

**UTJECAJ OKOLINA NA KVANTITATIVNA SVOJSTVA
NOVIH OS-HIBRIDA SUNCOKRETA**

M. KRIZMANIĆ¹, I. LIOVIĆ¹, A. MIJIĆ¹, G. KRIZMANIĆ¹, B. ŠIMIĆ¹,
T. DUVNJAK¹, M. BILANDŽIĆ¹, R. MARINKOVIĆ², Drena GADŽO³ i Antonela
MARKULJ¹

¹Poljoprivredni institut Osijek
Agricultural Institute Osijek

²Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad
Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad

³Poljoprivredno – prehrambeni fakultet, Sarajevo
Agriculture – Food Faculty, Sarajevo

SAŽETAK

Gospodarsku vrijednost nekog genotipa (hibrida ili sorte) ne čini samo njegova produktivnost, otpornost na bolesti, sušu, polijeganje itd., već sposobnost da pozitivna svojstva zadrži u različitim okolinskim uvjetima proizvodnje. U prirodi postoji jaka interakcija genotipa i okoline, koju svaki oplemenjivač nastoji procijeniti nakon stvaranja novih genotipova. U 2008. godini, na polju Poljoprivrednog instituta Osijek, napravljene su 24 nove hibridne kombinacije suncokreta križanjem tri citoplazmatski muško sterilne linije i osam restorer linija. Tijekom 2009. i 2010. godine, postavljeni su poljski pokusi na lokacijama: Beli Manastir (BM09 i BM10), Osijek (Os09 i Os10) i Nova Gradiška (NG09 i NG10), a 2010. pokus je postavljen i u Vukovaru (Vu10). Iz podataka uroda zrna, sadržaja ulja te uroda ulja, za obje godine i sve lokacije (7 okolina), napravljena je analiza varijance (ANOVA) i Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI) analiza te AMMI1 i AMMI2 biploti. Hibridi su se značajno razlikovali u urodu zrna, sadržaju ulja i urodu ulja po istraživanim lokacijama i godinama. Prosječno, za sve istraživane hibride u sedam okolina, urod zrna je bio 3,3 t/ha, sadržaj ulja 47,5 %, a urod ulja 1,423 t/ha. Značajno najveći urod zrna i ulja ostvaren je u okolini Os09 (4,220 i 1,831 t/ha), a sadržaj ulja u NG10 (50,6 %). Najveći urod zrna, u sedam okolina, ostvario je hibrid OS-H-4 (3,913 t/ha). Ovaj hibrid je imao i najveći urod ulja (1,721 t/ha). Najveći sadržaj ulja u zrnu suncokreta imao je hibrid OS-H-1 (50,6 %). AMMI analizom uroda zrna, sadržaja ulja i uroda ulja, prve dvije IPKA komponente bile su značajne na razini 0,01, odnosno 0,05, i objašnjavaju 58,5, 73,7 i 60,5 % od ukupne

interakcije genotip x okolina. AMMI1 i AMMI2 biploti su pokazali da je hibrid s najvećim urodom zrna i ulja (OS-H-4), ispoljio malu interakciju sa okolinom, odnosno imao je veliku stabilnost, a hibrid koji je imao najveći sadržaj ulja (OS-H-1) imao je veliku interakciju s okolinom, odnosno malu stabilnost. Pored toga, hibridi OS-H-12, OS-H-15 i OS-H-19 ispoljili su dobru stabilnost za urod zrna, OS-H-4, OS-H-7 i OS-H-18 za sadržaj ulja, a OS-H-1, OS-H-9 i OS-H-18 za urod ulja. Ovi hibridi su imali za sva tri istraživana svojstva vrijednosti značajno bolje od prosjeka svih okolina.

Ključne riječi: suncokret, urod zrna, sadržaj ulja, urod ulja, biploti

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je jedna od četiri najvažnije kulture za proizvodnju kvalitetnog jestivog ulja u svijetu. U Hrvatskoj, suncokretovo ulje se najviše koristi u domaćinstvima zbog svoje kakvoće i pristupačne cijene. Suncokretovo ulje ima važnu ulogu u prehrani ljudi zbog visoke energetske i biološke vrijednosti.

Površine i urodi zrna suncokreta u Hrvatskoj su značajno varirali. Prema podacima Državnog zavoda za statistiku Republike Hrvatske (2011), u razdoblju 2006.-2010. požeto je u prosjeku 29666 ha (od 20615 do 38631 ha), s urodima zrna od 2,3 do 3,1 t/ha.

