

OPLEMENJIVANJE NA OTPORNOST PREMA PLAMENJAČI SUNCOKRETA

Siniša Jocić, Dejana Saftić-Panković, Nada Hladni,
Sandra Cvejić, Ilija Radeka, Vladimir Miklič

Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Izvod: Plamenjača suncokreta ima veliki ekonomski značaj u svim zemljama u kojima se gaji suncokret. Svaka obolela biljka od primarne zaraze ima značajno smanjenje prinosa, dok sekundarna zaraza nema bitniji značaj. Stoga je i postavljeni cilj ovog rada bio stvaranje genotipova suncokreta koji su genetski otporni na dominantne rase plamenjače kod nas. U toku ovog rada razvijena su i dva kodominantna CAPS markera za *Pl-6* gen za koja je utvrđeno da se mogu koristiti i za *Pl-7* gen tako da je za unošenje ovih gena korišćena i marker asistirana selekcija (MAS). Stvorene su kod komercijalnih linija suncokreta forme otporne na sve rase plamenjače prisutne kod nas, što je omogućilo prevođenje već poznatih i u širokoj proizvodnji raširenih hibrida VELJA, KAZANOVA i RIMI-PR u verzije otporne na plamenjaču. Ugrađeni su *pl*-geni u veći broj novih inbred linija i stvoreni su novi hibridi otporni na plamenjaču, a to su: PLAMEN, SREMAC, DUŠKO i OLIVA. Novostvoreni hibridi ostvaruju viši prinos semena i ulja u odnosu na hibride koji su nalaze u širokoj proizvodnji.

Gljučne reči: hibrid, inbred linija, plamenjača, rasa, suncokret

Uvod

Bolesti suncokreta (*Helianthus annuus* L.) predstavljaju osnovni limitirajući faktor u proizvodnji i dovode do niske realizacije genetskog potencijala hibrida. Jedno od ekonomski značajnih oboljenja je plamenjača, koju prouzrokuje gljiva *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. Et Toni. (syn. *Plasmopara helianthi* Novot.). Plamenjača suncokreta je rasprostranjena u svim zemljama gde se gaji suncokret sa izuzetkom Australije. Prema Tihonovu (1975), prvi put je otkrivena na suncokretu u Americi 1883. godine, a 1892. u Rusiji na *Helianthus tuberosus*-u. Sa širenjem suncokreta došlo je i do brzog širenja ove bolesti, a naročito posle Drugog svetskog rata. Brzo širenje može se tumačiti prenošenjem *Plasmopara halstedii* zaraženim semenom suncokreta. U tadašnjoj Jugoslaviji ju je otkrio Perišić (1949), a opisao Nikolić (1952).

Plamenjača suncokreta ima veliki ekonomski značaj u svim zemljama u kojima se gaji suncokret. Njena pojava zavisi od uslova gajenja i klimatskih uslova u toku vegetacije suncokreta. Ukoliko je period vegetacije sa većim brojem kišnih dana, utoliko je broj obolelih biljaka veći. U različitim slučajevima broj obolelih biljaka suncokreta varira i kreće se od 1 do 100%. Šteta zavisi od načina infekcije, odnosno, da li je primarna – sistemična ili sekundarna zaraza. Svaka obolela biljka od primarne – sistemične zaraze ima značajno smanjenje prinosa,

dok sekundarna zaraza nema bitniji značaj za proizvodnju suncokreta (Aćimović, 1998).

