

"Zbornik radova", Sveska 36, 2002.

Pregledni rad - Review

***DOSTIGNUĆA I DALJI PRAVCI U OPLEMENJIVANJU SUNCOKRETA
I IZBOR HIBRIDA ZA SETVU U 2002. GODINI***

Škorić, D., Marinković, R., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, Nada¹

IZVOD

Značajan doprinos u oplemenjivanju suncokreta ostvarili su ruski oplemenjivači u periodu 1910.-1970. godine stvarajući produktivne visoko uljane sorte populacije. Otkrivanjem prvog izvora citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) u 1969. godini i restorer gena 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 3 decenije ostvaren je značajan napredak u oplemenjivanju suncokreta u svetu i kod nas. Stvoreni su hibridi sa genetskim potencijalom za prinos semena iznad 5,5 tona/ha i sadržajem ulja u semenu do 55 %. Iz divljih vrsta suncokreta ugrađena je otpornost prema plamenjači, rđi, suncokretovom moljcu, volovodu, *Verticillium*-u. Ostvarena je poljska otpornost prema *Phomopsis*-u u hibridima. U novoj generaciji hibrida povećana je tolerantnost prema beloju truleži (*Sclerotinia*).

Induciranim mutacijama dobijeni su genotipovi sa visokim sadržajem oleinske kiseline. Pored toga otkrivene su spontane mutacije sa recesivnim genima za sadržaj beta, gama i delta tokoferola. Ova otkrića omogućavaju stvaranje namenskih hibrida kod kojih je ulje 15-16 puta stabilnije (održivo) u odnosu na standardno ulje. Među značajna ostvarenja spada i stvaranje hibrida konzumnog tipa. Vidan napredak je ostvaren i u selekciji na otpornost prema herbicidima, stvaranjem IMI-Resistance hibrida.

U narednom periodu oplemenjivanje suncokreta će biti usmereno na povećanje produktivnosti i stabilnosti hibrida pre svega korišćenjem divljih vrsta kao izvora otpornosti prema bolestima uz primenu novih metoda biotehnologije.

Na osnovu rezultata ostvarenih u masovnoj proizvodnji i mreži ogleda predlažu se za setvu u 2002. godini hibridi: **1/ Za redovnu setvu:** NS-H-111, Velja,

1 Dr Dragan Škorić, redovni profesor, dr Radovan Marinković, naučni savetnik, mr Siniša Jocić, istraživač saradnik, mr Dejan Jovanović, istraživač saradnik i mr Nada Hladni, istraživač saradnik, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad.

Krajišnik, Bačvanin, Banaćanin, NS-H-45 i NS-H-43; 2/ **Za kasnu u postrnu setvu:** Dukat; 3/ **Za posebne namene:** Delija (konzumni), Labud (za ishranu živine i ptica).

KLJUČNE REČI: Suncokret, oplemenjivanje, produktivnost, otpornost, bolesti, suša, kvalitet ulja, otpornost prema herbicidima.

Uvod

Suncokret (*Helianthus annuus L.*) vodi poreklo iz Severne Amerike, gde su ga počeli gajiti Indijanci 3000 godina pre nove ere.

Početak oplemenjivanja suncokreta na naučnim osnovama datira od 1912. i 1913. godine kada je u Rusiji na kubanskoj stanici Kruglik, odnosno u Saratovu započeto stvaranje sorti po utvrđenom programu. Nakon toga formiran je oplemenjivački centar u Krasnodaru i Rostovu na Donu (Morozov, 1947). Tokom pedesetogodišnjeg rada napravljen je velik progres u stvaranju sorata sa visokim sadržajem ulja u semenu, koje je podignuto sa 30 % na preko 50 %. Takođe, ugrađena je otpornost prema volovodu (rasa A i B), rđi i suncokretovom moljcu. Sa sigurnošću se može konstatovati da su ruske sorte promovisale suncokret kao uljanu biljku u svetu.

Pronalaženjem prvog izvora citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) od strane *Leclercq* (1969) i restorer gena od više autora (Škorić, 1989) omogućeno je praktično stvaranje hibrida.

Kod nas u Institutu u Novom Sadu sa oplemenjivanjem suncokreta je započeto od njegovog osnivanja 1938. godine. Najpre je rađeno na stvaranju sorata, a od 1960. godine i na stvaranju hibrida. Naša zemlja spada među prve zemlje u svetu koje su u potpunosti prešle sa sorata na gajenje sopstvenih hibrida.

Preko 70 priznatih u svetu novosadskih i oko 40 zajedničkih hibrida pokazuje da se na oplemenjivanju suncokreta u našoj zemlji radi ozbiljno.

Prelaskom na gajenje hibrida, površine pod suncokretom u svetu su se povećale i stabilizovali su se prinosi na jednom višem nivou. Značaj hibrida u proizvodnji suncokreta najbolje ilustruje činjenica da su se površine u prethodne 2 decenije od kada se oni gaje u svetu više nego udvostručile.

Bitan momenat u oplemenjivanju suncokreta predstavlja početak korišćenja divljih vrsta roda *Helianthus* u selekciji na otpornost prema bolestima i insektima putem interspecies hibridizacije. Uvođenje novih metoda biotehnologije u oplemenjivanju suncokreta predstavlja novu kvalitetnu etapu, jer će doprineti bržem i uspešnijem stvaranju produktivnih hibrida.