Sudeći po broju uzročnika bolesti suncokret spada u najugroženije biljne vrste u ratarskoj proizvodnji (Mihaljčević, 1997). Zbog toga je oplemenjivački rad na suncokretu bio usmjeren na pronalaženje i stvaranje nove genetske varijabilnosti koja je omogućila uspješniji rad u stvaranju hibrida visokog potencijala za urod zrna, sadržaj ulja i urod ulja (Krizmanić i sur., 2004). U proizvodnji svih ratarskih kultura pa tako i suncokreta, svaki proizvođač nastoji ostvariti visoke i stabilne urode kroz koje će ostvariti i pozitivni financijski rezultat.

Okolinski uvjeti (tlo, vremenski uvjeti) tijekom vegetacije imaju veliki utjecaj na urod zrna (Liović i sur., 2006; Hunyadi Borbely i sur., 2007). Zato je važno utvrditi reakciju novih hibridnih kombinacija suncokreta u različitim okolinskim uvjetima, odnosno procijeniti interakciju genotip x okolina (Ebdon i Gauch, 2002; Rao i sur., 2002).

Između različitih metoda za utvrđivanje interakcije genotipa i okoline, kao vrlo prihvatljiva pokazala se metoda glavnih učinaka i višestruke interakcije, Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI) (Zobel i sur., 1988; Annicchiarico, 1997; Gauch i Zobel, 1997; Carbonell i sur. 2004; Gauch, 2006; Tarakanovas i Ruzgas, 2006). Ovaj model je kombinacija analize varijance (ANOVA) za osnovni učinak genotipa i okoline s analizom glavnih komponenata (PCA) interakcije genotipa i okoline.

Kod izbora sortimenta, treba uzimati one kultivare koji su kroz višegodišnja istraživanja, na različitim lokacijama, ostvarivali visoke i stabilne urode zrna i ulja

(Mijić i sur., 2007). Budući da u poljoprivrednoj proizvodnji postoji velika interakcija genotipa i okoline, istraživana je interakcija novih OS hibridnih kombinacija suncokreta u sedam okolina. Time će biti procijenjena veličina utjecaja okolina (godine, lokacije), hibrida i njihove interakcije na istraživana svojstva.

MATERIJAL I METODE

Tijekom 2008. godine, započet je rad na projektu suncokreta pod nazivom „Stabilnost genotipova suncokreta na važna agronomska svojstva i kakvoću ulja“, koji je odobrilo i financira Ministarstvo znanosti obrazovanja i sporta Republike Hrvatske. Početak rada sastojao se u izboru tri citoplazmatski muško sterilne linije suncokreta i osam restorer linija za obnavljanje fertilitnosti u F₁ hibridnoj generaciji (4 monoglave i 4 linije s recesivnim grananjem). S ovim linijama napravljene su 24 nove hibridne kombinacije suncokreta koje su označene brojevima od 1-24. Tijekom 2009. i 2010. godine, ove kombinacije su testirane na lokacijama: Beli Manastir (BM09 i BM10), Osijek (Os09 i Os10), Nova Gradiška (NG09 i NG10), a 2010. u testiranje je uključena i lokacija Vukovar (Vu10). Pokusi su postavljeni po shemi potpuno slučajnog bloknoeg rasporeda, u tri ponavljanja. Sjetva suncokreta obavljena je na međuredni razmak 70 cm i 24 cm u redu, što odgovara sklopu od približno 60 000 biljaka/ha. Veličina osnovne parcele iznosila je 11,2 m², a obračunske 5,6 m². Tijekom vegetacije obavljena su sva potrebna opažanja i mjerenja, a nakon žetve na očišćenim uzorcima utvrđen je urod zrna po parceli, sadržaj ulja u zrnu te izračunat urod zrna i ulja po hektaru. Sadržaj ulja u zrnu određen je aparatom MQA 7005 NMR Analyser. Na dobivenim podacima uroda zrna, sadržaja ulja i uroda ulja napravljena je analiza varijance (ANOVA) i Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI) analiza pomoću GLM procedure SAS for Windows 9.1 (SAS Institute, 2003) software-a. Rezultati AMMI analize su grafički prikazani u formi biplota (AMMI1 i AMMI2), korištenjem software-a IRRISTAT for Windows 5.0 (IRRISTAT, 2005).

