

"Zbornik radova", Sveska 42, 2006.

**Pregledni rad - Review**

***DOSTIGNUĆA U OPLEMENJIVANJU SUNCOKRETA***

***Škorić, D., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, Nada, Marinković, R.,  
Atlagić, Jovanka, Panković, Dejana, Vasić, Dragana, Miladinović, F.,  
Gvozdenović, Sandra, Terzić, S., Sakač, Z.<sup>1</sup>***

**IZVOD**

Tokom 4 decenije rada na oplemenjivanju suncokreta u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo su postignuti značajni rezultati. U okviru genetičkih resursa stvoreno je preko 7000 inbred linija koje potiču iz genetski divergentnog materijala i sakupljena je bogata kolekcija divljih vrsta roda *Helianthus*. Zatim, razrađene su metode i pravci oplemenjivanja i osmišljen je model hibrida za naše i druge agroekološke uslove.

Stvoren je velik broj hibrida koji su dominantni već 25 godina u proizvodnji suncokreta u našoj zemlji. Preko 100 novosadskih i preko 50 zajedničkih hibrida je priznato u svetu.

Veoma mnogo je urađeno na sakupljanju, održavanju, ispitivanju i korišćenju divljih vrsta u oplemenjivanju suncokreta putem interspecies hibridizacije. U ovom poslu značajno mesto su imala i citogenetska istraživanja.

Korišćenje savremenih metoda biotehnologije (proizvodnja haploida, fuzija protoplasta, *in vitro* skrining, kultura embriona i dr.) je uvedeno u novosadski program oplemenjivanja suncokreta. Posebno treba istaći razradu i praktično korišćenje molekularnih markera u oplemenjivanju na otpornost prema plamenjači.

Vidno mesto u oplemenjivanju bilo je posvećeno otpornosti prema bolestima. Postignuti su značajni rezultati u selekciji na otpornost prema plamenjači,

---

1 Akademik Dragan Škorić, dr Siniša Jocić, naučni saradnik, dr Dejan Jovanović, naučni saradnik, mr Nada Hladni, istraživač, dr Radovan Marinković, naučni savetnik, dr Jovanka Atlagić, naučni savetnik, dr Dejana Panković, viši naučni saradnik, dr Dragana Vasić, viši naučni saradnik, dipl.ing Fedor Miladinović, istraživač, dipl.ing Sandra Gvozdenović, dipl.ing Sreten Terzić, istraživač, mr Zvonimir Sakač, istraživač. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

*Phomopsis*-u, rđi, verticioznom uvenuću, crnoj pegavosti i ugljenastoj truleži korena i stabla. Geni za otpornost prema dotičnim patogenima su pronađeni u divljim vrstama i ugrađeni putem interspecies hibridizacije u genotipove gajenog suncokreta.

Značajno mesto u novosadskom oplemenjivačkom programu je bilo posvećeno stvaranju hibrida otpornih prema rasi E volovoda.

Izuzetan uspeh je ostvaren u stvaranju tolerantnih hibrida prema grupi herbicida imidazolinona. Stvoreni su hibridi RIMI (RIMISOL) i Vitalko. Za očekivati je brzo stvaranje tolerantnih hibrida prema sulfonil-urea na bazi divljih vrsta suncokreta.

Postignuti su značajni rezultati u stvaranju hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

Novosadski i zajednički hibridi stvoreni sa stranim partnerima su gajeni u 2005. godini kod nas i u svetu na preko 2 miliona hektara.

KLJUČNE REČI: Suncokret, oplemenjivanje, hibrid, otpornost, divlje vrste, interspecies hibridizacija, metode biotehnologije.

## Uvod

Suncokret se počeo gajiti u našoj zemlji tridesetih godina 20-og veka. Prema navodima Sulce (1940) u 1935 godini suncokret je bio zasejan u našoj zemlji na 1907 ha, a u 1938 na 23.000 ha. Đorđević (1935) navodi da su u to vreme kod nas gajene uglavnom uvedene sorte iz susednih zemalja. Isti autor navodi da su postojala tri tipa sorata i to: sorte sa sitnim semenom (uljani genotipovi), sorte sa krupnim semenom (za ishranu stoke) i kombinovane sorte (za ulje, konzumno korišćenje i stočnu ishranu).

Uvedene sorte su se gajile do pred kraj II Svetskog rata. Drugi period se karakteriše gajenjem prvih novosadskih sorti (Novosadski - 4) od kraja II Svetskog rata pa do 1960. godine (Nikolić-Vig et al., 1965). Treći period obuhvata vreme od 1960.-1977 godine kada su se gajile ruske visokouljane sorte otporne prema rasi B volovoda. Četvrti period obuhvata gajenje novosadskih hibrida stvorenih na bazi citoplazmatske muške sterilnosti od 1977. godine pa do današnjeg dana (Škorić, 1998).

Na oplemenjivanju suncokreta u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo se radi od početka njegovog osnivanja 1938. godine (Nikolić-Vig, 1961, 1965). Posebno treba istaći intenzivan rad na stvaranju hibrida suncokreta, a koji je započeo davne 1965. godine (Škorić, 1988).

Otkrivanjem prvog izvora citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) u 1969. godini (Leclercq, 1969) i restorer gena od strane više autora (Škorić, 1989) prišlo se intenzivnom stvaranju hibrida. Naša zemlja zajedno sa Francuskom, SAD i Rumunijom među prvima u svetu uvela je sopstvene hibride u masovnu proizvodnju (1978. godine). U predhodne 4 decenije ostvaren je značajan napredak u oplemenjivanju suncokreta u svetu i kod nas. Stvoreni su hibridi sa genetskim potencijalom za prinos semena preko 6 t/ha i sadržajem ulja u semenu do 55 %. Korišćenjem divljih vrsta roda *Helianthus* putem interspecies hibridizacije ugrađena je otpornost u genotipove gajenog suncokreta prema

plamenjači, rđi, *Verticillium*-u, suncokretovom moljcu i volovodu (*Orobancha cumana*). Takođe, ostvarena je poljska otpornost prema *Phomopsis*-u i *Macrophomina*. U najnovijoj generaciji hibrida povećana je tolerantnost prema beloj truleži (*Sclerotinia*).

Posebno treba istaći značajan napredak u oplemenjivanju suncokreta u pogledu izmene kvaliteta ulja. Induciranim mutacijama dobijeni su genotipovi sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju (Soldatov, 1976). Pored toga otkrivene su spontane mutacije sa recesivnim genom za različit sadržaj alfa, beta, gama i delta tokoferola (Demurin, 1993).

Vidan napredak u oplemenjivanju suncokreta je ostvaren u stvaranju hibrida otpornih prema herbicidima (imidazolinonima i sulfonil-urea). Ništa manje nije značajno povećanje tolerantnosti prema stresu (suši) unošenjem gena iz određenih divljih vrsta u genotipove gajenog suncokreta (Škorić et al., 2002).

Seme i jezgro suncokreta odlikuje i visoka nutritivna i hranljiva vrednost. Takođe, značajan su i izvor biljnih proteina. Naturalno ili u obliku preradevina, seme ili jezgro suncokreta nalaze sve više mesta u prehrambenoj, konditorskoj i pekarskoj industriji kao jedna od sirovina za pripremanje velikog broja različitih prehrambenih proizvoda.

Realizacija zahteva od strane prerađivačke industrije moguća je jedino stvaranjem hibrida za posebne namene (konzumnih hibrida). Pored oplemenjivanja na glavne komponente prinosa semena i stvaranja genetičkog potencijala za prinos preko 5 t/ha, hibridi konzumnog tipa treba da su sa smanjenim sadržajem ulja i povećanim sadržajem proteina uz zadržavanje dobrih agromskih osobina (Jovanović, 2001).

Veće i brže korišćenje divljih vrsta u oplemenjivanju suncokreta zahteva precizna citogenetska proučavanja samih vrsta i interspecies hibrida. U predhodnih 25 godina se u oplemenjivanju suncokreta intenzivno koristi metod interspecies hibridizacije za prenos "poželjnih gena" iz divljih vrsta u gajeni suncokret. Mnoštvo i raznolikost vrsta roda *Helianthus* pruža velike mogućnosti oplemenjivačima suncokreta. S druge strane divergentnost i heterogenost prisutna u rodu *Helianthus* nosi niz teškoća, pre svega "cross" inkompatibilnost, abortivnost embriona, sterilnost i smanjenu fertilitnost interspecies hibrida.

Biotehnologija, odnosno moderna kultura tkiva, biologija ćelije i molekularna biologija pružaju mogućnost proširenja genetske osnove gajenog suncokreta i stvaranja nove germplazme, bolje adaptirane na nove zahteve tržišta i proizvodnje (Alibert i sar. 1998). Intenzivan rad u ovim oblastima je na suncokretu započet ranih sedamdesetih.

Primena molekularnih markera u oplemenjivanju suncokreta odnosno Marker-Assisted Selection (MAS) dovodi do značajnog ubrzanja ovog procesa. U prvoj etapi molekularni markeri omogućavaju brzu detekciju genetičke divergentnosti, što je veoma značajno pri izboru materijala u procesu oplemenjivanja suncokreta. Pored toga detekcija poželjnih alela i haplotipova sa molekularnim markerima je moguća u ranim fazama razvića biljke, odnosno u ranim fazama stvaranja novih linija, što redukuje ili potpuno eliminiše veliki broj ciklusa u kojima se testiraju poželjni fenotipovi. Zato je još važnija primena molekularnih

markera u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema abiotičkom (suša) i biotičkom stresu (bolesti), kao i na poboljšani kvalitet ulja.

Cilj ovoga rada je da se prikažu ostvareni rezultati u oplemenjivanju suncokreta u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u predhodnih 40. godina.

### **Genetički resursi koji se koriste u oplemenjivanju suncokreta**

Uspeh u oplemenjivanju u velikoj meri zavisi od genetičkih resursa koji se koriste, kao i njihove varijabilnosti, a posebno za agronomski važna svojstva. Kao početni materijal u novosadskom oplemenjivačkom programu su korišćene novosadske, ruske, ukrajinske, argentinske i druge sorte. Dominantno mesto u stvaranju samooplodnih linija imale su visokouljane ruske sorte. Nakon otkrivanja prvog izvora CMS-a (Leclercq, 1969) za stvaranje restorer linija su poslužili USDA-R<sub>f</sub>-gene pools. Za ugradnju gena za otpornost prema dominantnim bolestima korišćeni su interspecies hibridi između genotipova gajenog i određenih divljih vrsta suncokreta. U predhodnih 10-15 godina značajno mesto u genetičkim resursima koji se koriste u oplemenjivanju zauzimaju namenski kreirani "gene pools", čija je namena da se dobije nova genetička varijabilnost od B i R<sub>f</sub> linija. Najnoviji prilaz u povećanju genetičke varijabilnosti kod genotipova gajenog suncokreta koriste se konvergentna ukrštanja između komercijalnih linija koje poseduju gene za pojedina svojstva (otpornost prema bolestima, kombinacionu sposobnost, različit kvalitet ulja, otpornost prema herbicidima i tolerantnost na sušu). Takođe, značajno mesto u stvaranju B i R<sub>f</sub> linija imaju domaći i inostrani hibridi kod kojih se samooplođnjom dobijaju nove produktivne linije.

Na osnovu svih napred navedenih izvora stvoreno je preko 7000 inbred linija koje čine osnovu za stvaranje produktivnih hibrida suncokreta. Pored toga kolekcija divljih jednogodišnjih i višegodišnjih divljih vrsta iz roda *Helianthus*, predstavlja značajno mesto u novosadskoj germplazmi. Veći broj interspecies hibrida između gajenih genotipova i određenih divljih vrsta predstavlja novu germplazmu za stvaranje novih inbred linija i povećanje genetičke varijabilnosti kod gajenog suncokreta.

Za stvaranje hibrida sa različitim kvalitetom ulja poslužila je ruska sorta sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju Pervenec (Soldatov, 1976), a za izmenu vrste i količine tokoferola poslužile su ruske linije (Demurin, 1993) koje su izdvojene kao prirodni mutanti.

Postojeća genetička varijabilnost omogućava stvaranje hibrida za različite agroekološke uslove, kao i hibrida za posebne namene.

### **Metode i pravci oplemenjivanja**

Kod stvaranja produktivnih sorti suncokreta u periodu od 1960-1997. godine korišćen je metod Pustavojt-a (1966) koji se zasniva na bazi rezervnog semena i njegove varijabilnosti.

Stvaranje sortnih populacija po metodu Pustavojt a (1966) odvija se u sledećim etapama: a. izbor elitnih biljaka; b. matičnjak prve godine ispitivanja; c. matičnjak druge godine ispitivanja; d. matičnjak dirigovanog oprašivanja (kros-polinacija između najboljih elitnih biljaka); e. preliminarna i predsortna ispitivanja; f. ispitivanje u zvaničnim ogledima radi priznavanja.

Ovim metodom su stvorene sve ruske sorte koje su se gajile u našoj zemlji u periodu 1960.-1977. godina, kao i nekoliko novosadskih sorti Novi Sad 20, 61 i 317.

Otkrivanjem prvog izvora CMS-a od strane Leclercq (1969) i restorer gena ( $R_f$ ) od strane nekoliko autora moglo se prići praktičnom stvaranju hibrida i korišćenju fenomena heterozisa kod suncokreta. Kod nas, u Rumuniji, SAD i Francuskoj su stvoreni prvi sopstveni hibridi suncokreta u svetu. Hibridi suncokreta se danas gaje u većini država u svetu, dok su sortne populacije prisutne u proizvodnji u malom broju zemalja u razvoju.

Kod stvaranja hibrida suncokreta ima više bitnih faktora koji određuju glavne pravce i ciljeve u oplemenjivanju. Glavni ciljevi u oplemenjivanju suncokreta su povećanje prinosa, sadržaja ulja u semenu i njegovog kvaliteta, žetvenog indeksa, akceptora asimilativa, otpornosti prema dominantnim bolestima i insektima, ranije sazrevanje, čvrsta stabljika, određena arhitektura biljke, atraktivnost prema polinatorima, tolerantnost prema suši, otpornost prema herbicidima i nizu drugih svojstava (Škorić, 1989 i 1992).

Posebno mesto u oplemenjivanju suncokreta zauzima interspecies hibridizacija, odnosno pronalaženje poželjnih gena u divljim vrstama roda *Helianthus* i njihova ugradnja u genotipove gajenog suncokreta (Škorić et al., 2002).

Kod stvaranja konzumnih (visokoproteinskih) hibrida pored prinosa i otpornosti prema bolestima, veoma je važna krupnoća semena, njen oblik i boja, visok udeo jezgre, uniformnost u krupnoći semena, lako ljuštenje i dugotrajno i bezbedno čuvanje semena (Fick and Miller, 1997).

Pored napred iznetih svih svojstava i njihovih graničnih vrednosti kod hibrida sa različitim kvalitetom ulja, veoma su važni i određeni parametri koji definišu različit kvalitet ulja. Za oleinski tip hibrida bitan je visok sadržaj oleinske kiseline (>80 %), a kod visoko-linolnog tipa visok sadržaj linolne kiseline. Kod oleinskog tipa hibrida moguće je izmeniti dominantni udeo alfa tokoferola, sa alfa + beta, beta + gama, gama + delta i druge kombinacije tokoferola i time povećati održivost ulja za 16 puta u odnosu na standardno ulje suncokreta (Škorić et al. 2002).

Novosadski program oplemenjivanja suncokreta se odvija sledećim pravcima:

1. Stvaranje produktivnih hibrida (sa genetskim potencijalom za prinos semena od preko 6 t/ha, odnosno prinosom ulja iznad 2,5 t/ha) otpornih prema dominantnim bolestima i suši;
2. Stvaranje produktivnih hibrida sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju, otpornih prema dominantnim bolestima i suši;
3. Stvaranje produktivnih hibrida konzumnog tipa (povećan sadržaj i kvalitet proteina i visok prinos jezgre) otpornih prema dominantnim bolestima i suši;
4. Stvaranje produktivnih hibrida otpornih prema određenim grupama herbicida i dominantnim bolestima i suši;
5. Stvaranje hibrida dekorativnog tipa.