Predhodnu deceniju karakteriše ne samo stvaranje produktivnih visokouljanih hibrida, već i ubrzano stvaranje hibrida za posebne namene (konzumni, visokooleinski, visokolinolni), a što će omogućiti proizvodnju visokovrednih finalnih proizvoda i kvalitetniju ishranu ljudi.

Glavni ciljevi oplemenjivanja suncokreta

Priroda dvospolnih cvetova uticala je da se znatno kasnije stvore hibridi suncokreta, nego kod nekih drugih ratarskih biljaka (kukuruz, šećerna repa). Tek

pronalaženjem prvog izvora citoplazmatske muške sterilnosti (CMS) od strane *Leclercq* (1969) i restorer gena od strane nekoliko autora moglo se praktično prići stvaranju hibrida kod suncokreta. Iako je rad na stvaranju hibrida bio započet u Rusiji još početkom 20-og veka (*Morozov*, 1947), za predhodnih nešto više od 30 godina učinjeno je mnogo na stvaranju hibrida suncokreta. Hibridi suncokreta su doprineli da se površine pod ovom važnom uljanom biljkom u predhodnih 20 godina u svetu udvostruče.

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

Prema *Fick* i *Miller* (1997) kod stvaranja konzumnog (visokoproteinskog) tipa 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. Kod ovog tipa hibrida veoma je bitan visok sadržaj proteina i njihov kvalitet.

Kod hibrida za posebne namene (različiti kvalitet ulja) pored napred iznetih osobina i svojstava veoma su važni određeni parametri kvaliteta ulja. Za oleinski tip hibrida bitan je visok sadržaj oleinske (> 80 %) kiseline, a kod visoko-linolnog tipa visok sadržaj linolne kiseline. U oba slučaja bitno je da je visok sadržaj dotičnih viših masnih kiselina genetski kontrolisan i da je udeo faktora spoljne sredine na njihovu ekspresiju minoran.

Za sve tipove hibrida u važna svojstva spadaju parametri koji obezbeđuju dugoročno bezbedno čuvanje semena, odnosno ulja i proteina i njihovog kvaliteta (*Škorić*, 1989).

Izgradnja modela hibrida i oplemenjivanje na najvažnija svojstva

U masovnoj proizvodnji suncokreta u svetu dominiraju SC - dvolinijski hibridi. Dvolinijski hibridi su genetski uži od sortnih populacija i njihov areal gajenja je uspešan samo u određenim agroekološkim uslovima. Iz ovih razloga je veoma bitno da svaki oplemenjivač dobro poznaje agroekološke uslove za koje stvara hibrid, a posebno limitirajuće faktore u proizvodnji. Svaki oplemenjivač mora dobro definisati koje gene treba da poseduje hibrid koji stvara. Da bi to mogao da realizuje mora posedovati određenu genetičku varijabilnost tj. selekcioneri materijal koji će omogućiti realizaciju zamišljenog modela hibrida. Ako je krajnji cilj stvaranje hibrida sa prinosom od preko 2000 kg/ha ulja, onda je potrebno dobro definisati direktne komponente prinosa i načine njihove realizacije. Ukoliko su dobro definisani zahtevi u pogledu gena koje dotični genotip treba da poseduje, neophodno je definisati zahteve dotičnog genotipa prema uslovima dotične spoljne sredine. Da bi se to moglo uspešno obaviti moraju se dobro poznavati tipovi zemljišta i njihova obezbeđenost hranivima. Pored toga, neophodno je dobro poznavati količine padavina i njihov raspored u toku godine, a posebno u vreme

vegetacije. Paralelno sa time treba definisati parametre optimalne tehnologije gajenja suncokreta u dotičnom regionu (Škorić, 1989).

Da bi jedan oplemenjivač bio uspešan on mora uspostaviti blizak kontakt sa suncokretom. Znači, njegovo radno mesto u toku vegetacije je u polju gde treba da oseti šta nedostaje biljci i kako da otkloni limitirajuće faktore. Odnos između oplemenjivača i biljke najbolje je definisao Sharma (1994). Kada je u potpunosti definisan model hibrida, oplemenjivač mora odabrati nekoliko najvažnijih svojstava koje će realizovati u prvoj etapi realizacije modela hibrida. Ne može se odjednom raditi na selekciji velikog broja svojstava. Znači, treba definisati prioritete i sprovesti postupnost u stvaranju hibrida. Za oplemenjivača je jako bitno da blagovremeno shvati da sam ne može uraditi mnogo, već timski sa stručnjacima različitih profila. U novije vreme veoma je bitno da koristi nove metode biotehnologije koje mu omogućavaju brže i sigurnije realizaciju oplemenjivačkih ciljeva.

Sigurno da je glavni cilj u oplemenjivanju suncokreta visok prinos semena, odnosno ulja po jedinici površine. Da bi se to moglo realizovati, oplemenjivač mora da pronađe komponente koje se mogu lako morfološki odrediti u pojedinim fazama ontogeneze i koje pokazuju korelacije sa prinosom kako bi selekcija na te komponente u stvari bila selekcija na prinos ulja po jedinici površine.

Prema Škoriću (1989) kao krajnje komponente prinosa semena, odnosno prinosa ulja po jedinici površine (ha) kod suncokreta mogu se smatrati: broj biljaka po ha (55.-60.000); broj semena po biljci (> 1500); visoka autofertilnost (> 80 %); hektolitarska masa (45-50 kg/hl); masa 1000 semena (> 70 grama); nizak sadržaj ljuske (20-24 %); visok sadržaj ulja u semenu (>50 %)

Realizacijom navedenih vrednosti može se očekivati postizanje krajnjeg cilja u oplemenjivanju tj. prinosa ulja od preko 2000 kg/ha.