Primarna zaraza se ostvaruje u toku klijanja semena u zemljištu i nicanja mladih biljaka suncokreta. Ona može poticati od micelija ili oospora koje se nalaze u zasejanom zaraženom semenu, ili od oospora gljive koje se nalaze u zemljištu na kome je zasejano zdravo seme. Broj obolelih biljaka zavisi od količine infektivnog materijala na semenu i zemljištu. Bilo da se primarna infekcija nalazi u semenu ili da potiče iz zemljišta od oospora, tok razvoja bolesti u zaraženim biljkama je isti. Gljiva u svom razvoju prati razvoj mladih biljaka. Ona prodire u koren, stablo, kotiledone i doseže do vrha mlade biljke u meristemsko tkivo. Gljiva se u biljkama razvija intercelularno na svim delovima izniklih biljaka, prožimajući mlado tkivo, hraneći se na račun inficiranih biljaka oduzimajući asimilate i vodu od njih, pa zato one zaostaju u porastu u odnosu na zdrave biljke. Ovaj način širenja gljive u tkivu biljaka naziva se i sistemična infekcija. Ona počinje zarazom klice, a završava infekcijom glave i semena. Ona prožima sve delove semena (ljusku, endosperm i klicu) koje daje novu obolelu mladu biljku. Na taj način stvaraju se uslovi za pojavu bolesti u narednoj vegetaciji na biljkama suncokreta. Zaražene biljke, pored toga što su patuljastog rasta, tj. imaju skraćene internodije, hlorotične su, nasadenih glava i daju manji prinos. Na zaraženim biljnim delovima: korenu, kotiledonima, stablu, a naročito na lišću, javlja se obilna bela navlaka, karakteristična za ovu bolest. Ova navlaka se javlja na naličju lišća i predstavlja vegetativne organe gljive – micelij, konidiofore i konidije (zoosporangije). Sa lica lista ove pege su hlorotične. Zaražene biljke propadaju i ostaju na parceli posle žetve. Na njima se formira mnogo oospora pomoću kojih gljiva prezimljava, spremna u proleće da obavi nove zaraze.

Na nadzemnim biljnim delovima, u toku vegetacije suncokreta, pojavljuju se pege, naročito na lišću, poligonalnog oblika, sa karakterističnom belom navlakom na naličju i hlorozom na licu lista. Ove pege potiču od letnjih konidija (zoosporangija) i nazivaju se sekundarnim zarazama. One se javljaju najčešće u slabom intenzitetu i nemaju bitniji uticaj na prinos suncokreta.

Mere borbe protiv plamenjače se mogu podeliti na agrotehničke, hemijske mere i gajenje otpornih hibrida. U agrotehničke mere spadaju: korišćenje zdravog semena za setvu koje je tretirano fungicidima protiv plamenjače, pravilan plodored, odnosno izbegavanje gajenja suncokreta 4–5 godina na istoj parceli, parcela na kojoj se gaji suncokret treba da bude udaljena od parcele gde je prošle godine bio suncokret najmanje 500 m jer se na njoj nalaze zaraženi ostaci od prošle godine, uklanjanje samoniklih biljaka sa parcele, setva u optimalnom roku i izbegavanje kasne setve i duboko oranje parcele na kojoj je bio suncokret.

Najefikasnija hemijska mera borbe protiv plamenjače je nanošenje preparata na bazi metalaxyl-a na seme suncokreta. Na taj način se obezbeđuje zaštita suncokreta u doba ostvarivanja primarne zaraze, tj. u početnim fazama razvoja suncokreta. Pored toga su nam na raspolaganju razni hemijski preparati za tretiranje nakon nicanja suncokreta, ali se kod ove mere postavlja pitanje ekonomske opravdanosti.

Sigurno da je najefikasniji i najbolji način borbe protiv plamenjače gajenje hibrida suncokreta koji su genetski otporni na ovo oboljenje. Stoga je i postavljeni cilj ovog rada bio stvaranje genotipova suncokreta koji su genetski otporni na dominantne rase plamenjače kod nas.

Materijal i metod

Za ovaj rad korišćen je deo oplemenjivačkog materijala suncokreta stvoren u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u periodu od 2001. do 2008. godine.

Kao donorske linije u pogledu gena otpornosti prema plamenjači korišćene su inbred linije stvorene u USDA, Fargo, North Dakota, USA i to:

1. B-linije: Ha-336 (Pl-6), Ha-338 (Pl-7)
2. Rf-linije: RHA-340 (Pl-8) i RHA-419 (Pl-arg)

Osim toga kao donori gena otpornosti na plamenjaču korišćene su i B-linije suncokreta stvorene u ranijem periodu u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, a to su linije Ha-26-PR (Pl-6) i JM-8 (Pl-6+).

Korišćene donorske linije dobrih OKS i PKS i visoke tolerantnosti na *Phomopsis* stvorene su u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija i to su sledeće linije:

1. B-linije: CMS-1-90, Ha-48, VL-A-8, CMS-1-50, Ha-26-OI, PH-BC1-92, PH-BC1-74, Ha-981
2. Rf-linije: RHA-583, RHA-SES, RHA-N-49, RHA-168, RHA-SNRF, RHA-RU-3, RHA-576

