

DOSTIGNUĆA U OPLEMENJIVANJU SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA BOLESTIMA, VOLOVODU I INSEKTIMA

Dragan Škorić, Siniša Jocić, Sandra Gvozdrenović

Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Email: skoricd@ifvcns.ns.ac.yu

Izvod

Izvorna genetska osnova gajenog suncokreta je veoma uska i deficitarna u genima za otpornost prema prouzročivačima bolesti, volovodu, insektima i drugim stresnim faktorima. Postojanje bliskih srodnika (divljih vrsta) u rodu *Helianthus* omogućava prevazilaženje većeg broja problema.

Oplemenjivači suncokreta su uspeli da otkriju gene za otpornost prema više patogena u divljim vrstama i da ih ugrade, putem interspecies hibridizacije, u genotipove gajenog suncokreta. Međutim, brza pojava novih rasa kod plamenjače, rđe i volovoda zahteva od oplemenjivača stalnu aktivnost u pronalaženju i ugradnji novih gena.

Uspešnim oplemenjivačkim zahvatima, iz divljih vrsta preneti su geni u genotipove gajenog suncokreta za otpornost prema *Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Verticillium wilt*, *Erysiphe cichoracearum* i *Orobanche cumana*. Takođe, ugrađena je i visoka tolerantnost prema patogenima iz rodova *Phomopsis*, *Macrophomina*, *Albugo* i *Alternaria*. Pored toga, ostvarena je zavidna tolerantnost prema *Sclerotinia* i *Phoma*.

Korišćenje novih metoda biotehnologije, a pre svega primena tehnika molekularnih markera, ubrzava pronalaženje novih izvora otpornosti. Ovo je veoma bitno kod bolesti gde je nasleđivanje poligenog karaktera.

Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema insektima u dosadašnjem periodu je dalo skromnije rezultate, sa izuzetkom suncokretovog moljca, gde su pronađeni geni otpornosti i ugrađeni u genotipove gajenog suncokreta.

Ključne reči: suncokret, oplemenjivanje, otpornost, bolesti, volovod, insekti, molekularni markeri.

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) vodi poreklo iz Severne Amerike, ali je postao uljana biljna vrsta najpre u Rusiji, krajem devetnaestog veka. Zato je oplemenjivanje, na naučnim osnovama, započeto tamo još 1912, odnosno 1913. godine, formiranjem kubanske stanice Kruglik i u Saratovu. Nakon toga formirani su centri za oplemenjivanje suncokreta u Krasnodaru i Rostovu na Donu (Morozov, 1947). Ruski oplemenjivači, pod rukovodstvom Pustavojta i Ždanova, tokom višedecenijskog rada, stvorili su veliki broj sorti. Najveći progres su ostvarili u povećanju sadržaja ulja u semenu, koje je podignuto sa 30% na preko 50%. Značajne rezultate su ostvarili u otpornosti prema volovodu (rase A i B), rđi i suncokretovom moljcu.

Kod nas, u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu, sa oplemenjivanjem je započeto od njegovog osnivanja, 1938. godine. Najpre je rađeno na stvaranju sorti, a od 1960. godine i na stvaranju hibrida. Naša zemlja spada među prve u svetu, koje su prešle u potpunosti sa sorata na gajenje sopstvenih hibrida (Škorić, Rajčan, 1992).

Izvorna varijabilnost kod gajenog suncokreta je izrazito uska i deficitarna u poželjnim genima za oplemenjivanje, u cilju poboljšanja više agronomski važnih svojstava, a posebno u pogledu otpornosti prema bolestima.

Bolesti predstavljaju limitirajući faktor u proizvodnji suncokreta na svim kontinentima gde se gaji. Različite bolesti su dominantne u različitim regionima gajenja i mnogo zavise od faktora spoljne sredine. Neke od njih nanose ekonomske štete u svim regionima gajenja suncokreta u svetu. Inače, poznato je da preko 30 različitih patogena napada suncokret i prouzrokuje bolesti koje nanose ekonomske štete u proizvodnji.

Oplemenjivači suncokreta su postigli značajne rezultate u pronalaženju gena u divljim vrstama za otpornost prema određenim bolestima ili gene za visok stepen tolerantnosti i da ih ugrade u genotipove gajenog suncokreta sa dobrim kombinirajućim sposobnostima (Škorić i sar., 2006).

Prema podacima iz literature, koja se odnosi na oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema bolestima, uz to veoma obimne, može se konstatovati da su svi autori pronašli gene za otpornost prema određenim bolestima u pojedinim divljim vrstama roda *Helianthus*. Prisustvo gena za otpornost prema pojedinim patogenima je veoma različito u određenim divljim vrstama. Iz tih razloga neophodno je pouzdanim metodama utvrditi frekvenciju gena unutar svake divlje vrste roda *Helianthus*, za sve dominantne prouzrokovaoče bolesti.

Kod oplemenjivanja suncokreta na otpornost prema bolestima, u novije vreme se uveliko koriste nove metode biotehnologije (Vear, 2004). Tako Langer et al. (2004) ukazuju na značaj QTL metode u stvaranju hibrida na otpornost prema *Phomopsis*-u.

Abratti et al. (2004), koristeći molekularne markere, utvrdili su postojanje novog izvora otpornosti (Pl₈ gen) prema plamenjači i gena za otpornost prema rđi. Značajne rezultate ostvarili su i Hu et al. (2004), koristeći TRAP-marker tehniku. Pronašli su gene Pl₆ i Pl₈ u populaciji divljeg *H. annuus* (PI 468435).

Kada je u pitanju oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema *Sclerotinia*, više autora je koristilo molekularne markere. Tako Chen et al. (2004), korišćenjem TRAP-marker tehnike, detektovali su veći broj marker gena, koji kumulativno formiraju tolerantnost prema *Sclerotinia*. Do sličnih rezultata su došli i Hahn et al. (2004), primenom QTL tehnike.

Cilj ovoga rada je da se prikažu dostignuća u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema bolestima, volovodu i insektima, na osnovu višegodišnjih sopstvenih istraživanja i velikog broja autora u svetu.

OPLEMENJIVANJE SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA BOLESTIMA

Pošto je genetska varijabilnost gajenog suncokreta ograničena i deficitarna u genima za otpornost prema bolestima, oplemenjivači ove važne uljarice u svetu i kod nas su, dugogodišnjim uspešnim radom, koristeći divlje vrste iz roda *Helianthus*, ugradili gene za otpornost ili visoku tolerantnost prema više patogena u genotipove gajenog suncokreta.

Kada su u pitanju dostignuća u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema bolestima, ostvareni rezultati se mogu svrstati u četiri različite grupe:

Prvu grupu čine ostvarenja gde je postignuta genetska otpornost prema prouzrokovaočima određenih bolesti (*Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum* i *Erysiphe cichoracearum*).

Drugu grupu čine ostvarenja gde je postignut visok stepen tolerantnosti (poljska otpornost). U ovu grupu spadaju rezultati ostvareni u otpornosti prema: *Phomopsis/Diaporthe helianthi*, *Macrophomina phaseolina*, *Albugo tragopogonis* i *Alternaria* ssp.

Treću grupu čine ostvarenja gde je postignuta zadovoljavajuća tolerantnost (*Phoma macdonaldii* i, donekle, *Sclerotinia sclerotiorum*).

Četvrtu grupu čine delimično ostvareni rezultati, gde još nema poželjne tolerantnosti, odnosno otpornosti (*Rhizopus* ssp., *Botrytis cinerea* i drugi gljivični patogeni) (Škorić i sar., 2006).

Postoji i slična skala o rezultatima u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema bolestima (Vear, 2004), sa određenim odstupanjima koja, suštinski, nisu bitna.

Rđa (*P. helianthi*). Veoma je rasprostranjena u Severnoj i Južnoj Americi, Australiji, Aziji i Arfici, nanoseći ekonomske štete u proizvodnji, dok je u Evropi populacija veoma stabilna već duže od tri decenije. Fenomen stabilnosti rđe u Evropi nije dovoljno proučen. Svi hibridi i sorte suncokreta koji se gaje u Evropi su, uglavnom, otporni i poseduju R₁ gen.

Otpornost prema pojedinim rasama rđe je kontrolisana jednim dominantnim genom (R). Izvora otpornosti ima u jednogodišnjim i višegodišnjim divljim vrstama.

Prema podacima Miller and Fick (1997), u Severnoj Americi postoji više rasa. Ove rase su kontrolisane dominantnim R genima, koji su označeni sa R₁ - R₁₀. Takođe, determinisan je njihov rasni sastav na osnovu diferencijalnih linija. Na osnovu podataka istih autora, u Argentini postoje najmanje četiri rase, koje su kontrolisane pojedinačnim genima Pu₆, Ph₁ i Pl₂, dok je najnovija rasa kontrolisana jednim dominantnim i jednim recesivnim genom (Ph_{2a}ph₃). Isti autori navode da je rasa u Australiji kontrolisana genima phRR₃ (Tab. 1).