Pošto je gajeni suncokret genetski uzak i deficitaran posebno u genima koji uslovljavaju otpornost prema dominantnim bolestima, neophodno je opredeliti se za koje bolesti treba raditi selekciju na otpornost, naravno uz korišćenje divljih vrsta kao izvora poželjnih gena putem interspecies hibridizacije i modernih metoda biotehnologije.

Pored selekcije na napred iznete osobine i svojstva u realizaciji modela hibrida, neophodno je vršiti i oplemenjivanje na poželjnu arhitekturu biljke. Visina biljaka, veličina, forma i položaj glave na stablu, broj listova, njihova veličina, trajanje i raspored na biljci igraju važnu ulogu u definisanju optimalne arhitekture hibrida suncokreta. Za realizaciju ovog programa neophodno je poznavati dobro oplemenjivačke metode, posedovati potrebnu genetičku varijabilnost, način nasleđivanja dotičnih svojstava i prioritete u realizaciji.

Koristeći postojeću genetičku varijabilnost kod gajenog suncokreta, zatim divlje vrste roda *Helianthus*, oplemenjivači suncokreta u svetu i kod nas u predhodne 3 decenije su stvorili preko 500 hibrida na bazi citoplazmatske muške sterilnosti sa otpornošću prema određenim dominantnim bolestima i tolerantnošću prema stresu (suši). Pored toga, stvoren je velik broj hibrida za posebne namene. Konzumni hibridi među njima zauzimaju značajno mesto, a zatim po važnosti slede namenski hibridi sa visokim sadržajem oleinske kiseline u ulju.

Korišćenje genetičke varijabilnosti na međunarodnom nivou

Manifestovanje efekta heterozisa za agronomski važna svojstva je osnovni preduslov za dobijanje produktivnih hibrida. Genetička udaljenost roditeljskih linija je jedan od preduslova za ispoljavanje dobrih posebnih kombinirajućih sposobnosti (PKS). Svaki oplemenjivački centar u okviru svog selekcionog materijala ima ograničenu genetičku varijabilnost koja sprečava dobijanje značajnijih pomaka u povećanju prinosa. Ukoliko se uključi u stvaranje hibrida varijabilnost koja postoji na međunarodnom planu mogu se znatno brže dobiti produktivni hibridi suncokreta. Kod suncokreta ovo se već preko 20 godina uveliko koristi. Vlasništvo nad linijama nije ugroženo, jer se razmenjuju samo citoplazmatski muško sterilne linije (CMS) koje drugi partner ukrsti sa svojim restorer (očevska) linijama. Na ovaj način stvoren je veliki broj zajedničkih hibrida u svetu, a posebno u zapadnoj Evropi. Sa sigurnošću se može konstatovati da su proizvodnju suncokreta u Francuskoj razvili pre svega zajednički hibridi, jer preko 15 godina su dominantni u masovnoj proizvodnji.

Novosadski institut ima najrasprostranjeniju saradnju u svetu na stvaranju zajedničkih hibrida suncokreta. Ova saradnja se odvija sa preko 30 institucija lociranih u 14 zemalja sveta. Kao rezultat te saradnje je stvoreno i priznato 38 zajedničkih hibrida. Najbolji rezultati su postignuti sa pojedinim firmama u Francuskoj (RPG) i Rusiji. Na osnovu proizvedenih količina hibridnog semena od zajedničkih hibrida u 2001. u Rusiji sa sigurnošću se može prognozirati da će u 2002. godini biti posejano preko 250.000 ha sa zajedničkim hibridima kod kojih je linija majke iz Novog Sada.

Oplemenjivanje suncokreta na otpornost 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 agroekoloških uslova. Neke od njih imaju ekonomski značaj u svim regionima gajenja suncokreta u svetu. Poznato je da preko 30 različitih patogena (među kojima su dominantne gljive) napada suncokret i prouzrokuje bolesti koje nanose ekonomske štete.

Genotipovi gajenog suncokreta su uglavnom osetljivi prema većim prouzrokovateljima bolesti. Srećom postoje izvori otpornosti (geni) u divljim vrstama roda *Helianthus* prema prouzrokovateljima više bolesti kod suncokreta. Oplemenjivači suncokreta su uspeali da pronađu gene za otpornost prema prouzrokovateljima više bolesti u divljim vrstama i da ih ugrade u genotipove gajenog suncokreta. Praktično sva otpornost prema prouzrokovateljima bolesti koja sada postoji u sortama i hibridima koji se gaje je iz divljih vrsta suncokreta.

Plamenjača (Plasmopara helianthi, Novot.)

