

MOGUĆNOST STVARANJA HIBRIDA SUNCOKRETA SA RAZLIČITIM KVALITETOM ULJA

Dragan Škorić, Siniša Jocić, Nada Lečić, Zvonimir Sakač

Postojanje gena za visok sadržaj oleinske kiseline (Ol-geni), omogućilo je stvaranje visoko-oleinskih hibrida (Olivko) suncokreta.

Postoje genotipovi suncokreta i sa visokim sadržajem linolne, palmitinske i stearinske kiseline, a što omogućava stvaranje hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

Otkriveni su geni za različit sadržaj i vrstu tokoferola na osnovu spontanih mutacija u okviru populacija suncokreta. Gen tph_1 (50% alfa + 50% beta), gen tph_2 (0-5% alfa + 95-100% gama) i geni tph_1tph_2 (8-40% alfa + 0-25% beta + 25-84% gama + 8-10% delta) omogućavaju i stvaranje hibrida sa različitim sadržajem i vrstom tokoferola.

Ugradnjom u iste genotipove gena $Ol+tph_1$ stvoreni su visoko-oleinski hibridi sa izmenjenim tokoferolima. Kod ovih hibrida održivost ulja je značajno duža u odnosu na standardno ulje suncokreta.

Proces unošenja $Ol+tph_2$ i $Ol+tph_1tph_2$ gena u produktivne genotipove suncokreta je u toku.

Najznačajniji rezultati ovih istraživanja su novostvorene linije majke sa sadržajem oleinske kiseline u ulju iznad 90%, kao i linije oca (restoreri) sa sadržajem oleinske kiseline u intervalu između 89-93%. Na osnovu ovih linija biće stvoreni hibridi kod kojih će sadržaj oleinske kiseline u ulju biti iznad 90%.

Ključne reči: Suncokret, više masne kiseline, tokoferoli, hibridi

POSSIBILITY OF DEVELOPING SUNFLOWER HYBRIDS WITH DIFFERENT OIL QUALITY

The existence of genes for a high oleic acid content (Ol-genes) has made it possible to develop high-oleic sunflower hybrids (Olivko).

There are also sunflower genotypes with high levels of linoleic, palmitic and stearic acids, which makes possible the development of hybrids with different oil quality.

Genes have been discovered for different tocopherol content and type based on spontaneous mutations within sunflower populations. The genes tph_1 (50% alpha + 50% beta), tph_2 (0-5% alpha + 95-100% gamma) and tph_1tph_2 (8-40% alpha + 0-25% beta + 25-84% gamma + 8-10% delta) enable the development of hybrids with different tocopherol contents and types.

The incorporation of the gene $Ol+tph_1$ into these genotypes has led to the development of high-oleic hybrids with altered tocopherol profiles. Oil of these hybrids can be sustained for much longer than standard sunflower oil can.

The process of incorporating the genes $Ol+tph_2$ and $Ol+tph_1tph_2$ into highly productive sunflower genotypes is under way.

The most important products of this line of research are the newly developed female lines the oil of which has an oleic acid content of over 90% and the male lines (restorers) with an oleic acid content in the 89-93% range.

Using these lines, hybrids will be developed whose oil is going to have an oleic acid content of over 90%.

Key words: Sunflower, higher fatty acids, tocopherols, hybrids.

UVOD

Suncokretovo ulje spada među najkvalitetnija ulja biljnog porekla. Standardno ulje suncokreta

dominantno sadrži linolnu (C 18:2) i oleinsku (C 18:1) kiselinu. Ove dve kiseline čine oko 90% od ukupnog sadržaja viših masnih kiselina u ulju suncokreta. Zatim, slede palmitinska (C 16:0) i stearinska (C 18:0), koje čine najčešće oko 8-10% od ukupnog sadržaja viših masnih kiselina. Dok, nekoliko drugih viših masnih kiselina (C 14:0, C

Akademik Dragan Škorić, Siniša Jocić, Nada Lečić, Zvonimir Sakač, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad

16:1, C 14:1, C 20:0, C 22:0) se najčešće nalaze u tragovima u ulju suncokreta (Friedt et al., 1994).