REZULTATI I RASPRAVA

Urod zrna suncokreta je jedno od najvažnijih svojstava s poligenetskom osnovom nasljeđivanja i pod velikim utjecajem okoline (Krizmanić i sur., 1992; Marinković i Dozet, 1997; Hunyadi Borbely i Lesznyak, 2006). Urod zrna je određen brojem biljaka po jedinici površine, brojem zrna po biljci, hektolitarskom masom, masom 1000 zrna, niskim sadržajem ljuske (Marinković i sur., 2003). Optimalna ekspresija ovih svojstava u jednom genotipu moguća je stvaranjem hibrida suncokreta otpornih ili visoko tolerantnih na najznačajnije uzročnike bolesti, otpornih na sušu i visoke temperature, visoke stabilnosti i adaptabilnosti (Krizmanić i sur., 2006).

M. Krizmanić i sur.: Utjecaj okolina na kvantitativna svojstva
novih os-hibrida suncokreta

Tablica 1. Urod zrna (t/ha) genotipova suncokreta po okolinama
Table 1 Grain yield (t/ha) of sunflower genotypes over environments

Genotip - Genotype	Os09	BM09	NG09	Vu10	BM10	Os10	NG10
OS-H-1	4,460	3,474	3,136	2,910	3,040	3,526	2,445
OS-H-2	4,532	3,037	3,738	2,882	3,450	3,122	1,829
OS-H-3	4,605	4,120	3,492	4,174	4,050	3,599	1,657
OS-H-4	4,562	4,378	3,160	4,456	3,854	4,531	2,450
OS-H-5	3,720	2,459	2,484	2,452	2,771	2,828	1,533
OS-H-6	4,169	3,253	3,290	2,954	3,103	3,311	2,016
OS-H-7	4,433	3,345	3,363	3,905	3,033	3,769	2,142
OS-H-8	3,732	3,246	2,939	3,021	2,859	3,589	2,096
OS-H-9	4,597	3,824	3,665	3,201	3,469	4,600	2,506
OS-H-10	4,378	3,542	3,511	3,020	3,722	3,882	1,890
OS-H-11	4,021	3,615	2,748	3,071	3,233	3,030	2,553
OS-H-12	5,085	4,120	3,167	3,305	3,667	3,609	2,600
OS-H-13	3,652	2,668	2,779	2,559	2,291	2,443	1,755
OS-H-14	2,214	2,742	2,004	2,617	2,546	2,347	2,161
OS-H-15	4,722	4,070	3,652	3,515	3,656	4,154	2,749
OS-H-16	4,064	3,523	3,111	3,022	3,094	3,973	3,254
OS-H-17	3,945	3,603	3,425	3,083	2,594	3,652	2,612
OS-H-18	4,568	3,603	3,308	3,109	3,637	3,800	2,849
OS-H-19	4,513	3,984	3,486	3,720	3,641	3,449	2,600
OS-H-20	4,931	4,273	2,970	3,697	3,094	3,380	2,964
OS-H-21	3,572	2,921	2,072	2,555	2,617	2,441	2,740
OS-H-22	3,597	3,566	2,822	2,754	2,325	2,584	2,213
OS-H-23	4,839	4,070	2,601	4,051	3,581	4,002	3,326
OS-H-24	4,372	3,339	3,271	3,198	2,706	3,608	2,639
Prosjek - Mean:	4,220	3,532	3,091	3,218	3,168	3,468	2,399
LSD 5%	0,984	0,686	ns	0,532	0,931	0,966	0,377

Analizom varijance, utvrđene su statistički značajne razlike u urodu zrna između hibrida za sve okoline osim NG09 (Tablica 1). Prosječan urod zrna u 2009. godini iznosio je 3,615 t/ha. U istoj godini, najveći urod zrna ostvaren je u Osijeku (4,220 t/ha). Najveći urod zrna na lokaciji Osijek ostvario je hibrid OS-H-12 (5,085 t/ha). U 2010. godini ostvaren je značajno manji urod zrna u odnosu na prethodnu godinu (3,063

M. Krizmanić i sur.: Utjecaj okolina na kvantitativna svojstva
novih os-hibrida suncokreta

t/ha), a jedan od razloga su i nepovoljni vremenski uvjeti tijekom vegetacije. Najveći urod zrna ostvaren je na lokaciji Osijek (3,468 t/ha), a na istoj lokaciji najveći urod zrna je imao hibrid OS-H-9 (4,600 t/ha).