Kod svakog tipa hibrida veoma je bitno izgraditi model hibrida za određene agroekološke uslove i odrediti prioritete u oplemenjivanju na najvažnija svojstva (Škorić et al., 2002).

### Oplemenjivanje suncokreta na produktivnost

Povećanje produktivnosti nije jednostavan proces, već složene aktivnosti stručnjaka različitih profila koji zajednički rade na povećanju genetičke varijabilnosti kod genotipova gajenog suncokreta, a na osnovu koje je moguće stvoriti produktivnije adaptabilnije i otpornije hibride koji će u masovnoj proizvodnji davati veće prinose od postojećih.

Posebno je bitno da oplemenjivač dobro zna koji je glavni limitirajući faktor u proizvodnji za dotični region i da ga u oplemenjivačkom procesu otkloni, odnosno izvrši ugradnju gena koji kontrolišu dotični faktor. Ovo najbolje ilustruju rezultati Nikolić-Vig (1961) kada su kod nas uvedene ruske visokouljane sorte otporne prema dominantnoj rasi volovoda (*Orobanche cumana*) prema kojoj nisu bile otporne prve novosadske sorte suncokreta (tabela 1).

Pronalaženjem prvog izvora CMS-a putem interspecies hibridizacije između genotipa gajenog i divlje vrste suncokreta *H. petiolaris* i restorer gena ( $R_f$ ) i kada je obezbeđeno praktično korišćenje fenomena heterozisa obezbeđeno je stvaranje hibrida na bazi CMS-a.

Prvi novosadski hibridi suncokreta NS-H-26-RM, NS-H-27-RM, NS-H-62-RM, NS-H-63-RM su imali visok genetski potencijal za prinos semena, a koji je obezbedio povećanje prinosa od 19 - 27 % u odnosu na ruske sorte (Škorić, 1998). Ovo najbolje potvrđuju rezultati dobijeni u mreži mikro ogleda u Vojvodini (tabela 2).

Tab. 1. Proizvodne karakteristike prvih novosadskih i ruskih sorata suncokreta

Tab. 1. Production characteristics of the first Novi Sad and Russian cultivars of sunflower

No.	Sorta Cultivar	Prinos semena (kg/ha) Seed yield (kg/ha)	Sadržaj ulja u semenu (%) Seed oil content (%)	Prinos ulja (kg/ha) Oil yield (kg/ha)	Relativni prinos ulja (%) Relative oil yield (%)
1	Novosadski 8	2749	30.1	720	74.4
2	Novosadski 4	3234	34.5	968	100
3	Novosadski 18	3090	35.6	957	98.9
4	Peredovik	3048	45.9	1217	125.7
5	Smena	2942	45.1	1157	119.2
6	VNIIMK 8931	3228	44.7	1255	129.6
7	VNIIMK 6540	3194	44.9	1284	128.9
8	VNIIMK 1646	2970	44.1	1139	117.7
9	ARMAVIRSKI 3497	2725	44.3	1036	107.0
10	ARMAVIRSKI 9343	3045	45.6	1208	124.8
11	ARMAVIRSKI 9345	3130	43.9	1195	123.4

According to Nikolić-Vig, 1961

LSD for seed yield

5 % = 993 kg/ha

1 % = 1343 kg/ha

Tab. 2. Prosečni prinos semena dobijen u demo ogledima u Vojvodini u 1977.

Tab. 2. Average seed yield obtained in demonstration trials in the Vojvodina Province during 1977

Sorta-hibrid Cultivar	Srem (kg/ha)	Banat (kg/ha)	Bačka (kg/ha)	Prosek Average (kg/ha)	Relativni prinos (%) Relative yield (%)
VNIIMK 8931	2893	2688	2911	2830	100
Peredovic	3017	2629	2852	2832	100
NS-H-26-RM	3658	3494	3638	3596	127
NS-H-27-RM	3346	3372	3408	3375	119
NS-H-62-RM	3655	3443	3556	3553	125
NS-H-63-RM	3545	3419	3690	3551	125

According to Škorić, 1988.

Pojavom jednog novog obolenja *Phomopsis*-a kod nas (u Vojvodini) i Rumuniji (Banat) u 1980. godini značajno je ugrozilo proizvodnju suncokreta kod nas i dovelo do smanjenja površina i prinosa. Novosadski hibridi koji su se nalazili do tada u masovnoj proizvodnji usled pojave *Phomopsis*-a smanjili su realizaciju svojih genetskih potencijala na svega 10-20 %.

Postojanje izvora poljske otpornosti prema *Phomopsis*-u u nekoliko linija dobijenih na bazi divljih vrsta suncokreta u toku 3 godine omogućilo je stvaranje prvih visoko-tolerantnih hibrida u svetu i to: NS-H-43, NS-H-44 i NS-H-45.

Stepen realizacije njihovih genetskih potencijala je bio veoma visok i ovi hibridi su vratili poverenje, prinose i površine suncokreta u našoj zemlji i obezbedili novosadskom oplemenjivačkom timu značajan ugled u svetu. Ovi hibridi su za 70-92 % davali veće prinose u odnosu na ranije hibride (tabela 3).

Novosadski oplemenjivački tim u periodu od 1980-2005. godine stvorio je velik broj hibrida suncokreta koji su priznati kod nas i više evropskih zemalja.

Povećanje kombinacionih sposobnosti za prinos semena kod novostvorenih inbred linija, omogućava stvaranje produktivnijih hibrida iz generacije u generaciju u svakom oplemenjivačkom programu. Ovo je moguće ostvariti samo uz osmišljeno povećanje genetičke varijabilnosti kod gajenog suncokreta. Realizacija ovog zadatka u okviru oplemenjivačkog novosadskog programa se odvija u više pravaca. Kumulacijom poželjnih gena na osnovu već stvorenih inbred linija uz primenu konvergentnih ukrštanja i nakon toga samooplodnjom obezbeđuje stvaranje novih linija koje će imati veću vrednost OKS i PKS za agronomski važna svojstva i time obezbeđuju stvaranje produktivnijih hibrida suncokreta. Drugi način za povećanje genetičke varijabilnosti kod gajenog suncokreta je korišćenje divljih vrsta roda *Helianthus* putem interspecies hibridizacije, a što se uveliko koristi u novosadskom oplemenjivačkom programu.

Povećanje produktivnosti i stabilnosti najbolje mogu pokazati rezultati ostvareni u 2005. godini u mreži mikroogleda u Vojvodini. Ova godina je sigurno sa najvećom količinom padavina u toku vegetacionog perioda od kada se suncokret gaji u našoj zemlji. Ovakve vremenske prilike su izazvale ekstremnu pojavu obolenja bele truleži glave (*Sclerotinia sclerotiorum*) i dovele do značajnog smanjenja prinosa u masovnoj proizvodnji. U takvim uslovima novopriznati

hibridi Somborac, Sremac i Šumadinac su dali značajno veće prinose od najrasprostranjenijeg našeg hibrida u masovnoj proizvodnji NS-H-111 (tabela 4).

Tab. 3. Prinos semena kod visoko tolerantnih hibrida na *Phomopsis* (Lokalitet Rimski Šančevi, 1984)

Tab. 3. Seed yield of hybrids highly tolerant of *Phomopsis* (Location Rimski Šančevi, 1984)

Hibrid Hybrid	Prinos semena (kg/ha) Seed yield (kg/ha)	Relativni prinos semena (%) Relative seed yield (%)	Stepen infekcije (sklada: 0-4)* Severity of infection (an a 0-4)*
NS-H-26-RM (kontrola) (Check)	1618	100	4
NS-H-43	2791	172	0-1
NS-H-44	2795	172	0-1
NS-H-45	3108	192	0-1

According to Škorić, 1985.

\* 0 - otporan / resistant; 4 - potpuno osetljiv / fully susceptible

Tab. 4. Prosečan prinos semena dobijen u mikroogledima u Vojvodini u 2005. godini

Tab. 4. Average seed yield obtained in small-plot trials in the Vojvodina Province during 2005.

Hibrid Hybrid	Prinos semena (kg/ha) Seed yield (kg/ha)	Relativan prinos semena (%) Relative seed yield (%)
NS-H-111	1948	100
Somborac	2358	121
Sremac	2407	123
Šumadinac	2306	118

Inače, NS-H-111 se uspešno gaji u Ukrajini, Rumuniji i Bugarskoj, na ukupnim površinama od preko 300.000 ha. Ostvareni rezultati pokazuju da novostvoreni hibridi Sremac, Somborac i Šumadinac imaju veći stepen realizacije svojih genetskih potencijala u ekstremno nepovoljnim uslovima spoljne sredine.

### ***Korišćenje genetičke varijabilnosti na međunarodnom nivou***

Značajno manifestovanje efekta heterozisa za agronomski važna svojstva je osnovni preduslov za dobijanje produktivnih hibrida. Genetička udaljenost roditeljskih linija je jedan od bitnih preduslova za ispoljavanje dobrih opštih (OKS) i posebnih kombinirajućih sposobnosti (PKS). Činjenica je da svaki oplemenjivački centar u okviru svog selekcionog materijala ima ograničenu genetičku varijabilnost koja sprečava dobijanje značajnih pomaka u povećanju prinosa. Kod suncokreta ovo se uveliko već koristi 20 godina. Veći broj hibrida koji igraju značajnu ulogu u proizvodnji suncokreta u Evropi su zajednički hibridi.

Vlasništvo nad linijama nije ugroženo, jer se razmenjuju samo A-linije koje su citoplazmatski muško sterilne, a koje drugi partneri ukrštaju sa svojim restorer ( $R_f$ ) linijama (Škorić et al., 2002).



Novosadski institut ima veoma razvijenu saradnju na programima stvaranja zajedničkih hibrida suncokreta. Ova se saradnja odvija sa preko 30 institucija (kompanija i instituta) u svetu. Kao rezultat rada na stvaranju zajedničkih hibrida, stvoreno je i priznato preko 60 zajedničkih hibrida sa partnerima u svetu. Zajednički hibridi igraju važnu ulogu u proizvodnji suncokreta u svetu (Francuska, Rusija, Ukrajina, Kina, Italija, Austrija i neke druge države). Sa sigurnošću se može konstatovati da u 2005. godini zajednički hibridi stvoreni između novosadskog instituta (IFVC) i partnera u svetu zauzimaju preko 1 milion hektara.

### ***Način nasleđivanja različitih svojstava u $F_1$ i $F_2$ generaciji***

Važno je za svaki oplemenjivački centar da stvori velik broj inbred linija i da ispita njihove kombinirajuće sposobnosti (OKS i PKS). Da bi u okviru oplemenjivačkog programa se mogle odrediti optimalne i ekstremne vrednosti agronomski važnih svojstava kod roditeljskih linija i hibrida potrebno je dobro poznavati način njihovog nasleđivanja u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji. Prema rezultatima H I a d n i et al. (1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 i 2005) različita svojstva se različito nasleđuju u  $F_1$  i  $F_2$  generaciji (tabele 5 i 6) Ostvareni rezultati omogućavaju kreiranje modela hibrida za različite agroekološke uslove na osnovu raspoložive genetske varijabilnosti inbred linija.

### **Stvaranje hibrida konzumnog tipa**

Predhodnih 10 godina u novosadskom oplemenjivačkom programu intenzivan je rad na stvaranju hibrida konzumnog tipa. U prvoj etapi stvoren je velik broj inbred linija koje obezbeđuju stvaranje hibrida konzumnog tipa.

Specifičnost oplemenjivačkih ciljeva u programima konzumnih genotipova suncokreta bili bi: (1) povećanje sadržaja proteina u semenu preko 25 % i esencijalnih amino kiselina, (2) smanjenje sadržaja ulja u semenu ispod 40 % uz istovremeno povećanje stabilnosti ulja, (3) povećanje mase 1000 semena, sadržaja jezgra i lakoća ljuštenja, (4) uniformnost u veličini i boji semena. Dalji oplemenjivački pravci konzumnog suncokreta bili bi usmereni u stvaranju različitih hibrida čije bi se zrno koristilo: 1) za ishranu bez termičke obrade, 2) za ishranu sa termičkom obradom, 3) za proizvode od suncokreta u prehrambenoj i konditorskoj industriji, 4) za ljuštenje i dobijanje proteinskog brašna.

Rezultat rada na stvaranju konzumnih hibrida su novostvoreni hibridi Vranac i Cepko koji su priznati u našoj zemlji, Francuskoj, Češkoj, Mađarskoj i Ukrajini.

Konzumni dvolinijski (SC) hibridi suncokreta Vranac i Cepko stvoreni su na bazi citoplazmatske muške sterilnosti i gena za restauraciju fertiliteta. U njima su uspešno kombinovani geni odgovorni za visok genetički potencijal za prinos semena i dobre tehničko-tehnološke osobine semena. Prema rezultatima trogodišnjih oglada Saveznog zavoda za biljne i životinjske genetičke resurse hibridi Cepko i Vranac ostvarili su prosečne prinose semena od 2637 i 2631 kg ha<sup>-1</sup>, 198 odnosno 192 kg ha<sup>-1</sup> više od standarda NS-Delija (Tab.7). Najviši prinos semena hibridi Vranac i Cepko (4558 kg ha<sup>-1</sup> i 4250 kg ha<sup>-1</sup>) ostvarili su na lokalitetu Sombor. Prosečan prinos semena, posmatran pojedinačno za sve tri

godine, hibrida Vranac i Cepko viši je od standarda. Najviši prinos proteina hibridi Vranac i Cepko (754 i 691 kg ha<sup>-1</sup>) ostvarili su na lokalitetu Sombor (Tab.8). Prosečan prinos proteina, pojedinačno za sve tri godine, hibrida Vranac i Cepko viši je od standarda.

Tab. 5. Način nasleđivanja različitih svojstava u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji

Tab. 5. Mode of inheritance of different traits in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generations

svojstvo characteristic	Način nasleđivanja Inheritance		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	Dialel F <sub>1</sub> F <sub>2</sub>
Ugao lisne drške Petiole angle	intermedijaran i dominantan	intermedijaran i dominantan	glavni deo genetske varijanse otpada na aditivnu komponentu, prosečan stepen dominacije (H1/D) 1/2 je manji od jedinice, to ukazuje da se u nasleđivanju ULD radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije
Dužina lisne drške Petiole length	dominantno, a rede intermedijarno, parcijalno dominantno i superdominantno	dominantno osim u četiri kombinacije gde se ispoljila intermedijarnost.	aditivan efekat gena od većeg značaja u nasleđivanju DL.D. Izračunata vrednost stepena dominacije (H1/D) 1/2 je manja od jedinice, to govori da se u nasleđivanju DLD radi o parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije.
Ukupan broj listova Total leaf number	intermedijarno, parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno	intermedijarno, parcijalno dominantno, dominantno i superdominantno.	aditivna komponenta genetske varijanse (D) veća od dominantne (H1 i H2), prosečan stepen dominacije (H1/D) 1/2 je manji od jedinice u obe generacije, to ukazuje da se u nasleđivanju UBL parcijalnoj dominaciji uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja.
Ukupna lisna površina po biljci Total leaf area per plant	superdominacijom	najčešće bila prisutna dominacija	dominantno delovanje gena ima značajniju ulogu u nasleđivanju ULP u odnosu na aditivno delovanje, što se podudara sa rezultatima komponenti genetske varijanse Prosečan stepen dominacije (H1/D) 1/2 je veći od jedinice što govori da se u nasleđivanju ULP ispoljila superdominacija u obe generacije
Visina biljke Plant height	superdominacija, ali se javila i parcijalna dominacija i dominacija	superdominacija, ali se javila i parcijalna dominacija i dominacija.	Aditivna komponenta genetske varijanse (D) veća je od dominantne (H1 i H2) u F <sub>1</sub> i F <sub>2</sub> generaciji. Iz odnosa (H1/D) 1/2 koji je manji od jedinice u obe generacije se vidi da je način nasleđivanja VB bila parcijalna dominacija
Prečnik glave Head diameter	superdominantno jedino se u četiri ukrštanja javila dominacija	dominantno, a superdominacija se zadržala u četiri kombinacije	Dominantna komponenta je veća od aditivne što znači da glavni deo genetske varijanse čini dominantna komponenta u F <sub>1</sub> i F <sub>2</sub> generaciji za PG Izračunata vrednost (H1/D) 1/2 koja pokazuje prosečan stepen dominacije, je veća od jedan, što govori da se u nasleđivanju PG ispoljila superdominacija uzevši u obzir sve hibridne kombinacije F <sub>1</sub> i F <sub>2</sub> generacije.
Prinos semena po biljci Seed yield per plant	Nije rađeno		Glavni deo genetske varijanse otpada na dominantnu komponentu u nasleđivanju PS uzevši u obzir sve kombinacije ukrštanja prosečan stepen dominacije, je veći od jedan, to govori da se u nasleđivanju PS ispoljila superdominacija uzevši u obzir sve hibridne kombinacije F <sub>1</sub> i F <sub>2</sub> generacije.