Prvu značajnu promenu kod ulja suncokreta izveo je Soldatov (1976) koji je tretirajući rastvorom dimetilsulfatom (DMS) seme sorte VNIIMK 8931 dobio induciranu mutaciju sa visokim sadržajem oleinske kiseline. On je na osnovu ovog materijala stvorio prvu visoko oleinsku sortu Pervenec. Svi oplemenjivači suncokreta u svetu su koristili sortu Pervenec kao izvor gena za stvaranje visokooleinskih hibrida suncokreta.

Friedt et al. (1994) je napravio pregled literaturnih podataka o izmenama kvaliteta ulja suncokreta putem induciranih mutacija, sa posebnim osvrtom na palmitinsku, stearinsku i linolnu kiselinu. Najčešće su korišćena tretirana semena suncokreta gamma i X-zracima, kao i sodium azide, EMS i drugo.

Drugo značajno otkriće u izmeni kvaliteta ulja suncokreta učinio je Demurin (1993) otkrivanjem spontanih mutacija za gene tph_1 (linija LG-15), tph_2 (LG-17) i tph_1tph_2 (LG-24).

Načinom nasleđivanja visokog sadržaja oleinske kiseline bavio se veći broj autora (Urie, 1985; Fernandez-Martinez et al. 1989; Demurin and Škorić 1996. i drugi). Utvrđen je različit način nasleđivanja visokog sadržaja oleinske kiseline (parcijalne dominacije sa jednim genom, jedan, dva ili tri dominantna gena, jedan dominantni + recesivni gen modifikator, jedan recesivni gen i drugi slučajevi) prema navodima Fernandez-Martinez et al. (2004). Istraživanjima na molekularnom nivou utvrđena je stroga pozitivna korelacija između $\Delta 12$ RFLP i visoko-oleinskog mutanta (Lacombe et al. 2000). Analizirajući postignute rezultate u oplemenjivanju suncokreta na različit kvalitet ulja Demurin et al. (1994), Demurin and Škorić (1995), Škorić et al. (1996 i 1998) utvrdili su postojanje pozitivne sinergije između gena za visok sadržaj oleinske kiseline i različitih tokoferola (Ol + tph_1 ; Ol + tph_2 ; Ol + tph_1tph_2). Cilj ovog rada je da se sagleda mogućnost u stvaranju hibrida suncokreta sa različitim kvalitetom ulja.

MATERIJAL I METOD RADA

Za ovaj rad korišćen je deo oplemenjivačkog materijala stvoren u Naučnom institutu za ratarstvo i povrtarstvo u Novom Sadu u periodu od 1992.-2005. god.

Donori gena (Ol) za visok sadržaj oleinske kiseline u ulju poslužile su linije izdvojene iz sorte Pervenec. Ove linije su ukrštene sa najboljim B i Rf linijama, koristeći jednostruka i dvostruka konvergentna ukrštanja ili stvaranjem specijalnih

"gene pools". Bazni materijal je nakon ukrštanja podvrgavan samooplodnji i u svakoj S-generaciji rađen je izbor nakon analiza na sastav viših masnih kiselina. Kod linije B nakon S_5 generacije pristupilo se prevođenju u CMS-formu putem povratnih ukrštanja sve do BC_6 -generacije.