Frekvencija gena za otpornost prema rđi u divljim vrstama suncokreta je veoma visoka i oni se nalaze u većem broju vrsta roda *Helianthus*, a posebno u jednogodišnjim vrstama. Ova činjenica obezbeđuje brzo postizanje oplemenjivačkog cilja, kada dođe do pojave novih rasa.

Tab. 1. Nasledni faktori, otpornost prema rasama i izvori otpornosti prema rđi (Miller and Fick, 1997)

Gen	Otpornost prema rasama	Izvori otpornosti
R ₁	N.A.1.2	953-102 (MC69, CM 90)
R ₂	N.A.1.3	953-88 (MC-29-USDA)
R ₃	N.A.1.3	CM 403-4
R ₄	N.A.4	HA-R ₁ , HA-R ₃ , HA-R ₄ , HA-R ₅
R ₅	N.A.4	HA-R ₂
R ₆	N.A.1	PI 413037
R ₇	N.A.2	PI 413037
R ₈	N.A.3	PI 413037
R ₉	N.A.4	PI 413037
R ₁₀	N.A.1.6	MC 29 (AUS)
Pu ₆	N.A.1.2.3.4.5.	P 386 (Charata)
Ph ₁	Arg. 340 (N.A.2)	LC 74/75 - 20620
Ph ₂	Arg.340 (N.A.2)	MP 555, MP 557
Ph _{2a} ph ₃	Arg.340 (N.A.2)	Pergamino 71-538
phRR ₃	AUS 0,1 (N.A.1.3)	Hysun 33

N.A.= Severna Amerika

ARG = Argentina

AUS = Australija

Najzastupljeniji geni za otpornost prema *P. helianthi* se nalaze u divljim populacijama *H. annuus*. Takođe, treba istaći da je otpornost najzastupljenija kod populacija *H. annuus*, koje vode poreklo iz Teksasa i Kanzasa (>38% biljaka), a najmanje (0,2%) u populacijama iz severozapadnog Pacifika (Gulya et al., 2000).

Veći broj populacija divljeg *H. annuus* je podesan izvor gena u slučaju pojave novih rasa. Takođe, preko deset drugih divljih vrsta poseduje gene za otpornost prema postojećim rasama, a neke i gene za nove rase *P. helianthi* (Tab. 2).

Primena metoda za određivanje molekularnih markera, koji kontrolišu otpornost prema rđi, primenjuje se uveliko u oplemenjivačkim programima. Navodi se primer Abratti et al. (2004), gde su ispitivani geni za otpornost prema Pl₈ genu plamenjače i rđi i gde je mapirana u generaciji segregacije za oba svojstva. Linkage za oba gena je detektovan, a dva lokusa (loci) su mapirana u donjem delu linkage grupe 13, u regionu gde je ranije utvrđeno postojanje RGA lokusa. Mikrosateliti, Indel i RGA markeri su blisko vezani sa dva detektovana gena.

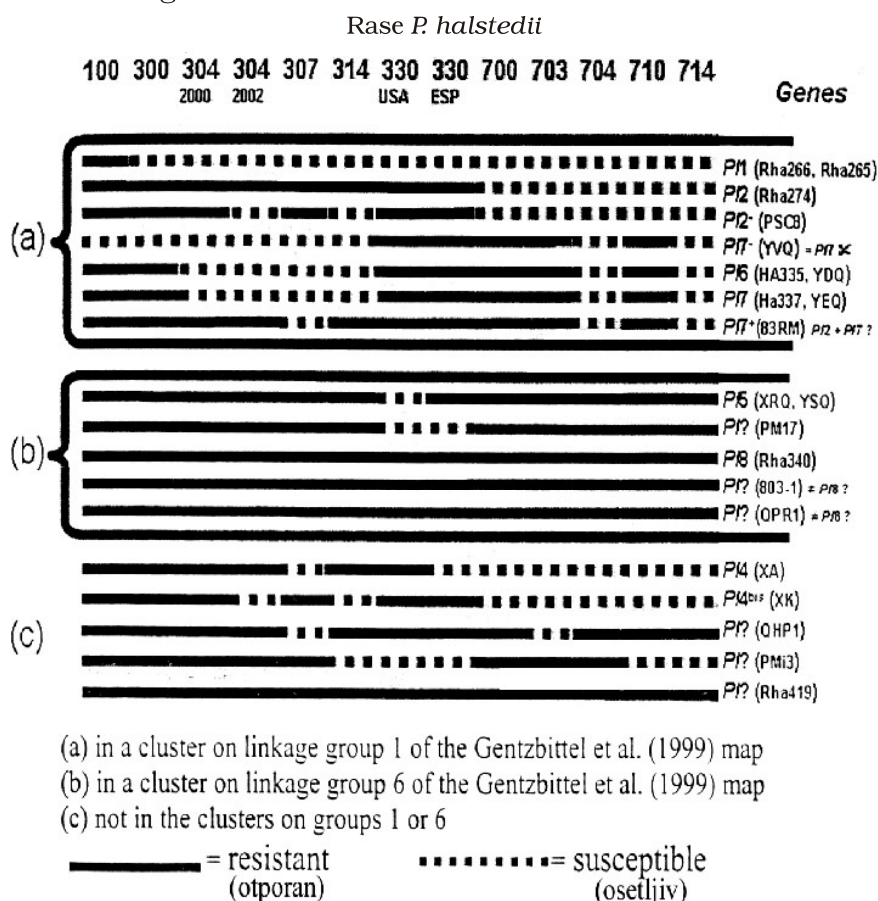
U novosadskom oplemenjivačkom programu prati se da li dolazi do izmene rasnog sastava rđe kod nas i u svetu. Razmenom i ispitivanjem novosadskih hibrida, u mreži FAO-ogleda i u ogledima naših partnera u svetu, posebno u Ukrajini, Rusiji i Kini, dobijaju se informacije o otpornosti našeg genetskog materijala prema rđi u tim zemljama.

Tab. 2. Potencijalne divlje vrste kao izvori otpornosti prema *P. helianthi*

1. <i>H. annuus</i> - various populations;	
2. <i>H. petiolaris</i> ;	
3. <i>H. praecox</i> ssp. <i>runionii</i> ;	
4. <i>H. praecox</i> ssp. <i>hirtus</i> ;	
5. <i>H. agrophyllus</i> ;	
6. <i>H. tuberosus</i> ;	
7. <i>H. hirsutus</i> ...	
8. <i>H. atrorubens</i>	
9. <i>H. angustifolius</i>	
10. <i>H. praecox</i> ssp. <i>praecox</i>	
11. <i>H. petiolaris</i> ssp. <i>petiolaris</i>	
R - lines:	B - lines:
RO-20 (South Africa)	Bulgaria 2169 (G.T)
NS-BCD- (Yugoslavia - Novi Sad)	Progress (Russia)
France-R-comp.	BCD 85-2 (Yugoslavia - Novi Sad)
PAC 308 (Australia)	Spain B-21
ARG (Argentina)	

Izvori: Miller and Fick (1997); Sujatha and Prabakaran (2004)

Plamenjača (*P. halstedii*). Rasprostranjena je u svim regionima gde se suncokret gaji. Posebno dolazi do izražaja u godinama sa izrazito vlažnim prolećem, kakvo je bilo kod nas 2001. i 2006. godine.



Šema 1. Efikasnost Pl gena na *P. halstedii* - proučavane rase u Francuskoj (Vear, 2004).

Otpornost prema plamenjači je kontrolisana jednim dominantnim genom (P1). Genetskih izvora otpornosti prema plamenjači ima u više divljih vrsta. Duži niz godina postojale su samo dve rase plamenjače. U Severnoj Americi rasa je bila kontrolisana sa P₂ genom, a u Evropi P₁ genom. Nažalost, u predhodnih 10-15 godina došlo je do

nagle izmene rasa kod plamenjače i pojave većeg broja novih. Do pojave većeg broja novih rasa plamenjače došlo je, pre svega, u Francuskoj, Mađarskoj, SAD i Argentini. Takođe, i kod nas je došlo do izmene i pojave nove rase plamenjače.

Posebno treba istaći da su brzo determinisani geni za otpornost prema novim rasama u divljim vrstama i preneti u genotipove gajenog suncokreta. Formiran je internacionalni set diferencijalnih linija, na osnovu kojih je moguće determinisati koja je rasa plamenjače prisutna u dotičnom regionu. Ovaj set diferencijalnih linija se dopunjava sa pojavom novih rasa (Šema 1).