Tab. 6. Način nasleđivanja agronomski važnih svojstava u  $F_1$  generaciji  
 Tab. 6. Mode of inheritance of agronomically important traits in the  $F_1$  generation

Svojstvo Characteristic	Linija x tester Line x tester
	Način nasleđivanja Inheritance
Visina biljke Plant height	Glavnu ulogu u nasleđivanju visine biljke ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje odnos OKS/PKS za visinu biljke (0.57) u $F_1$ generaciji koji je manji od jedinice u obe godine.
Prečnik glave Head diameter	Glavnu ulogu u nasleđivanju prečnika glave ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje odnos OKS/PKS za prečnik glave (0.08) u $F_1$ generaciji koji je manji od jedinice u obe godine.
Ukupan broj semena po glavi Total seed number per head	Glavnu ulogu u nasleđivanju ukupnog broja semena po glavi ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje i odnos OKS/PKS u $F_1$ generaciji koji je manji od jedinice i iznosi (0.11).
Masa 1000 semena 1000 - seed mass	Glavnu ulogu u nasleđivanju mase 1000 semena ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje i vrednost između OKS/PKS u $F_1$ generaciji (0.30) koji je manji od jedinice.
Prinos semena po biljci Seed yield per plant	Glavnu ulogu u nasleđivanju prinosa semena po biljci ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje i vrednost između G OKS/PKS u $F_1$ generaciji (0.08) koji je manji od jedinice.
Sadržaj ulja u semenu Oil content in seed	Glavnu ulogu u nasleđivanju sadržaja ulja ima neaditivna komponenta genetske varijanse, što se vidi iz analize varijansi kombinacionih sposobnosti i analize komponenti genetske varijanse. To potvrđuje odnos OKS/PKS za sadržaj ulja (0.33) u $F_1$ generaciji koji je manji od jedinice.

Seme hibrida Vranac pogodno je za ishranu, ljuštenje i proizvodnju jezgre. Pripada grupi srednje ranih hibrida dužine vegetacije od 115 do 120 dana. Stabljika je čvrsta prosečne visine od 175 do 180 cm. Genetski potencijal za prinos semena je preko 4 t/ha. Sadržaj ulja u semenu kreće se od 44 do 48 %. Sadržaj ljuske je od 25 do 28 %. Hibrid poseduje genetičku otpornost na plamenjaču ( $Pl_1$ ), rđu i suncokretovog moljca. Tolerantan je na *Phomopsis* sp. Atraktivan je za oprašivače. Poseduju dobru adaptabilnost za različite ekološke uslove i tipove zemljišta. Preporučena gustina useva od 42 do 46000 biljaka po ha.

Hibrid Cepko pogodan je za ljuštenje i proizvodnju jezgra. Pogodan je za ishranu ptica. Srednje rani je hibrid čvrste stabljike, dužine vegetacije od 110 do 115 dana. Prosečna visina stabljike od 180-185 cm. Genetski potencijal za prinos semena je preko 4.5 t/ha. Sadržaj ulja u semenu je manji od 42 %. Sadržaj proteina

u semenu preko 16 %. Hibrid poseduje genetičku otpornost na plamenjaču (Pl<sub>1</sub>), rđu i suncokretovog moljca. Tolerantan je na *Phomopsis* sp. Atraktivan je za oprašivače. Poseduje dobru adaptabilnost za različite ekološke uslove i tipove zemljišta. Preporučena gustina useva je od 46 do 48.000 biljaka po ha.

Uvođenjem u proizvodnju novih hibrida suncokreta pružiće se ratarima veća mogućnost izbora najboljih genotipova za različite namene i uslove proizvodnje, a samim tim i dobijanje kvalitetne sirovine za potrebe uljarske industrije.

Tab. 7. Prinos semena (kg ha<sup>-1</sup>) sa 11 % vlage hibrida Vranac i Cepko u trogodišnjim ogledima

Tab. 7. Seed yield (kg ha<sup>-1</sup>) of the hybrids Vranac and Cepko in three-year trials

Hibrid Hybrid	Godina Year	Lokalitet Location				Prosek Average	Trogodišnji prosek Three-year average
		Sombor	Novi Sad	Pančevo	Zaječar		
NS-Delija	1999.		1917	721	3636	2091	
	2000.		2596	3808	2247	2884	
	2001.	3972	1126	2332	2020	2363	2439
Vranac	1999.		2126	1201	3220	2182	
	2000.		2848	4558	2652	3353	
	2001.	4466	721	2457	2008	2413	2631
Cepko	1999.		2259	2010	3725	2664	
	2000.		2846	3505	2336	2896	
	2001.	4250	506	2873	2008	2409	2637

Tab. 8. Prinos proteina (kg ha<sup>-1</sup>) vlage hibrida Vranac i Cepko u trogodišnjim ogledima

Tab. 8. Protein yield (kg ha<sup>-1</sup>) of the hybrids Vranac and Cepko in three-year trials

Hibrid Hybrid	Godina Year	Lokaliite Location				Prosek Average	Trogodišnji prosek Three-year average
		Sombor	Novi Sad	Pančevo	Zaječar		
NS-Delija	1999.		286	108	478	291	
	2000.		471	441	302	404	
	2001.	640	184	351	376	388	2439
Vranac	1999.		322	199	436	319	
	2000.		413	606	400	473	
	2001.	691	110	399	342	386	2631
Cepko	1999.		345	297	598	414	
	2000.		465	484	408	452	
	2001.	754	86	483	404	431	2637

### Korišćenje divljih vrsta u oplemenjivanju suncokreta

Rod *Helianthus* prema najnovijim taksonomskim odredbama čini 51 vrsta, a od toga 14 jednogodišnjih i 37 višegodišnjih.

Izvorni genotipovi gajenog suncokreta su genetski veoma uski i deficitarni u poželjnim genima za agronomski važna svojstva. Korišćenje divljih vrsta roda *Helianthus* u povećanju genetičke varijabilnosti gajenog suncokreta kod nas i u svetu dalo je značajne rezultate.

Divlje vrste suncokreta se koriste u različite namene, radi povećanja genetske varijabilnosti gajenog suncokreta. Na osnovu ciljeva, namensko korišćenje se može grupisati:

- Izvori CMS (citoplazmatske muške sterilnosti);
- Izvori za pronalaženje novih R<sub>f</sub> restorer gena;
- Otkrivanje gena za otpornost prema bolestima i insektima;
- Otkrivanje gena za izmenu sadržaja i kvaliteta ulja i proteina;
- Otkrivanje gena za otpornost prema herbicidima;
- Otkrivanje gena za visoku tolerantnost prema stresu (zemljišnoj i vazdušnoj suši);
- Otkrivanje gena za poboljšanje agronomskih i morfoloških osobina gajenog suncokreta;
- Otkrivanje gena za poboljšanje upotrebne vrednosti svih organa biljaka suncokreta.

Ovo je složen proces gde je prva etapa pronalaženje poželjnih gena. Druga etapa je unosenje poželjnih gena u genotipove gajenog suncokreta. Treća etapa je proučavanje načina nasleđivanja poželjnih gena u F<sub>1</sub> generaciji (Škorić, 1988). Paralelno je potrebno dobro proučiti probleme i način njihovog prevazilaženja u toku interspecies hibridizacije.

### **Značaj citogenetskih istraživanja u oplemenjivanju suncokreta**

Mogućnost korišćenja divljih vrsta u oplemenjivanju gajenog suncokreta predstavljena je kroz mogućnost ukrštanja, analizu mejoze i vitalnosti polena.

Jednogodišnje divlje vrste suncokreta su filogenetski bliske gajenom suncokretu pa ih je moguće koristiti bez velikih teškoća u interspecies programima. Od 11 jednogodišnjih divljih vrsta 7 vrsta (*H. annuus*, *H. argophyllus*, *H. petiolaris*, *H. praecox*, *H. debilis*, *H. neglectus*, *H. niveus*) su uspešno ukrštene sa linijama gajenog suncokreta. Rezultate fenotipskih opažanja, izučavanja načina nasleđivanja nekih bioloških svojstava i citogenetskih analiza kod dobijenih F<sub>1</sub> interspecies hibrida saopštila je Atlagić (1986, 1988, 1990).

Grupa diploidnih višegodišnjih vrsta je vrlo interesantna za oplemenjivače kao izvor otpornosti prema prouzročivačima bolesti (*H. giganteus*, *H. maximiliani*), visok sadržaj ulja u semenu (*H. salicifolius*), novog ideotipa (*H. mollis*). Vrste su uspešno ukrštene sa linijama gajenog suncokreta, ali je pronađen veliki broj nepravilnosti u mejozi, kao i smanjena vitalnost polena, ponekad i potpuna sterilnost (Atlagić et al., 1995). Slični rezultati su zabeleženi i u ukrštanju sa diploidnom višegodišnjom vrstom *H. occidentalis* (Atlagić, 1994a) i sa vrstom *H. muttallii* (Atlagić, 1996a). Iako diploidne višegodišnje vrste imaju isti broj hromozoma kao gajeni suncokret dobijeni rezultati citogenetskih analiza ukazuju na postojanje razlika u genomima što ograničava mogućnost korišćenja ovih vrsta u oplemenjivačkim programima.

Tetraploidne vrste *H. birsutus*, *H. decapetalus*, *H. laevigatus*, *H. strumosus* su uspešno ukrštene sa gajenim suncokretom i izvršene su citogenetske analize dobijenih hibrida. Rezultati su pokazali izuzetno visok procenat nepravilnosti u mejozi, vrlo čestu pojavu potpune sterilnosti. Poželjne gene iz ovih vrsta je teško preneti u gajeni suncokret. Pored klasične metode hibridizacije neophodno je koristiti metod "spašavanje embriona", kao i dupliranje hromozoma kod  $F_1$  i  $BC_1$  interspecies hibrida (Atlagić, 1994b).

Mnogi autori su koristili haksaploidnu vrstu *H. tuberosus* kao izvor otpornosti na različite patogene. Atlagić et al. (1993) su citogenetski izučavali samu vrstu, kao i  $F_1$  interspecies hibride između nje i gajenog suncokreta. Biljke  $F_1$  hibrida su dobijene sa velikim brojem populacija ove vrste, ali je zbog razlika u broju i strukturi hromozoma (nepravilna mejoza) bila česta pojava potpune sterilnosti ili smanjene fertilitnosti. Još tri heksaploidne vrste *H. rigidus*, *H. resinosus* i *H. eggertii* su uspešno ukrštene sa linijama gajenog suncokreta. Rezultati citogenetskih analiza su pokazali prisustvo velikog % abnormalnosti u mejozi (Atlagić, 1996b).

Izučavajući probleme u korišćenju vrsta roda *Helianthus* u oplemenjivanju gajenog suncokreta Atlagić i Škorić (2000) ističu da su pored razlika u nivou ploidnosti vrlo značajne filogenetske razlike, odnosno taksonomska pripadnost ukrštenih vrsta.

U interspecies hibridizaciji pored unošenja poželjnih gena iz divljih vrsta u gajeni suncokret unosi se i veliki broj nepoželjnih svojstava (grananje, mali prečnik glave, i dr.), pa je zbog toga potrebno izvesti povratna ukrštanja  $F_1$  interspecies hibrida sa gajenim suncokretom. Citogenetske analize  $BC_1F_1$  hibrida su pokazale visok procenat abnormalnosti u mejozi, pojavu aneuploida, biljaka sa različitim brojem hromozoma, smanjenu vitalnost polena (Atlagić, 1996a; Atlagić i Škorić, 1999). S druge strane izvođenjem nekoliko povratnih ukrštanja sa gajenim suncokretom se gube i poželjni geni pa je zbog toga potrebno analizirati ne samo na citogenetskom, već i na molekularnom nivou prisustvo genoma divlje vrste u odnosu na genom gajenog suncokreta kod interspecies hibrida (Atlagić et al., 2003).

Rezultati primene interspecies hibridizacije u oplemenjivanju gajenog suncokreta su najznačajniji u stvaranju hibrida otpornih na ekonomski važne bolesti. Međutim, u velikom broju jednogodišnjih vrsta su pronađeni geni za restauraciju fertilitnosti klasičnog izvora CMS-a (PET-1), kao i nekih novih izvora CMS-a (Škorić et al., 1988). Takođe su među jednogodišnjim vrstama (*H. annuus* i *H. petiolaris*) pronađene populacije kao novi izvori CMS-a (Atlagić and Marinković, 1998).

### **Korišćenje savremenih metoda biotehnologije u oplemenjivanju suncokreta**

Dajemo pregled metoda kulture tkiva koje se uspešno koriste u oplemenjivačkim programima u svetu i kod nas.

#### ***a) proizvodnja dvostrukih haploida***

U procesu oplemenjivanja suncokreta potrebno je interesantne genotipove dovesti u homozigotno stanje, odnosno stvoriti inbred linije. Ovaj proces obično

traje od šest do osam godina. Proizvodnjom dvostrukih haploida moguće je dobiti potpuno homozigotan materijal u roku od par meseci.

Dvostruki haploidi nastaju spontanom udvostručavanjem broja hromozoma u ranoj fazi gajenja u kulturi ili indukovanom diploidizacijom uz pomoć kolhicina i potpuno su homozigotni na sve alele koje sadrže u sebi. Kod suncokreta, za njihovo dobijanje su korišćeni kultura antera i kultura ozračenog polena.

Kultura antera je uspešno korišćena za prevođenje u homozigotno stanje interspecies hibrida gajenog suncokreta sa *H. tuberosus*, *H. leatiflorus* i *H. resinusus* (Nurhidayah i sar., 1996; Friedt i sar. 1997). Nenova i sar. (1998) su upotrebom kulture antera proizveli dvostruke haploide divljih srodnika suncokreta *H. mollis*, *H. salicifolius* i *H. smithii*.

Testiranjem velikog broja podloga i uslova kulture u Laboratoriji za kulturu tkiva Zavoda za uljane kulture razvijen je originalni protokol za kulturu antera (Vasić i sar. 2000, 2001). Procenat regresiranih biljaka varira od 1 do 7 % u zavisnosti od genotipa. Kultura antera je rađena kod populacija, F<sub>1</sub> generacija, kao i kod interspecies hibrida. Primenom originalnog protokola izvučene su linije iz interspecies hibrida gajenog suncokreta sa *H. argophyllus*, kao i linije gajenog suncokreta sa genima za otpornost prema plamenjači.

Todorova i sar. (1997) su razvili metod proizvodnje dvostrukih haploida upotrebom ozračenog polena. Autori su na ovaj način uspeli da dobiju nekoliko inbred linija koje su testirali i u poljskim uslovima (Todorova i Ivanov, 1998, 2000).

### **b) Proizvodnja interspecies hibrida**

Divlje vrste suncokreta predstavljaju izvore genetske varijabilnosti za agronomski važna svojstva. U nekim slučajevima prenošenje ovih svojstava u genom gajenog suncokreta upotrebom konvencionalnih metoda je teško zbog visoke interspecies inkompatibilnosti. Kao sredstva za prevazilaženje ovog problema su kod suncokreta korišćeni kultura nezrelog embriona i fuzija protoplasta.

Kod kulture embriona, nezreli embrioni se dva do pet dana nakon oplodnje stavljaju na hranljivu podlogu da bi se sprečilo njihovo propadanje. Chandler i Beard (1983) su prvi uspešno izveli spašavanje embriona kod inkompatibilnih interspecies ukrštanja kod suncokreta. Ova tehnika je zatim sa uspehom korišćena za proizvodnju većeg broja interspecies hibrida između gajenog suncokreta i *H. decapetalus*, *H. giganteus*, *H. stromosus* i *H. mollis* (Krauter i sar., 1991) i interspecies hibrida gajenog suncokreta i *H. tuberosus* sa povećanom otpornošću prema *Phomopsis* (Dozet i sar. 1996).