Ovo obolenje suncokreta je rasprostranjeno u svim regionima gde se gaji suncokret u svetu. Posebno pojava plamenjače dolazi do izražaja u godinama sa izrazito vlažnim prolećem. Recimo kakvo je bilo proleće 2001. godine. Otpornost prema plamenjači je kontrolisana jednim dominantnim genom (PI). Izvora

otpornosti prema plamenjači ima u više divljih vrsta. Određen broj gena za otpornost prema plamenjači je unet iz divljih vrsta u genotipove gajenog suncokreta. Dugo godina populacija plamenjače je bila stabilna. U Evropi je preko 20 godina bila samo rasa-1, a u Severnoj Americi rasa-2. Svi hibridi koji su bili u masovnoj proizvodnji su bili otporni prema ovim rasama. U predhodnih 10 godina došlo je do nagle promene rasnog sastava plamenjače u čitavom svetu pa i kod nas. Otkriveno je praktično postojanje 9 rasa plamenjače. Najveća varijabilnost u populaciji plamenjače je prisutna u Francuskoj, Mađarskoj i SAD. Najnoviju rasu plamenjače kod nas kontroliše Pl_4 gen. Prisustvo više izvora otpornosti u divljim vrstama suncokreta, uz korišćenje novih metoda biotehnologije, a posebno marker gena, pruža mogućnost oplemenjivačima da brzo mogu stvoriti otporne hibride prema novim rasama plamenjače. Pored toga na raspolaganju su i određeni preparati kao što je metalaksil (apron) koji mogu uspešno kontrolisati plamenjaču.

Mrka pegavost (Phomopsis)

Obolenje suncokreta koje se prvi put masovno pojavilo 1980. godine u našoj zemlji i Rumuniji sada je ekonomski značajna bolest u svim regionima gajenja suncokreta u svetu. Izvori otpornosti se nalaze u određenim divljim vrstama, a pre svega u pojedinim populacijama *H. tuberosus*. Prvi hibridi sa poljskom otpornošću prema *Phomopsisu* u svetu su stvoreni kod nas na bazi divljih vrsta suncokreta (NS-H-45, NS-H-43, NS-H-44 i NS-H-111). Prema rezultatima *Škorić* (1992) i *Vranceanu* (2000) najuspešnija selekcija je na bazi interspecies hibridizacije uz korišćenje kriterijuma "stay green". Slaba strana poljski otpornih hibrida prema *Phomopsisu* je što su oni uglavnom kasni.

Bela trulež (Sclerotinia sclerotiorum)

Gljivično obolenje koje predstavlja najveći problem u proizvodnji suncokreta u većini regiona njegovog gajenja u svetu, a naročito u vlažnijim klimatima. Do sada je konstatovano da ova gljiva napada preko 360 biljnih vrsta, a što sigurno povećava varijabilnost patogena i otežava selekciju. Poseban problem predstavlja u selekciji na otpornost postojanje tri tipa obolenja (koren, stablo, glava) koji su kontrolisani različitim mehanizmima otpornosti (*Škorić*, 1989). Genetičkih izvora otpornosti u genotipovima gajenog suncokreta nema, kao ni u divljim vrstama, već samo različit stepen tolerantnosti (*Fick i Miller*, 1997). Gledano šire u svetu može se konstatovati da su stvoreni hibridi sa zavidnom tolerantnošću obolenja glave i stabla. Manji je uspeh ostvaren u selekciji za otpornost prema korenskoj formi obolenja.

Sigurno je da će nove metode biotehnologije, a posebno primena molekularnih markera doprineti ubrzanom stvaranju hibrida sa visokom tolerantnošću prema sva tri tipa obolenja. Genetska otpornost prema *Sclerotinia* može se ostvariti samo korišćenjem gena iz neke od otpornih biljnih vrsta (recimo kukuruza) i to transgenim putem. U ovom slučaju treba savladati otpor javnosti prema GMO.

Rđa (Puccinia helianthi)

Rđe ima u svim regionima gajenja suncokreta u svetu. Srećom populacija rđe u Evropi je veoma stabilna, a što nije slučaj sa Severnom i Južnom Amerikom, Afrikom, Australijom i dobrim delom Azije, gde ima više rasa rđe i nanosi velike ekonomske štete u proizvodnji suncokreta. Otpornost prema pojedinim rasama je kontrolisana jednim dominantnim genom (R). Izvora otpornosti ima u jednogodišnjim i višegodišnjim divljim vrstama. Oplemenjivači suncokreta u svetu su stvorili hibride genetski otporne prema svim do sada nastalim rasama rđe. Naši hibridi suncokreta su genetski otporni prema evropskoj rasi rđe.

Verticiliozno uvenuće (Verticillium dahliae i V. albo-atrum)

Ovo obolenje najviše je rasprostranjeno u Argentini gde nanosi velike štete u proizvodnji suncokreta. Ekonomske štete od ovog obolenja su izražene i u Severnoj Americi. Kod nas *Verticillium* je najviše prisutan u Negotinskoj Krajini i na severu Bačke. Prema *Fick i Miller* (1997) otpornost je kontrolisana jednim dominantnim genom (Vr1) i nalazi se u dobro poznatoj američkoj liniji Ha-89. Najnovija istraživanja oplemenjivača iz Argentine pokazuju da je u ovoj zemlji prisutna druga rasa *Verticillium*-a i da je kontroliše drugi Vr gen. Treba istaći da su oplemenjivači u Argentini u predhodnih nekoliko godina stvorili genetski otporne hibride prema ovom obolenju, a što je stabilizovalo proizvodnju suncokreta.

Ostale bolesti kod suncokreta

Postoji još velik broj obolenja koji nanose ekonomske štete u proizvodnji suncokreta u našoj zemlji i šire u svetu. Među njima je najpoznatija *Alternaria helianthi*. Ovo obolenje u nekim zemljama značajno smanjuje proizvodnju suncokreta (Indija). Izvora otpornosti prema *Alternaria* nema u genotipovima gajenog suncokreta, kao ni u divljim vrstama roda *Helianthus*. Selekcijom je moguće samo postići visok stepen tolerantnosti.

