8 klonske linije *P. infestans*. Zbog pojave novih egzotičnih sojeva broj tretiranja krompira u 1995. godini je povećan na 10

(jaka pojava plamenjače) u odnosu na prosečna 2.5 tretmana fungicidima u 1994. godini (slaba pojava plamenjače).

REZISTENTNOST NA METALAKSIL

Praktičan uticaj na promenu sastava populacije *P. infestans* može imati osetljivost ili rezistentnost prema metalaksilu. Ovaj fungicid je veoma efikasan i dosta korišćen za suzbijanje mnogih nižih gljiva klase *Oomycetes*, i zbog toga je rezistentnost prema njemu evidentna (Davidse i sar., 1981). Problem rezistentnosti "stare" populacije *P. infestans* (A1, klonska linija US-1) prema metalaksilu je postojao, ali nije bio jako izražen.

Prema istraživanjima Deahl i saradnika (1993), do 1992. godine metalaksil je bio jedini fungicid sa sistemčnim delovanjem registrovan za suzbijanje *P. infestans* u SAD i Kanadi i ispoljavao je izvanredno delovanje na gljivu i posle ostvarene infekcije. Introdokovani novi sojevi ispoljili su potpunu rezistentnost prema metalaksilu bez obzira da li je on u datom regionu SAD i Kanade korišćen u zaštiti krompira, što znači da su ti sojevi bili rezistentni prema metalaksilu već kada su introdokovani. I mada su introdokovani sojevi bili skoro ujednačeno rezistentni prema metalaksilu, prethodno dominantni "stari" sojevi bili su osetljivi (Fry i sar., 1997).

Istraživanja rezistentnosti izolata *P. infestans* prema metalaksilu poreklom iz Srbije su pokazala da je od 37 testiranih 36 izolata osetljivo na metalaksil, a samo jedan je imao srednju osetljivost (Ivanović i sar., 2002).

MIGRACIJE *P. INFESTANS*

Prva globalna migracija *P. infestans* o kojoj postoje pouzdane informacije odvijala se od 1840. do 1845. godine. Oboljenje je najpre utvrđeno u nekim delovima SAD i Kanade. Prva pojava plamenjače u Evropi zabeležena je u Belgiji, juna 1845. Do kraja jeseni iste godine bolest je već zahvatila Irsku, a na istok je dospela do Nemačke (Bourke, 1964). Moguća su dva puta dospevanja gljive u Evropu; gljiva je dospela iz Meksika u SAD, a zatim u Evropu, ili je direktno preneti iz Meksika. Iz Evrope se gljiva dalje širila po svetu trgovinom krompira.

Proučavanjem srodnosti populacije *P. infestans*, kod 250 izolata prikupljenih pre 1977. godine, iz

deset zemalja sa pet kontinenata, utvrđena je njihova velika srodnost i pripadnost A1 polnom tipu. Ova populacija patogena nazvana je istorijska. Podaci ovih istraživanja su potvrdili koncept da je sve donedavno populacija *P. infestans* u Evropi, Aziji, Africi i Južnoj Americi bila sastavljena od jedne klonske linije. Populacija patogena u SAD i Kanadi bila je slična kao gore navedena klonska linija, dok je populacija u Meksiku bila polna i bez klonskih linija (Goodwin i Fry, 1991). Na osnovu navedenih istraživanja populacije *P. infestans* u svetu utvrđeno je da se gljiva širila iz lokaliteta većeg u lokalitete manjeg diverziteta, tj. iz Meksika u SAD, zatim iz SAD u Evropu, iz Evrope u Aziju, Afriku i Južnu Ameriku (Fry i sar., 1993).

Druga migracija se verovatno odigrala kasnih sedamdesetih godina. Tada je A2 polni tip "napustio" Meksiko i počeo da se širi. Danas je utvrđen u zemljama svih kontinenata izuzev Antarktika i Australije. U Evropi A2 polni tip gljive nije bio poznat do 1981. godine (Hohl i Iselin, 1984). Karakteristike nove imigracione populacije mogle su se utvrditi na osnovu poređenja sa karakteristikama istorijskih izolata prikupljenih pre 1977. godine, odnosno pre otkrivanja A2 polnog tipa.