Brza izmena rasnog sastava plamenjače, u pojedinim državama, otežava rad oplemenjivača na suncokretu. Determinisane rase plamenjače, koje je uobličila Vear (2004) u jedinstvenu šemu sa Pl genima i diferencijalnim linijama, već danas je izmenjena sa pojavom novih rasa. U predhodne dve godine determinisane su nove rase plamenjače u SAD (rasa 770, Mađarskoj (rasa 717)), Argentini (rase 710 i 770) i nekim drugim zemljama. Ima indicija da se i u našoj zemlji pojavila u proleće 2006. godine nova rasa plamenjače u okolini Omoljice, Dolova i Jabuke. Naravno, ovo treba naučno dokazati. Srećom, u divljim vrstama roda *Helianthus* postoje geni za sve otkrivene rase plamenjače. Frekvencija gena za otpornost prema pojedinim rasama plamenjače je dislocirana u više divljih vrsta suncokreta (Tab. 3).

Tab. 3. Potencijalne divlje vrste kao izvori otpornosti prema *P. halstedii*

1. <i>H. annuus</i> - various populations	15. <i>H. angustifolius</i>
2. <i>H. agrophyllu</i> ;	16. <i>H. atrorubens</i>
3. <i>H. praecox</i> ssp. <i>hirtus</i>	17. <i>H. divaricatus</i>
4. <i>H. hirsutus</i>	18. <i>H. ciliaris</i>
5. <i>H. decapetalus</i>	19. <i>H. eggertii</i>
6. <i>H. resinusus</i>	20. <i>H. giganteus</i>
7. <i>H. rigidus</i>	21. <i>H. glaucophyllus</i>
8. <i>H. occidentalis</i>	22. <i>H. leavigatus</i>
9. <i>H. grosseserratus</i>	23. <i>H. microcephalus</i>
10. <i>H. maximiliani</i>	24. <i>H. mollis</i>
11. <i>H. nuttallii</i>	25. <i>H. pumilus</i>
12. <i>H. paucifloris</i>	26. <i>H. salicifolius</i>
13. <i>H. tuberosus</i> - various populations	27. <i>H. silphioides</i>
14. <i>H. praecox</i> ssp. <i>runyonii</i>	28. <i>H. smithii</i>

Izvori: Fick et al., 1974; Thompson et al., 1978; Miller and Gulya, 1988; Škorić, 1988; Seiler, 1992; Seiler and Gulya, 1992; Sujatha and Prabakaran, 2004.

Pošto se novosadski hibridi suncokreta gaje u više zemalja sveta, u kojima je plamenjača veliki problem, oplemenjivanju na otpornost se poklanja velika pažnja. Iz restorer linije RHA-419 unose se u komercijalne linije Pl geni za otpornost prema svim rasama plamenjače. Pored toga, iz drugih izvora (divljih vrsta) se unose geni i stvaraju nove B i Rf linije. Novi novosadski hibridi, Sremac i Kazanova, poseduju Pl₆ gen.

S obzirom na stalnu promenu rasnog sastava kod plamenjače i nekih drugih patogena, Vear (2004) predlaže da za postizanje potrebne otpornosti suncokreta prema bolestima u budućnosti, u slučajevima kada je to moguće, treba istovremeno kombinovati vertikalnu i horizontalnu otpornost. Ako to nije moguće, treba primeniti MAS (marker-assisted selection), uz kombinovanu pomoć QTL-s metode, radi determinacije aditivnih mehanizama otpornosti.

Na osnovu molekularnih markera moguće je brzo i efikasno utvrđivanje postojanja Pl gena u genotipovima gajenog suncokreta i divljim vrstama, a što ubrzava oplemenjivački postupak u stvaranju otpornih hibrida. Tako Hu et al. (2004), koristeći segregacije populacije F2 i BC1 ukrštanja između divljeg *H. annuus* (iz Idaho, USA), sa Ha 434, primenom nove TRAP-marker tehnike, utvrđeno je da se geni za otpornost prema plamenjači, koji se nalaze u PI 468435, razlikuju od gena Pl₆ i Pl₈.

Ističe se da se uveliko koriste molekularni markeri u novosadskom oplemenjivačkom programu, kada je u pitanju oplemenjivanje na otpornost prema plamenjači (Panković, D. et al., 2004).

Mrka pegavost (*Phomopsis/Diaporthe helianthi*). Prvi put masovno se pojavila 1980. godine u našoj zemlji i Rumuniji, a sada je ekonomski značajna bolest u svim regionima gajenja suncokreta u svetu.

Škorić (1982) je prvi saopštio da su dobijeni poljski otporni hibridi prema fomopsisu (NS-H-43, NS-H-44 i NS-H-45), koji su dobijeni na bazi interspecies genetskog materijala. U stvaranju linija za navedene hibride ugrađeni su geni iz divljih vrsta *H. tuberosus* i *H. argophyllus*. Takođe, Vranceanu et al. (1983) konstatuju da je pri stvaranju inbred linija, tolerantnih ili poljski otpornih prema fomopsisu, potrebno odabrati "stay green" materijal, kako bi se postigao željeni cilj.

Treba istaći da se oplemenjivanje suncokreta, u novosadskom programu, na otpornost prema *Phomopsis*-u, odvija korišćenjem fenomena "stay green" od same pojave ovog patogena (1980). Time je taj program postao poznat u svetu, baš na konceptu stvaranja hibrida suncokreta sa poljskom otpornošću prema ovom patogenu. Ovi hibridi su stvorili prodor novosadskom institutu u svet, a što je u dobrom delu i iskorišćeno.

Koliko je *Phomopsis* ekonomski štetan za proizvodnju suncokreta najbolje ilustruju rezultati Škorića (1985), kada su ispitivani poljski otporni hibridi, u poređenju sa osetljivim standardom (Tab. 4).

Tab. 4. Prinos semena kod visoko tolerantnih hibrida na *Phomopsis* sp. (Rimski Šančevi, 1984)

Hibrid	Prinos semena (kg/ha)	Relativni prinos semena (%)	Stepen infekcije (skala: 0-4)*
NS-H-26-RM (kontrola)	1618	100	4
NS-H-43	2791	172	0-1
NS-H-44	2795	172	0-1
NS-H-45	3108	192	0-1

* 0 - otporan, 4 - potpuno osetljiv.

Korišćenje fenomena "stay green" u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema fomopsisu je istovremeno oplemenjivanje i na otpornost prema *Macrophomina*, odnosno prema suši. Pri izboru poželjnih genotipova, na osnovu kriterijuma "stay green", treba obavezno odabrati one koji imaju visok procenat autofertilnosti, jer se na taj način postiže željeni cilj.

Način nasleđivanja otpornosti prema *Phomopsis*-u nije u potpunosti jasan, iako je bio proučavan od strane više autora. Vranceanu (2000) navodi da je otpornost kontrolisana genima za parcijalnu dominaciju. Međutim, prema neobjavljenim podacima Škorića, izgleda da se radi o više komplementarnih dominantnih gena (najverovatnije četiri) i da nedostaje jedan od dotičnih gena.

U novije vreme, korišćenjem molekularnih markera, želi se razjasniti način nasleđivanja otpornosti prema ovom patogenu.

Tab. 5. Potencijalne divlje vrste kao izvor otpornosti prema *Phomopsis* sp.

<i>Phomopsis/Diaporthe helianthi</i>	
1. <i>H. tuberosus</i>	6. <i>H. divaricatus</i>
2. <i>H. salicifolius</i>	7. <i>H. argophyllus</i>
3. <i>H. resinusus</i>	8. <i>H. debilis</i>
4. <i>H. strumosus</i>	9. <i>H. annuu</i>
5. <i>H. hirsutus</i>	

(Škorić, 1988; Miller, 1992; Seiler, 1992)

Langar et al. (2004) ispitivali su generaciju F₃, dobijenu između Ha 89 (osetljive) i LR-4, otporne na *Phomopsis*, u uslovima seminaturalne i veštačke inokulacije, zaražavanjem lista micelijom. Na osnovu QTL-s su utvrdili da je otpornost prema

Phomopsis-u kompleksnog karaktera. Zatim, na osnovu QTL-analize zaključuju da otpornost na nivou lišća i stabla može biti značajno uvećana putem primene MAS (marker-assisted selection).

Sigurno je da treba nastaviti istraživanja na pronalaženju molekularnih markera koji kontrolišu otpornost, jer će to omogućiti oplemenjivačima da uspješnije stvaraju otporne hibride. Posebno je važno u ovim istraživanjima koristiti reprezentativne genotipove za rezistentnost, odnosno osetljivost, radi dobijanja pouzdanih rezultata.

Na osnovu rezultata Škorića (1988), Miller (1992) i Seiler (1992), izvori za visoku tolerantnost, odnosno poljsku otpornost prema *Phomopsis* spp., nalaze se u više divljih vrsta (Tab. 5). Kumulacija gena za tolerantnost nalazi se najviše u *H. tuberosus* i *H. rigidus* (Škorić, 1988).

Navedene divlje vrste, kao potencijalni izvori otpornosti prema ovom patogenu, koriste se u novosadskom programu oplemenjivanja, putem interspecies hibridizacije i testiranja generacijskog materijala na otpornost.