Kod stvaranja visokooleinskih linija sa različitim sadržajem i vrstom tokoferola kao donori gena Ol, tph_1 , tph_2 i tph_1tph_2 korišćene su sledeće linije: BK-66-Ol-1, BK-66-Ol- tph_1 , BK-66-Ol- tph_2 , LG-21 (Ol+ tph_1), LG 25 (tph_1tph_2), BK-66- tph_1tph_2 s jedne strane. Napred navedene linije su ukrštene sa komercijalnim linijama Ha -74, Ha-981 i CMS-3-8 radi stvaranje novih B linija. Radi stvaranja novih restorer linija korišćeni su restoreri RHA-SNRF i RHA-583 koji su ukršteni sa linijama donorima koje imaju poželjne gene. Sav napred navedeni materijal je nakon ukrštanja podvrgnut samooplodnji i u svakoj generaciji samooplodnje ocenjivan na agronomski važna svojstva (otpornost prema bolestima, produktivnost itd.) i rađene su analize na sadržaj viših masnih kiselina i tokoferola i vršen je izbor za novu generaciju. Na ovaj način je stvoren veći broj B i Rf linija koje imaju Ol+ tph_1 gene. Ispitane su njihove kombinirajuće sposobnosti (OKS i PKS) i izdvojeni najproduktivniji hibridi. Nekoliko ovih hibrida je prijavljeno u zvanična ispitivanja radi registracije da bi mogli ući u masovnu proizvodnju.

Linije koje poseduju Ol+ tph_2 i Ol+ tph_1tph_2 još nisu u potpunosti fiksirane i njihov proces se nastavlja.

Tokom stvaranja linija sa različitim kvalitetom ulja u svakoj generaciji je određivan sadržaj ulja u semenu na NMR - analizatoru. Sadržaj viših masnih kiselina je određivan gasnom hromatografijom (GC). Dok, sadržaj tokoferola je određivan putem tankoslojne hromatografije (TLC).

Kod novostvorenih hibrida određivan je sadržaj tokoferola (kvalitativni i kvantitativni) korišćenjem metoda koji je propisan ISO 9936, a koji se zasniva na HPLC-tehnologiji.

DOBIJENI REZULTATI I DISKUSIJA

Višegodišnji rad u novosadskom institutu na izmenjen kvalitet ulja suncokreta dao je značajne rezultate. Uneti su geni (Ol) za visok sadržaj oleinske kiseline u veći broj postojećih linija. Paralelno sa time stvorena je nova genetička varijabilnost sa visokim sadržajem oleinske kiseline. Uporedo su stvorene nove linije majke i oca sa izrazito visokim sadržajem oleinske kiseline. U poređenju sa već stvorenim oleinskim hibridom Olivko (75-85 %) novostvorene linije imaju značajno veći sadržaj oleinske kiseline koji se kreće u intervalu od 89-93 % (tabela 1).

Tabela 1. Inbred linije suncokreta sa najvišim sadržajem oleinske kiseline u ulju
Table 1. Sunflower inbred lines with the highest levels of oleic acid in the oil

A) linije majki / female lines

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	DOP-2	3.01	1.57	92.66	2.32
2	DOP-5	3.33	1.32	92.79	2.26
3	DOP-13	3.32	1.33	92.40	2.63
4	DOP-14	3.41	2.11	91.63	2.55
5	DOP-15	3.59	1.19	92.56	2.35
6	DOP-25	3.74	1.92	92.43	1.90
7	DOP-35	3.95	1.63	91.61	2.52
8	DOP-36	3.95	1.66	91.65	2.36
9	DOP-51	3.30	1.47	91.91	2.97
10	DOP-56	3.58	1.40	92.94	1.73

B) linije oca / male lines

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	RHA-S-OL-9	4.10	3.53	89.28	2.46
2	RHA-S-OL-11	3.42	2.24	92.17	1.83
3	RHA-S-OL-12	4.28	2.26	91.80	1.41
4	RHA-S-OL-18	3.06	4.47	89.60	2.48
5	RHA-S-OL-21	3.46	4.52	89.78	1.81
6	RHA-S-OL-22	3.88	4.24	89.70	1.76
7	RHA-S-OL-23	3.48	3.82	89.77	2.59
8	RHA-S-OL-25	3.46	2.61	91.43	2.50
9	RHA-S-OL-26	3.48	3.62	90.04	2.24
10	RHA-S-OL-30	3.77	3.22	89.32	3.69

C) nove linije izvor povišenog sadržaja palmitinske kiseline / new lines acting as sources of increased palmitic acid levels