AMMI analizom uroda zrna (Tablica 2), utvrđene su statistički visoko značajne razlike ($P < 0,01$) između genotipova, okolina i interakcije genotip x okolina.

Tablica 2. AMMI analiza uroda zrna, sadržaja ulja i uroda ulja za 24 hibridne kombinacije suncokreta na 7 okolina

Table 2 AMMI analysis of grain yield, oil content and oil yield for 24 sunflower hybrid combinations over 7 environments

Izvor varijabilnosti - <i>Source</i>	DF	Urod zrna - <i>Grain yield</i>		Sadržaj ulja - <i>Oil content</i>		Urod ulja - <i>Oil yield</i>	
		SS	% SS ^a	SS	% SS	SS	% SS
Ukupno - <i>Total</i>	503	358,084		4594,776		67,480	
Ponavljanja - <i>Replications</i>	2	0,456		23,286		0,167	
Genotipovi - <i>Genotypes (G)</i>	23	85,734**	23,9	2188,442**	47,6	16,401**	24,3
Okoline - <i>Environments (E)</i>	6	130,192**	36,4	1288,043**	28,0	22,451**	33,3
GEI	138	53,379**	14,9	688,587**	15,0	11,653**	17,3
IPCA1	28	19,772**	37,0	343,175**	49,8	4,526**	38,8
IPCA2	26	11,490*	21,5	164,724**	23,9	2,530**	21,7
IPCA3	24	8,098	15,2	63,405**	9,2	1,797	15,4
GEI Ostatak - <i>Residual</i>	60	14,019		117,283		2,800	
Pogreška - <i>Error</i>	334	88,323		406,418		16,808	

** - značajno na 0,01 nivou vjerojatnosti - *significant at 0.01 probability level*

^a % od ukupne sume kvadrata (SS) za genotipove, okoline i GEI; % od GEI sume kvadrata za IPCAs - % of total sum of squares for genotypes, environments and GEI; % of GEI sum of squares for IPCAs

Od ukupne varijabilnosti uroda zrna, najveći % SS (sume kvadrata) otpada na okolinu (36,4 %), zatim slijedi genotip (23,9 %), a najmanje se odnosi na interakciju genotip x okolina (14,9 %). Za interakcijske komponente IPCA1 i IPCA2 utvrđene su statistički značajne razlike. Zbirno, prve dvije IPCA komponente čine 58,5 % od interakcije genotip x okolina. Slične rezultate dobili su Kaya i sur., 2002; Mohammadi i sur., 2007.

Između analiziranih okolina (Tablica 3), statistički značajno ($P < 0,05$) najveći urod zrna je ostvaren u okolini Os09 (4,220 t/ha), a zatim slijede okoline BM09 (3,532 t/ha) i Os10 (3,468 t/ha).

M. Krizmanić i sur.: Utjecaj okolina na kvantitativna svojstva
novih os-hibrida suncokreta

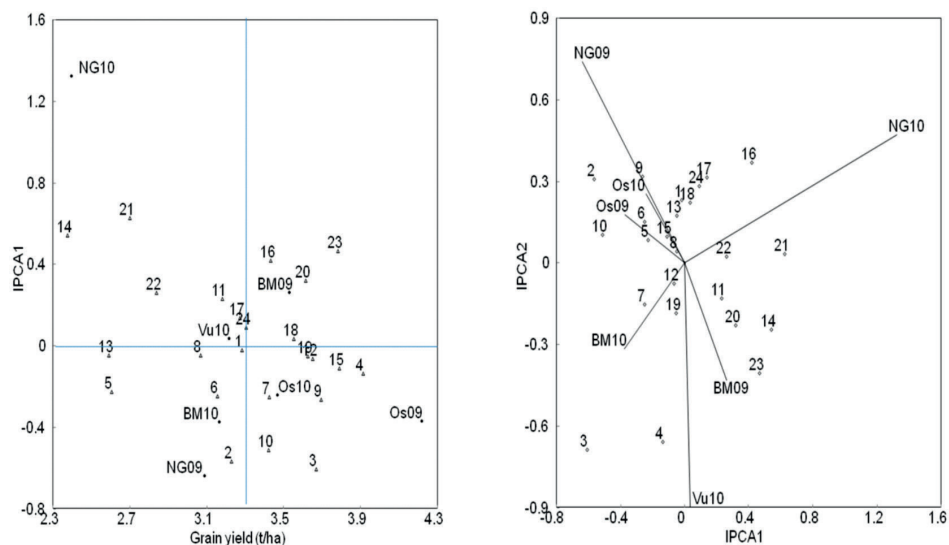
Tablica 3. Prosječne vrijednosti uroda zrna, sadržaja ulja i uroda ulja po okolinama i genotipovima
Table 3 Mean values of grain yield, oil content and oil yield over environments and genotypes