Bela trulež (*S. sclerotiorum*). Predstavlja najveći problem u većini regiona gajenja suncokreta, a naročito u vlažnim klimatima (Vear, 2004). Najbolja ilustracija koliko ovaj patogen može naneti ekonomske štete u proizvodnji je izrazito vlažna 2005. godina, kada je kod nas bilo parcela koje su bile obolele od bele truleži glave iznad 90%, a prinosi umanjeni za 40-50%.

Do sada je konstatovano da ova gljiva napada preko 360 biljnih vrsta, što sigurno povećava varijabilnost patogena i otežava oplemenjivanje. Poseban problem predstavlja postojanje tri tipa obolenja (koren, stablo, glava), koji su kontrolisani različitim mehanizmima otpornosti (Škorić et al., 1989). Genetičkih izvora otpornosti u genotipovima gajenog suncokreta nema, kao ni u divljim vrstama, već samo različit stepen tolerantnosti (Fick and Miller, 1997). Generalno, može se konstatovati da su u svetu stvoreni hibridi sa zavidnom tolerantnošću obolenja glave i stabla. Manji je uspeh ostvaren u oplemenjivanju na otpornost prema korenskoj formi oboljenja.

Oplemenjivači koriste različite metode za ocenu otpornosti (poljski ogledi uz primenu sklerocija u zemljištu, zaražavanje stabla i glava inokulumom micelija, tretiranje glava sa suspenzijom askospora itd.) sve tri forme oboljenja. Dobijeni rezultati često su kontradiktorni kod različitih autora. Takođe, prisustvo određenih insekata u toku vegetacije na biljkama često poremeti tačnost oglada.

Način nasleđivanja tolerantnosti, kod sve tri forme obolenja od *Sclerotinia*, nije još u potpunosti ispitan, ili bolje rečeno dokazan. Najlakše je postići visok stepen tolerantnosti prema oboljenju središnjeg dela stabla, a znatno teže za oboljenja korena i glave.

U fokusu oplemenjivača je najviše rad na stvaranju visoke tolerantnosti prema oboljenju glave, jer ovaj oblik nanosi i najveće ekonomske štete. Velik broj istraživača se bavi ovim problemom. Rezultati su različiti. Navode se rezultati Bacelaerce (2003), koji je ispitivao 36 hibridnih kombinacija i njihove roditeljske linije uljanog suncokreta i devet hibridnih kombinacija konzumnog suncokreta i njihove roditeljske linije u Fargo (USA) i Argentini. Biljke su u fazi cvetanja tretirane suspenzijom askospora i nakon toga izolovane natronskim papirnim vrećama. Na osnovu ocene OKS i SKS za ovo svojstvo, rezultati su pokazali da je značajno veći udeo aditivnih gena, nego neaditivnih na ekspresiju otpornosti (tolerantnosti) za belu trulež na glavama suncokreta. Vrednosti OKS su pokazale da je veći značaj linija majki u postizanju tolerantnosti, nego restorer linija. Dobijeni rezultati su pokazali da je neophodno krenuti u testiranje otpornosti već u ranim generacijama stvaranja inbred linija. Sigurno da se ovi rezultati poklapaju sa rezultatima Miller (1987), koji ukazuju da je tolerantnost kompleksnog karaktera i zavisi od većeg broja gena koji je u sadejstvu povećavaju.

Oplemenjivanju na visok stepen tolerantnosti prema sve tri forme oboljenja od *Sclerotinia*, u novosadskom programu se posvećuje velika pažnja. Na osnovu testiranja materijala u prirodnim uslovima i uz određene metode veštačke inokulacije, kao i testiranja u više zemalja kod naših partnera, omogućavaju uspešnost u oplemenjivanju.

Visok stepen tolerantnosti ostvaren je kod više linija i hibrida prema obolenju središnjeg dela stabla. Zadovoljavajuća tolerantnost je postignuta i kod korenske forme i oboljenja glave kod određenih linija, odnosno hibrida.

Prema podacima Škorića i Rajčana (1992), najveći stepen tolerantnosti sve tri forme oboljenja konstatovan je kod populacije 1631 *H. maximiliani*, a na osnovu rezultata Škorića (1988), Miller (1992), Seiler (1992), Pustavoit i Skuropet (1978), Rashid and Seiler (2004) i Christov et al. (2004), postoje izvori tolerantnosti prema sva tri oblika oboljenja u određenim divljim vrstama suncokreta (Tab. 6).

Korišćenje molekularnih markera u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema *Sclerotinia* uveliko se koristi u predhodnih 10-15 godina. Ovo najbolje potvrđuju najnoviji rezultati Chen et al. (2004), Hahn et al. (2004), Henson and Gulya (2004), Russi et al. (2004) i mnogi drugi. Sa sigurnošću se može tvrditi da će primena molekularnih markera, u oplemenjivanju na otpornost prema ovom patogenu u skoroj budućnosti dati značajne rezultate.

Tab. 6. Potencijalni izvori otpornosti u divljim vrstama prema *S. sclerotiorum* (Miller, 1992; Seiler, 1992; Christov et al., 2004; Rashid and Seiler, 2004)

Stablo:	Glava:
1. <i>H. leavigatus</i>	1. <i>H. tuberosus</i>
2. <i>H. mollis</i>	2. <i>H. rigidus</i> ssp. <i>rigidus</i>
3. <i>H. resinosus</i>	3. <i>H. hirsutus</i>
4. <i>H. rigidus</i>	4. <i>H. annuus</i>
5. <i>H. salicifolius</i>	5. <i>H. maximiliani</i>
6. <i>H. giganteus</i>	6. <i>H. nuttallii</i>
Koren:	Stablo-koren-glava:
1. <i>H. mollis</i>	1. <i>H. maximiliani</i> (1631)
2. <i>H. nuttallii</i>	
3. <i>H. resinosus</i>	

Izvori: Stablo (Škorić, 1988); Koren (Škorić, 1988); Glava (Pustavoit and Skuropet, 1978; Christov et al., 2004; Rashid and Seiler, 2004); Stablo-koren-glava (Škorić and Rajčan, 1992).

Verticiozno uvenuće (*Verticillium dahliae*, *V. alboatrum*). Konstatovano je prisustvo ovih patogena i kod nas. Srećom, ne nanosi ekonomske štete. Pošto se naši hibridi gaje u više zemalja, neophodno je raditi oplemenjivanje na otpornost prema ovim patogenima. Inače, verticiozno uvenuće nanosi ekonomske štete na suncokretu u SAD, Argentini, Egiptu, Indiji, Kini i drugim zemljama. Posebno je rasprostranjen u Argentini, gde je sigurno najznačajnije obolenje na suncokretu. Prvi izvor otpornosti prema *Verticillium wilt* je otkriven u liniji CM-144, koja je dobijena iz interspecies hibrida (Zimmer and Hoes, 1978). Zimmer and Fick (1974) su otkrili da je otpornost prema *V. alboatrum* kontrolisana sa jednim dominantnim genom, koji se nalazi u linijama Ha89, Ha 124 i P-21VR₁. Isti autori konstatuju da se ovaj gen najverovatnije razlikuje od V₁, koga je otkrio Putt (1964). Romano and Vasquez (usmena komunikacija) tvrde da je otpornost prema *V. wilt* u Argentini kontrolisana dominantnim V genom, koji se razlikuje od gena koji su otkriveni u SAD (personalna komunikacija).

Na osnovu rezultata Hoes et al. (1973), Škorić (1988) i Seiler (1992) konstatovano je da se geni za otpornost prema *V. wilt* nalaze u 13 divljih vrsta suncokreta (Tab. 7)

Tab. 7. Potencijalne divlje vrste kao izvori otpornosti prema *Verticillium wilt* (Hoes et al., 1973; Seiler, 1992; Škorić, 1988)

1. <i>H. tuberosus</i>	8. <i>H. grosseserratus</i>
2. <i>H. rigidus</i>	9. <i>H. occidentalis</i>
3. <i>H. petiolaris</i>	10. <i>H. pauciflorus</i>
4. <i>H. annuus</i>	11. <i>H. silphioides</i>
5. <i>H. atrorubens</i>	12. <i>H. hirsutus</i>
6. <i>H. divaricatus</i>	<i>H. tomentosus</i> (resinosus)
7. <i>H. eggertii</i>	

Mrka pegavost suncokreta (*Alternaria* ssp.). Nekoliko vrsta *Alternaria* napada suncokret, a u našim uslovima se najviše ispoljava *A. helianthi*. U okviru genotipova gajenog suncokreta postoji manja ili veća tolerantnost prema *Alternaria* ssp. Nažalost, taj nivo tolerantnosti nije dovoljno visok za uspešno gajenje suncokreta u regionima gde je ovaj patogen prisutan. Iz tih razloga prišlo se korišćenju divljih vrsta u oplemenjivanju suncokreta. Morris et al. (1983) je ispitivao 21 jednogodišnjih i 37 višegodišnjih species i subspecies u stakleniku, koristeći inokulaciju sa *A. helianthi* i utvrdio jedino postojanje otpornosti kod pojedinih populacija *H. hirsutus*, *H. uberosus* i *H. pauciflorus*. U novije vreme, na pronalaženju izvora otpornosti prema ovom patogenu u divljim vrstama, najviše je rađeno u Indiji. Prema rezultatima Sujatha and Prabakaran (2004), otkriveno je postojanje gena za otpornost prema *Alternaria* u više divljih vrsta. Razlike u otpornosti, do kojih su došli Morris et al. (1983) i Sujatha and Prabakaran (2004), mogu se pripisati varijabilnosti u okviru samog patogena, odnosno razlikama podvrste (subspecies) *Alternaria*.