R.br. No.	Genotip Genotype	Palmitinska Palmitic acid	Stearinska Stearic acid	Oleinska Oleic acid	Linolna Linoleic acid
1	LG-30-3	25.71	1.31	18.47	49.41
2	LG-30-6	22.06	1.22	25.01	47.34
3	LG-30-9	16.81	1.71	31.79	47.61
4	LG-30-10	19.21	1.35	28.13	48.47
5	LG-30-11	27.43	1.75	19.16	47.12
6	LG-30-12	18.69	2.24	27.54	49.20
7	LG-30-13	14.99	1.89	38.23	49.94
8	LG-30-14	21.44	1.76	29.54	44.69
9	LG-30-16	21.16	1.41	24.83	49.23
10	LG-30-19	25.86	1.03	5.65	61.99
11	LG-30-20	26.65	1.07	4.04	62.26

Na osnovu ovih linija moguće je brzo stvoriti nove (H.O.) visoko-oleinske hibride suncokreta. Jedino je potrebno ubrzanim putem (koristeći poljske uslove i staklenik) povratnim ukrštanjem prevesti linije majke (kod DOP) u citoplazmatsko muško sterilnu formu (CMS). Posebno treba istaći da u ovoj grupi odabrane linije oca imaju sadržaj oleinske kiseline koji se kreće u intervalu od 89-93% (tabela 1, B-segment). Sa sigurnošću se može konstatovati da je na osnovu ovog materijala moguće brzo stvoriti i proširiti u masovnoj proizvodnji oleinske hibride suncokreta sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %.

Na osnovu preliminarnih ispitivanja kombinirajućih sposobnosti dotičnih linija može se i konstatovati da će novi visoko-oleinski hibridi imati produktivnost (prinos) na nivou postojećih najprinosnijih hibrida.

Istovremeno treba istaći da su novostvorene inbred linije odabrane i na osnovu šireg spektra otpornosti prema dominantnim bolestima. Iz ovih razloga novi visoko-oleinski hibridi će imati visok stepen otpornosti prema najvažnijim bolestima.

Gledano u svetskim razmerama, visoko-oleinski hibridi suncokreta se šire u masovnoj proizvodnji. Posebno treba istaći Francusku gde su površine pod visoko-oleinskim hibridima već zauzele značajno mesto. Računa se da će u 2006. godini u Francuskoj biti posejano preko 200 000 ha sa visoko-oleinskim hibridima. Očito se menjaju navike u ishrani stanovništva, a posebno u razvijenim zemljama.

Treba istaći da će zahtevi za gajenje visoko-oleinskih hibrida u narednim godinama biti značajno povećani. Jedan od razloga za povećanje interesa za gajenje visoko-oleinskih hibrida je proizvodnja biodizela. Ulje od visoko-oleinskih hibrida suncokreta je veoma dobra sirovina za proizvodnju kvalitetnog biodizela. Odluka EU da u narednih 10-15 godina udeo biodizela u pogonu transportnih sredstava (autobusi, automobili, kamioni) dostignu čak 20 %. Ovo dovoljno govori koliko će se povećati zahtevi za proiz-

vodnjom suncokreta, a posebno visoko-oleinskih hibrida. Stalno poskupljenje nafte na svetskom tržištu, takođe ubrzava potrošnju alternativnih izvora energije.

Pored stvaranja visoko-oleinskih hibrida suncokreta, moguće je selekciju usmeriti i u suprotnom pravcu, tj. u kreiranje visoko-linolnih hibrida. Ovaj tip hibrida u mnogome će zavisiti od zahteva tržišta.

Takođe, moguće je stvoriti i hibride sa visokim sadržajem palmitinske kiseline u ulju suncokreta (tabela 1, segment C). Na osnovu dobijenih rezultata može se konstatovati da pojedini genotipovi imaju sadržaj palmitinske kiseline u iznosu od 27 %. Pored toga kod genotipova sa visokim sadržajem palmitinske kiseline, prisutna je velika varijabilnost oleinske i linolne kiseline. Ovo omogućava dalju izmenjivost varijabilnosti kvaliteta ulja i genetsku manipulaciju u kreiranju hibrida suncokreta za različite namene.

Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta omogućila su promenu i tipa i sadržaja tokoferola u ulju. Znači, da je moguće genetski menjati istovremeno sadržaj viših masnih kiselina i tokoferola u ulju suncokreta.

Otkriće Demurin-a (1993) omogućavaju da pojedini genotipovi suncokreta imaju ne samo alfa, već beta gama ili delta tokoferole. Moguća je različita njihova kombinacija na nivou određenog genotipa.

Ovo najbolje potvrđuju rezultati Demurin et al. (1994), Demurin and Škorić (1995, 1996), Škorić et al. (1996 i 1998) koji ukazuju na velike mogućnosti u stvaranju hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

Koliko je moguće manipulirati sa tokoferolima najbolje ilustruju rezultati ostvareni samo kod tri genotipa suncokreta (tabela 2). Na osnovu dobijenih rezultata, može se konstatovati da postoje značajne razlike u ukupnom osadržaju tokoferola, kao i između pojedinih tipova tokoferola.

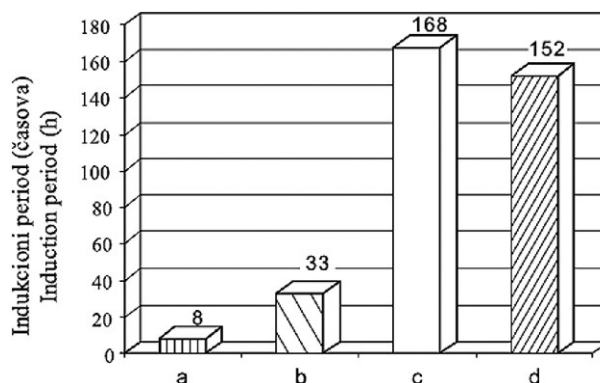
Tabela 2. Sadržaj tokoferola u nekoliko genotipova suncokreta
Table 2. Tocopherol content of several sunflower genotypes

Tokoferoli Tocopherol	Genotip - 1 (standard) Genotype 1 (standard)	Genotip - 2 Genotype 2	Genotip - 3 Genotype 3
alfa (α) mg/kg	680	240	760
beta (β) mg/kg	15	510	200
gama (γ) mg/kg	u tragovima (traces)	20	5
delta (δ) mg/kg	-	-	-
UKUPNO / TOTAL	695	770	965

Nameće se pitanje, čemu potreba za izmenjenim kvalitetom ulja suncokreta. Sigurno da zahtevi svetskog tržišta za stalnim promenama u obezbeđivanju novih kvalitetnih proizvoda to zahtevaju. Dostignuća u oblasti genetike i oplemenjivanja suncokreta omogućavaju realizaciju novih zahteva tržišta.

Koristeći novosadski oplemenjivački materijal Karlović et al. (1997) su došli do svetski vrednih rezultata. Otkrili su da ukoliko se ugrade u isti genotip geni za visok sadržaj oleinske kiseline (Ol-geni) i geni za beta, gama i delta tokoferole dolazi do jedne vrste sinergije koja povećava održivost ulja, čak za 20 puta u poređenju sa standardnim uljem suncokreta (Slika 1). Ista istraživanja su potvrdila da postojanje u ulju samo Ol-gena povećava održivost ulja za tri puta u odnosu na standardno ulje suncokreta.

Prvi ciklus oplemenjivanja na kvalitet ulja u novosadskom institutu je završen i stvoreni su hibridi u koje su ugrađeni geni Ol za visok sadržaj oleinske kiseline i tph_1 geni za izmenjen sadržaj tokoferola (50 % alfa + 50 % beta) - tabela 3.



- a. Standardno ulje (linolni tip)
Traditional oil (linoleic type)
- b. Oleinski tip ulja
Oleic type of oil
- c. Oleinski tip sa visokim sadržajem β -tokoferola
Oleic type with high content of β -tocopherol
- d. Oleinski tip sa visokim sadržajem γ -tokoferola
Oleic type with high content of γ -tocopherol

Slika 1. Oksidativna postojanost suncokretovog ulja (Rancimat test na 100°C.)