Smatra se da se migracija ostvarila zaraženim krtolama. Krajem sedamdesetih godina velika količina konzumnog krompira dospela je iz Meksika u Evropu. Tada su na Stari kontinent uneti mnogi sojevi *P. infestans*, jer je utvrđeno da je nova populacija patogena mnogo divergentnija od prethodne. Analiza populacije *P. infestans* u Evropi pokazuje da je nova populacija potisnula i zamenila staru za svega nekoliko godina. Do izmene je, verovatno, došlo jer je nova populacija mnogo agresivnija, pa je plamenjača postala sve značajnija bolest krompira u Evropi krajem osamdesetih godina. Do izmene populacije *P. infestans* došlo je i u zemljama Dalekog istoka, Japanu i Koreji.

Donedavno su populaciju *P. infestans* u SAD činile stare klonske linije uz nekoliko drugih linija, ali se sastav populacije brzo menjao. Populacija gljive na Istočnoj obali SAD početkom 90-ih pripada klonskoj liniji koja do tada nije bila utvrđena u SAD i Kanadi. Ova klonska linija ispoljava i rezistentnost prema metalaksilu, u to vreme jedinom fungicidu sa sistemčnim delovanjem prema *P. infestans* u SAD. To je zahtevalo iznalaženje nove strategije za njeno suzbijanje.

Postoje različite pretpostavke o putevima do-

spevanja novih izolata u SAD. Jedni smatraju da se migracija desila rasadom paradajza, a drugi, da je ostvarena zaraženim plodovima paradajza.

EPIDEMIJA PLAMENJAČE U EVROPI OSAMDESETIH GODINA

Ranija dogma, da se *P. infestans* u Evropi razmnožava samo bespolnim putem, jer je prisutan samo jedan polni tip (A1), je razbijena kada su Hohl i Iselin (1984) u Švajcarskoj, utvrdili prisustvo i drugog polnog tipa (A2). Ubrzo, Shaw i saradnici (1985) su u Engleskoj, na krompiru uvezenom iz Egipta, utvrdili A2 polni tip. Saznanje da su u Evropi prisutna oba polna tipa *P. infestans* podstaklo je naučnike širom sveta da izučavaju promene u populaciji i njen sastav, jer je do tada preovladavalo mišljenje da svi izolati izvan Meksika pripadaju A1 polnom tipu.

Pošto se do 80-ih godina nije znao sastav populacije *P. infestans*, i nije se dovoljno vrednovao značaj A2 polnog tipa, to se kao glavni razlog masovne pojave plamenjače pripisivao rezistentnosti postojeće populacije parazita prema metalaksilu i povoljnim ekološkim uslovima za razvoj bolesti (Davidse i sar., 1981). Uloga novih klonskih linija u nastanku epidemije nije bila poznata sve do početka 90-ih godina (Spielman i sar., 1991). Epidemijsku pojavu plamenjače kod nas u 1999. godini Milošević i saradnici (1999) su, takođe, objašnjavali na sličan način kao i u Evropi, sa tom razlikom što kod nas nisu postojali podaci o rezistentnosti *P. infestans* prema metalaksilu.

EPIDEMIJA PLAMENJAČE U SAD DEVEDESETIH GODINA

Krajem osamdesetih i početkom devedesetih godina u SAD i Kanadi plamenjača krompira je ponovo postala veoma značajna bolest. Problem je bio tako veliki i značajan da je privukao nacionalnu pažnju, čak je dospelo na stranice dnevne štampe. Kako navode Fry i Goodwin (1997), početkom septembra 1994. godine posetili su farmera u severoistočnom delu zemlje, koji je upravo izbacivao na smetlište 300 tona krompira, samo osam dana posle vađenja. Drugi farmer sa proizvodnjom krompira na 200 ha pretrpeo je štetu od 80 do 85% i bio je prinuđen da napusti dalju proizvodnju. Štete u ovom delu nastale su upravo od US-8 klonске

linije koja je veoma agresivna i napada, kako lišće tako i krtole krompira.