Fuzija protoplasta se koristi u slučajevima tzv. prezigotne inkompatibilnosti, odnosno kada nakon ukrštanja ne dolazi do formiranja embriona (Vasiljević i Vasić 1995). Prvi uspešan pokušaj korišćenja ove tehnike kod suncokreta je bio 1995. godine kada su Krasnyanski i Menczel proizveli somatski hibrid između gajenog suncokreta i *H. giganteus*. Nakon njih, Henn i sar. (1998) su na ovaj način uspešno ukrstili gajeni suncokret sa *H. maximiliani* i *H. giganteus*, pokušavajući da unesu otpornost prema *Sclerotinia* u gajeni suncokret.

U Zavodu za uljane kulture proizvedeni su asimetrični somatski hibridi između inbred linija gajenog suncokreta i *H. maximiliani* i *H. mollis*, a u cilju dobijanja biljaka suncokreta otpornih prema *Sclerotinia* (Taški i Vasić, 2003).

### **c) Genetske transformacije**

Upotrebom genetskih transformacija moguće je u gajeni suncokret uneti poželjne gene koji se ne mogu naći kod njegovih divljih srodnika. Ovo se posebno odnosi na gene za otpornost prema pojedinim značajnim oboljenjima (Panković i sar. 1999).

Genetske transformacije obuhvataju izolaciju, kloniranje i karakterizaciju gena iz različitih vrsta; kreiranje novih genetskih konstrukcija od sekvenci izolovanih iz biljnih ili životinjskih vrsta; kreiranje novih sekvenci mutagenезom dobijenih sekvenci; i na kraju transfer tih novih genetskih konstrukcija u genom biljke tako da se omogućí njihova ekspresija kako bi biljci dali novo svojstvo.

Everett i sar. (1987) su prvi uspjeli da dobiju transformisane biljke gajenog suncokreta, a nakon njih i Malone-Schoneberg i sar. (1991) i Bidney i sar. (1992). Najveći komercijalni značaj svakako imaju transgene biljke suncokretra u koje je unesen gen za oksalat oksidazu iz pšenice, a koje su pokazale povećanu tolerantnost prema napadu *Sclerotinia* glave u poljskim uslovima, proizvedene u privatnoj kompaniji Pioneer (Bazzalo i sar. 2000, Scelonge i sar. 2000).

### **d) In vitro skrining**

*In vitro* skrining podrazumeva određivanje reakcije ili otpornosti biljke na stres (napad bolesti, sušu, povećanu zaslanjenost) u *in vitro* uslovima. U tu svrhu cele biljke, njihovi organi, kalusi ili protoplasti se gaje u prisustvu toksina patogenog, aktivnih supstanci herbicida, povišene koncentracije NaCl, izazivača zasušivanja kao što je PEG i dr.

Kod suncokreta *in vitro* skrining je najčešće korišćen za određivanje otpornosti prema bolestima, pri čemu su korišćeni ili filtrati toksina patogenog ili hemijski agensi. U najvećem broju radova korišćen je filtrat toksina *Phomopsis* (Maširević i sar., 1988, Dozet i Vasić 1995, Raducanu i sar., 1998, Vasić i Škorić 2000) ili *Sclerotinia* (Raducanu i sar., 1998 i 2000, Tahmasebi-Enferadi i sar. 2000). Pored njih, za utvrđivanje otpornosti prema *Sclerotinia* korišćena je i kultura u prisustvu oksalne kiseline (Raducanu i sar. 1994, Vasić i sar., 1999). U svim ispitivanjima pronađena je korelacija između otpornosti odnosno osetljivosti u poljskim i *in vitro* uslovima, s tim što je korelacija bila veća kada su za ispitivanje korišćene cele biljke.

### **Korišćenje molekularnih markera u oplemenjivanju suncokreta**

Do objavljivanja SSR mape genoma suncokreta (Tang et al., 2002), najviše su bili primenjivani RAPD markeri koji se zasnivaju isključivo na PCR tehnologiji. Za njihovu primenu nije potrebna informacija o genskim sekvencama a zastupljeni su u repetitivnim delovima genoma, koji su visoko varijabilni. Zbog ovih osobina, kao i zbog tehničke jednostavnosti, RAPD markeri su pogodni za ispitivanje



genetičke varijabilnosti. Naši prvi rezultati u ispitivanju genetičke varijabilnosti samooplodnih linija suncokreta su ukazali na visoku osetljivost RAPD markera u odnosu na do tada primenjivane fiziološke, morfološke i biohemijske parametre (Panković i sar., 1997). Genetička distanca izračunata na osnovu molekularnih markera, koja se kretala između 7 i 75 % ukazuje na visoku varijabilnost između samooplodnih linija suncokreta (Panković et al., 2004). Ovako dobijeni podaci povećavaju efikasnost odabira genetički divergentnih roditeljskih linija pri stvaranju novih hibrida.

Iako je suncokret u poređenju sa drugim biljnim vrstama tolerantan prema suši, pokazano je da postoji značajna varijabilnost u fiziološkim parametrima za tolerantnost prema suši između različitih genotipova (Plesničar et al. 1993; Panković et al., 1999). Korišćenjem ovih parametara i bulk segregant analize (BSA) identifikovani su RAPD markeri povezani sa genima za tolerantnost na sušu kod suncokreta (Panković et al., 2000). RAPD markeri su takođe primenjivani i u ispitivanju mutacija u NS visokooleinskim linijama, kao i linijama sa različitim sadržajem tokoferola, što obezbeđuje veću prehrambenu i tehnološku vrednost ulja (Panković et al. 2000).

Posle objavljivanja SSR mape genoma suncokreta stvoreni su uslovi za primenu SSR markera, koji su zbog svojih prednosti, veće specifičnosti i većinom kodominantne prirode pogodniji za MAS.

Interspecies hibridizacija je metod koji se često koristi u oplemenjivanju suncokreta. Divlje višegodišnje vrste suncokreta se koriste kao izvor otpornosti za različite bolesti suncokreta. Samo neke populacije odnosno klonovi *H. giganteus* i *H. maximiliani* su pokazali otpornost prema npr. beloj truleži, pa je ispitivanje genetičke varijabilnosti unutar/između ove dve vrste još uvek aktuelno. Rezultati o genetičkoj varijabilnosti, dobijeni na osnovu SSR markera, potvrđuju podatke o visokoj genetičkoj varijabilnosti unutar i između ispitivanih vrsta, dobijene merenjem 30 morfoloških osobina. Takođe je potvrđeno da su neke populacije *H. giganteus* grupisane u klaster sa populacijama *H. maximiliani*, što otvara pitanje determinacije odnosno specijacije u vrsti *H. giganteus* (Saftić-Panković et al., 2004). Molekularni markeri takođe predstavljaju korisno sredstvo u identifikaciji interspecies hibrida suncokreta. Primenom RAPD markera potvrđena je uspešnost interspecies hibridizacije između *H. rigidus* i *H. annuus*, i pokazano je da postoji varijabilnost kako između F<sub>1</sub> biljaka tako i između BC<sub>1</sub>F<sub>1</sub> biljaka. Takođe je pokazano da je genetička distanca između *H. rigidus* i *H. annuus* bila 83%. Posle prvog povratnog ukrštanja interspecies hibrida sa gajenim suncokretom, došlo je do smanjenja genetičke distance sa 74 % na 62 %, odnosno povećao se relativni udeo genoma gajenog suncokreta (Atlagić i sar., 2003).

Jedan od ciljeva NS oplemenjivačkog programa je uvođenje otpornosti na plamenjaču u inbred linije koje imaju dobre kombinacione sposobnosti. U ovom programu koriste se publikovani i pronalaze novi markeri za otpornost prema najzastupljenijoj rasi plamenjače (Panković et al. 2004; Panković et al. 2003). Pronađeno je da je otpornost na rasu 730 plamenjače kontrolisana jednim genom, odnosno da se sve analize gena za otpornost u Pl6 lokusu (resistance gene analogues - RGA) nasleđuju kao klaster. Takođe su dobijeni kodominantni CAPS markeri koji će značajno povećati efikasnost MAS za otpornost suncokreta prema

plamenjači, jer omogućuju identifikaciju otpornih homozigotnih biljaka (Panković et al. - u štampi).

## Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema bolestima

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

Bolesti predstavljaju limitirajući faktor u proizvodnji suncokreta na svim kontinentima gde se on 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.

Prisustvo gena za otpornost prema pojedinim patogenima je veoma različito u određenim divljim vrstama. Iz ovih razloga neophodno je pouzdanim metodama utvrditi frekvenciju gena unutar svake divlje vrste roda *Helianthus* za sve dominantne prouzrokovaoče bolesti. Imajući ovu činjenicu u vidu, oplemenjivači su postigli i različite rezultate u pogledu otpornosti prema određenim patogenima. Kada su u pitanju dostignuća u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema bolestima, ostvareni rezultati se mogu svrstati u 4 različite grupe.

Prvu grupu čine ostvarenja gde je postignuta genetska otpornost prema prouzrokovanim određenim bolestima suncokreta (*Plasmopara halstedii*, *Puccinia helianthi*, *Verticillium dahliae*, *Verticillium 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 Eragopogonis* 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 nemamo poželjnu tolerantnost, odnosno otpornost (*Rhizopus ssp.*, *Botrytis cinerea* i drugi gljivični patogeni).

### Plamenjača (*Plasmopara halstedii*)

Ovo obolenje suncokreta je rasprostranjeno u svim regionima gde se ova važna uljana kultura gaji u svetu. Posebno pojava plamenjače dolazi do izražaja u godinama sa izrazito vlažnim prolećem. Recimo takvo je bilo proleće kod nas 2001. godine.

Otpornost prema plamenjači je kontrolisana jednim dominantnim genom (Pl). 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  $Pl_2$  genom, a u Evropi  $Pl_1$  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.

Postoji rivalstvo između francuskih i američkih istraživača oko nomenklature rasa, a što ponekad otežava rad oplemenjivača suncokreta. Prema postojećoj nomenklaturi determinisane su sledeće rase plamenjače: 100, 300, 304, 310, 314, 330, 700, 703, 704, 710, 711, 714, 730, 770 i 717. Prema najnovijoj nomenklaturi Vear (2004) predhodno iznete rase plamenjače su nešto drugačije označene.

Kod nas je sada dominantna rasa 730 i u oplemenjivačkom programu sve novostvorene linije se testiraju metodom veštačke inokulacije. U najnovije vreme razvijeni su molekularni markeri u našoj laboratoriji za determinaciju rase 730.

Na kraju treba istaći da pregledom naše i svetske literature je utvrđeno da  $Pl$  geni postoje u 28 divljih vrsta roda *Helianthus*.

Važno je reći da se plamenjača može suzbiti i hemijskim putem tretiranjem semena Apronom (metalaxil). Nažalost, u nekoliko zemalja (Francuska, SAD i Mađarska) došlo je do pojave nove rase koja je otporna na metalaxil.

### **Rđa (*Puccinia helianthi*)**

Rđa je prisutna na suncokretu u svim regionima gajenja u svetu. Srećom populacija rđe je dosta stabilna u Evropi i postojeći hibridi koji se nalaze u proizvodnji su uglavnom otporni. Nažalost, u Severnoj i Južnoj Americi, Africi, Australiji i dobrom delu Azije ima više rasa rđe i dolazi do pojave novih.

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

Prema rezultatima Miller and Fick (1997) u Severnoj Americi postoji više rasa rđe. Ove rase su kontrolisane dominantnim R genima koji su označeni sa  $R_1$  ....  $R_{10}$ . Takođe, determinisan je njihov rasni sastav na osnovu diferencijalnih linija. Na osnovu navoda istih autora u Argentini postoje najmanje 4 rase koje su kontrolisane pojedinačnim genima  $P_{u6}$ ,  $Ph_1$  i  $Pl_2$ . Dok, je najnovija rasa kontrolisana jednim dominantnim i jednim recesivnim genom ( $Ph_{2a}ph_3$ ). Isti autori navode da je rasa rđe u Australiji kontrolisana sledećim genima:  $phRR_3$ .

### **Mrka pegavost (*Phomopsis/Diaporthe helianthi*)**

Prethodne dve i po decenije *Phomopsis* je postao jedno od najdestruktivnijih obolenja na suncokretu. Masovno je prvi put zapažen u Vojvodini i Rumuniji

(Banat) 1980. godine, kada je naneo ogromne ekonomske štete proizvodnji suncokreta.

Škorić (1986) je prvi saopštio da su dobijeni poljski otporni hibridi prema *Phomopsis* u i to: 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*. Isti autor, kao i Vranceanu et al. (1983) konstatuje da je pri stvaranju inbred linija tolerantnih ili poljski otpornih prema *Phomopsis* u potrebno odabrati "stay green" materijal kako bi se postigao željeni cilj.

Način nasleđivanja otpornosti prema *Phomopsis* u nije u potpunosti jasan i ako je bio proučavan od strane više autora.

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

### **Verticiozno uvenuće (*Verticillium dahliae* i *V. albo-atrum*)**

Postojanje verticioznog uvenuća je konstatovano kod nas. Srećom ne nanosi ekonomske štete. Pošto se naši hibridi gaje u više zemalja, neophodno je raditi oplemenjivanje na otpornost prema *Verticillium*. Inače verticiozno uvenuće nanosi ekonomske štete na suncokretu u SAD, Argentini, Egiptu, Indiji, Kini,... 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 i koji se nalazi u linijama Ha89, Ha 124 i P-21VR1. Isti autori konstatuju da se ovaj gen najverovatnije razlikuje od  $V_1$ , koga je otkrio Putt (1964). Romano and Vasquez (2002) tvrde da je otpornost prema *Verticillium 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) su konstatovali da se geni za otpornost prema *Verticillium wilt* nalaze u 13 divljih vrsta suncokreta.

### **Bela trulež (*Sclerotinia sclerotiorum*)**

Gljivično obolenje koje predstavlja najveći problem u proizvodnji suncokreta u većini regiona njegovog gajenja u svetu, a naročito u vlažnim klimatima. Konstatovano je da ova gljiva napada preko 360 biljnih vrsta, a što sigurno povećava varijabilnost patogena i otežava selekciju. Poseban problem u selekciji predstavlja postojanje tri tipa obolenja (na korenu, stablu i glavi), a koji su kontrolisani različitim mehanizmima otpornosti (Škorić, 1989). Genetičkih izvora otpornosti u gajenom suncokretu nema, kao ni u divljim vrstama roda *Helianthus*, već samo različit stepen tolerantnosti.

Koliko je bela trulež (obolenje glave) opasna za proizvodnju suncokreta najbolje pokazuje proizvodnja kod nas i susednim zemljama u 2005. godini kada je na pojedinim parcelama bilo obolelo preko 90 % biljaka.

Najlakše je postići visok stepen tolerantnosti prema stabaoj formi obolenja koristeći određene divlje vrste. Dok, je za druge dve forme znatno teže postići visoku tolerantnost. Postoji mnogo oprečnih rezultata oko nasleđivanja visokog stepena tolerantnosti. Prema rezultatima Miller (1987) tolerantnost prema *Sclerotinia* je kompleksnog karaktera i zavisi od većeg broja gena koji u sadejstvu povećavaju tolerantnost.

Na osnovu rezultata Škorić (1988), Miller (1992), Seiler (1992), Pustavoit and Skuropet (1978), Rashid et al. (2004) i Christov et al. (2004) postoje izvori tolerantnosti prema sva tri oblika obolenja *Sclerotinia* u određenim divljim vrstama suncokreta.

### **Crna pegavost suncokreta (*Phoma macdonaldi*)**

*Phoma* je u velikoj ekspanziji u više zemalja u svetu. Iz godine u godinu nanosi sve veće ekonomske štete izazivajući prevremeno uvenuće (prinudno zrenje). I kod nas je u velikoj ekspanziji. 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 *Phoma m.* kod većeg broja novosadskih genotipova gajenog suncokreta i divljih vrsta. Koristeći metodu veštačke inokulacije on je utvrdio da ne postoji zadovoljavajuća tolerantnost prema *Phoma m.* 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 su došle Pustavoit and Skuropet (1978), s tim da su utvrdile, moguću otpornost kod više vrsta. Do sličnih rezultata je došao i Škorić (1988.).