Okolina - <i>Environments</i>	Genotip - <i>Genotype</i>	Urod zrna (t/ha) - <i>Grain yield</i>	Sadržaj ulja (%) - <i>Oil content</i>	Urod ulja (t/ha) - <i>Oil yield</i>
BM09		3,532	46,86	1,504
BM10		3,168	46,86	1,351
NG09		3,091	44,82	1,264
NG10		2,399	50,59	1,103
Os09		4,220	47,74	1,831
Os10		3,468	47,45	1,498
Vu10		3,218	48,04	1,410
Prosjek - <i>Mean</i> :		3,300	47,48	1,423
LSD 5%		0,169	0,36	0,074
	OS-H-1	3,284	50,58	1,510
	OS-H-2	3,227	50,17	1,474
	OS-H-3	3,671	48,14	1,604
	OS-H-4	3,913	48,33	1,721
	OS-H-5	2,607	47,77	1,135
	OS-H-6	3,156	50,03	1,438
	OS-H-7	3,427	49,29	1,535
	OS-H-8	3,069	50,35	1,407
	OS-H-9	3,694	48,09	1,607
	OS-H-10	3,421	48,15	1,485
	OS-H-11	3,182	44,08	1,273
	OS-H-12	3,650	44,53	1,472
	OS-H-13	2,593	44,72	1,051
	OS-H-14	2,376	47,93	1,036
	OS-H-15	3,788	42,79	1,467
	OS-H-16	3,435	47,32	1,477
	OS-H-17	3,273	48,68	1,448
	OS-H-18	3,554	49,49	1,600
	OS-H-19	3,628	45,09	1,486
	OS-H-20	3,616	46,40	1,529
	OS-H-21	2,702	45,79	1,128
	OS-H-22	2,838	47,79	1,239
	OS-H-23	3,782	46,21	1,593
	OS-H-24	3,305	47,83	1,438
	LSD 5%	0,312	0,67	0,136

Od analiziranih hibrida u 7 okolina, najveći urod zrna je imao hibrid OS-H-4 (3,913 t/ha). Pored ovoga hibrida, statistički u istom rangu, nalazi se još 7 hibrida (OS-H-15, OS-H 23, OS-H 9, OS-H 3, OS-H 12, OS-H 19 i OS-H 20).

Podaci AMMI analize, za genotipove i okoline, prikazani su grafički u formi biplota. Za urod zrna, napravljeni su AMMI1 i AMMI2 biploti (Graf 1).

Graf 1. AMMI1 i AMMI2 biploti za urod zrna
Graph 1 AMMI1 and AMMI2 biplots for grain yield



Prema AMMI1 biplotu, najveći urod zrna je ostvaren u okolini Os09. Ova okolina je bila srednje udaljena od „nulte“ točke IPCA1 osi, imala je srednju interakciju pa prema tome i srednju stabilnost. Od analiziranih genotipova, najveći urod zrna je imao hibrid OS-H-4, imao je malu IPCA1 vrijednost, malu interakciju pa prema tome i veliku stabilnost. Vrlo dobru stabilnost i urode zrna, značajno veće od prosjeka pokusa, ispoljili su hibridi OS-H-12, OS-H 15 i OS-H 19.

U AMMI2 biplotu, najveću stabilnost su podjednako imale okoline Os09 i Os10, a od hibrida najveću stabilnost je imao hibrid OS-H-8, a zatim OS-H-12 i OS-H 15.

Sadržaj ulja u sjemenu suncokreta genetski je uvjetovano svojstvo koje može biti pod velikim utjecajem okoline: temperature zraka, količine lako pristupačne vode i mineralnih hraniva u tlu (Škorić, 1988; Škorić i Marinković, 1990; Krizmanić i sur., 1992; Luquez i sur., 2002; cit. Miklič i sur., 2009). Statistički značajne razlike u sadržaju ulja utvrđene su između hibrida za navedene lokacije u dvogodišnjim istraživanjima (Tablica 4).