Ponovna pojava plamenjače krompira u SAD i Kanadi ispoljila se na sličan način kao i u drugim zemljama sveta. Uzrok njene iznenadne, globalne, pojave objašnjava se migracijom egzotičnih sojeva ili genotipova *P. infestans*.

Relativna prevalentnost novih sojeva *P. infestans* u SAD i Kanadi bila je nepoznata do devedesetih godina (Spielman i sar., 1991). Kada je imigranтни genotip *P. infestans* prvo otkriven u SAD i Kanadi, početkom devedesetih godina, nije se očekivalo da će se pogoršati situacija sa plamenjačom. Lokalne, jake epidemije pripisivane su povećanoj vlažnosti i rezistentnosti sojeva prema metalaksilu. Dok je rezistentnost prema metalaksilu zahtevala izmenu u zaštiti krompira, a mogućnost polnog razmnožavanja, omogućenog prisustvom A2 polnog tipa, zahteva izmene na duže vreme. Međutim, niko nije pretpostavljao da novi sojevi imaju i veću agresivnost, što će pogoršavati stanje sa plamenjačom krompira.

EPIDEMIJA PLAMENJAČE U SRBIJI 1999. GODINE

Plamenjača krompira se kod nas više puta javljala u epidemičnim razmerama nanoseći značajne gubitke. Jedna od epidemičnih godina bila je i 1999. Ova godina bila je veoma specifična sa aspekta ekoloških uslova (temperatura, količine padavina, vlažnost vazduha) koji su usloveli masovnu pojavu plamenjače.

Prema navodima Miloševića i saradnika (1999) u toj godini su zabeležene najveće štete od plamenjače u proteklih 30 godina. Prema navedenim autorima, sam početak vegetacije bio je veoma povoljan za razvoj krompira, a izuzetno pogodan za pojavu i razvoj *P. infestans*. Bolest se u ovoj godini pojavila vrlo rano pa su prva žarišta bolesti evidentirana još sredinom maja, u okolini Guče. Povoljni uslovi za infekciju, razvoj patogena i širenje zaraze bili su i tokom vegetacije, što je dovelo do jake pojave plamenjače i propadanja nadzemne mase, a potom i infekcije krtola krompira i pojave bolesti na njima.

Usled pojave plamenjače vrlo rano je došlo do propadanja nadzemne mase, što se veoma negativno odrazilo na prinose krtola koji je u ovoj godini ostao na nivou 2-6 t/ha. Samo u malom broju slučajeva,

gde je zaštita vršena svakih sedam dana (oko 7-8 tretmana) krompir je sačuvan do kraja vegetacije i na tim površinama je prinos bio oko 30 t/ha. Optimalni uslovi za razvoj gljive, stvaranje inokuluma i zarazu krtola, omogućavaju da parazit dospe do krtola gde dolazi do pojave bolesti. Dobar deo bolesnih krtola istrulio je u zemlji pre vađenja, a drugi deo u prvim danima njihovog skladištenja, pogotovu one koje su naknadno zarazili sekundarni prouzrokovaci truleži.