Drugo važno obolenje koje se naglo širi u Evropi je crna pegavost koju prouzrokuje *Phoma* ssp. Ovo obolenje izaziva prerano uvenuće i šturost semena. Nije još utvrđeno da li postoje genetski izvori otpornosti u divljim vrstama suncokreta. Najotporniji hibrid prema ovom obolenju je Krajišnik, a najotpornija linija majke PH-BC-2-192 na osnovu koje je stvoren novopriznati hibrid Miro.

Rhizopus je karakteristično obolenje aridnih uslova. Malo je u svetu urađeno na selekciji prema ovom patogenu iako nanosi velike štete u proizvodnji suncokreta. Takođe, nedovoljno su ispitane divlje vrste u pogledu otpornosti prema *Rhizopus*-u.

Macrophomina phaseoli ili *Sclerotium bataticola* (čiji je drugi sinonim) u sušnim uslovima predstavlja velik problem u proizvodnji suncokreta. I u našim uslovima nanosi velike štete. Selekcija na staygreen dovodi do otpornosti prema ovom obolenju. Hibrid NS-H-43 je poljski otporan.

Sigurno da još velik broj obolenja nanosi velike probleme u proizvodnji suncokreta. Nažalost, njima nije posvećeno dovoljno pažnje u oplemenjivačkim programima suncokreta.

Oplemenjivanje suncokreta prema volovodu (*Orobanche cumana L.*)

Prema navodima *Morozova* (1947) do pojave ove parazitne cvetnice na suncokretu došlo je najpre u Rusiji krajem 19-og veka. Sa povećanjem površina pod suncokretom u svetu, razvijale su se i nove rase volovoda. Do pre nekoliko godina bilo je poznato 5 rasa volovoda (A, B, C, D, E) na suncokretu koje pojedinačno kontrolišu dominantni geni (Or_1 , Or_2 , Or_3 , Or_4 i Or_5).

Najugroženije zemlje sa volovodom na suncokretu su one koje se naslanjaju na Crno More (Rusija, Moldavija, Ukrajina, Rumunija, Bugarska i Turska) i Španija (*Škorić*, 1988).

U našoj zemlji populacija volovoda je bila dosta stabilna u dužem vremenskom periodu. Dominantna je bila rasa B prema kojoj su genetski otporni svi hibridi koji se nalaze u masovnoj proizvodnji. Nažalost, pre 7-8 godina zapažena je pojava drugih rasa volovoda u severnoj i srednjoj Bačkoj. Korišćenjem diferencijalnih linija utvrđeno je da se radi o rasi E. Prema ovoj rasi stvoren je prvi domaći otporni hibrid Bačvanin, koji je potvrdio svoju otpornost i u masovnoj proizvodnji.

Proizvodnja suncokreta u 2001. godini je pokazala da se ova rasa volovoda proširila praktično na područje čitave Bačke, a primećena je u ovoj godini masovnije i u severnom Banatu (Hetin). Pored *Phomopsis* sa sigurnošću se može konstatovati da volovod postaje najveći problem u proizvodnji suncokreta u Vojvodini. Poznavajući prirodu volovoda mi smo naš oplemenjivački program preorijentisali na selekciju prema ovoj parazitnoj cvetnici. Koristeći zaražene parcele sa volovodom u okolini Bačke Topole i Svetozara Miletića testirajući obiman selekcion materijal utvrdili smo postojanje većeg broja roditeljskih linija koje su otporne prema rasi E volovoda. U periodu 1995.-2001. godina završena je i ugradnja gena Or_5 (koji kontroliše rasu E) u komercijalne roditeljske linije najpoznatijih novosadskih hibrida. Započeto je umnažanje otpornih formi prema rasi E roditeljskih linija hibrida NS-H-45, NS-H-43, NS-H-111, Velja i Krajišnik. Za očekivati je da će se u masovnoj proizvodnji u naredne dve godine pojaviti hibrid NS-H-111, NS-H-43, Velja, Krajišnik, kao i veći broj novih hibrida otpornih prema rasi E volovoda.

Da bi stabilizovali i povećali proizvodnju suncokreta u našoj zemlji neophodno je što pre izvršiti izmenu hibrida sa onim koji su otporni prema rasi E volovoda.

Kada se posmatra šire pojava volovoda na suncokretu u svetu može se konstatovati da je naglo došlo do pojave novih rasa volovoda koje se ne mogu kontrolisati poznatim genima za otpornost (Or_1 - Or_5). Posebno veliki problem na suncokretu predstavljaju nove rase volovoda koje su se pojavile u Španiji i Turskoj. Ima indicija da ima novih rasa volovoda i u Bugarskoj, Rumuniji, Ukrajini i Rusiji. Srećom postoje geni za otpornost i prema ovim rasama volovoda u

određenim divljim vrstama suncokreta, a pre svega u *H. tuberosus*. Oplemenjivači čine velike napore da unesu gene za otpornost prema novim rasama volovoda iz divljih vrsta u komercijalne linije gajenog suncokreta.

Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema suši

Na osnovu istraživanja većeg broja autora definisanje strategije u selekciji na otpornost prema suši nije jednostavno, waterstress značajno utiče na prinos, kao kompleksan fenomen, na čiju izgradnju interakcijski utiče više faktora, a njihov udeo u smanjenju prinosa je manji ili veći, u zavisnosti od vremena stresa.