### **Suva trulež glave (*Rhizopus* ssp.)**

Postoje tri species *Rhizopus*-a (*R. arrhizus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer*) koji napadaju suncokret i mogu da čine ekonomske štete. Ovo je obolenje toplih i suvih klimata. Mali broj istraživača se bavio proučavanjem otpornosti suncokreta prema *Rhizopus*. Najdetaljnije je proučavao divlje vrste suncokreta sa aspekta otpornosti prema *Rhizopus*-u (Yang et al, 1980). On je utvrdio da izvori otpornosti prema *Rhizopus*-u postoje samo u 4 divlje vrste.

### **Ugljenasta trulež korena i stabla (*Macrophomina phaseoli*)**

Ugljenasta trulež se javlja 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. Najviše su proučavali divlje vrste sa aspekta otpornosti prema *Macrophomina* - Pustavoit . and Skuropet (1978) i dokazale da izvori otpornosti postoje kod više divljih vrsta suncokreta. Do veoma bliskih

rezultata je došao i Mihaljčević (1980). Pored postojanja izvora otpornosti u divljim vrstama Mihaljčević (1980) je otkrio postojanje otpornosti i kod inbred linija koje su nastale iz interspecies hibrida na bazi *H. tuberosus*-a (Ha-48, HA-22). Pored toga on je konstatovao važnost fenomena "stay green" pri selekciji na otpornost prema ovom patogenu. Na osnovu rezultata Pustavoit and Skuropet (1978) i Mihaljčević a (1980) može se konstatovati da pet divljih vrsta ima gene za otpornost prema *Macrophomina phaseoli*.

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.

### **Mrka pegavost suncokreta (*Alternaria ssp.*)**

Nekoliko species *Alternaria* napada suncokret, a u našim uslovima se najviše ispoljava *Alternaria 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 ovih razloga prišlo se korišćenju divljih vrsta u selekciji suncokreta. Morris et al. (1983) je ispitivao 21 jednogodišnjih i 37 višegodišnjih species i subspecies u stakleniku koristeći inokulaciju sa *Alternaria helianthi* i utvrdio jedino postojanje otpornosti kod pojedinih populacija *H. hirsutus*, *H. tuberosus* i *H. pauciflorus*. U novije vreme na pronalaženju izvora otpornosti prema *Alternaria ssp.* u divljim vrstama najviše je rađeno u Indiji. Prema rezultatima Sujatha et al. (2004.) otkriveno je postojanje gena za otpornost prema *Alternaria* u više divljih vrsta. Razlike u otpornosti prema *Alternaria* do kojih su došli Morris et al. (1983) i Sujatha et al. (2004) može se pripisati varijabilnost u okviru samog patogena, odnosno razlikama podvrste (subspecies) *Alternaria*.

Na osnovu rezultata Morris et al. (1983), Škorić (1988), Miller (1992) i Sujatha et al. (2004) tačno su precizirane divlje vrste u kojima treba tražiti gene za otpornost prema *Alternaria ssp.* (tabela 9).

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

### **Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema volovodu (*Orobanche cumana*)**

Prema navodima Morozova (1947) do pojave ove parazitarne cvetnice na suncokretu došlo je najpre u Rusiji krajem 19-og veka. U to vreme bila je dominantna rasa A volovoda. Dvadesetih godina dvadesetog veka naglo se proširila u Rusiji nova rasa koja je determinisana kao rasa B. Ruski oplemenjivači su tridesetih godina 20-og veka pronašli dominantne gene za otpornost prema rasi B u divljim vrstama *H. tuberosus*, *H. maximiliani* i *H. mollis*. Prema navodima Morozova (1947) ugradnju otpornosti iz divljih vrsta je uradio Ždanov (Donska opitna stanica -VNIIMK)

Sa povećanjem površina pod suncokretom u svetu razvijale su se i nove rase volovoda. Do pre nekoliko godina bilo je poznato 5 rase volovoda (A, B, C, D i E)

na suncokretu koje pojedinačno kontrolišu dominantni geni ( $Or_1$ ,  $Or_2$ ,  $Or_3$ ,  $Or_4$  i  $Or_5$ ).

Kod nas populacija volovoda je bila dosta stabilna u dužem vremenskom periodu. Nažalost, pre 7-10 godina zapažena je pojava drugih rasa volovoda u severnoj i srednjoj Bačkoj. Korišćenjem diferencijalnih linija utvrđeno je da se radi o rasi E. Nakon pojave rase E, ubrzo je stvoren genetski otporan hibrid Bačvanin, a u predhodne tri godine hibridi: Perun, Šumadinac i Bača.

Intenzivnim radom u predhodne 3-4 godine stvoreno je nekoliko stotina novih linija otpornih prema rasi E volovoda. Na osnovu ovih linija biće ubrzo stvoren velik broj novih otpornih hibrida.

Naglo širenje novih rasa volovoda u više zemalja (Španija, Turska, Bugarska, Rumunija, Ukrajina, Rusija, Kina Izrael,...) primoralo je oplemenjivače da bolje prouče mehanizam parazitiranja i mehanizam otpornosti prema ovoj parazitnoj cvetnici.

Izvori otpornosti prema volovodu nalaze se u više divljih vrsta roda *Helianthus*, ali je najveća frekvencija gena za otpornost skoncentrisana u *H. tuberosus*. Postojanje gena otpornosti prema volovodu u divljim vrstama omogućava oplemenjivačima stvaranje otpornih hibrida. Uvedena je upotreba molekularnih markera, koja omogućava oplemenjivačima ubrzano stvaranje otpornih hibrida.

Nove rase volovoda koje ne može kontrolisati dominantni gen  $Or_5$  (rasa E) su se pojavile u više zemalja, ali su najzastupljenije u Turskoj i Španiji (rase F, G,  $FT_R$ ). U novosadskom programu oplemenjivača se ispituje velik broj genotipova gajenog, kao i divlje vrste suncokreta radi pronalaženja izvora otpornosti prema novim rasama (F, G i druge).

Sve rase volovoda mogu se uspešno suzbijati i hemijskim putem i to gajenjem *IMI-resistance* hibrida (novosadski RIMI i Vitalko) uz primenu odgovarajućih herbicida iz grupe imidazolinona.

### **Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema suši**

Na osnovu istraživanja većeg broja autora definisanje strategije u selekciji na otpornost prema suši nije jednostavno, jer *waterstress* značajno utiče na smanjenje prinosa, kao kompleksan fenomen, na čiju ekspresiju interakcijski utiče više faktora, a njihov udeo u smanjenju prinosa je manji ili veći u zavisnosti od vremena i intenziteta nastanka stresa (Škorić, 2002).

Pri selekciji na otpornost prema suši u različitim istraživačkim centrima koriste se različite tehnike i različiti parametri. Prema navodima Škorića (1992) preko 30 različitih parametara se koristi u selekciji na otpornost prema suši. U novije vreme veoma efikasnim se pokazalo korišćenje molekularnih markera u selekciji na otpornost prema suši.

Prema rezultatima Škorića (1989 i 1992) u novosadskom oplemenjivačkom programu se pokazao veoma efikasnim korišćenje fenomena "stay green" u selekciji na otpornost prema suši. Koristeći ovaj kriterijum stvoren je veći broj inbred linija sa visokom tolerantnošću prema suši (Ha-48, Ha-22, PH-BC-2-91,

PR-ST-3, CMS-1-50 i druge). Od novosadskih hibrida najveći stepen tolerantnosti na sušu poseduju hibridi Banaćanin, NS-H-43 i NS-H-111.

Korišćenje fenomena "stay green" u selekciji na otpornost prema suši potvrdili su i rezultati Vranceanu (2000).

Treba istaći da izbor genotipova sa karakterom "stay green" ne dovodi samo do povećanja otpornosti prema suši, već i prema *Phomopsis* u i *Macrophomina*. Korišćenje ovog kriterijuma u praktične svrhe je veoma lako, ali odabrani genotipovi moraju imati visok stepen autofertilnosti, u suprotnom može doći do velike greške.

Na osnovu rezultata Seiler (1983 i 1986) koji je koristio nekoliko fizioloških parametara u testiranju divljih vrsta na tolerantnost prema suši najveći stepen tolerantnosti su pokazale sledeće divlje vrste: *H. pumilus*, *H. maximiliani* i nekoliko populacija divljeg *H. annuus*. Inače, u oplemenjivanju na otpornost prema suši najčešće se koristi *H. argophyllus*.

### **Oplemenjivanje suncokreta na tolerantnost prema herbicidima**

Imidazolinoni su herbicidi inhibitori enzima acetolaktat sintetaze (ALS ili AHAS) koji je odgovoran za sintezu aminokiselina valin, leucin i izoleucin. Ključno mesto delovanja je enzim koji postoji u biljkama i bakterijama, ali ne i u toplokrvnim organizmima. Imidazolinoni su herbicidi koji se odlikuju povoljnim ekotoksikološkim osobinama, širokim spektrom delovanja u suzbijanju korova, a primenjuju se u malim količinama posle nicanja useva i korova (Shaner i O Connor, 1991). Sve pomenute osobine ubrajaju ove herbicide među najatraktivnije u poslednjih 10 godina. Iz ove grupe, na našem tržištu su zastupljeni imizamoks (aktivna materija novoregistrovanog preparata Pulsar 40), imazetapir (aktivna materija preparata Pivot 100-E) za primenu u usevima soje, lucerke, graška i pasulja posle nicanja i imazapir (aktivna materija preparata Arsenal) kao totalni herbicid. Kompanija American Cyanamid jedina je razvila sintezu imidazolinona i nastavila u poslednjih deset godina sa razvojem novih jedinjenja sa kraćom perzistentnošću. Takođe, u poslednjih nekoliko godina intenzivno se radi na stvaranju ekonomski značajnih gajenih biljaka koje će posedovati tolerantnost prema imidazolinonima (Shaner i sar. 1996). Danas se kukuruz i uljana repica, tolerantni prema imidazolinonima u svetu gaje na značajnim površinama. Kompanija American Cyanamid (sada BASF) je početkom 1999. godine lansirala na tržište takozvani Clearfield\* sistem proizvodnje (internacionalni naziv i zaštićeno ime kompanije BASF), koji podrazumeva zajedničko korišćenje specijalno dizajniranih biljaka tolerantnih prema imidazolinonima i herbicida iz ove grupe. U budućnosti se planira da ovaj sistem proizvodnje i suzbijanja korova obuhvati ekonomski najznačajnije gajene biljne vrste u svetu, uključujući suncokret (Anonimus, 1999). Imizamoks je najnoviji herbicid grupe imidazolinona, koji poseduje povoljnije osobine od svojih poznatijih prethodnika (imazetapira i imazapira). Ovaj herbicid je kod nas pozicioniran za primenu u suncokretu tolerantnom prema imidazolinonima, soji, pasulju, grašku i lucerki u zasnivanju.



U stvaranju pojedinih rezistentnih gajenih biljaka klasičnim metodama oplemenjivanja, korišćena je rezistentnost korova prema nekim herbicidima. Tako je stvorena jara uljana repica - Canola (*Brassica napus*) rezistentna prema triazinima korišćenjem izvora otpornosti iz *Brassica campestris* (Beverdorf i sar. 1988) i *Lactuca sativa* rezistentna prema sulfonilurea herbicidima korišćenjem izvora otpornosti iz korova *Lactuca seriola* (Malorry-Smith, i sar. 1990). Oplemenjivanje suncokreta na tolerantnost prema herbicidima omogućeno je pronalaskom divljeg suncokreta rezistentnog prema imidazolinonima. Suncokret rezistentan prema imidazolinonima je prvi put registrovan 1996. godine u državi Kansas (SAD), a rezistentnost se razvila posle sedmogodišnje jednostrane primene imazetapira u usevu soje (Al-Khatib i sar., 1998). Nesmotrenost zbog primene imazetapira duži niz godina na jednom polju, sa jedne strane stvorilo je problem, a sa druge strane pobudilo je interesovanje oplemenjivača suncokreta i proizvođača herbicida za mogućnost korišćenja ovog svojstva u cilju unapređenja suzbijanja korova u ovom usevu (Lileboe, 1997). Prva ukrštanja ovog suncokreta sa kulturnim ostvario je Miller 1997. godine (Miller i Al-Khatib, 2000) i opisao reakciju dobijenih hibrida prema imazetapiru i imazamoksu. Oplemenjivanje suncokreta na tolerantnost prema herbicidima iz grupe imidazolinona, započeto je u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u 1998. godini. Kao izvor gena za tolerantnost prema imidazolinonima, korišćena je pomenuta populacija divljeg suncokreta poreklom iz Kanzasa. Prema ispitivanjima Bruniard i Miller (2001) ovo svojstvo kontrolišu dva gena, gen *Imr1* koji je odgovoran za rezistentnost prema herbicidima iz grupe imidazolinona i gen *Imr2* koji je gen modifikator. Način nasleđivanja ovog svojstva je parcijalna dominacija (Jocić et al., 2001). Povratnim ukrštanjem, u elitne NS samooplodne linije suncokreta unešeno je ovo svojstvo, koje će preko NS hibrida obezbediti proizvođačima suncokreta donedavno nezamislive prednosti. Ovi hibridi ne razlikuju se od postojećih, osim po osobini tolerantnosti na pomenute herbicide, a nemaju nikakve veze sa biljkama dobijenim genetičkim inženjstvom ili transgenim biljkama. Poznato je da su divlji srodnici izvor mnogih povoljnih osobina za oplemenjivanje suncokreta (otpornost prema prouzrokovateljima bolesti i dr.), a ovo je prvi primer da je ova mogućnost iskorišćenja za oplemenjivanje suncokreta na tolerantnost prema herbicidima. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo je nezavisno od drugih institucija stvorio ove hibride i među prvim je semenskim institucijama koja je plasirala seme ovih hibrida suncokreta na domaćem i svetskom tržištu. Prvi Clearfield hibrid suncokreta Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, pod nazivom Rimi, registrovan je u 2004. godini.

Clearfield sistem proizvodnje suncokreta se razlikuje od klasične proizvodnje samo u mogućnosti primene herbicida iz grupe imidazolinona, koji omogućuju isključivo tolerantni ili Clearfield hibridi suncokreta. Sve agrotehničke mere u gajenju ovog suncokreta su uobičajene (osnovna obrada, đubrenje, zaštita od štetnih insekata i dr.). Na našem tržištu je za primenu u Clearfield suncokretu registrovan preparat Pulsar 40 (40 g/l imazamoksa) koji je namenjen za suzbijanje jednogodišnjih travnih i širokolisnih korova primenom posle nicanja useva i korova. Pored postojećih selektivnih herbicida koji imaju dozvolu za primenu u suncokretu, Clearfield hibridi suncokreta su tolerantni samo još prema

herbicidima iz grupe imidazolinona (Malidža i sar., 2000, 2002). Preparat Pulsar 40 je namenjen za suzbijanje jednogodišnjih travnih i širokolisnih korova, a primenjuje se jednokratno posle nicanja useva i korova u količini 1,2 l/ha. Ispitivanja ovog preparata u Srbiji vršena su u od 2000-2003. godine. Prema dosadašnjim rezultatima naših oglada, primenjen posle nicanja, Pulsar 40 dobro suzbija *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus blitoides*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Chenopodium album*, *Datura stramonium*, *Echinochloa crus-galli*, *Polygonum convolvulus*, *Polygonum persicaria*, *Sinapis arvensis*, *Solanum nigrum*, *Xanthium strumarium*, *Setaria glauca*, *Setaria viridis*, *Setaria verticillata*, *Sorghum halepense* iz semena, a slabija efikasnost je registrovana u suzbijanju *Hibiscus trionum* i *Convolvulus arvensis*. Imazamoks zaustavlja porast višegodišnjih korova u periodu oko 2-4 sedmice posle primene (*Sorghum halepense* iz rizoma i *Cirsium arvense*) značajno umanjujući njihov negativni efekat na porast suncokreta.