Pošto se plamenjača u 1999. godini javila u epidemijskim razmerama, postavlja se pitanje zašto se to dogodilo? Milošević i saradnici (1999) daju sledeće objašnjenje. U poslednjih desetak godina, nisu se stekli optimalni uslovi za pojavu primarnih žarišta plamenjače, širenje patogena i zaraze zdravih useva krompira gljivom *P. infestans* kao te godine. To nije jedini uzrok štete koje je počinila ova bolest. Pogrešno je mišljenje da krompir počinje da se štiti od plamenjače kada biljke počinju da sklapaju redove. Taj princip nije važio u 1999. godini. Sa prvim tretmanom moralo se početi znatno ranije. Plamenjača se suzbija preventivno! To je osnovno pravilo koje treba da nauče svi koji su u prilici da preporučuju zaštitu, i oni koji štite krompir od plamenjače. Prvi preventivni tretman je izostao, a svaki naredni, koliko god da ih je bilo, posle infekcije i pojave bolesti, je uzaludan, bez obzira na primenu sistemskih fungicida. Većina proizvođača je počela sa tretmanima posle masovne infekcije u periodu inkubacije i pojave bolesti.

Ivanović i Ivanović (2000) takođe, analiziraju moguće uzroke epifitotične pojave plamenjače krompira i paradajza tokom 1999. godine. Ovi autori analiziraju veći broj naučnih i stručnih radova koji tretiraju problematiku o kojoj je i ovde reč, tražeći uzroke u neblagovremenoj primeni fungicida u optimalnim uslovima za pojavu patogena, infekciju i razvoj bolesti, eventualnoj rezistentnosti patogena na neke fungicide, pojavi agresivnijih sojeva *P. infestans* i oba polna tipa (A1 i A2) gljive i prisustvo oospora kao organa polnog razmnožavanja. Ovi autori s pravom konstatuju da proučavanje patogena kod nas nije na nivou koji po rasprostranjenosti i ekonomskom značaju zaslužuje. Broj naučnih (i stručnih) radova u kojima su objavljeni rezultati proučavanja *P. infestans* nesrazmeran je značaju patogene.

EPIDEMIJA PLAMENJAČE U SRBIJI 2004. GODINE

Do masovne pojave plamenjače krompira došlo je u drugoj polovini maja 2004. godine u ravničarskom području Srbije. U dolini Zapadne Morave, na najplodnijem zemljištu i najpogodnijem za gajenje krompira i postizanje visokih prinosa, već krajem maja i početkom juna na desetine hektara bilo je uništeno. Prvo su stradale osetljivije sorte. Analizom stanja useva, broja i vremena tretmana, moglo se zaključiti da je propadanje krompira od plamenjače nastalo zbog (1) optimalnih uslova za razvoj gljive *P. infestans*, prouzrokovaca plamenjače (temperatura i vlažnost vazduha, (2) redovnog i dugotrajnog prisustva vode na lišću krompira usled čestih padavina, što je, u uslovima velike količine inokuluma, omogućilo masovnu infekciju, a zbog optimalnih uslova opisanih pod (1) i intenzivnu sporulaciju i veliku količinu inokuluma za nove infekcije, i (3) kašnjenja u preventivnoj primeni fungicida namenjenih za suzbijanje prouzrokovaca plamenjače krompira.

Kao posledica navedenog, desila se plamenjača koja se naknadnim tretmanima nije mogla zaustaviti. Ponovio se isti problem kao i 1999. godine; posle masovne pojave bolesti obavljena su dva ili tri tretmana fungicidima za nedelju dana, ali bez očekivanog rezultata. Sve je to, naravno, bilo bez pozitivnih rezultata (ekonomska i ekološka šteta) i opet priče o neispravnosti i lošem kvalitetu fungicida, a malo o sopstvenim greškama.

Nema podataka kolike su štete od plamenjače u Srbiji u 2004. godini, ali je izvesno da su one ogromne. Radi ilustracije onoga što je rečeno, dovoljno ubedljivo govore podaci da je prinos na velikom procentu površina bio 10, umesto potencijalnih 40 t/ha.

NAJNOVIJA SAZNAJANJA O POPULACIJI *P. INFESTANS* U SRBIJI

Epidemijska pojava plamenjače krompira i paradajza u Srbiji i okolnim zemljama u 1999. godini, inicirala je intenzivniji istraživački rad na proučavanju strukture populacije gljive. Utvrđen je polni tip prikupljenih izolata, testirani su na osetljivost prema metalaksilu (Ivanović i sar., 2002), izvršena je identifikacija tipa mitohondrijalne DNA (Ivanović i sar., 2004b), kao i identifikacija fizioloških rasa (Ivanović, neobjavljeni podaci).