U prvoj godini eksperimenta napred navedene inbred linije suncokreta su međusobno ukrštene i to svaka B-linija otporna na plamenjaču sa svakom B-linijom tolerantnom na *Phomopsis* i svaka Rf-linija otporna na plamenjaču sa svakom Rf-linijom tolerantnom na *Phomopsis*. Kod biljaka koje su služile kao majčinska komponenta u ukrštanjima rađena je ručna emaskulacija trubastih cvetova u ranim jutarnjim časovima, pre otvaranja antera. Nakon ovih početnih ukrštanja program stvaranja genotipova suncokreta otpornih na plamenjaču je podeljen u dva dela. Jedan je stvaranje potpuno novih inbred linija otpornih na plamenjaču i u ovom delu je u daljem radu primenjen pedigre metod selekcije po metodu glava-red. Drugi deo je prevođenje komercijalnih inbred linija suncokreta u formu otpornu na plamenjaču i u ovom delu je primenjen metod povratnih ukrštanja. U oba ova programa radi ubrzanja procesa selekcije korišćen je u zimskom periodu staklenik tako da su dobijane tri vegetacione sezone suncokreta u okviru jedne kalendarske godine.

Nakon žetve svake generacije rađene su analize pojedinačnih biljaka na otpornost na plamenjaču, a u generacijama gajenim u poljskim uslovima rađena je i ocena otpornosti na *Phomopsis*. Otpornost na plamenjaču utvrđivana je laboratorijskim metodom (Lačok, 2008), a korišćena je rasa 730 plamenjače. U toku ovog rada razvijena su i dva kodominantna CAPS markera za Pl-6 (Panković et al., 2007) za koje je utvrđeno da se mogu koristiti i za Pl-7 (Saftić-Panković et al., 2007) tako da je za unošenje ovih gena korišćena i marker asistirana selekcija (MAS), što je od velikog značaja pogotovo u delu programa povratnih ukrštanja.

Rezultati i diskusija

Duži niz godina postojale su samo dve rase plamenjače. To su bile rasa 100, koja je bila isključivo prisutna u Evropi i rasa 300 koja je isključivo bila prisutna u Severnoj Americi. Zimmer and Fick (1974) su utvrdili da gen *Pl-1* kontroliše rasu 100, a gen *Pl-2* rase 100 i 300. Ova dva gena su kontrolisali

populaciju plamenjače u Evropi sve do 1998. godine kada su se pojavile nove rase plamenjače (710 i 703) u Francuskoj (Tourvieille de Labrouhe et al., 1991). Kasnijim istraživanjima je utvrđeno da su ove rase plamenjače u stvari introdukovane iz SAD putem semena (Roeckel-Drevet et al., 2003). Nakon introdukcije ovih rasa plamenjače došlo je do nagle pojave novih rasa plamenjače naročito u Francuskoj. To su rasa 304 (Tourvieille de Labrouhe et al., 2000), zatim rase 300, 307, 314, 700, 704 i 714 (Penaud et al., 2003). Prema Viranyi (2008) do danas je otkriveno 35 različitih rasa plamenjače, ali su prema svojoj rasprostranjenosti najznačajnije pet rasa (300, 330, 710, 730 i 770). Poseban problem predstavlja pojava novih rasa plamenjače u Francuskoj i Španiji koje su otporne prema metalaxyl-u, glavnoj aktivnoj materiji za tretman semena radi suzbijanja plamenjače (Albourie et al., 1998, Molinero Ruiz et al., 2000).

U Srbiji je sve do 1990 godine bila prisutna samo rasa 100. Međutim, izolat iz 1991 godine pod imenom NS 912 je indentifikovan kao rasa 730 i tada je činio oko 10% svih izolata. Već 1996. godine ova rasa je činila oko 50% ukupnih izolata (Maširević, 1998). Danas je rasa 730 izrazito dominantna u našoj zemlji (Lačok, 2008).

Geni otpornosti na nove rase plamenjače su determinisani u divljim srođnicima suncokreta i preneti su u genotipove gajenog suncokreta. Otpornost na plamenjaču je kontrolisana sa nekoliko pojedinačnih dominantnih gena tzv. *Pl*-gena koji su rasno specifični i daju vertikalnu otpornost. Do sada je preko deset različitih gena otkriveno čiji pregled je dat u Tab.1. Najsigurniji metod borbe protiv ove gljive je unošenje gena otpornosti u hibride suncokreta.