M. Krizmanić i sur.: Utjecaj okolina na kvantitativna svojstva
novih os-hibrida suncokreta

Tablica 4. Sadržaj ulja (%) hibridnih kombinacija suncokreta po okolinama
Table 4 Oil content (%) of sunflower hybrid combinations over environments

Genotip - <i>Genotype</i>	Os09	BM09	NG09	Vu10	BM10	Os10	NG10
OS-H-1	51,35	49,79	49,31	51,80	50,24	50,32	51,28
OS-H-2	51,20	50,83	47,80	50,29	50,03	50,51	50,55
OS-H-3	49,30	48,84	45,17	49,51	45,53	47,66	50,93
OS-H-4	49,30	48,00	44,22	50,20	47,35	47,64	51,60
OS-H-5	48,97	47,19	44,17	47,77	47,75	48,10	50,44
OS-H-6	51,72	49,12	48,86	50,15	49,15	50,03	51,16
OS-H-7	48,71	47,05	47,37	51,71	48,69	50,00	51,50
OS-H-8	51,24	50,27	49,23	51,66	50,93	50,01	49,12
OS-H-9	46,40	46,50	43,45	49,44	48,47	49,15	53,22
OS-H-10	45,88	46,11	44,26	49,66	48,63	49,39	53,12
OS-H-11	43,33	44,18	42,41	43,60	41,62	43,93	49,46
OS-H-12	43,94	42,39	39,09	45,68	45,26	45,20	50,14
OS-H-13	44,08	43,77	42,25	43,61	46,02	44,73	48,59
OS-H-14	48,25	46,50	45,16	47,55	46,67	48,21	53,16
OS-H-15	42,14	40,75	39,30	43,95	42,67	42,96	47,74
OS-H-16	47,10	47,02	45,42	47,94	47,05	45,27	51,44
OS-H-17	48,57	48,67	46,99	49,27	48,18	47,59	51,48
OS-H-18	49,77	49,99	47,01	48,68	48,87	49,43	52,67
OS-H-19	46,14	44,29	42,99	45,58	42,73	45,82	48,04
OS-H-20	47,29	45,70	42,85	47,33	45,76	46,47	49,39
OS-H-21	46,06	43,79	43,25	44,99	45,28	46,85	50,28
OS-H-22	50,34	49,49	47,45	45,88	44,27	46,45	50,63
OS-H-23	45,32	46,82	42,82	47,49	45,85	46,46	48,73
OS-H-24	49,33	47,59	44,90	49,23	47,58	46,68	49,50
Prosjek - <i>Mean:</i>	47,74	46,86	44,82	48,04	46,86	47,45	50,59
LSD 5%	1,46	2,38	2,27	1,49	2,22	1,60	0,63

Prosječan sadržaj ulja 2009. godine iznosio je 46,47 %, a u vlažnoj 2010. godini 48,24 %, što je za 1,77 % više u odnosu na prethodnu godinu. Najveći sadržaj ulja u 2009. godini ostvaren je u Osijeku (47,74 %). Na istoj lokaciji, najveći sadržaj ulja je imao hibrid OS-H-6 (51,72 %). U 2010. godini, najveći sadržaj ulja je ostvaren u Novoj Gradiški (50,59 %). Od analiziranih hibrida, najveći sadržaj ulja je imao hibrid OS-H-9 (53,22 %). Prema Marinkoviću i sur. (2003), sadržaj ulja u sušnim godinama je niži u odnosu na vlažne, posebno ako je nedostatak vlage izražen u razdoblju cvatnja-zrioba. To potvrđuju i rezultati ovih istraživanja.

AMMI analizom sadržaja ulja (Tablica 2), utvrđene su statistički vrlo značajne razlike ($P < 0,01$) između genotipova, okolina i interakcije genotip x okolina.