Polni tip *P. infestans* određen je gajenjem prikupljenih izolata sa izolatima poznatog polnog tipa na hranljivoj podlozi od raži i agara. Nakon 14 dana posmatrano je formiranje oospora na mestu susreta micelija dva izolata. Prisustvo oospora ukazuje da su izolati različitih polnih tipova, pri čemu je polni tip jednog na početku ogleda već poznat. Od ukupno 37 izolata prikupljenih tokom 2000. godine iz 11 lokaliteta centralne Srbije poznatih po dugoj tradiciji gajenja krompira, 28 pripadaju A2 polnom tipu, osam je A1 polnog tipa i jedan izolat je autofertilan označen kao A1A2.

Osetljivost na metalaksil determinisana je kod svih izolata identifikovanog polnog tipa na osnovu radialnog porasta kolonije gljive na hranljivoj podlozi od raži i agara sa dodatkom tehničkog metalaksila (5 i 100 ppm), kao i na osnovu sporulacije na listovima krompira postavljenim na rastvor metalaksila navedenih koncentracija. Jedan od izolata A2 polnog tipa ispoljio je srednju osetljivost prema korišćenom fungicidu, dok su ostali izolati u kategoriji osetljivih. Među proučavanim izolatima *P. infestans* nema rezistentnih na metalaksil.

Četiri forme mitohondrijanog genoma DNA *P. infestans* otkrivene su proučavanjem izolata gljive iz različitih delova sveta. Nekada označene kao A i B, odnosno I i II, danas su to Ia, Ib, IIa i IIb. Ia i IIa se nalaze u populaciji koja je dospela u Evropu krajem 70-ih godina i mogu se naći u većem delu sveta.

Proučavani izolati iz Srbije ne pokazuju raznolikost u pogledu tipa mtDNA; svi izolati pripadaju istom tipu mtDNA. Haplotip Ia je kod nas prisutan među izolatima oba polna tipa. Iako se Ia često povezuje za A1 polni tip, a IIa za A2 polni tip, ovo ne može biti pravilo jer u mnogim istraživanjima ova veza nije dokazana. Ipak, većina izolata A1 polnog tipa ima Ia tip mtDNA.

Na osnovu diferencijalnih sorti krompira koji sadrže pojedinačne gene otpornosti, R1, R2, R3, ... R11, moguće je odrediti virulentnost izolata *P. infestans*. Otpornost krompira se zasniva na hipersenzibilnoj reakciji i odsustvu razvoja patogena i njegove sporulacije. Identifikacija rasa *P. infestans* obavljena je inokulacijom diferencijalnih sorti krompira, nosilaca različitih gena otpornosti, proučavanjem izolata-tima gljive.

U našoj populaciji patogena definisani su sledeći geni virulentnosti – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11. Najzastupljenije rase *P. infestans* u mnogim delovima sveta su 1.3.4.7.10.11 i 1.3.4.7.8.10.11, ali su i rase 1.3.4.7.11 i 1.3.4.6.7.8.10.11 veoma česte.

ZAKLJUČNE KONSTATACIJE

Plamenjača krompira i paradajza je još uvek jedna od najznačajnijih bolesti ovih gajenih biljaka, a 1999. godina ostaće upamćena kao "godina plamenjače". Međutim, pet godina kasnije (2004), bolest se javila već sredinom maja, a već početkom juna uništila je dobar deo rane proizvodnje krompira u centralnoj Srbiji.

Plamenjača krompira i paradajza će i dalje biti veliki problem bez trajnog i upotrebljivog, projekta, prognoze i izveštavanja o uslovima za pojavu i eventualnoj pojavi bolesti.