Jedan od glavnih mehanizama otpornosti prema suši realizuje se izmenom određenih fizioloških i morfoloških parametara, a što omogućava racionalnije korišćenje zalih vode u vreme stresnog perioda. Ovaj mehanizam se ostvaruje putem agresivnijeg korenovog sistema ili smanjenja potrošnje vode preko efikasnijeg stominog aparata, odnosno interakcijskim delovanjem navedenih faktora. Prema navodima Škorića (1989. i 1992.) pri selekciji suncokreta na otpornost prema suši (zemljišnoj i vazdušnoj), posebnu pažnju treba obratiti polenu, lučenju nektara, atraktivnosti prema polinatorima, kao i autofertilnosti. Treba odabrati genotipove kod kojih polenov prah može da izdrži visoke temperature i nisku relativnu vlažnost vazduha.

Povećanje genetičke varijabilnosti kod gajenog suncokreta na otpornost prema stresnim uslovima (suši) realizuje se putem korišćenja divljih vrsta iz roda *Helianthus*. Najbolji rezultati su postignuti u više zemalja pri korišćenju *H. argophilus*. Putem interspecies hibridizacije stvoren je velik broj genotipova gajenog suncokreta sa povećanom otpornošću prema stresu (suši). 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, 1992) i Vranceanu (2000) veoma efikasnim se pokazalo korišćenje fenomena "stay green" u selekciji na otpornost prema suši. Izbor genotipova sa karakterom "stay green" ne dovodi samo do povećanja otpornosti prema suši, već i prema *Phomopsis-u* i *Macrophomina phaseoli*. Da je to tako najbolje pokazuju hibridi u praksi NS-H-43, NS-H-45 i NS-H-111 koji pored otpornosti prema suši poseduju poljsku otpornost i prema *Phomopsis-u* i *Macrophomina phaseoli*.

Oplemenjivanje suncokreta na kvalitet ulja

Standardno ulje suncokreta se sastoji od više masnih kiselina. Dominantno su zastupljene linolna (C18:2; 68-72 %), oleinska (C18:1; 16-19 %), palmitinska (C16:0; 4-6 %) i stearinska (C18:0; 3-5 %). Pored ove 4 važne više masne kiseline u ulju suncokreta je zastupljeno u tragovima još 3-5 masnih kiselina. Faktori spoljne sredine značajno utiču na formiranje i sadržaj viših masnih kiselina. Prvi značajni korak u izmeni sastava viših masnih kiselina učinio je Soldatov (1976) tretirajući

seme suncokreta sa rastvorom DMS (dimetilsulfat) dobio je mutant sa visokim sadržajem oleinske kiseline. Na osnovu ovog materijala on je stvorio prvu visokooleinsku sortu Pervenec koja je poslužila svim oplemenjivačima u svetu za stvaranje oleinskih (> 80 %) hibrida suncokreta. 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 %. Korišćenjem X-zraka dobijen je mutant koji sadrži 8 % (C16:1) kiseline. Na bazi sodium azida dobijen je mutant koji sadrži visok procenat stearinske kiseline (14 %). Korišćenjem primene X-zraka i EMS dobijen je mutant sa visokim sadržajem palmitinske kiseline. U oplemenjivačkom programu ukoliko se koriste svi napred navedeni mutanti moguće je stvoriti hibride suncokreta sa različitim kvalitetom ulja. Najviše se u svetu uradilo na stvaranju hibrida sa visokim (> 80 %) 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. U SAD u predhodnih nekoliko godina masovno se prešlo na gajenje hibrida sa srednjim sadržajem (65- 70 %) oleinske kiseline.

Novinu u daljoj izmeni kvaliteta ulja kod suncokreta učinio je *Demurin* (1993) otkrivanjem spontanih mutanata sa različitim tipom tokoferola. Poznato je da standardno ulje suncokreta sadrži dominantno (> 96 %) alfa tokoferola. *Demurin* je otkrio spontani mutant koji poseduje recesivni gen tph_1 koji obezbeđuje podjednaku ekspresiju alfa (50 %) i beta (50 %) tokoferola. Isti autor je otkrio spontani mutant koji poseduje recesivni gen tph_2 koji obezbeđuje umesto alfa, dominantnu ekspresiju gama tokoferola. Treći recesivni gen koji je otkrio *Demurin* je $tph_1\ tph_2$ koji obezbeđuje ekspresiju alfa, beta, gama i delta tokoferola. Šta se dobija ukoliko se u isti genotip ugrade istovremeno geni za visok sadržaj oleinske kiseline (Ol) i jedan od gena tph_1 ili tph_2 . Postiže se jedna vrsta sinergije koja obezbeđuje veliku postojanost ulja. Naime, ako se izloži testu na 100°C standardno, oleinsko i oleinsko+ tph_1 ili tph_2 dobiju se značajne razlike u postojanosti ulja. U poređenju sa standardnim uljem, oleinski tip ulja je 3 puta postojaniji. Dok, oleinski+ tph_1 ili tph_2 ima 15-16 puta stabilnije ulje. Velik broj naših linija poseduje visok sadržaj oleinske kiseline i istovremeno tph_1 gen, a što nam omogućava da među prvima u svetu ponudimo tržištu novi tip ulja koje će 15-16 puta biti postojanije od standardnog ulja.

Na osnovu napred iznetih rezultata i niza drugih može se konstatovati da se kod suncokreta mogu stvoriti hibridi sa bitno različitim kvalitetom ulja (*Škorić*, 1992, *Friedt et al.*, 1994).