Tab.1. Najvažnije rase plamenjače i geni otpornosti

Tab.1. The most important races of downy mildew and genes of resistance

Rase plamenjače – Races of <i>Plasmopara halstedii</i>														Geni Genes	Izvor Source	
100	300	304	314	330 USA	330 ESP	700	703	704	710	714	717	730	770			
R	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	PL1	RHA266	RHA265
R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	PL2		RHA274
R	R	S	S	R	R	R	R	R	S	R	S	S	R	PL6	HA335	HA336
R	R	S	S	R	R	R	R	R	S	R	S	S	R	PL7	HA337	HA338
R	R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	S	?	R	PL7+		83RM
R	R	R	R	S	R	R	R	R	R	R	R	?	?	PL5	XRQ	YSQ
R	R	R	R	S	S	R	R	R	R	R	R	?	S	PL?		PM17
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	PL8		RHA340
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	PL?		803-1
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	?	R	PL?		QPR1
R	R	R	R	R	R	S	S	S	S	S	S	S	S	PL4		HIR34
R	R	R	R	R	R	R	R	S	R	R	R	?	?	PL?		QHP1
R	R	R	S	S	S	R	R	R	S	S	?	?	?	PL?		PMI3
R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	R	PLarg		RHA419

R - otporno (resistant) S - osetljivo (susceptible)

S obzirom da su *pl*-geni rasno specifični velika je verovatnoća da u relativno kratkom roku budu prevaziđeni sa novim rasama plamenjače. Da bi se obezbedilo duže trajanje otpornosti neophodno je u oplemenjivačkom programu

kombinovati što više različitih gena otpornosti. Genetska istraživanja *Pl*-gena su pokazala da se oni nalaze u najmanje tri klastera gena (Vear, 2004). U prvom klasteru su geni *Pl-1*, *Pl-2*, *Pl-6*, *Pl-7* i *Pl-7+*, u drugom *Pl-5* i *Pl-8*, a u trećem *Pl-4* i *Pl-arg*. Zbog toga su kao donorske linije iz klastera 1 odabrane B-linije: Ha-336 (*Pl-6*), Ha-338 (*Pl-7*) i JM-8 (*Pl-6+*). Iz klastera 2 Rf-linija RHA-340 (*Pl-8*), a iz klastera 3 Rf-linija RHA-419 (*Pl-arg*). Ove dve linije su donori gena *Pl-8* i *Pl-arg* koji nam u ovom trenutku daju otpornost na sve poznate rase plamenjače. Za ove donorske inbred linije smo se odlučili i s obzirom na njihovo genetsko poreklo. Naime, linija Ha-336 je donor gena *Pl-6* koji je unesen iz divljeg *Helianthus annuus*-a, linija Ha-338 je donor gena *Pl-7* koji je unesen iz *Helianthus praecox*-a, a linije RHA-340 i RHA-419 su donori gena *Pl-8* i *Pl-arg* koji su uneseni iz različitih populacija *Helianthus agrophyllus*-a. Introdukciom gena *Pl-6*, *Pl-7* i *Pl-6+* u linije majki i gena *Pl-8* i *Pl-arg* u linije oca omogućava se stvaranje hibrida suncokreta otpornih na sve rase plamenjače u dužem vremenskom periodu.

Inbred linije koje su u ovom istraživanju korišćene kao donorske linije (*Pl-6*, *Pl-7*, *Pl-8* i *Pl-arg*), odlikuju se veoma lošim agronomskim svojstvima. To se prvenstveno ogleda u veoma velikoj osetljivošću na *Phomopsis*. Zbog toga se pristupilo ukrštanju ovih linija sa inbred linijama razvijenim u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, koje se odlikuju dobrim agronomskim osobinama i sa visokom tolerantnošću na *Phomopsis*. Dobijene F1 generacije su jednim delom podvrgnute samooplodnji radi dobijanja F2 generacija, a drugim delom povratno ukrštene sa inbred linijama donorima za otpornost na *Phomopsis*. Na F2 generacijama je dalje primenjen pedigree metod selekcije radi stvaranja nove genetske varijabilnosti i na taj način stvorena je početna populacija za selekciju novih inbred linija otpornih na plamenjaču. U drugom delu selekcionog programa primenjen je sistem povratnih ukrštanja prvenstveno radi prevođenja komercijalnih B-linija u formu otpornu na plamenjaču.