Na osnovu rezultata Morris et al. (1983), Škorić (1988), Miller (1992) i Sujatha and Prabakaran (2004), tačno su određene divlje vrste u kojima treba tražiti gene za otpornost prema ovom patogenu (Tab. 8).

Tab. 8. Potencijalne divlje vrste kao izvori otpornosti prema *Alternaria* ssp.

<i>Alternaria</i> ssp.	
1. <i>H. tuberosus</i>	7. <i>H. mollis</i>
2. <i>H. hirsutus</i>	8. <i>H. divaricatus</i>
3. <i>H. resinosus</i>	9. <i>H. simulans</i>
4. <i>H. rigidus</i> ssp. <i>subrhomboideus</i>	10. <i>H. decapetalus</i>
5. <i>H. maximiliani</i>	11. <i>H. pauciflorus</i>
6. <i>H. occidentalis</i> ssp. <i>plantagineus</i>	

(Škorić, 1988; Miller, 1992; Sujatha and Prabakaran, 2004)

Od novosadskih linija, najveći stepen tolerantnosti prema *Alternaria* poseduju linije CMS-1-50, PR-ST-3 i BCPL, a od hibrida Miro i Krajišnik.

Crna pegavost suncokreta (*Ph. macdonaldi*). U velikoj je ekspanziji u više zemalja u svetu, takođe i kod nas. Iz godine u godinu nanosi sve veće ekonomske štete, izazivajući prevremeno uvenuće (prinudno zrenje). Od novosadskih hibrida, najveći stepen tolerantnosti poseduju hibridi Miro, Banaćanin i Krajišnik. Više linija, koje su dobijene na bazi *H. tuberosus*, ima visok stepen tolerantnosti, koja će biti ugrađena u buduće hibride.

Fayzalla (1978) je detaljno ispitao otpornost prema *Ph. macdonaldi* kod većeg broja novosadskih genotipova gajenog suncokreta i divljih vrsta. Koristeći metodu veštačke inokulacije, utvrdio je da ne postoji zadovoljavajuća tolerantnost kod genotipova gajenog suncokreta, dok kod divljih vrsta visok stepen tolerantnosti poseduju *H. maximiliani*, *H. argophyllus*, *H. tuberosus* i *H. pauciflorus*. Iste godine, do veoma sličnih rezultata došle su Pustavoit and Skuropet (1978), s tim da je utvrđena moguća otpornost kod više vrsta. Do sličnih rezultata je došao i Škorić (1988).

Postoji više divljih vrsta koje su potencijalni izvori otpornosti (Tab. 9).

Suva trulež glave (*Rhizopus* ssp.). Postoje tri vrste (*R. arrhizus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer*), koje napadaju suncokret i mogu da pričine ekonomske štete. Ovo je oboljenje toplih i suvih klimata. Mali broj istraživača se bavio proučavanjem otpornosti suncokreta prema ovim patogenima. Sa aspekta otpornosti prema *Rhizopus*-u, detaljnije su proučavane divlje vrste suncokreta (Yang et al., 1980), pri čemu je utvrđeno da izvori otpornosti postoje samo u četiri divlje vrste (Tab. 9).

Ugljenasta trulež korena i stabla (*M. phaseoli*). Javlja se u suvim klimatima, a kod nas kada je druga polovina leta izrazito sušna. U zemljama gde se suncokret gaji u aridnim uslovima nanosi značajne ekonomske štete. Sa aspekta otpornosti, najviše su proučavane divlje vrste (Pustavoit and Skuropet, 1978), pri čemu je dokazano da postoje izvori otpornosti. Do veoma sličnih rezultata je došao i Mihaljčević (1980).

Pored postojanja izvora otpornosti u divljim vrstama, otkrivena je otpornost i kod inbred linija, koje su nastale iz interspecies hibrida na bazi *H. tuberosus* (Ha-48, HA-22). Pored toga, konstatovana je važnost fenomena "stay green" pri oplemenjivanju na otpornost prema ovom patogenu. Na osnovu rezultata Pustavoit and Skuropet (1978) i Mihaljčevića (1980), može se konstatovati da pet divljih vrsta ima gene za otpornost prema *M. phaseoli*. (Tab. 9).

Tab. 9. Potencijalne divlje vrste kao izvori otpornosti prema *Ph. macdonaldi*, *Rhizopus* ssp. i *M. phaseoli*

<i>Phoma macdonaldi</i> (Fayzalla, 1978; Pustavoit and Skuropet, 1978; Škorić, 1988)	
1. <i>H. maximiliani</i>	8. <i>H. macrophyllus</i>
2. <i>H. argophyllus</i>	9. <i>H. hirsutus</i>
3. <i>H. tuberosus</i>	10. <i>H. resinosus</i>
4. <i>H. rigidus</i>	11. <i>H. occidentalis</i>
5. <i>H. divaricatus</i>	12. <i>H. eggeretii</i>
6. <i>H. tomentosus</i>	13. <i>H. decapetalus</i>
7. <i>H. subcanescens</i>	
<i>Rhizopus</i> ssp. (Yang et.al., 1980)	
1. <i>H. divaricatus</i>	3. <i>H. leatiflorus</i>
2. <i>H. hirsutus</i>	4. <i>H. resinosus</i>
<i>Macrophomina phaseoli</i> (Mihaljčević, 1980)	
1. <i>H. tuberosus</i>	4. <i>H. resinosus</i>
2. <i>H. mollis</i>	5. <i>H. strumosus</i>
3. <i>H. maximiliani</i>	

Od novosadskih hibrida, najveći stepen tolerantnosti poseduju hibrid NS-H-43, Banaćanin, Miro i Krajišnik, a od linija Ha-48 i ph-bc-2-92.

Pepelnica (*E. cichoracearum*). Ne nanosi velike ekonomske štete u proizvodnji suncokreta, ali je u ekspanziji, te joj u oplemenjivanju treba posvetiti veću pažnju. Manji broj istraživača se bavio proučavanjem divljih vrsta prema pepelnici, među kojima značajno mesto zauzima Saliman et al. (1982). Utvrđeno je da od jednogodišnjih divljih vrsta otpornost poseduju svega tri (*H. bolanderi*, *H. debilis* ssp. *silvestris* i *H. praecox* ssp. *praecox*), a kod višegodišnjih čak 14 vrsta je bilo otporno u polju i testu u staklari.

OPLEMENJIVANJE SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA VOLOVODU (*Orobanche cumana* Wallr.)

Rod *Orobanche* ima preko 100 vrsta (species), od kojih neke napadaju različite biljne vrste. Suncokret napada vrsta *O. cumana*. Na suncokretu prvi put je primećen u Rusiji od strane (Olganov, 1886 - prema navodu Kukina, 1982). Volovod se širio sa proširenjem gajenja suncokreta. Na početku je postojala samo jedna rasa (A), da bi početkom XX veka došlo do pojave nove rase. Tokom XX veka rasni sastav se menjao, a izvori otpornosti su pronalazeni u divljim vrstama suncokreta. Konstatovano je postojanje rase A, B, C, D, E. U novije vreme došlo je do nagle izmene rasnog sastava i pojavile su se nove rase u Rumuniji, Bugarskoj i Španiji (rasa F). Otpornost prema rasama je kontrolisana pojedinačnim dominantnim genima. Tako rasu A kontroliše dominantni gen Or₁, rasu B gen Or₂, rasu C gen Or₃, rasu D gen Or₄, rasu E gen Or₅ i rasu F gen Or₆ (Pacueranu et al., 2004). Dominantni geni za otpornost prema ovoj parazitnoj cvetnici otkriveni su u određenim divljim vrstama. Prema navodima Morozova (1947), Ždanov je tridesetih godina XX veka utvrdio da otpornost prema rasi B postoji u nekim divljim vrstama (*H. tuberosus*, *H. maximiliani* i *H. mollis*). Interspecies hibridizacijom geni za otpornost prema volovodu uneti su u genotipove

gajenog suncokreta, čime su stvorene otporne sorte prema rasi B. Kasnije, većina oplemenjivača je koristila *H. tuberosus*, kao izvor gena za pronalaženje otpornosti prema novim rasama (C, D, E, F). Pre nekoliko godina, u Španiji, pored rase F, pojavila se još jedna nova rasa G (Melero-Vara et al., 2004; Fernandez-Martinez et al., 2004). Prema rezultatima poslednjeg autora, stvorene su inbred linije iz novosadskih interspecies hibrida na bazi *H. tuberosus* (P-96, K-96, R-96), koje su otporne prema rasama E i F. Nažalost, ove linije nisu otporne prema rasi G. Pronalaženje izvora otpornosti prema novim rasama volovoda je nastavljeno na bazi divljih vrsta suncokreta (Jan et al., 2002; Fernandez-Martinez et al., 2004) i stvorene su četiri interspecies populacije (BR-1, BR-2, BR-3 i BR-4). Isti autori navode različite slučajeve otpornosti (rase E, F, G), kada su u pitanju novostvorene četiri interspecies populacije. Prvi put je utvrđeno da je otpornost prema volovodu kontrolisana sa dva recesivna gena. Zatim, pojedine linije, koje su stvorene na bazi *H. divaricatus* i *H. grosseserrata* iz dotičnih (BR-1 - BR-4) populacija, poseduju jedan dominantan gen za otpornost prema rasama F. Ima slučajeva gde je otpornost prema rasama F i G kontrolisana sa jednim dominantnim, plus jednim recesivnim genom. Znači da sistem otpornosti zavisi od rase volovoda i različitih izvora otpornosti.