Oplemenjivanje suncokreta na otpornost prema herbicidima

Korovi predstavljaju velik problem u proizvodnji suncokreta u svetu. Za suzbijanje korova u usevima suncokreta koriste se različiti herbicidi koji uspešno uništavaju većinu korova. Unošenje gena transgenim putem uspešno je realizovano kod više ratarskih vrsta, a najviše se primenjuje u praksi kod kukuruza i soje. Otpor javnog i stručnog mnjenja u većem broju zemalja u svetu prema GMO, nameće potrebu pronalaženja novih izvora otpornosti prema herbicidima

koji se mogu konvencionalnim metodama ugraditi u gajene biljke. Al-Khatib et al. (1998) publikovali su da su u usevu soje koji je uzastupno nekoliko godina tretiran Pursuit (imazethapyr) pronašli biljke divljeg *Helianthus annuus L.* otporne prema ovom herbicidu. Seme od ovih biljaka koristi se u svetu za stvaranje otpornih hibrida suncokreta prema grupi herbicida imidazolinona, nazvanih IMI-resistance. U našem oplemenjivačkom programu koristeći isti izvor otpornosti, u periodu 1998.-2001. godina (koristeći staklenik i polje) uneta je IMI-Resistance u nekoliko komercijalnih linija. Prvi hibridi IMI-Resistance biće u zvaničnim ogledima za registraciju već u 2002. godini. Način nasleđivanja otpornosti prema imidazolinonima je proučena od strane Miller et al. (2000) i utvrđeno je da se radi o parcijalnoj dominaciji.

Uvođenjem u praksu otpornih hibrida suncokreta prema herbicidima iz grupe imidazolinona i upotrebom ovih herbicida očekuje se značajno unapređenje u suzbijanju dominantnih uskolisnih i širokolisnih korova u usevima suncokreta, a posebno problematičnih korova: *Datura stramonium*, *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Sinapis avensis*, *Solanum nigrum*, *Xanthium strumarium*, *Iva xanthifolia*, *Polygonum* spp. i drugih.

IMI-Resistance hibridi treba da reše i problem volovoda (*Orobanche cumana L.*) u usevima suncokreta, pošto herbicidi iz grupe imidazolinona uspešno suzbijaju i ovu parazitnu cvetnicu.

Izbor hibrida za setvu u 2002. godini

Vremenske prilike nisu bile naklonjene proizvodnji suncokreta u 2001. godini. Vegetacioni period se karakterisao obimnom količinom padavina u prolećnim mesecima, sušnim julom i augustom i prvom i drugom dekadom septembra sa velikom količinom padavina. I pored toga sa proizvodnjom suncokreta možemo biti zadovoljni, a naročito kod proizvođača koji su primenili optimalne agrotehničke mere.

Hibridi koji se nalaze u masovnoj proizvodnji različito su reagovali na uslove spoljne sredine u 2001. godini. Na osnovu prosečnih rezultata ostvarenih u 8 mikro oglada može se konstatovati da je najveći prosečni prinos semena ostvaren sa hibridom NS-H-43. Zatim slede Bačvanin, NS-H-111, NS-H-45,.... Najveći prosečni sadržaj ulja u semenu je bio kod hibrida NS-H-17 (50,44 %). Zatim, slede Krajišnik, Banaćanin, NS-H-43 itd. Najveći prosečni prinos ulja je ostvaren kod hibrida NS-H-43. Dok, na drugom mestu je hibrid Bačvanin, a na trećem mestu je NS-H-111 (Tabela 1.)

Predlog hibrida za setvu u 2002. godini ne možemo dati samo na osnovu jednogodišnjih rezultata, već na osnovu višegodišnjih rezultata ostvarenih u mreži oglada i u širokoj proizvodnji. Iz ovih razloga se predlažu za setvu u 2002. godini sledeći hibridi:

- A/ Za redovnu setvu: Velja, NS-H-111, Krajišnik, NS-H-45, Bačvanin, Banaćanin, NS-H-43 i NS-H-17
- B/ Kasnu i postrnu setvu hibrid Dukat;
- V/ Za proizvodnju suncokreta za posebne namene Delija (konzumni) i Labud (za ishranu živine i ptica).

Kod velikih proizvođača suncokreta predlaže se da u strukturi hibrida za setvu u 2002. godini imaju zastupljena najmanje tri hibrida kako bi prosečni prinos bio što stabilniji.

ZAKLJUČCI

Na osnovu višedecenijskog rada oplemenjivača suncokreta u svetu i kod nas mogu se definisati sledeći globalni zaključci i to:

- 1 Ostvaren je značajan progres u selekciji suncokreta u pogledu povećanja produktivnosti (prinosa), povećanja sadržaja ulja u semenu, izmeni arhitekture biljke, povećanju otpornosti prema bolestima i insektima, tolerantnosti prema stresnim uslovima i izmeni kvaliteta ulja;
- 2 Pronalaženjem podesnog izvora citoplazmatske muške sterilnosti i restorer gena, omogućeno je korišćenje heterozisa i praktično stvaranje hibrida. U predhodne dve decenije hibridi suncokretra su doprineli dvostrukom povećanju površina pod ovom uljaricom u svetu;

Tabela 1. Glavne karakteristike hibrida u mikroogledima u 2001. godini (prosečne vrednosti od 8 ogleda)

Table 1. Main characteristics of hybrids from small-scale trials carried out in 2001. (average of 8 trials)