Poznato je da ovi herbicidi, zbog translokacije u koren suncokreta, deluju i na paraziti korov volovod. Ovo potvrđuju rezultati oglada u svetu i kod nas. Alonso i sar. (1998) prvi su utvrdili mogućnost suzbijanja volovoda u laboratorijskim uslovima primenom imazetapira u divljem suncokretu otpornom prema imidazolinonima, što je potvrđeno kod nas sa drugim herbicidima u poljskim uslovima (Malidža i sar., 2003). Kombinovanjem genetske otpornosti suncokreta prema volovodu i primenom preparata Pulsar 40, olakšaće se suzbijanje ove paraziti cvetnice u budućnosti.

### Oplemenjivanje suncokreta na kvalitet ulja

Suncokret je jedna od najvažnijih uljanih biljaka u svetu, a njegovo ulje spada među najkvalitetnija ulja biljnog porekla. Kvalitet ulja određuje sastav viših masnih kiselina, sadržaj tokoferola, sterola, karotenoida i drugih jedinjenja. Suncokret se smatra za jednu od najperspektivnijih biljnih vrsta za genetičku izmenu kvaliteta ulja (Sharp, 1986).

Jedan od osnovnih parametara koji određuju kvalitet ulja je sadržaj viših masnih kiselina, kao i njihov međusobni odnos. Standardno ulje suncokreta sadrži linolnu, oleinsku, palmitinsku, stearinsku i nekoliko drugih viših masnih kiselina ali u znatno manjim količinama. Od toga 90% čine linolna i oleinska kiselina i to 55-65% linolna i 20-30% oleinska (Škorić i sar., 1989.). Prvi izvor povišenog sadržaja oleinske kiseline stvorio je Soldatov (1976) tretirajući seme sorte VNIMK 8931 sa 0,5% rastvorom dimetilsulfata (DMS). Naime, u M3 generaciji Soldatov je izdvojio pojedinačne biljke sa preko 50% oleinske kiseline od kojih je daljom selekcijom stvorio sortu Pervenec sa 78-85% oleinske kiseline u ulju. Korišćenjem sorte Pervenec stvorene su inbred linije i hibridi sa povišenim sadržajem oleinske kiseline u ulju, iako dosadašnja genetička istraživanja nisu dala konačan odgovor o načinu nasleđivanja i broju gena koji kontrolišu ovo svojstvo. Fick (1984) iznosi da je visoki sadržaj oleinske kiseline kontrolisan sa jednim genom za parcijalnu dominaciju (Ol), Urie (1984) i Miller et al. (1987) sa jednim dominantnim genom (Ol) i jednim recesivnim genom modifikatorom (ml), Fernandez-Martinez et al. (1989) sa tri komplementarna gena (Ol1, Ol2, Ol3). Drugi autori su koristeći

inducirane mutacije izvršili izmenu sastava drugih viših masnih kiselina u ulju suncokreta. Tako su korišćenjem gamma-zraka i X-zraka dobijeni mutanti kod kojih se sadržaj palmitinske kiseline povećao na 25-30%. Na bazi sodium azida dobijen je mutant koji sadrži visok procenat stearinske kiseline od 14%. Najviše u svetu se uradilo na stvaranju hibrida sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju. U našem programu stvoren je oleinski hibrid Olivko i još dva hibrida koji su priznati u Italiji. Oleinski tip ulja je postojaniji od standardnog i ima više namena.

Pored mogućnosti genetičkog manipulisanja sa sadržajem viših masnih kiselina, moguće je menjati i sastav tokoferola u suncokretovom ulju. Standardno suncokretovo ulje sadrži oko 95%  $\alpha$ -tokoferola, 3%  $\beta$ -tokoferola, 2%  $\gamma$ -tokoferola i  $\delta$ -tokoferola u tragovima. Demurin (1988) je samooplodnjom sorte VNIIMK 8931 dobio inbred liniju koja je imala 50%  $\alpha$ -tokoferola i 50%  $\beta$ -tokoferola. Povišen sadržaj  $\beta$ -tokoferola kontrolisan je jednim recesivnim genom *tph1*. Isti autor je u gen-banci VIR u populaciji No. 44, otkrio i recesivni gen *tph2* koji kontroliše povišen sadržaj  $\gamma$ -tokoferola (5%  $\alpha$ -tokoferola i 95%  $\gamma$ -tokoferola). Objedinjavanjem ova dva recesivna gena Demurin (1993) je dobio inbred liniju sa povišenim sadržajem  $\delta$ -tokoferola (8%  $\alpha$ -tokoferola, 84%  $\gamma$ -tokoferola i 8%  $\delta$ -tokoferola).

Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo je započeo stvaranje B- i  $R_F$ -inbred linija sa povišenim sadržajem oleinske kiseline, sa izmenjenim sastavom tokoferola, dobrih opštih i posebnih kombinacionih sposobnosti u pogledu prinosa semena i ulja i visoke tolerantnosti prema *Phomopsis*-u. Stvaranjem ovih linija omogućava se stvaranje hibrida suncokreta sa različitim kvalitetom ulja. Inbred linije proizvedene u VNIIMK, Krasnodar (Rusija) koje su u ovom istraživanju korišćene kao donorske linije u pogledu kvaliteta ulja, odnosno donori *Ol*, *tph1* i *tph2* gena, odlikuju se veoma lošim agronomskim svojstvima. To se prvenstveno ogleda u veoma velikoj osetljivosti na *Phomopsis*. Zbog toga se pristupilo ukrštanju ovih linija sa inbred linijama proizvedenih u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad koje se odlikuju dobrim agronomskim osobinama i sa visokom tolerantnošću na *Phomopsis*. Dobijene  $F_1$  generacije su jednim delom podvrgnute samooplodnji radi dobijanja  $F_2$  generacija, a drugim delom povratno ukrštene sa inbred linijama donorima za otpornost na *Phomopsis*. Na taj način stvorena je početna populacija za selekciju novih inbred linija različitog kvaliteta ulja i visoke tolerantnosti na *Phomopsis*.

Nakon svake generacije samooplodnje rađene su analize na povišen sadržaj oleinske kiseline u ulju do potpune stabilizacije ovog svojstva, odnosno do dovođenja linija u stvaranju u homozigotno stanje u pogledu ove osobine. 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 sastav tokoferola i sadržaj ulja u semenu. Na osnovu dobijenih rezultata selekcionisane su nove inbred linije sa povišenim sadržajem oleinske kiseline i visoke tolerantnosti na *Phomopsis*.

Od visokooleinskih B-linija (tabela 9) naročito se izdvajaju kao perspektivne inbred linije UK-18 i UK-26 koje se odlikuju visokim sadržajem ulja u semenu (> 50%), visokom tolerantnošću na *Phomopsis* i odnosom alfa i beta tokoferola 50:50. Sve ove inbred linije odlikuju se stabilnim i visokim sadržajem oleinske kiseline (> 80%). Prevedene su u sterilnu formu što je prvi preduslov za stvaranje visokooleinskih hibrida suncokreta.

Osim toga stvoren je i veći broj visokooleinskih restorera srednje tolerantnosti na *Phomopsis* i različitog sadržaja ulja u semenu (tabela. 10). Kod pojedinih restorera ostvareni su veoma dobri rezultati sadržaja ulja u semenu jer prelazi 55% a kod restorer linije Rus-rf-ol-154 dostiže 63,9 %. U pogledu tokoferola ova grupa R<sub>F</sub>-linija može se podeliti na podgrupu sa dominantnim Tph<sub>1</sub> genom (100% α-tokoferolom) i podgrupu sa recesivnim tph<sub>1</sub> genom (50% α i 50% β-tokoferolima).

Novostvorene visokooleinske B i R<sub>F</sub>-linije omogućavaju nam stvaranje visokooleinskih hibrida suncokreta sa visokim sadržajem ulja u semenu i različitim sastavom tokoferola. Na osnovu visoke tolerantnosti na *Phomopsis* nekih od ovih linija može se očekivati da će i njihovi hibridi biti dobre otpornosti. Ispitivanje kombinacionih sposobnosti započeto je u ovoj godini i na osnovu prvih rezultata možemo reći da smo blizu stvaranja visokooleinskih hibrida suncokreta koji u pogledu agronomski važnih svojstava neće zaostajati u odnosu na standardne hibride, što je po Friedt et al. (1994) osnovna prepreka većem širenju u proizvodnji oleinskog tipa hibrida suncokreta.

Rezultati Demurin et al. (1994) i Škorića et al. (1996) pokazuju da stabilnost visokooleinskog ulja suncokreta tri puta veća nego standardnog suncokretovog ulja. Stabilnost ulja može se još više povećati ukoliko se kombinuje visoki sadržaj oleinske kiseline i povišen sadržaj β-, γ i δ-tokoferola. Demurin (1996) iznosi da prisustvo γtokoferola u ulju i visok sadržaj oleinske kiseline povećavaju stabilnost suncokretovog ulja za 16,4 puta u odnosu na standardno suncokretovo ulje.

Tab. 9. B-linije sa povišenim sadržajem oleinske kiseline i različitim sastavom tokoferola  
Tab. 9. B-lines with increased oleic acid content and different tocopherol composition

No	Linija Line	Sastav masnih kiselina (%) Fatty acid composition (%)		Tokoferoli (%) Tocopherols (%)		Sadržaj ulja (%) Oil content (%)	<i>Phomopsis</i> (skala 0-5) (0-5 scale)
		Oleinska Oleic	Linolna Linoleic	α	B		
1.	UK-4	88	3	50	50	43,86	4
2.	UK-8	85	5	100	/	46,90	3
3.	UK-9	86	3	50	50	48,36	4
4.	UK-18	86	4	40	60	52,72	2
5.	UK-26	88	3	50	50	53,05	2
6.	UK-29	86	3	50	50	41,64	2
7.	UK-56	88	2	50	50	42,80	2
8.	UK-57	89	2	50	50	47,96	2
9.	UK-58	86	4	50	50	43,92	2
10.	UK-87	88	3	100	/	47,10	2
11.	UK-88	86	4	50	50	/	2
12.	UK-89	87	3	50	50	/	2
13.	UK-90	88	3	50	50	40,90	2
14.	UK-91	88	2	50	50	40,17	2
15.	UK-96	86	4	100	/	49,10	2

Tab. 10. Visoko-oleinske R<sub>f</sub>-linije različitog sastava tokoferola  
 Tab. 10. High-oleic R<sub>f</sub>-lines with different tocopherol contents

No	Linija Line	Sastav masnih kiselina (%) Fatty acid composition (%)		Tokoferoli (%) Tocopherols (%)		Sadržaj ulja (%) Oil content (%)	Phomopsis (skala 0-5) (0-5 scale)
		Oleinska Oleic	Linolna Linoleic	A	β		
1.	Rus-rf-tph-ol-8	86	4	50	50	51,21	4
2.	Rus-rf-tph-ol-10	86	3	90	10	40,50	2
3.	Rus-rf-tph-ol-14	90	3	50	50	54,37	4
4.	Rus-rf-tph-ol-15	82	10	50	50	54,05	4
5.	Rus-rf-tph-ol-16	87	3	50	50	54,22	4
6.	Rus-rf-tph-ol-23	91	2	100	/	53,87	4
7.	Rus-rf-tph-ol-25	89	2	50	50	55,38	3
8.	Rus-rf-tph-ol-26	90	2	50	50	56,68	3
9.	Rus-rf-tph-ol-35	87	3	50	50	50,05	3
10.	Rus-rf-tph-ol-37	84	6	50	50	52,08	3
11.	Rus-rf-tph-ol-39	89	2	50	50	42,32	4
12.	Rus-rf-tph-ol-43	88	3	50	50	/	5
13.	Rus-rf-tph-ol-51	87	5	50	50	49,59	4
14.	Rus-rf-tph-ol-69	85	7	50	50	39,54	4
15.	Rus-rf-tph-ol-81	83	5	50	50	55,92	4
16.	Rus-rf-tph-ol-83	86	6	50	50	49,93	4
17.	Rus-rf-tph-ol-87	81	9	50	50	51,70	4
18.	Rus-rf-tph-ol-93	84	4	50	50	51,40	4
19.	Rus-rf-tph-ol-96	87	4	50	50	33,73	4
20.	Rus-rf-ol-27	85	4	100		47,68	4
21.	Rus-rf-ol-38	89	4	100		54,70	4
22.	Rus-rf-ol-39	87	5	100		44,87	4
23.	Rus-rf-ol-54	90	2	100		51,71	3
24.	Rus-rf-ol-67	89	2	100		49,41	4
25.	Rus-rf-ol-68	87	4	100		47,88	4
26.	Rus-rf-ol-70	85	5	100		43,71	4
27.	Rus-rf-ol-77	91	1	100		58,39	4
28.	Rus-rf-ol-78	88	2	100		56,00	4
29.	Rus-rf-ol-80	87	4	100		45,98	4
30.	Rus-rf-ol-91	88	3	100		55,26	3
31.	Rus-rf-ol-94	86	3	100		43,55	4
32.	Rus-rf-ol-134	85	6	100		43,46	4
33.	Rus-rf-ol-140	84	4	100		46,43	4
34.	Rus-rf-ol-142	88	2	100		59,13	3
35.	Rus-rf-ol-154	84	4	100		63,90	3
36.	Rus-rf-ol-206	88	3	100		42,02	4
37.	Rus-rf-ol-207	90	2	100		53,46	4
38.	Rus-rf-ol-209	90	1	100		52,83	4
39.	Rus-rf-ol-222	90	2	100		52,57	4
40.	Rus-rf-ol-242	91	3	100		52,57	4

## Priznati hibridi suncokreta kod nas i inostranstvu

### *A - Srbija i Crna Gora*

U periodu od 1976. godine do danas u našoj zemlji su priznati sledeći hibridi:

1. NS-H-65-RM, 2. NS-H-67-RM, 3. NS-H-63-RM, 4. NS-H-62-RM, 5. NS-H-26-RM, 6. NS-H-27-RM, 7. NS-H-33-RM, 8. NS-H-15, 9. NS-H-17, 10. NS- Helios, 11. NS-H-45, 12. NS-H-44, 13. NS-H-43, 14. NS-Olivko, 15. NS-Delija, 16. NS-Dukat, 17. Bačvanin, 18. Banačanin, 19. Neoplanta-1, 20. Neoplanta-2, 21. NS-H-111, 22. Labud, 23. Velja, 24. Krajišnik, 25. NS-H-31-RM, 26. Perun, 27. Miro, 28. Pobednik, 29. Rimi, 30. Somborac, 31. Sremac, 32. Šumadinac, 33. Vitalko, 34. Vranac, 35. Cepko, 36. Bačo.

### *B - Inostranstvo*

#### **a. Italija - NS**

1. Gloriasol, 2. Novisol, 3. Drysol, 4. Solaris, 5. Agrisol, 6. Supersol, 7. Multisol, 8. Soleado, 9. Starsol, 10. Hugo, 11. Mistral, 12. Goleador, 13. Phomostar, 14. Horus, 15. Primex, 16. Panter, 17. Pelikan, 18. Elephant, 19. Michel, 20. Ancona, 21. Strial, 22. Kernal, 23. Lactal

#### **a.a. Italija- zajednički hibridi**

1. Jaguar, 2. Balthazar, 3. Andora, 4. Dyango, 5. Alix, 6. Aida, 7. Sarda-RM, 8. Alaric RMO 9. Germinal RMO

#### **b. Francuska - NS**

1. SEM 52, 2. Kalido, 3. Asturia

#### **b.b. Francuska - zajednički hibridi**

1. Alamo, 2. Alzan, 3. Mozar, 4. Catar, 5. Dorra RM, 6. Salsa RM, 7. Brocar RM, 8. Brenda, 9. Polka, 10. Linda, 11. Aliege, 12. Rumba, 13. Radar, 14. Animo, 15. Corrida, 16. Vitalia, 17. Starsun-31, 18. Isun-30, 19. Isun-21, 20. Isun-33, 21. Heliasun, 22. Pikachu.