U prethodnih nekoliko godina došlo je do pojave novih rasa volovoda u Turskoj, Bugarskoj, Kini, Izraelu, Iranu i drugim zemljama. Prema novim rasama volovoda oplemenjivači traže izvore otpornosti u pojedinim divljim vrstama suncokreta.

Kod nas je, u jednom dužem periodu, populacija volovoda bila veoma stabilna. Dominantna je bila rasa B volovoda i svi novosadski hibridi su bili genetski otporni. Pred kraj XX veka došlo je do izmene rasnog sastava i naglo se proširila na severu Bačke i Banata nova rasa. Koristeći diferencijalne linije, utvrđeno je da je to rasa E. Na bazi interspecies hibrida, a pre svega koristeći novostvoreni genetski materijal na bazi *H. tuberosus*, brzo je stvorena nova genetička varijabilnost i hibridi otporni prema rasi E (Bačvanin, Perun, Šumadinac i Baća). U oplemenjivačkom programu na otpornost prema volovodu uključeno je nekoliko stotina novih inbred linija (B i Rf), a što omogućava stvaranje novih hibrida suncokreta (Tab. 10).

Tab. 10. Nove B-inbred linije suncokreta otporne prema rasi E volovoda

Izvori otpornosti	Broj otpornih linija
Postojeći NS-genfond ⁽¹⁾	30
Novostvorene NS linije ⁽²⁾	50
Otporne sortne populacije ⁽³⁾	101

⁽¹⁾ Postojeći NS-genfond: Prosta ukrštanja + geene pool + samooplodnja

⁽²⁾ Konvergentna ukrštanja: između linija CMS-1-90, VK-A-8, PH-BC-1-53, L-19 i Ha 26

⁽³⁾ Sortne populacije: Azovskii, Donskoi-60, Harkovskii-7 + inbreeding

Od davnina, više istraživača se bavilo proučavanjem fenomena otpornosti suncokreta prema volovodu. Tako, Pančenko and Antonova (1975) navode da je pH vrednost ćelijskog soka u korenovom sistemu suncokreta važna u mehanizmu otpornosti. Isti autori došli su do zaključka da se zaštitna reakcija biljaka suncokreta svodi u nakupljanju lignina i njegovih produkata u povređenim ćelijama domaćina, pri čemu haustorija volovoda gubi sposobnost snabdevanja vodom i hranljivim materijama iz ćelija domaćina. Wegmann (2004) ističe značaj deficita stimulatora klijavosti kod otpornih genotipova, odnosno prisustvo inhibitora klijavosti semena volovoda. Otpornost volovoda na nivou biohemijskih reakcija detaljno su proučili Sauerborn et al. (2002) i Labrousse et al. (2001, 2004).

Korišćenju molekularnih markera u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema volovodu posvećuje se sve veća pažnja. Koriste se različite tehnike (RFLP, RAPD, SSR i druge) i postignuti su značajni rezultati (Tang et al., 2002, i 2003; Sukno et al., 1999; Perez-Vich et al., 2004) (Tab. 11).

Tab. 11. QTS-s povezani za otpornost prema rasi E i F volovoda

Rasa E (5)	or 1.1, or 3.1., or 7.1., or 13.1. or 13.2.
Rasa F (6)	Or 1.1, or 4.1. or 5.1., or 13.1., or 13.2. or 16.1.

- Pomoću RFLP i SSR markera konstruisane su genetske linkage maps, koristeći generacije materijala u cepanju
- QTS markeri za rasu F su utvrđeni na sedam od 17 linkage maps.

OPLEMENJIVANJE SUNCOKRETA NA OTPORNOST PREMA INSEKTIMA

Nekoliko stotina različitih vrsta insekata napada suncokret. Međutim, ekonomski značajne štete pričinjava samo manji broj. Pojedini insekti su prenosioci više oboljenja na suncokretu. *Homoesoma* spp. predstavljaju značajan problem na gajenom suncokretu na četiri kontinenta. U Evropi i Aziji to je *H. nebullella*, Južnoj Americi *H. heinrichi*, a u Severnoj Americi *H. electellum*.

Otpornost prema suncokretovom moljcu u Evropi je rešena pre 50 godina, unošenjem gena iz divljeg *H. tuberosus* u genotipove gajenog suncokreta (ruske sorte).

Mehanizam otpornosti prema suncokretovom moljcu (*H. nebullella*) daje fitomelaninski sloj (bogat ugljenikom), koji je smešten u ljusci semena suncokreta. Praćenjem formiranja perikarpa (ljuske) utvrđeno je da tri dana nakon oplodnje počinje da se nakuplja fitomelanin, i to između hipodermisa i sklerenhima, i da je nakon 13 dana po oplodnji već potpuno formiran.

Na osnovu rezultata Rogersa (1981), značajnu otpornost prema suncokretovom moljcu pokazuju sledeće divlje vrste: *H. arizonensis*, *H. ciliaris*, *H. pumilus*, *H. resinosus* i druge.

Pošto insekti nanose velike štete na suncokretu u Severnoj Americi, Africi, Indiji i Australiji, kod njih je i najviše rađeno na ispitivanju divljih vrsta, kao izvoru poželjnih gena. Na osnovu ispitivanja Rogers and Thompson (1978, 1980), visok stepen tolerantnosti prema *Bothynus gibbosus* pokazale su sledeće divlje vrste: *H. tuberosus*, *H. maximiliani*, *H. niveus*, *H. salicifolius* i *H. argophyllus*.

Prema rezultatima istih autora, visok stepen tolerantnosti prema *Zygogramma exclam antionis*, *Masonaphs masoni* i *Empoasca abrupta* poseduju *H. tuberosus* i *H. maximiliani*.

Sa sigurnošću se može kazati da u poslednje dve decenije u svetu nije ništa značajno urađeno u pogledu oplemenjivanja suncokreta na otpornost, odnosno tolerantnost prema insektima. U ovom periodu evidentirano je povećanje populacija određenih insekata koji nanose štete na suncokretu (SAD, Indija, Kina i neke afričke države). Opređenje državnih instituta u SAD da naprave specijalni program proučavanja otpornosti divljih vrsta prema insektima, za očekivati je da će se u bliskoj budućnosti postići značajni rezultati.

ZAKLJUČAK

Na osnovu sopstvenih višegodišnjih rezultata i rezultata u svetu u oplemenjivanju na otpornost prema bolestima, volovodu i insektima, može se zaključiti: (1) Bolesti predstavljaju limitirajući faktor u svim zemljama gde se gaji suncokret; (2) Varijabilnost gajenog suncokreta je ograničena i deficitarna u genima za otpornost prema bolestima; (3) Divlje vrste iz roda *Helianthus* poseduju gene za otpornost prema većem broju patogena; (4) Oplemenjivači suncokreta, putem interspecies hibridizacije, uneli su gene iz divljih vrsta u genotipove gajenog suncokreta za *P. halstedii*, *P. helianthi*, *Verticillium* ssp., *E. cichoracearum* i *O. cumana*; (5) Iz divljih vrsta ugrađena je visoka tolerantnost u genotipove gajenog suncokreta prema patogenima iz rodova *Phomopsis*, *Macrophomina*, *Albugo* i *Alternaria*, kao i tolerantnost prema *Ph. macdonaldii* i *Sclerotinia* ssp.; (6) U oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema insektima ostvareni su znatno skromniji rezultati, sem što su ugrađeni geni za otpornost prema suncokretovom moljcu.