Fig. 1. Oxidative Stability of Sunflower Oils (Rancimat test at 100°C.) (Karlović et. al., 1997.)

Tabela 3. Sadržaj oleinske kiseline i tokoferola u ulju novih hibrida suncokreta

Table 3. Oleic acid and tocopherol contents of oil of new sunflower hybrids

Red. br. No.	Oznaka Designation	Sadržaj oleinske kiseline % Oleic acid content %	Sastav tokoferola (%) Tocopherol composition (%)			
			α	β	γ	δ
1	NS-H-2031	78.56	100	-	-	-
2	NS-H-2032	81.13	100	-	-	-
3	NS-H-2033	81.30	50	50	-	-
4	NS-H-2034	82.47	50	50	-	-
5	NS-H-2072	80.34	50	50	-	-
6	NS-H-2073	82.56	50	50	-	-
7	NS-H-2074	83.37	50	50	-	-
8	NS-H-2075	81.90	50	50	-	-
9	NS-H-2076	82.29	50	50	-	-
10	NS-H-256	83.36	40	60	-	-
11	NS-H-2510	84.25	80	20	-	-
12	NS-H-2526	85.32	40	60	-	-
13	NS-H-2527	84.11	40	60	-	-
14	NS-H-2031	86.13	50	50	-	-
15	NS-H-9024	85.11	40	60	-	-

Novostvoreni hibridi imaju produktivnost na nivou najproduktivnijeg novosadskog standardnog hibrida NS-H-111. Nekoliko ovih hibrida se

nalazi u postupku priznavanja i za očekivati je da neki od njih uđe u masovnu proizvodnju u naredne dve godine.

Posebno treba istaći da su dva hibrida iz ove grupe namenjena za korišćenje kao sirovina za realizaciju dva projekta (specijalni biskviti na bazi jezgre suncokreta i salatni prelive) u okviru Nacionalnog programa "Biotehnologija i Agro-industrija", koje fi nansira Ministarstvo nauke i zaštite životne sredine R. Srbije.

Nažalost, još nisu završeni oplemenjivački projekti ugradnje Ol+tph₂ i Ol+tph₁tph₂ gena u produktivne genotipove suncokreta. Za očekivati je da će ovi projekti biti realizovani u nekoliko narednih godina. kada budu završeni imaćemo nove hibride koji će pored visokog sadržaja oleinske kiseline imati dominantno: beta+gama, gama ili gama+delta tokoferole. Na ovaj način moći ćemo da ponudimo tržištu novu kvalitetnu jezgru suncokreta za dobijanje visokovrednih finalnih proizvoda.

ZAKLJUČCI

Na osnovu oplemenjivačkog programa stvaranja hibrida sa različitim kvalitetom ulja suncokreta (1992-2005. godine) dobijeni su genotipovi sa visokom vrednošću agronomski važnih stvojtava. Na osnovu dobijenih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Stvoreno je više linija majke sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %. Istovremeno je stvoreno više restorer (oca) linija koje imaju sadržaj oleinske kiseline u intervalu od 89-93 %. Na osnovu ovih linija u postupku je stvaranje hibrida sa sadržajem oleinske kiseline iznad 90 %.
- Postoje linije kod kojih je sadržaj palmitinske kiseline i preko 27 %, a što omogućava stvaranje jednog novog tipa hibrida suncokreta;
- Ugrađeni su Ol+tph₁ geni za veći broj inbred linija i stvoreni hibridi sa visokim sadržajem oleinske kiseline (> 80 %) i izmenjenim sadržajem tokoferola (50 % alfa + 50 % beta). Novostvoreni hibridi imaju značajno dužu održivost ulja u odnosu na standardno ulje suncokreta;
- Unošenje Ol+tph₂ i Ol+tph₁tph₂ gena u produktivne genotipove suncokreta je u toku.