Tab.2. Novostvorene inbred linije suncokreta sa različitim *Pl*-genima

Tab.2. New developed inbred lines of sunflower with different *Pl*-genes

Izvor gena - Source of genes	Broj linija - No of lines	Tip - Type
Ha-336 (<i>Pl-6</i>)	267	B-linija
JM-8 (<i>Pl-6+</i>)	37	B-linija
Ha-338 (<i>Pl-7</i>)	62	B-linija
RHA-340 (<i>Pl-8</i>)	206	Rf-linija
RHA-419 (<i>Pl-arg</i>)	103	Rf-linija

Primena pronađenih kodominantnih CAPS markera za *Pl-6* gen je omogućila da se u svakoj generaciji samooplodnje identifikuju homozigotne biljke otporne prema plamenjači. Pored analize prisustva gena, otpornost je proveravana i analizom odgovora na primarnu infekciju sporama gljive. Samooplodnja i navedene analize rađene su do dovođenja linija u stvaranju u homozigotno stanje u pogledu otpornosti prema plamenjači. Osim toga, u svakoj generaciji samooplodnje koja je gajena u poljskim uslovima rađena je i selekcija na otpornost na *Phomopsis*. Takođe su rađene i analize na sadržaj ulja u semenu. Na osnovu dobijenih rezultata selekcionisane su nove inbred linije otporne na plamenjaču i visoke tolerantnosti na *Phomopsis* (Tab.2).

Višegodišnji rad u novosadskom institutu na otpornosti na plamenjaču suncokreta dao je značajne rezultate. U delu programa povratnih ukrštanja uneti su geni otpornosti u veći broj postojećih linija. Zahvaljujući tome u širokoj proizvodnji u 2009. godini će se naći hibridi VELJA, KAZANOVA i RIMI-PR u formi otpornoj na sve rase plamenjače prisutne kod nas.

Paralelno sa time stvorena je nova genetička varijabilnost linija otpornih na plamenjaču. Uporedo su stvorene nove linije majke i oca sa različitim *Pl-genima*. Na osnovu ovih linija već su stvoreni novi hibridi suncokreta otporni na sve rase plamenjače u Srbiji, a to su: PLAMEN, SREMAC, DUŠKO i visokooleinski hibrid OLIVA. Među ovim hibridima se naročito ističu hibridi SREMAC i DUŠKO koji se po svojim rezultatima u pogledu prinosa semena i ulja nalaze među vodećim hibridima ne samo u Srbiji nego i u drugim zemljama Evrope. Na osnovu ovih linija moguće je stvoriti nove hibride suncokreta sa različitim *Pl-genima* u sebi što će obezbediti dugotrajniju kontrolu populacije plamenjače.

Zaključak

Na osnovu oplemenjivačkog programa stvaranja hibrida otpornih na plamenjaču suncokreta (2001–2008. godine) dobijeni su genotipovi sa visokom vrednošću agronomski važnih stvojevstava. Na osnovu dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

Pronađeni kodominantni CAPS markeri za *Pl-6* gen otpornosti prema plamenjači mogu da se koriste za efikasnu identifikaciju biljaka otpornih prema rasi plamenjače 730, u selekcionom materijalu koji vodi poreklo iz različitih genetskih izvora.

Stvorene su kod komercijalnih linija suncokreta forme otporne na sve rase plamenjače prisutne kod nas, što je omogućilo prevođenje već poznatih i u širokoj proizvodnji raširenih hibrida VELJA, KAZANOVA i RIMI-PR u verzije otporne na plamenjaču.

Ugrađeni su *Pl*-geni u veći broj novih inbred linija i stvoreni su novi hibridi otporni na plamenjaču, a to su : PLAMEN, SREMAC, DUŠKO i OLIVA. Novostvoreni hibridi ostvaruju viši prinos semena i ulja u odnosu na hibride koji su rašireni u širokoj proizvodnji.

Napomena: Ovaj rad je ostvaren u okviru projekt TR 20080 – Stvaranje visokoproduktivnih genotipova suncokreta (*Helianthus annuus L.*), koji se finansira od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.

Literatura

- Albourie, J.M., Tourvieille, J. and Tourvieille de Labrouhe, D. (1998): Resistance to metalaxyl in isolates of the sunflower pathogen *Plasmopara halstedii*. *European J. Plant Pathol.* 104: 2335-2342.
- Ćimović, M. (1998): Bolesti suncokreta, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, Srbija, 1–734.
- Lačok, N. (2008): Samo zdrav suncokret je garancija za dobijanje ulja visokog kvaliteta, Maširević, S. (1998): Dynamics of occurrence of downy mildew races (*Plasmopara halstedii*) on sunflower in Yugoslavia. *Proc. Of Second Balkan Symposium of field crops*, Novi Sad, Yugoslavia, p. 387-390.
- Molinero-Ruiz, L., Dominguez, J. and Melero-Vara, J.M. (2000): Evaluation of Spanish isolates of *Plasmopara halstedii* for tolerance to metalaxyl. *Helia* 23: 33-38.