No.	Hibrid Hybrid	Prinos semena Seed yield kg/ha	Sadržaj ulja u semenu Seed oil content %	Prinos ulja Oil yield kg/ha
1	NS-H-17	2914	50.49	1486
2	KRAJIŠNIK	3054	48.45	1490
3	VELJA	3142	44.99	1423
4	NS-H-43	3555	47.48	1704
5	NS-H-45	3260	44.03	1447
6	NS-H-111	3303	47.31	1578
7	BAČVANIN	3423	47.07	1623
8	BANAČANIN	3091	47.84	1493
LSD	5%	178	0.62	90.8
	1%	235	0.81	119.6

- 3 Korišćenje divljih vrsta u oplemenjivanju suncokreta na otpornost prema bolestima u predhodne dve decenije doprinelo je ugradnji genetičke otpornosti u genotipove gajenog suncokreta prema više patogena;
- 4 Postignuti su značajni rezultati u stvaranju hibrida za posebne namene, a pre svega konzumnih i visoko-oleinskih;
- 5 Ostvareni su značajni rezultati u korišćenju novih metoda biotehnologije u rešavanju određenih problema u oplemenjivanju, a posebno u prevazilaženju određenih barijera kod interspecies hibridizacije.

LITERATURA

- Al-Khatib, K., Beungurtner, J.R., Peterson, D., E. And Currie, R.S. 1998.- Imazethapyr resistance in common sunflower (*Helianthus annuus L.*) Weed Science, 46: 403-407.
- Fick G.N., Miller, J.F., 1997.- Sunflower Breeding. Sunflower Technology and Production: 395-441, Madison, Wisconsin, USA.
- Friedt, N., Ganssmann, M., Korell, M., 1994.- Improvement of sunflower oil quality. EUCARPIA -Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops: 1-29, 22-24.09.1994. Albena. Bulgaria.
- Demurin, Y., 1993.- Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seeds. HELIA 16(18): 59-62. Novi Sad.
- Leclercq, P., 1969.- Une sterilité cytoplasmique chez le tournesol. Ann. Amélior. Plant. 19: 99-106
- Morozov, V.K., 1947.- Селекция подсолнечника в СССР. Пищепромиздат: 1-272.
- Miller, J.F., Kassim Al-Khatib, 2000.- Development of herbicide resistant germplasm in sunflower. Proc. of 15th Inter. Sunflower Conference, Tome II: 0-37. June 12-15, 2000. Toulouse.
- Sharma, J.R., 1994.- Principles and practice of plant breeding. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited: 1-599. New Delhi
- Škorić, D., 1988.- Sunflower Breeding. Uljarstvo, No.1: 1-99. Beograd.
- Škorić, D., 1989.- Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta. Suncokret. 285-392, Nolit, Beograd
- Škorić, D., 1992.- Achievements and future directions of Sunflower Breeding. Field Crops Research, 30: 231-270.
- Schuster W.H., 1993.- Die Zuchtung der Sonnenblume (*Helianthus annuus L.*) Paul Parey: 1-188, Berlin and Hamburg.
- Soldatov, K., 1976.- Chemical mutagenesis for sunflower breeding. 7th Int. Sunfl. Conf. Krasnodar. 352-357.
- Vranceanu, A.V., 2000. - Floarea-sourelui hibrida: Editura Ceres: 1-1147. Bucharest.

ACHIEVEMENTS AND FUTURE DIRECTIONS OF SUNFLOWER BREEDING AND THE SELECTION OF HYBRIDS FOR THE 2002 SOWING SEASON

Škorić, D., Marinković, R., Jocić, S., Jovanović, D., Nada Hladni

Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

SUMMARY

Russian breeders made a significant contribution to sunflower breeding by developing highly productive high-oil varietal populations during the 1910-1970 period. With the discovery of the first source of cytoplasmic male sterility (CMS) in 1969 and the discovery of restorer genes, the development of hybrids began in earnest. Yugoslavia was one of the first countries in the world (alongside France, U.S. and Romania) to start using its own hybrids in large-scale production (in 1978). In the last three decades, significant progress has been made in sunflower breeding in Yugoslavia as well as the world. Hybrids with a genetic potential for seed yield of over 5.5 tonnes/ha and a seed oil content of up to 55% have been developed. Resistance to downy mildew, rust, the sunflower moth, broomrape and *Verticillium* was found in the wild sunflower species and subsequently incorporated into the cultivated sunflower. Field resistance to *Phomopsis* has been achieved in hybrids. The latest generation of hybrids has increased tolerance to white rot (*Sclerotinia*).

Induced mutations have produced genotypes with a high oleic acid content. Spontaneous mutations with recessive genes for beta, gamma and delta tocopherol levels have been discovered as well. These discoveries enable the development of special-purpose hybrids that have oil that is 15-16 times more stable than standard oil. The development of confectionery sunflower hybrids is another important achievement of sunflower breeding. Visible progress has been made in breeding for resistance to herbicides when IMI-resistant hybrids have been developed.

In the upcoming period, sunflower breeding will focus on increasing the productivity and stability of hybrids, primarily by using of the wild species as sources of resistance to diseases with the help of new biotechnology methods.

On the basis of results from commercial production and a network of trials, the following hybrids are recommended for the 2002 sowing: **1. for regular sowing:** NS-H-111, Velja, Krajišnik, Bačvanin, Banaćanin, NS-H-45 and NS-H-43; **2. for late sowing and double cropping:** Dukat; **3. for special purposes:** Delija (a confectionery hybrid) and Labud (seed for feeding birds and poultry).

KEY WORDS: sunflower, breeding, productivity, resistance, diseases, drought, oil quality, resistance to herbicides.