Prognoza treba da se zasniva na merenju činilaca koji pospešuju razvoj patogena i sporulaciju, zarazu i razvoj bolesti i prosleđivanje informacije o eventualnoj pojavi bolesti do proizvođača na najbrži mogući način.

Epidemijska pojava plamenjače i štete koje je bolest prouzročila proizvodnji krompira i paradajza, podstakla je naše istraživače da se detaljnije posvete proučavanju populacije gljive *P. infestans*. Zahvaljujući tome, u poslednjih nekoliko godina, utvrđeno je postojanje oba polna tipa patogena (A1 i A2), osetljivost većine, kao i umanjena osetljivost nekih izolata prema fungicidu metalaksil. Ispitivanja osetljivosti na metalaksil treba nastaviti, i sprovesti na velikom broju izolata, kako se zaključci ne bi donosili na brzinu

LITERATURA

- Amderson, J.B. and Kohn, L.M.*: Clonality in soilborne plant-pathogenic fungi. *Ann. Rev. Phytopathol.*, 33:369-391, 1995.
- Bourke, P.M.A.*: Emergence of potato blight: 1843-46. *Nature*, 203: 805-808, 1964.
- Davidse, I.C., Looijen, D., Turkensteen, L.J. and Van der Wal, D.*: Occurrence of metalaxil-resistant strains of *Phytophthora infestans* in Dutch potato fields. *Neth J. Plant Pathol.*, 87: 65-68, 1981.
- Deahl, K.L., Inglis, D.A. and DeMuth, S.P.*: Testing for resistance to metalaxil in *Phytophthora infestans* isolates from north-western Washington. *Am. Potato J.*, 70: 779-795, 1993.