### *C. Španija - NS*

1. Amelia, 2. Akita, 3. Sophia, 4. Best, 5. Devora, 6. RIMI, 7. RIMI-2, 8., Orestes

#### **c. Španija - zajednički hibridi**

1. Zafiro, 2. Centauro, 3. Dedalo

### *D. Ukrajina - NS*

1. Dunaj, 2. Hortica, 3. Tisa, 4. Gena, 5. Dnepr, 6. Dnjestr, 7. Balkan, 8. Rimi, 9. Rimi-2, 10. Vranac, 11. Zlatibor, 12. Meridian, 13. Hors, 14. Kongo, 15. wOWO-2

#### **d. Ukrajina - zajednički hibridi**

1. Titanik, 2. Milutin, 3. Dragan, 4. Beograd, 5. Zgoda, 6. Vizit, 7. Boris, 8. Sula, 9. Imperator, 10. Kanjon.

#### **d.d. Ukrajina - perspektivni hibridi**

1. Morava, 2. Kosovo, 3. Ym-2005, 4. Pesma, 5. Saša, 6. Akcent, 7. Terminator, 8. Kongres

### ***E. Rusija- NS***

1. NS-H-52, 2. NS-H-32, 3. NS-H-105, 4. NS-H-630, 5. NS-H-452, 6. NS-H-626, 7. Andrej, 8. RIMISOL

#### **e. Rusija - zajednički hibridi**

1. Signal, 2. Garant, 3. Prestiž, 4. Sanmarin-370, 5. Sanmarin-375, 6. Sanmarin-361, 7. Sanmarin-362, 8. Sanmarin-365

### ***F. Bugarska***

1. NS-H-62, 2. NS-H-26, 3. NS-H-27, 4. NS-H-45, 5. NS-H-10, 6. NS-H-111, 7. NS-H-01, 8. RIMISOL.

### ***G. Rumunija***

1. Valentino, 2. Banat, 3. Rimisol, 4. Arpad, 5. Zoltan

### ***H. Mađarska - NS***

1. NS-H-26, 2. Hattyu, 3. Zoltan, 4. Zsuzsa, 5. Arpad, 6. NS-H-484, 7. Anna, 8. Anna-PR, 9. Almasi

#### **h. Mađarska- zajednički hibridi**

1. Cergold, 2. Cersta, 3. Cernova.

### ***I. Slovačka***

1. Inka, 2. Oxana, 3. Labud, 4. NS-H-45, 5. NS-H-52, 6. Kongo, 7. RIO, 8. Rimisol

### ***J. Češka republika***

1. Olivko, 2. NS-H-52, 3. NS-H-45, 4. Labud, 5. Kongo, 6. Gen-2000.

### ***K. Turska***

1. Rimisol, 2. Zoltan, 3. Valentino

### ***L. Indija***

1. NS-H-160, 2. NS-H-169

### ***M. Kina - zajednički hibridi***

1. NC-208, 2. KWS-309

## **ZAKLJUČCI**

Na osnovu postignutih rezultata u novosadskom oplemenjivačkom radu u toku 4 decenije uspešnog rada mogu se doneti sledeći zaključci:

1. Izgrađen je model hibrida i utvrđeni pravci oplemenjivanja suncokreta;

2. Stvoreno je preko 7000 inbred linija i sakupljena bogata kolekcija divljih vrsta roda *Helianthus*. Na osnovu novostvorene genetičke varijabilnosti stvoreno je i priznato u našoj zemlji preko 35, u inostranstvu više od 100 novosadskih i preko 50 zajedničkih hibrida;
3. Uvedene su i razrađene nove metode biotehnologije (kultura tkiva, embria, fuzija protoplasta, molekularni markeri, *in vitro* skrining i druge metode) u oplemenji-vačkom programu;
4. Pronađeni su geni za otpornost prema više patogena i volovodu u divljim vrstama i ugrađeni u linije i hibride putem korišćenja interspecies hibridizacije. U ovom procesu su imala velik značaj citogenetska istraživanja;
5. Stvoreni su hibridi za posebne namene (konzumni, visokooleinski i dekorativni);
6. Korišćenjem konvencionalnih metoda oplemenjivanja stvoreni su hibridi tolerantni prema grupi herbicida imidazolinona. Radi se i na stvaranju otpornih hibrida prema sulfonil-urea;
7. Novosadski i zajednički hibridi su gajeni u 2005. godini na preko 2 miliona hektara.

#### LITERATURA

- Alibert G., Lucas O., Vasić D., Alibert B., Thion L. (1998): Seed quality for sunflower: Improvement by biotechnology. Proc of Seed Sci. in the Field Geneticaly Controlled Stress Physiol., Toulouse, France.
- Al-Khatib K., Baumgartner J. R., Peterson D. E., Currie R. S. (1998): Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus*). Weed Sci., 46, 403-407.
- Alonso L. C., Rodrigez-Ojeda M. I., Fernandez-Escobar J., Lopez-Ruiz-Calero G. (1988): Chemical control of broomrape (*Orobanche cernua* Loeffl.) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) resistant to imazethapyr herbicide. Helia, 29, 45-54.
- Anonimus (1999): Clearfield\* Production System. American Cyanamid Company, Technical Bulletin.
- Atlagić J. (1986): Biološke osobine nekih vrsta roda *Helianthus* L. i njihovih hibrida sa kulturnim suncokretom u F<sub>1</sub> generaciji. Magistarski rad, Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu.
- Atlagić J. (1988): Occurrence of sterility and reduced fertility in F<sub>1</sub> and BC<sub>1</sub> hybrids between perennial wild species and cultivated sunflower. Proc. 12th Inter. Sunf. Conf., Novi Sad, Yugoslavia, 336-339.
- Atlagić, J., 1990. Pollen fertility in some *Helianthus* L. species and their F<sub>1</sub> hybrids with the cultivated sunflower. Helia, 13: 47-54.
- Atlagić J., Dozet B., Škorić D. (1993): Meiosis and pollen viability in *Helianthus tuberosus* L. and its hybrids with cultivated sunflower. Plant Breeding, 111, 318-324.
- Atlagić, J., (1994a): Cytogenetic study of interspecific sunflower hybrids (*H. annuus* L. x *H. occidentalis* Riddell). Genetika, 3, 207-212.
- Atlagić J. (1994b): Mogućnost korišćenja tetraploidnih vrsta roda *Helianthus* L. u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 22, 463-473.



- Atlagić J., Dozet B., Škorić D. (1995): Meiosis and pollen grain viability in *Helianthus mollis*, *Helianthus salicifolius* and *Helianthus maximiliani* and their F<sub>1</sub> hybrids with cultivated sunflower. *Euphytica*, 81, 259-263.
- Atlagić J. (1996a) Cytogenetic studies in hexaploid *Helianthus* species and their F<sub>1</sub> hybrids with cultivated sunflower, *H. annuus*. *Plant Breeding*, 115, 257-260.
- Atlagić J. (1996b): Cytogenetic study of interspecific hybrids (*H. annuus* L. x *H. nuttallii* T. and G.). *Proc. Eucarpia Symp. Breed. Oil and Protein Crops, Zaporozhye*, 27-31.
- Atlagić J., Marinković R., (1998): Cytogenetic study of potential sources of cytoplasmic male sterility in sunflower. *Proc. 2nd Balkan Symposium on Field Crops, Novi Sad, Yugoslavia*, 1, 365-368.
- Atlagić J., Škorić, D. (1999): Cytogenetic study of *Helianthus laevigatus* and its F<sub>1</sub> and BC<sub>1</sub> hybrids with cultivated sunflower, *Helianthus annuus*. *Plant Breeding*, 118, 555-559.
- Atlagić J., Škorić D. (2000): Problemi u korišćenju vrsta roda *Helianthus* u oplemenjivanju gajenog suncokreta: Nivo ploidnosti ili filogenetska udaljenost? *Selekcija i semenarstvo*, 7, 3-4, 5-7.
- Atlagić J., Panković D., Pekanović A. (2003): Backcrosses in interspecific hybridization in sunflower. *Genetika*, 35, 3, 187-197.
- Bazzalo M. E, Bridges I., Gallela T., Grondona M., Leon A., Scott A., Bidney D., Cole G., D Hautefeuille J. L., Lu G., Mancini M., Scelonge C., Soper J., Sosa-Domingues G., Wang L. (2000): *Sclerotinia* head rot resistance conferred by wheat oxalate oxidase gene in transgenic sunflower. *Proc. 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France*, K-60-65.
- Berversdorf W. D., Hume D. J., Donnelly-Vanderloo J. J. (1988): Agronomic performance of triazine-resistant and susceptible reciprocal spring Canola hybrids. *Crop Sci.*, 28, 932-934.
- Bidney D., Scelonge C., Martich J., Burrus M., Sims L., Huffman G. (1992): Microprojectile bombardment of plant tissues increases transformation frequency by *Agrobacterium tumefaciens*. *Plant Mol. Biol.* 18, 301-313.
- Bruniard J. M., Miller F. J. (2001): Inheritance of imidazolinone-herbicide resistance in sunflower. *Helia*, 11-16.
- Chandler J. M., Beard B. H. (1983): Embryo culture of *Helianthus* hybrids. *Crop Sci.* 23, 1004-1007.
- Christov M., Kiryakov I., Shindrova P., Encheva V. (2004): Evaluation of new interspecific and intergeneric sunflower hybrids for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum*. *Proc. 16th Inter. Sunf. Conf., Fargo, North Dakota, USA*, II, 693-697.
- Demurin Ya. N. (1988): Genetički analiz sastava tocopherolov v semenah podsolnečnika. *Avtoreferat disertacije za KBN*, 1-12.
- Demurin Ya. N. (1993): Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds. *Helia*, 16, 59-62.
- Demurin Ya. N., Škorić D., Popov P., Efimenko S., Bochkovoy A., (1994): Tocopherol genetics in sunflower breeding for oil quality. *Proc. EUCARPIA- Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops, Albena, Bulgaria*, 193-197.

- Demurin Ya. N., Škorić D., Karlović D. (1996): Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds as a basis of breeding for improved oil quality. *Plant Breeding*, 115, 33-36.
- Dorđević N. Đ. (1935): Gajenje uljanih useva. Tezakova biblioteka, Beograd, 1-64.
- Dozet B., Vasić D. (1995): *In vitro* techniques for selection of sunflower for resistance to *Diaporthe (Phomopsis) helianthi* Munt.-Cvet. et al. *Helia*, 18, 22, 37-44.
- Dozet B., Atlagić J., Vasić D. (1996): Transferring stem canker resistance from *Helianthus tuberosus* L. into inbred line of sunflower by embryo rescue technique. *Helia*, 19, 25, 87-94.
- Everett N. P., Robinson K. E., Mascarenhas D. (1987): Genetic engineering of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Bio-Technology*, 5, 1201-1204.
- 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., Jimenez A., Dominguez J., Garcia J.M., Garces R. Mancha M. (1989): Genetic analysis of the high oleic acid content in cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, 41, 39-51.
- Fick G. N. (1984): Inheritance of high oleic acid in the seed oil of sunflower. Proc. Sunfl. Res. Workshop. National Sunf. Association, Bismarck, ND, USA, P9.
- Fick G. N., Miller J. F., (1997): Sunflower Breeding. Sunflower Technology and Sunflower Production, Madison, Wisconsin, USA. 395-441.
- Friedt W. Ganssmann N., Korell M. (1994): Improvement of sunflower oil quality. Proc. EUCARPIA- Symposium of Oil and Protein Crops, Albena, Bulgaria, 1-29.
- Friedt W., Nurhidayah T., Rocher T., Kohler H., Bergmann R., Horn R. (1997): Haploid production and application of molecular methods in sunflower (*Helianthus annuus* L.). U: SM Jain (Ed): *In vitro* haploid production in higher plants. Kluwer Ac Publ., Amsterdam, 17-35.
- Henn H. J., Wingender R., Schnabl H. (1998): Regeneration of fertile interspecific hybrids from protoplast fusions between *Helianthus annuus* L. and wild *Helianthus species*. *Plant Cell Rep.* 18, 220-224.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (1999): Način nasleđivanja ugla i dužine lisne drške u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji kod nekih inbred linija suncokreta. Zbornik radova sa 40. Savetovanja proizvodnje i prerade uljarica, Palić, 237-242.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (1999): Regresiona analiza morfofizioloških komponenti prinosa suncokreta. *Savremena poljoprivreda*, 48, 5-6, 55-61.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2000): Kombinirajuće sposobnosti za komponente prinosa suncokreta. Zbornik izvoda, III JUSEM, Zlatibor, 34.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2000): Komponente varijanse morfoloških svojstava suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Zbornik radova sa 41. Savetovanja industrije ulja, Miločer, 39-43.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2000): Variance components and gene effects of morphological traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Genetika*, 32, 2, 167-174.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2001): Efekat gena za visinu biljke suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Naučno stručno savetovanje agronoma

- Republike Srpske sa međunarodnim učešćem-Poljoprivreda republike Srpske u Novom Milenijumu, Teslić, Republika Srpska, 83.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2002): Efekat gena za ugao i dužinu lisne drške u F<sub>1</sub> i F<sub>2</sub> generaciji suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Uljarstvo, 33, 1-2, 23-27.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2002): Genetska analiza morfoloških svojstava suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Uljarstvo, 33, 3-4, 35-39.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2002): Komponente fenotipske varijabilnosti za prinos zrna po biljci suncokreta. Zbornik radova 43. Savetovanja industrije ulja, Budva, 43, 31-36.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2003): Components of phenotypic variability for head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Genetika, 35, 2, 67-75.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2003): Genetic variance of sunflower yield components (*Helianthus annuus* L.). Genetika, 35,1,1-9.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2004): Način nasleđivanja visine biljke i prečnika glave kod suncokreta (*Helianthus annuus* L.), Selekcija i semenarstvo, x, 1-4, 43-50.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M., (2004): Linija x tester analiza za prinos semena po biljci suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Zbornik radova 45. Savetovanja industrije ulja, Petrovac, 45, 45-51.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M., Jocić S. (2004): Line x tester analysis for plant height and head diameter in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc. 16th Inter. Sunf. Conf, Fargo, North Dakota, USA, II, 497-502.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2005): Linija x tester analiza za masu 1000 semena suncokreta. Naučno stručno savetovanje agronoma Republike Srpske sa međunarodnim učešćem, Zbornik sažeteka, Jahorina, Republika Srpska 63.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M. (2005): Linija x tester analiza za ukupan broj semena po glavi suncokreta (*Helianthus annuus* L.). Zbornik radova 46. Savetovanja industrije ulja, Petrovac, 46, 33-40.
- Hladni N., Škorić D., Kraljević-Balalić M., Sakač Z., Jovanović D. (2005): Combining abilities for oil content and correlations with yield components, 10th FAO Consultation meeting, Novi Sad, SCG, 19.
- Hoeset J. A., Putt E. D., Enus H. (1973): Resistance to *Verticillium* wilt in collections of wild *Helianthus* in North America. Phitopatology, 63, 1517-1520.
- Jocić S., Škorić D., Malidža G. (2001): Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema herbicidima. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 35, 223-23.
- Jovanović D. (2001): Mogućnosti korišćenja suncokreta i oplemenjivanje za posebne namene. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 35, 209-221.
- Krasnyanski S., Menczel L. (1995): Production of fertile somatic hybrid plants of sunflower and *Helianthus giganteus* L. by protoplast fusion. Plant Cell Rep., 14, 232-235.
- Krauter R., Steinmetz A., Friedt W. (1991): Efficient interspecific hybridization in the genus *Helianthus* via embryo rescue and characterization of the hybrids. Theor Appl. Genet. 82, 521-525.