LITERATURA

- Abratti, G., Bazzalo, M. E., Grandona, M., Licon, A. (2004): Mapping a rust resistance gene and the downy mildew *Pl8* gene in sunflower. Proc. of the 16th International sunflower Conference, Fargo, ND, USA, Vol.II: 615-623, August 29 - September 2, 2004.
- Becelaerce, G. V. (2003): Methods of inoculation and inheritance of resistance to *Sclerotinia* head rot in sunflower. Degree of Doctor of Philosophy. North Dakota state University, Fargo, ND: 1-81.. August 29 - September 2, 2004.
- Chen, J., Miller, J. M., Gulya, T., Vick, B. A., Cai, X., Hu, J. (2004): Searching for DNA markers associated with *Sclerotinia* tolerance in cultivated sunflower. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Fargo, ND, USA. Vol: II: 631-637., August 29 - September 2, 2004.
- Christov, M., Kiryakov, I., Shindrova, P., Encheva, V. (2004): Evaluation of new interspecific and intergeneric sunflower hybrids for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. Proc. of the 16th International Sunflower Conference, Vol. II: 693-697, Fargo, ND, USA, August 29 - September 2, 2004.
- Fayzalla, A. S. (1978): Studies on biology, epidemiology and control of *Phoma macdonaldi*, Boerema of sunflower. M.Sci. Thesis, Faculty of Agriculture, University of Novi Sad.
- Fernandez-Martinez, J. M. (2004): Resistance to the new highly virulent races of sunflower broomrape (*Orobanche cumana* Wallr.); Sources of variation and genetic studies. COST 849 Workshop: Breeding for Orobanche resistance in sunflower. November 4-6, Bucharest, Romania (In Press).
- Fick, G. N., Zimmer, D. E., Dominquez, G. J., Rehder, D. A. (1974): Fertilit< restoraton and variability for plant and Seed characteristics in wild sunflowers. Proc. of the 6th Inter. Sunfl.Conf. Bucharest, 333-339.
- Fick, G. N., Miller, J. F. (1997): Sunflower Breeding, 395-441. Sunflower Technology and Production. Madison, Wisconsin, USA.
- Gentzbittel, L., Mestries, E., Mouzeyar, S., Mazeyrat, F., Badali, S., Vear, F., Tourrieille de Labrouha, D., Nocolas, P. (1999): A composite map of expressed sequences and phenotypic traits of the sunflower (*Helianthus annuus* L.) genome. Theor. Appl. Genet. 99: 218-234.
- Gulya, T., Kong, G., Brothers, M. (2000): Rust resistance in wild *Helianthus annuus*, and variation by geographic origin. Proc. of the 15th International Sunflower Conference Vol. II: 38-42. Toulouse, France, June 12-15. 2000.
- Hahn, V., Micić, Ž., Schon, C. C., Knapp, S. J., Tang S., Melchinger, A. E., Bauer, E. (2004): QTL-analysis of resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* in sunflower. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Fargo, ND, USA, Vol.II: 637-645, August 29 - September 2, 2004.
- Henson, B., Gulya, T. (2004): Scrinng sunflower for *Sclerotinia* head rot. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Fargo, ND, USA. Vol. I: 141-147. August 29 - September 2, 2004.
- Hoes, J. A., Putt, E. D., Enus, H. (1973): Resistance to *Verticillium* wilt in collections of wild *Helianthus* in North America. Phytopatology, 63: 1517-1520.
- Hu, J., Chen, J., Gulya, T. J., Miller, J. F. (2004): TRAP markers for a sunflower downy mildew resistance gene from a new *Helianthus annuus* source, Pi 468435. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Fargo, ND, USA, Vol. II: 623-631. August 29 - September 2, 2004.
- Jan, C. C., Fernandez-Martinez, J., Ruso, J., Munoz-Ruz, J. (2002): Registration of four Sunflower Germplasm with Resistance to *Orobanche cumana* Race F. Crop Sci. 42: 2217-2218.
- Kukina, V. F. (1982): Bolesti suncokreta i mere borbe sa njima. Kolos, 1-75, Moskva.
- Labrousse, P., Armand, M. C., Serieys, H., Berville, A., Thalouarn, P. (2001): Several Mechanisms are Involved in Resistance of *Helianthus* to *Orobanche cumana* Wallr. Annals of Botany 88: 859-868.
- Labrousse, P., Armand, M. C., Griveau, Y., Fer, A., Thalouarn, P. (2004): Analysis of resistance criteria of sunflower recombined inbred lines against *Orobanche cumana* Wallr.
- Langer, K., Griveau, Y., Serieys, H., Kaan, F., Berville, A. (2004): Mapping components of resistance to *Phomopsis* (Diaporthe) *helianthi* in a population of sunflower recombinant inbred lines. Proc. of the 16th Intern. Sunf. Conf. Fargo, ND, USA, Vol. II: 643-651. August 29 - September 2, 2004.
- Melero-Vara, J. M. (2004): Race differentiation of *Orobanche cumana* in Spain. COST 849 Workshop: Breeding for Orobanche resistance in sunflower. November 4-6, Bucharest, Romania (In Press).
- Mihaljčević, M., 1980: Research on the resistance of sunflower inbreds to *Macrophomina phaseoli* Ashb., Proc. of the 9th Int. Sunflower Conference: 69-74. Torremolinas.
- Miller, J. F. (1987): Principles of cultivar development, II, Crop Species. In: W.R. Fehr (Editor), Sunflower, Macmillan, New York, pp, 626-669.
- Miller, J. F. (1992): Update on Inheritance of sunflower characteristics. Proc. of the 13th International sunflower conference, Vol. II: 905-945. Pisa, September 7-11.
- Miller, J. F., Fick, G. N. (1997): The Genetics of Sunflower. Sunflower Technology and Production, Madison, Wisconsin, USA, 441-497.
- Miller, J. F., Gulya, T. J. (1988): Registration of six downy mildew resistant sunflower germplasm lines. Crop. Sci. 28: 1040-1041.
- Morozov, V. K. (1947): Sunflower Breeding in USSR. Pishchepromizdat. Moscow, pp. 1-272 (In Russian).
- Morris, J. B., Yang, S. M., Wilson, L. (1983): Reaction of *Helianthus* species to *Alternaria helianthi*, Plant Dis. 67: 539-540.
- Pacureanu-Joita, M., Veronesi, Ch., Raranciuc, Stanciu, D. (2004): Parasite-host plant interaction of *Orobanche cumana* with *Helianthus annuus*. Proc. of the 16th International Sunflower conference, Vol. I: 171-177. Fargo, ND. (USA), August 29 - September 2.
- Pančenko, A. J., Antonova, T. S. (1975): Protective reaction of resistant forms of sunflower to new races of broomrape (in Russian). Sbornik VNIIMK 5-6, Krasnodar.
- Panković, Dejana, Jocić, S., Lačok, Nada, Sakač, Z., Škorić, D. (2004): The use of PCR-based markers in the evaluation of resistance to downy mildew in NS-breeding materijal. Helia, 27, 40: 149-158.
- Perez-Vich, B., Aktouch, B., Velasco, L., Fernandez-Martinez, J. M., Knapp, J. J., Leon, A. J., Nery, S. T. (2004): Mapping QTL-s controlling sunflower resistance to broomrape (*Orobanche cumana*). 16th Internat. Sunf.Conf.Proc., Fargo, ND, USA, Vol:II: 651-657. August 29 - September 2, 2004.
- Pustovoit, G. V., Skuropet, Z. J. (1978): Resistance in wild species of *Helianthus* genus. VNIIMK-Review: Pests and diseases of oil crops: 45-49, Krasnodar (In Russian).
- Putt, E. D. (1964): Breeding behavior of resistance to leaf mottle on *Verticillium*. Crop Sci., 4(2): 177-179.