- Nikolić, V. (1952): Plamenjača na suncokretu. Zaštita bilja 9, 42-54.
- Panković, Dejana, Radovanović, N., Jocić, S., Satović, Z., Škorić, D. (2007): Development of co-dominant amplified polymorphic sequence markers for resistance of sunflower to downy mildew race 730, Plant Breeding 126, 440-444.
- Saftić-Panković, Dejana, Šatović, Z., Radovanović, N., Jocić, S., Miklič, V. (2007): positioning of CAPS markers for resistance to downy mildew on linkage maps as determined in three sunflower mapping populations. Proc. 43rd Croatian and 3rd Inretnat. Symposium on Agriculture, Opatija, Croatia, p. 357-361.
- Penaud, A., Moinard, J., Molinero-Demilly, V., Pauchet, I., Bataillon, C. and Tourvieille de Labrouhe, D. (2003): Evolution du mildiou du tournesol en France: Le point sur les dernières données du réseau de surveillance. AFPP-7eme Conf. Int. sur les Maladies des Plantes. Tours, France, CD-ROM.
- Perišić, M. (1949): Prilog poznavanju parazitne mikroflore na gajenim biljkama u FNRJ. Arch. Biol. Sci., Beograd 1 (2): 181-184.
- Roedel-Drevet, P., Tourvieille, J., Gulya, T.J., Charmet, G., Nicolas, P. and Tourvieille de Labrouhe, D. (2003): Molecular variability of sunflower downy mildew, *Plasmopara halstedii*, from different continents. Can. J. Microbiol. 49: 492-502.
- Tihonov, O. I. (1975): Podsolnečnik: Bolezni podsolnečnika. Kolos, Moskva, 391-425.
- Tourvieille de Labrouhe, D., Mouzeyar, S., Lafon, S. and Regnaylt, Y. (1991): Evolution des races de mildiou (*Plasmopara halstedii*) sur tournesol en France. Proc. 3rd Int. Conf. on Plant Diseases, Bordeaux, France, p. 777-784.
- Tourvieille de Labrouhe, D., Lafon, S., Walser, P. and Raulic, I. (2000): A new race of *Plasmopara halstedii*, sunflower downy midew. Oleagineux, Corps Gras, lipides 7: 404-405.
- Vear, F. (2004): Breeding for durable resistance to the main diseases of sunflower. Proc. of the 16th Internat. Sunflower Conference, Fargo, ND, USA, p. 15-28
- Viranyi, F. (2008): Research progress in sunflower diseases and their management. Proc. 17th International Sunflower Conference, Cordoba, Spain, p. 1-12.
- Zimmer, D.E. and Fick, G.M. (1974): Some diseases of sunflower in the United States – their occurrence, biology and control. Proc. 6th Inter. Sunflower Conference, Bucharest, Romania, p. 673-680.

BREEDING FOR DOWNY MILDREW RESISTANCE OF SUNFLOWER

*Siniša Jocić, Dejana Saftić-Panković, Nada Hladni,
Sandra Cvejić, Ilija Radeka, Vladimir Miklič*

Institute of Field and Vegetable Crops

Summary: Sunflower downy mildew has a great economic importance in countries where sunflower is grown. Primary infected plants significantly decrease seed yields while secondary infection has no significant influence. Major objective of this study was to develop sunflower genotypes genetically resistant to dominant races of downy mildew in Serbia. During this work two co-dominant CAPS markers for PI-6 gene were developed which can also be used for PI-7 gene. For introduction of these genes in breeding program marker assisted selection (MAS) was used. Developed commercial sunflower inbred lines exhibit resistance to all known races of downy mildew in our country indicated incor-

poration of resistance to downy mildew in well-known and widely produced hybrids VELJA, KAZANOVA and RIMI-PR. Pl-genes were introduced to large number of new inbred lines and new downy mildew resistant hybrids PLAMEN, SREMAC, DUŠKO and OLIVA were released. These new hybrids reach higher seed and oil yields than hybrids widely produced.

Key words: hybrid, inbred line, downy mildew, race, sunflower