ZAHVALNOST

Autori ovog rada neizmerno se zahvaljuju Dr Đerđu Karloviću, Dr Katalin Kövári i Dr Katalin Recseg iz BUNGE Europe Oil Reserch and Development Centers na urađenim analizama kvaliteta semena i ulja, kao i vrednim sugestijama koje će omogućiti stvaranje produktivnih hibrida sa različitim kvalitetom ulja.

REFERENCES

1. Demurin, Ya., (1993) Genetic variability of tocopherol composition in sunflower seed, *HELIA* 16: 59-62
2. Demurin, Ya., Škorić, D., Popov, P., Efimenko, S., & Bochkovoy, A. (1994) Tocopherol genetics in sunflower breeding for oil quality. Proc. of EUCARPIA - Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops. Albena, Bulgaria. 22-24.09.1994. pp. 193-197.
3. Demurin, Ya., & Škorić, D., (1995) Genetic modification of sunflower seed oil. Proc. of Symposium: Breeding and cultivation of wheat, sunflower and legume crops in the Balkan countries. Albena, Bulgaria, pp. 55-9.
4. Demurin, Ya., & Škorić, D., (1996) Unstable expression of Ol genes for high oleic acid content in sunflower seeds. Proc. of 14th Int. Sunflower Conference I: Beijing/Shenyang, China, pp. 145-151.
5. Demurin, Y.N., Efi menco, S.G., Borisenko, O.M., (2004) Screening for supressor genotypes on a high oleic mutation in sunflower. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Vol. II: 779-783. Fargo, ND. USA.
6. Fernandez-Martinez, J.M., Velasco, L., Perez-Vich, B., (2004) Progres in the genetic modification of sunflower oil quality. Proc. of the 16th International Sunflower Conference. Vol. I: 1-15. Fargo, ND. USA.
7. Friedt, W., Ganssmann, M. & Korell, M., (1994) Improvement of sunflower oil quality. Proc of EUCARPIA - Symposium on Breeding of Oil and Protein Crops. Albena, Bulgaria, pp. 1-30.
8. Karlović, Đ., Recseg, K., Kövari, K., Nobik-Kovacs, A., Škorić, D., Demurin, Ya. (1997) Characteristic quality and oxidative stability of sunflower oil with altered fatty acid and tocopherol composition. 22nd World Congress and Exhibition of the International Society for Fat Research, Kuala Lumpur, Malaysia (poster).
9. Lacombe, S., Berville, A. (2004) Problems and goals in studying oil composition variation in sunflower. Proc. of the 15th International Sunflower Conference. Tome I: P.I.D-16-P.I.D-26. Toulouse. France.
10. Popov, P.S., & Aspiotis, E.H., (1991) Biochemical methods for breeding material estimation (In Russian). Biology, breeding and growing of sunflower, Agropromizdat, Moscow, pp. 78-80.
11. Seiler, G.J., (1992) Utilization of wild sunflower species for the improvement of culti-

- vated sunflower. In: Field Crops Research 30. Elsevier Sci. Publ., Amsterdam. pp. 195-230.
12. Seiler, G.J., (1998) The potential use of wild Helianthus species for selection of low saturated fatty acids in sunflower oil. Proc. of EUCARPIA - Symp. on Breeding of Protein and Oil Crops. Pontevedra, pp. 109-110.
 13. Soldatov, K., (1976) Chemical mutagenesis for sunflower breeding. 7th Int. Sunflower Conf., Krasnodar, USSR, pp. 352-7.
 14. Škorić, D., Demurin, Ya., & Jocić, S., (1996) Development of hybrids with various oil qualities. Proc. of 14th International Sunflower Conference I Beijing/Shenyang, China, pp. 54-60.
 15. Škorić, D., Jocić, S., Lečić, Nada, -1998: Sunflower breeding for different oil quality. Genetics and Breeding for Crop Quality and Resistance. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London/. pp. 339-347.
 16. Urie, A.L., (1985) Inheritance of high oleic acid in sunflower. Crop. Sci. 24: 1113-1115.