- Rashid, K. Y., Seiler, G. J. (2004): Epidemiology and resistance to *Sclerotinia* head rot in wild sunflower species. Proc. of the 16th International Sunflower Conference, Vol. II: 751-755, Fargo, ND, August 29 - September 2, 2004.
- Rogers, C. E. (1981): Breeding sunflower for resistance to insects and disease in the United States. EUCARPIA Symposium: Sunflower Breeding, pp. 175-213. Prague.
- Rogers, C. E., Thompson, T. E. (1978): *Helianthus* Resistance to the Carrot Beetle. J. Econ. Entomol 71: 760-761.
- Rogers, C. E., Thompson, T. E. (1980): *Helianthus* resistance to the sunflower beetle (Coleoptera: Chrysomelidae). J. Kansas. Entomol. Soc. 53: 727-730.
- Russi, D., Castano, F., Re, J., Rodrigez, R., Sequeira, C. (2004): New considerations for white rot genetic resistance. Proc. of 16th Inter. Sunfl. Conf. Fargo, ND, USA, Vol.II: 609-615. August 29 - September 2, 2004.
- Saliman, M., Yang, S. M., Wilson, L. (1982): Reaction of *Helianthus* species to *Erysiphe cichoracearum*. Plant Dis., 66(7): 572-573.
- Sauerborn, J., Buschman, H., Giaswand-Ghiasi, K., Kogey, K. H. (2002): Benzothiadiazole Activates Resistance in Sunflower (*Helianthus annuus*) to the Rot-Parasitic Weed *Orobanche Cumana*. Phytopatology, Vol. 92.No.1: 59-64.
- Seiler, G. J. (1992): Utilization of wild sunflower species for the improvement of cultivated sunflower. Field Crops Research, 30: 195-230.
- Seiler, G. J., Gulya, T. J. (1992): Evaluation of wild sunflower species for downy mildew resistance. Proc.of the 13th Inter. Sunfl. Conf. Pisa, Italy. p. 1368-1374.
- Sujatha, M., Prabakaran, A. J. (2004): Prebreeding and altering the genetic architecture of Indian sunflowers using wild sunflowers. Proc. of the 16th International Sunflower Conference, Vol. II: 755-761, Fargo, ND, August 29 - September 2, 2004.
- Sukno, S., Melero-Vera, J. M., Fernandez-Martinez, J. M. (1999): Inheritance of resistance to *Orobanche cumana* in six sunflower lines. Crop Sci. 39: 674-678.
- Škorić, D. (1982): Reaction of the assortment to *Phomopsis* sp. and possibilities of sunflower breeding for resistance to the pathogen (English summary). Uljarstvo, Beograd. No 1: 15-22.
- Škorić, D. (1985): Sunflower breeding for resistance to *Diaporthe/Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al. Helia, No 8: 21-24.
- Škorić, D. (1988): Screening for resistance in wild sunflower forms in order to create resistant hybrids. Inter. Symposium on Sci. and Biotechnol. for an Integral Sunfl. Utilization, Pisa, Italy, 24-26.
- Škorić, D., Rajčan, I. (1992): Breeding for *Sclerotinia* tolerance in sunflower. Proc. of the 13th International Sunflower Conference, Pisa, Italy, Vo.II: 1257-1262.
- Škorić, D., Vrebalov, T., Čupina, T., Turkulov, J., Marinković, R., Maširević, S., Atlagić Jovanka, Tadić, L., Sekulić, R., Stanojević, D., Kovačević, M., Jančić, V., Sakač, Z. (1989): Suncokret, Nolit: 1-635, Beograd.
- Škorić, D., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, Nada, Marinković, R., Atlagić, Jovanka, Panković, Dejana, Vasić, Dragana, Miladinović, F., Gvozdenović, S., Tezić, S., Sakač, Z. (2006): Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42: 131-172.
- Tang, S., Heasacher, A., Kishore, V. K., Fernandez, A., Sadik, E. S., Cole, G., Knapp, S. J. (2003): Genetic mapping of the Or5 gene for resistance to *Orobanche* race E in Sunflower. Crop Sci. 43: 1021-1028.
- Tang, S., Yu, J. K., Slabang, M. B., Shintani, D. K., Knapp, S. J. (2002): Simple sequence repeat map of the sunflower genome. Theor. Appl. Genet. 105: 1124-1136.
- Thompson, T. E., Rogers, C. E., Zimmerman, D. C., Huang, H. C., Whelan, E. D., Miller, J. F. (1978): Evaluation of *Helianthus* species for disease resistance and oil content and quality. Proc. of the 8th Inter. Sunfl. Conf. Minneapolis, MN., USA, p. 501-509.
- Vear, F. (2004): Breeding for durable resistance to the main diseases of sunflower. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Vol. I : 15-29. Fargo, ND, August 29 - September 20.
- Vranceanu, A. V. (2000): Florea-sourelui hibrida. Editura Ceras: 1-1147. Bucharest.
- Vranceanu, A. V., Cep, N., Parvu, N., Stoenescu, F. M. (1983): Genetic variability of sunflower reaction to the attack of *Phomopsis helianthi*. Helia, Nr. 6: 23-25.
- Wegmann, K. (2004): The nature of known and less known factors of *Orobanche* resistance. COST action 849 Workshop "Breeding for resistance to Orobanche sp.", Summary, 4.-6. nov. 2004. Bucharest.
- Yang, S. M., Morris, J. B., Thompson, T. E. (1980): Evaluation of *Helianthus* ssp. for resistance to *Rhizopus* head rot. Proc. 9th Sunfl. Conf. Torremolinos, Spain, 147-151.
- Zimmer, D. E., Fick, G. N. (1974): Some diseases of sunflower in the United States their occurrence, biology and control. Proc. 6th Inter. Sunfl. Conf. Bucharest, 673-680.
- Zimmer D. E., Hoes, J. A. (1978): Diseases, pp. 225-262. Carter, J.F. (Ed), Sunflower Species and Technology Agron. Soc. Am. Agron. Mong. 19, 505.

Abstract

ACHIEVEMENTS IN SUNFLOWER BREEDING FOR RESISTANCE TO DISEASES, BROOMRAPE AND INSECTS

Dragan Škorić, Siniša Jocić and Sandra Gvozdenović

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Email: skoried@ifvns.ns.ac.yu

The original genetic base of the cultivated sunflower is very narrow and deficient in genes for resistance to causal agents of diseases, broomrape, insects, and other stress factors. The existence of the wild relatives of the cultivated sunflower, i.e. the wild species of the genus *Helianthus*, makes it possible to overcome a significant number of problems caused by the narrow genetic base of the cultivated form of this plant.

Sunflower breeders have managed to discover in the wild species genes for resistance to a number of pathogens and they have incorporated them into cultivated sunflower genotypes by

interspecific hybridization. Still, the frequent appearance of new races of downy mildew, rust and broomrape requires the breeders to remain constantly active in finding and incorporating new resistance genes into this crop.

Successful breeding efforts have resulted in the incorporation of genes for resistance to *Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Verticillium wilt*, *Erysiphe cichoracearum* and *Orobanche cumana* into cultivated sunflower genotypes from the wild *Helianthus* species. High tolerance towards *Phomopsis*, *Macrophomina*, *Albugo* and *Alternaria* has been incorporated as well. High degrees of tolerance to *Sclerotinia* and *Phoma* have also been attained.

The use of new biotechnology methods, especially the molecular marker techniques, speeds up the process of discovering new resistance sources. This becomes very important with diseases whose inheritance is polygenic in character.

Sunflower breeding for resistance to insects has thus far produced more modest results, with the exception of the sunflower moth, resistance to which has been discovered in the wild species and incorporated into the cultivated sunflower.

Key words: sunflower, breeding, resistance, diseases, broomrape, insects, molecular markers.

BOLESTI KLIJANACA SUNCOKRETA

Stevan Jasnić¹, Stevan Maširević²

¹Poljoprivredni fakultet, ²Naučni Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

Email: stevems@ifvcns.ns.ac.yu

Izvod

Veći broj vrsta gljiva može da prouzrokuje bolesti klijanaca. Gljive iz rodova *Fusarium* (*F. oxysporum*, *F. helianthi*, *F. equiseti*, *F. culmorum* i dr.), *Pythium* (*P. drechsleri*, *P. aphanidermatum*, *P. debarianum*, *P. irregulare* i dr.) i *Rhizoctonia* (*R. solani*), kao prouzrokovajući paleži klijanaca, predstavljaju veći problem u zemljama sa toplim i vlažnim prolećima. Njihova pojava je zabeležena i u našoj zemlji. Ove vrste prouzrokuju truljenje i propadanje klijanaca, poznato kao palež ili topljenje klijanaca. Slične simptome mogu prouzrokovati i vrste *Plasmopara halstedii*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* i druge.

Ne postoje zadovoljavajuće mere zaštite. Značajne su neke agrotehničke, u koje spadaju plodored i korišćenje zdravog semena za setvu.

Ključne reči: suncokret, bolesti klijanaca, *Fusarium* spp., *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*.

UVOD

Veći broj vrsta gljiva može prouzrokovati bolesti klijanaca. Ove vrste prouzrokuju truljenje i propadanje klijanaca, poznato kao palež ili topljenje klijanaca. Najčešći prouzrokovajući paleži klijanaca su gljive iz rodova *Fusarium*, *Pythium* i *Rhizoctonia*. Slične simptome mogu prouzrokovati i vrste *Plasmopara helianthi*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Botrytis cinerea* i druge. O ovim fitopatogenim vrstama daju se kraći prikazi.

Najčešće pojave paleži klijanaca

Rasprostranjenost i štetnost. Gljive iz rodova *Fusarium*, *Pythium* i *Rhizoctonia*, kao prouzrokovajući paleži klijanaca, mogu se naći u mnogim zemljama gde se suncokret gaji. Ove vrste predstavljaju veći problem u zemljama sa toplim i vlažnim prolećima. Njihova pojava je zabeležena i u našoj zemlji. Međutim, ove vrste ne prouzrokuju ekonomske štete. One se retko javljaju i napadaju pojedinačne biljke (Maširević, 1987).

Problem paleži klijanaca se javlja u zemljama sa tropskom i subtropskom klimom. Tako npr. u Indiji je zabeleženo propadanje preko 45% klijanaca suncokreta, a time i veće ekonomske štete. Ove fitopatogene gljive opisane su i u Rumuniji, Poljskoj, Španiji i Portugaliji, ali nemaju veći značaj.