- Fry, W.E., Goodwin, S.B., Drenth, A., Sjukowski, L.S., Koh, Y.J. Cohen, B.A., Spielman, L.J., Deahl, K.L., English, D.A. and Sandlan, K.P.:** Historical and Recent Migration of *Phytophthora infestans*: Chronology, Pathways, and Implications. *Plant Diseases*, 77: 653-660, 1993.
- Fry, E. W. and Goodwin, S.B.:** Re-emergence of Potato and Tomato Late Blight in the United States. *Plant Diseases*, 81: 1349-1357, 1997.
- Goodwin, S.B. and Fry, W.E.:** Global migration of *Phytophthora infestans* (Abstr.) *Phytopathology*, 81: 1191, 1991.
- Goodwin, S.B., Cohen, B.A., Deahl, K.L. and Fry, W.E.:** Migration from northern Mexico as the probable cause of recent genetic changes in population of *Phytophthora infestans* in the United States and Canada. *Phytopathology*, 84: 553-558, 1994.
- Goodwin, S.B., Sjukowski, L.S. and Fry, W.E.:** Widespread distribution and probable origin of resistance to metalaxil in clonal genotypes of *Phytophthora infestans* in the United States and western Canada. *Phytopathology*, 86: 793-800, 1996.
- Hobl, H.R. and Iselin, K.:** Strains of *Phytophthora infestans* with A2 mating type behavior. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 83: 529-530, 1984.
- Ivanović, M. i Ivanović, M.:** Mogući uzroci epifitotične pojave plamenjače krompira i paradajza u Jugoslaviji u 1999. godini. *Biljni lekar*, 2-3: 143-149, 2000.
- Ivanović, M. i Ivanović, M.:** Promene u strukturi populacije *Phytophthora infestans* u svetu i njene osnovne karakteristike. *Biljni lekar*, 2: 138-147, 2001.
- Ivanović, M., Niepold, F. and Ivanović, M.:** Survey of *Phytophthora infestans* populations in Serbia: Mating type, metalaxil resistance and virulence properties. *Potato Res.*, 2003. b (in press).
- Ivanović, M., Ivanović, M. i Niepold, F.:** *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary – A2 Polni tip u Srbiji i determinacija osetljivosti na metalaksil. *Zbornik radova VI savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2003. a, str. 13-14.
- Ivanović, M., Ivanović, M., Milošević, D. i Mijatović, M.:** Formiranje, ekstrakcija i vitalnost oospora *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Zbornik radova V kongresa o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2004, str. 98.
- Ivanović, M., Ivanović, M., Milošević, D. i Mijatović, M.:** Identifikacija tipa mitohondrijalne DNA *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. *Zbornik radova V kongresa o zaštiti bilja*, Zlatibor, 2004, str. 92.
- Ivanović, M., Niepold, F., Ivanović, M., Mijatović, M. and Zečević, B.:** Occurrence of "new populations" and mating types of *Phytophthora infestans* in Serbia. *Proc. 3rd Balkan Symposium on Vegetables and Potatoes*, Bursa, Turkey, 2004, p. 69.
- Kato, M., Mizubuti, E.S.G., Goodwin, S.B. and Fry, W.E.:** Sensitivity to protectant fungicides and pathogenic fitness of clonal lineage of *Phytophthora infestans* in the United States. *Phytopathology*, 87: 973-978, 1977.
- Matijević, D., Rajković, S., Milošević, D., Čakarević, V. and Bošković, T.:** Several years of investigation on the efficacy of fungicides on the causer of potato late blight (*Phytophthora infestans*). *Acta Horticulturae*, 462: 377-383, 1996.
- Milošević, D., Šuljagić, V. i Čakarević, V.:** Problemi u zaštiti krompira od bolesti, štetočina i korova 1999. godine. *Zbornik rezimea IV jugoslovenskog savetovanja o zaštiti bilja*, Zlatibor, 1999, str. 20-21.
- Milošević, D. i Trkulja, V.:** Epifitotična pojava plamenjače krompira na području SR Jugoslavije i Republike Srpske u 1999. godini. *Zbornik rezimea Naučno-stručnog savetovanja agronoma Republike Srpske*, Teslić, 2000, str. 78-79.
- Milošević, D., Ivanović, M., Janjić, V., Perić, I. i Jasnić, S.:** Zaštita krompira od bolesti, štetočina i korova. *Arhiv za poljoprivredne nauke*, 215: 73-99, 2001.
- Milošević, D.:** Plamenjača krompira (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), problemi u suzbijanju i uticaj na proizvodnju krompira u Srbiji. *Biljni lekar*, 3: 193-200, 2002.
- Shaw, S.D., Fyfe, M.A. and Abdel-Sattar, A.M.:** Occurrence of the rare A2 mating type of *Phytophthora*

infestans on imported Egyptian potatoes and the production of sexual progeny with A1 mating type from the UK. *Plant Pathol.*, 34: 552-556, 1985.

Spielman, L.J., Drenth, A., Davidse, L.C., Sujkowski, L.J., Gu, W.K., Tooley, P.W. and Fry, W.E.: A second world-wide migration and population displacement of *Phytophthora infestans*. *Plant Pathol.*, 40: 422-430, 1991.

Epidemic Occurrence of Potato and Tomato Late Blight in Serbia

SUMMARY

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary is the causative agent of late blight one of the most important pathogens of potato and tomato. The occurrence of this disease can be predicted and controlled only preventively and it causes great problems if plants haven't been protected before pre conditions for infection are created. None a single disease had so catastrophic consequences during the middle of XIX century. Today, this disease does not make such consequences, but still it makes significant economical losses during the epidemic appearance, especially in 1999, but also in 2004. Optimal conditions for development of the pathogenic fungi, infection and development of disease and late application of fungicides caused the epidemic appearance of potato and tomato late blight in this year. Great area of potato around the West Morava river was completely destroyed during the first half of June. Tomato, usually grown next to potato has also been damaged significantly. The subject of this paper is appearance and development of late blight in tomato and potato and models of successful plant protection.

Key words: *Phytophthora infestans*; Late blight; Potato; Tomato