- Leclercq P. (1969): Une sterilité cytoplasmique chez le tournesol. *Ann. Amélior. Plant.*, 19, 99-106.
- Lilleboe D. (1997): Wild Opportunity? The Sunflower, 8-9.
- Malidža G., Škorić D., Jocić S. (2000): Imidazolinone-resistant sunflower (*Helianthus annuus*): Inheritance of resistance and response towards selected sulfonylurea herbicides. *Proc. 15th Inter. Sunf. Conf.*, Toulouse, France, 42-47.
- Malidža G., Jocić S., Škorić D., Dušanić N. (2002): Novije mogućnosti suzbijanja korova u suncokretu. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 36, 189-205.
- Malidža G., Jocić S., Škorić D. (2003): Weed and broomrape (*Orobanche cernua*) control in Clearfield\* sunflower. *Proc. 7th EWRS Mediterranean Symposium*, Adana, Turkey, 51-52.
- Malidža G., Jocić S., Škorić D., Orbović Branka (2003): Najnoviji rezultati u suzbijanju korova i volovoda u Clearfield\* suncokretu. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo*, 38, 237-250.
- Mallory-Smith C. A., Thill D. C., Dial M. J. (1990): Development of sulfonylurea resistant lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Weed Sci. Soc. Am. Abstr.* 30, 65.
- Malone-Schoneberg R. S., Bidney D., Scelonge C., Burrus M., Martich J. (1991): Recovery of stable transformants from *Agrobacterium tumefaciens* treated split shoot axes. *Abstr of World Congress on Cell Tissue Culture*, Anaheim, USA.
- Maširević S. N., Secor G. A., Gulya T. J. (1988): Use of cell culture to screen sunflower germplasm for resistance to *Phomopsis* brown-gray stem spot. *Plant Cell Rep.*, 7, 528-530.
- Mihaljčević M. (1980): Research on the resistance of sunflower inbreds to *Macrophomina phaseoli* Ashb., *Proc. 9th Inter. Sunf. Conf.*, Torremolians, Spain, 69-74.
- Miller F. J., Zimmerman C. D., Vick A. B. (1987): Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. *Crop Sci.*, 27, 923-926.
- Miller J. F. (1987): Principles of cultivar development, II Crop Species. In W. R. Fehr. (Editor), *Sunflower*, Macmillan, New York, 626-669.
- Miller J. F. (1992): Update on inheritance of sunflower characteristics. *Proc. 14th Inter. Sunf. Conf.*, Pisa, Italy, 905-944.
- Miller J. F., Fick G. N. (1997): *The Genetics of Sunflower. Sunflower Technology and Production*, Madison, Wisconsin, USA, 441-497.
- Miller F. J., Al-Khatib K. (2000): Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. *Proc. 15th Inter. Sunf. Conf.*, Toulouse, France, I, 0-37-42.
- Morozov V. K. (1947): *Sunflower Breeding in USSR*. Moscow, Russian, 1-272.
- Morris J. B., Yang S. M., Wilson L. (1983): Reaction of *Helianthus* species to *Alternaria helianthi*. *Plant Dis.* 67, 539-540.
- Nenova N., Christov M., Ivanov P. (1998): Anther culture regeneration from some wild *Helianthus* species. *Abstr 4th European Conf. on Sunf. Biotechnology*, Montpellier, France, 64.
- Nikolić-Vig V. (1961): Sperimentazione con razze digirasole nella Vojvodina. *Sementi Elette. Anno VII*, 2, 26-31.
- Nikolić-Vig V., Vrebalov T. (1965): La culture du tournesol en Yougoslavie. *Revue Française des Crops Gras.* 10, 577-584.

- Nurhidayah T., Horn R., Rocher T., Friedt W. (1996): High regeneration rates in anther culture of interspecific sunflower hybrids. *Plant Cell Rep.* 16, 167-173.
- Plesničar M., Sakač Z., Panković D., Čupina T., Škorić D., (1993): Efficiency of carbon assimilation and water utilization in several NS sunflower lines and hybrids. *Helia*, 16, 21-30.
- Panković D., Mihaljčević M., Škorić D. (1997): Determination of genetic distance between different sunflower lines with RAPD markers. I Simpozijum molekularne genetike i I Simpozijum mutageneze i genotoksikologije, Zlatibor, C11.
- Panković D., Sakač Z., Kevrešan S., Plesničar M. (1999): Acclimation to long-term water deficit in the leaves of two sunflower hybrids: photosynthesis, electron transport and carbon metabolism. *Journal of Experimental Botany*, 50, 330, 127-138.
- Panković D., Vasić D., Škorić D. (2000): Korišćenje molekularnih markera, fuzije protoplasta i genetskih transformacija u oplemenjivanju suncokreta. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*, 33, 65-80.
- Panković D., Zdelar G., Jocić S., Lačok N., Sakač Z., Škorić D. (2003): Primena PCR markera u ispitivanju otpornosti suncokreta prema plamenjači. *Zbornik abstrakata drugog simpozijuma za oplemenjivanje organizama. Vrnjačka Banja*, 168.
- Panković D., Sakač Z., Jocić S., Škorić D. (2004): Molekularni markeri u oplemenjivanju suncokreta. *Zbornik radova, Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad*, 40, 301-311.
- Panković D., Jocić S., Lačok N., Sakač Z., Škorić D. (2004): The use of PCR-based markers in the evaluation of resistance to downy mildew in NS-breeding material. *Helia*, 27, 40, 149-158.
- Panković D., Jocić S., Lačok N., Sakač Z., Škorić D. (2004): The use of PCR-based markers in the evaluation of resistance to downy mildew in NS-breeding material. *Helia*, 27, 40, 149-158.
- Panković D., Radovanović N., Jocić S., Škorić D. (2005): Inheritance of resistance to sunflower downy mildew race 730 investigated by whole seed inoculation technique and PCR markers. (submitted)
- Pustovojt V. S. (1966): Kratkoja karakteristika form masličnoga podsolnečnika. U knjizi *Izabranie trudi, VO "Agropromizdat"*, Moskva, 40-42.
- Pustavojt G.V., Skuropet Z. J. (1978): Resistance in wild species of *Helianthus* genus. *VNIIMK Review Pest and diseases of oil crops, Krasnodar, Russian*, 45-49.
- Putt E. D. (1964); Breeding behavior of resistance to leaf mottle on *Vericillium*. *Crop Sci.* 4, 2, 1777-179.
- Raducanu F., Soare G., Verzea M. (1994). The "*in vitro*" reaction of some sunflower genotypes to different concentrations of oxalic acid to different filtrates of *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib. de Bary). *Proc. EUCARPIA Oil Prot. Sect., Albena, Bugarska*, 202-207.
- Raducanu F., Moraru I., Hagima I., Soare G. (1998): The effect of *Sclerotinia sclerotiorum* and *Phomopsis helianthi* filtrates on some quality and quantity characters of 17 sunflower genotypes tested *in vitro* and *in vivo*. *Abstr 4th European Conf. on Sunf. Biotechnology, Montpellier, France*, 62.

- Raducanu F., Vranceanu A. V., Hagima I., Petcu E. (2000): Studies about the influence of *Sclerotinia sclerotiorum* filtrates on some quantitative and qualitative traits in Romanian sunflower genotypes *in vitro* and *in vivo* tested. Proc. 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France, K-29-34.
- Rashid K.Y., Seiler G.J. (2004): Epidemiology and resistance to *Sclerotinia* head rot in wild sunflower species. Proc. 16th Inter. Sunf. Conf., Fargo, North Dakota, USA, II, 751-755.
- Saftić-Panković D., Atlagić J., Miljanović T., Radovanović N. (2004): Morphological and molecular variability of *Helianthus giganteus* L. and *Helianthus maximiliani* Sch. species. Genetika, 7, 2, 121-130.
- Scelonge C., Wang L., Bidney D., Lu G., Hastings C., Cole G., Mancl M., D Haute feuille J. L., Sosa-Dominguez G., Coughlan S. (2000): Transgenic *Sclerotinia* resistance in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Proc 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France, K-66-71.
- Scharp W. R., (1986): Opportunities for biotechnology in the development of new edible vegetable oil products. YAOCS, 63, 5, 594-600.
- Seiler G. J. (1983): Evaluation of wild sunflower species for potential drought tolerance. Proc. of the Sunflower Research Workshop, National Sunf. Assoc., Bismarck, ND, USA, 13.
- Seiler G. J. (1986): Evaluation of responses of interspecific and cultivated sunflower hybrids to water stress. Proc. Sunf. Res. Workshop, Alberdeen, Sd, Nat. Sunflower assoc., Bismarck, ND, USA, 9-10.
- Seiler G. J. (1992): Utilization of wild sunflower species for the improvement of cultivated sunflower. Field Crops. Res., 30, 195-230.
- Shaner D. L., O Connor (1991): The Imidazolinone Herbicides, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Shaner D. L., Newell F. B., Smith W. (1996): Imidazolinone-resistant crops: selection, characterization and management. In: Herbicide-resistant Crops edited by Duke, S.O., CRC Press, Boca Raton, Florida, 143-157.
- Škorić D., (1985): Sunflower breeding for resistance to *Diaporthe/Phomopsis belianthi* Munt.-Cvet. et al., Helia, 8, 21-24.
- Škorić D., Marinković R. (1986): Most recent results in sunflower breeding Jodelmezob. Napraforg Termeszetes, Budapest, 24-28.
- Škorić (1988): Screening for resistance in wild sunflower forms in order to create resistant hybrids. Inter. Symposium on Sci. and Biotechnol. for an Integral Sunf. Utilization, Pisa, Italy, 24-26.
- Škorić D. (1988): Sunflower breeding. Uljarstvo, 25, 1, 1-90.
- Škorić D., Vrebalov T., Čupina T., Turkulov J., Marinković R., Maširević S., Atlagić J., Tadić L., Sekulić R., Stanojević D., Kovačević M., Jančić V., Sakač Z. (1989): Suncokret (monografija), Nolit, Bograd, 1-635.
- Škorić D. (1992): Achievements and future directions of sunflower breeding. Field Crops Res.. 30, 231-270.
- Škorić D., Demurin Ya. N. Jocić S. (1996): Development of hybrids with various oil quality. Proc. 14th Inter. Sunf. Conf., Beijing/Shenyang, China, 54-59.
- Škorić D., Jocić S. Lečić N. (1998): Sunflower breeding for different oil quality. Proc. 15th EUCARPIA Congress, Viterbo, Italy, 339-346.
- Škorić D. (1998): Sixty years of sunflower breeding at the Institute of Field and Vegetable Crops. Proc. 2nd Balkan Symposium on Field Crops, 1, 65-69.

- Škorić D., Marinković R., Jocić S., Jovanović D., Hladni N. (2002): Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta i izbor hibrida za setvu u 2002 godini. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarsvo i povrtarstvo, 36, 147-160.
- Soldatov K. J. (1976): Chemical mutagenesis for sunflower breeding. Proc. 7th Inter. Sunf. Conf., Krasnodar, Russia, 352-357.
- Sujatha M., Probakaran A. J., Chattopadhyay C. (1997): Reaction of wild sunflowers and certain interspecific hybrids to *Alternaria helianthi*. HELIA, 20, 27, 15-24.
- Sulce E. V. (1940): Gajenje suncokreta. Beograd, 1-29.
- Tahmasebi-Enferadi S., Turi M., Baldini M., Vanozzi G. P. (2000): Comparison between artificial inoculation and culture filtrate of *Sclerotinia sclerotiorum* Lib. de Bary treatments of nine sunflower genotypes. Proc 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France, K-23-28.
- Tang S., Yu J. K., Slabaugh M. B., Shintani D. K., Knapp S. J. (2002): Simple sequence repeat map of the sunflower genome. Theor. Appl. Genet., 105, 1124-1136.
- Taški K., Vasić D. (2003): Asimetrična somatska hibridizacija između suncokreta (*Helianthus annuus* L.) i *Helianthus maximiliani* (Schrad.). Arhiv za poljoprivredne nauke, 64, 225-226, 35-44.
- Todorova M., Ivanov P., Shindrova P., Christov M., Ivanova I. (1997): Doubled haploid production of sunflower (*Helianthus annuus* L.) through irradiated pollen-induced parthenogenesis. Euphatica, 97, 249-254.
- Todorova M., Ivanov P. (1998): Induced parthenogenesis in sunflower: effect of pollen donor. Abstr. 4th European Conf. on Sunf. Biotechnol., Montpellier, France, 95.
- Todorova M., Ivanov P. (2000): Induced parthenogenesis in sunflower (*Helianthus annuus* L.): Effect of gamma-irradiation doses. Proc. 15th Inter. Sunf. Conf., Toulouse, France, L-46-51.
- Urie L. A. (1985): Inheritance of high oleic acid in sunflower. Crop Sci., 25, 986-989.
- Vasić D., Alibert G., Škorić D. (1999): *In vitro* screening of sunflower for resistance to *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary. Helia, 22, 31, 95-104.
- Vasić D., Škorić D. (2000): Određivanje parametara i koncentracije filtrata najpogodnijih za ispitivanje otpornosti suncokreta na *Phomopsis* u *in vitro* uslovima. Zbornik radova sa 41. Savetovanja industrije ulja, Miločer, 69-72.
- Vasić D., Škorić D., Jocić S. (2000): Anther culture of sunflower cultivars. Proc 15th Inter. Sunf. Conf. Toulouse, France, L-52-55.
- Vasić D., Jocić S., Škorić D. (2001): Plant regeneration from anthers of cultivated sunflower populations. Proc 5th European Symposium Sunf. Biotechnol., Pisa, Italy, S-03-8.
- Vasić D., Pajević S., Sarić M., Vasiljević Lj., Škorić D. (2001a): Concentration of mineral elements in callus tissue culture of some sunflower inbred lines. J. Plant Nutrit. 24, 12, 1987-1994.
- Vasiljević Lj., Vasić D. (1995): Izolacija i fuzija protoplasta. U: Kultura tkiva u poljoprivredi. Feljton, Novi Sad, 195-247.
- Vear F. (2004.): Breeding for durable resistance to the main diseases of sunflower. Proc. 16th Inter. Sunf. Conf., Fargo, ND, USA, I, 15-29.

- Vranceanu V., Cep N., Parvu N., Stoanescu F. M. (1983): Genetic varijabiliti of sunflower reaction to the attack of *Phomopsis helianthi*. *Helia*, 6, 23-25.
- Vranceanu A. V. (2000): Floarea-Soarelui hibrida: Editura Ceres. Bucuresti. 1-1147.
- Yang S. M., Morris J. B, Thompson T. E (1980): Evaluation of *Helianthus* spp. for resistance to Rhizopus head rot. Proc. 9th Sunf. 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. Sunf. Conf., Bucharest, 673-680.
- Zimmer D. E., Hoes J. A. (1978): Diseases, pages 225-262, Carter J. F., (Ed.) Sunflower Species and Technology, Agron. Soc. Am. Agron. Mong. 19, 505.

### **ACHIEVEMENTS OF SUNFLOWER BREEDING**

**Škorić, D., Jocić, S., Jovanović, D., Nada Hladni, Marinković, R.,  
Atlagić Jovanka, Panković Dejana, Vasić Dragana, Miladinović, F.,  
Gvozdenović Sandra, Terzić, S., Sakač, Z.**

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

### **SUMMARY**

Over the four decades of sunflower breeding at the Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad (IFVCNS), significant results have been achieved. In the area of genetic resources, over 7,000 inbred lines originating from genetically divergent materials have been developed and a rich collection of wild species of the genus *Helianthus* has been assembled. During the past 40 years, sunflower researchers from the IFVCNS have also developed methods and defined directions of sunflower breeding and created models of ideal hybrids for the local and other agroecological conditions.

A large number of sunflower hybrids have been developed at the IFVCNS that have dominated the domestic sunflower production in the last 25 years. Internationally, the IFVCNS has released more than 100 of its own sunflower hybrids as well as over 50 joint hybrids developed in collaboration with various foreign companies and organizations.

The IFVCNS has done a great deal on collecting, maintaining, studying and using the wild species of the genus *Helianthus* in sunflower breeding using interspecific hybridization.. Cytogenetic studies have played an important role in this process.

Modern biotechnology methods such as haploid production, protoplast fusion, *in vitro* screening, embryo culture and others have all been incorporated into the sunflower breeding program of the IFVCNS. Particularly notable has been



the development and practical application of molecular markers in breeding for resistance to downy mildew.

Breeding for resistance to diseases has been a major part of the Institute's sunflower program. Significant results have been achieved in selection for resistance to downy mildew, *Phomopsis*, rust, verticillium wilt, black spot and charcoal rot of root and stem. Genes for resistance to these pathogens have been discovered in wild *Helianthus* species and incorporated into cultivated sunflower genotypes by interspecific hybridization.

The development of hybrids resistant to broomrape race E has had an important part in the Novi Sad sunflower breeding program.

Great success has been achieved in developing hybrids tolerant of imidazolinone-based herbicides. This effort has produced the hybrids RIMI (RIMISOL) and Vitalko. Hybrids tolerant of sulfonyl-urea herbicides should also be developed soon based on wild sunflower species.

Significant results have been achieved in developing hybrids with different oil quality as well.

In 2005, sunflower hybrids developed either by the IFVCNS alone or jointly with foreign partners were grown on a total of over two million hectares worldwide.

**KEY WORDS:** sunflower, breeding, hybrid, resistance, wild species, interspecific hybridization, biotechnology methods