Od ukupne varijabilnosti sadržaja ulja, najveći % SS (sume kvadrata) otpada na genotipove (47,6 %), na okolinu (28,0 %), a najmanje na interakciju genotip x okolina (15,0 %). Statistički značajne razlike utvrđene su i za interakcijske komponente IPCA1,

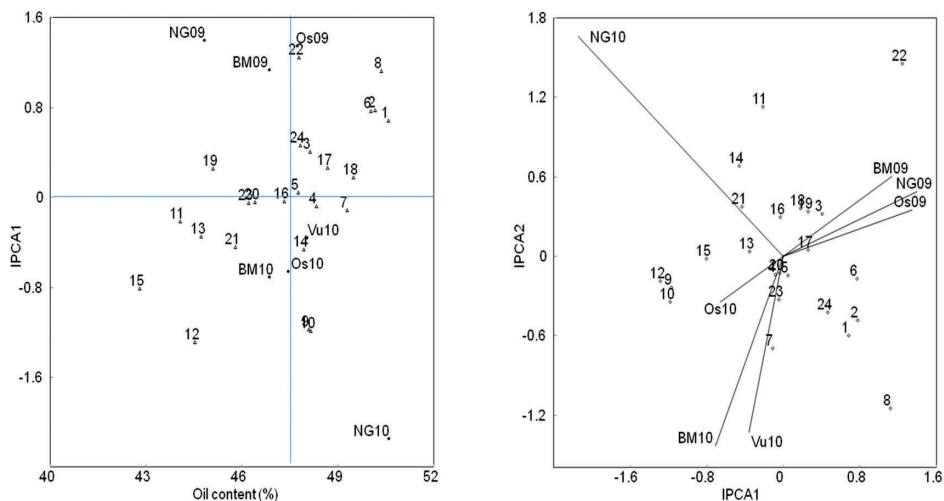
IPCA2 i IPCA3. Sumarno prve dvije IPCA komponente čine 73,7 % od interakcije genotip x okolina.

Analizom sedam okolina (Tablica 3), statistički značajno ($P < 0,05$) najveći sadržaj ulja u zrnu suncokreta imala je okolina NG10 (50,59 %), a zatim Vu10 (48,04 %). Okoline Os09 i Os10 imale su sadržaj ulja na razini prosjeka.

Za sadržaj ulja, podaci AMMI analize za genotipove i okoline, grafički su prikazani u formi biplota, AMMI1 i AMMI2 biploti (Graf 2).

Graf 2. AMMI1 i AMMI2 biploti za sadržaj ulja

Graph 2 AMMI1 and AMMI2 biplots for oil content



Prema AMMI1 biplotu, najveći sadržaj ulja je imala okolina NG10, koja je ispoljila veliku interakciju, odnosno malu stabilnost. To ukazuje na varijabilnost ovog svojstva što potvrđuju i istraživanja Krizmanić i sur. (2001), Marinković i sur. (2003) i Škorić i sur. (2006). Hibrid OS-H-1 imao je najveći sadržaj ulja, ali malu stabilnost. Dobru stabilnost ispoljili su hibridi OS-H-4, OS-H 5, OS-H 7, OS-H 17 i OS-H 18, kod kojih je sadržaj ulja bio veći od prosjeka sedam okolina. U AMMI2 biplotu, najveću stabilnost za sadržaj ulja imala je okolina Os10, a od hibrida OS-H-4, OS-H 5, OS-H 17 i OS-H 20.

Urod ulja je u gotovo potpunoj korelaciji s urodom zrna (Marinković i Dozet, 1997; Krizmanić i sur., 2001; Škorić i sur., 2005; Mijić i sur., 2008). Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike uroda ulja između hibrida u analiziranim okolinama osim za NG09 (Tablica 5).

Tablica 5. Urod ulja (t/ha) hibridnih kombinacija suncokreta po okolinama
Table 5 Oil yield (t/ha) of sunflower hybrid combinations over environments

Genotip - <i>Genotype</i>	Os09	BM09	NG09	Vu10	BM10	Os10	NG10
OS-H-1	2,084	1,569	1,405	1,371	1,388	1,615	1,139
OS-H-2	2,113	1,403	1,634	1,321	1,569	1,435	0,842
OS-H-3	2,065	1,831	1,442	1,878	1,680	1,561	0,768
OS-H-4	2,047	1,913	1,275	2,035	1,660	1,963	1,151
OS-H-5	1,658	1,055	1,014	1,065	1,207	1,239	0,705
OS-H-6	1,964	1,458	1,458	1,349	1,391	1,507	0,939
OS-H-7	1,966	1,433	1,444	1,837	1,352	1,711	1,004
OS-H-8	1,740	1,486	1,314	1,420	1,325	1,625	0,937
OS-H-9	1,936	1,617	1,451	1,438	1,536	2,058	1,214
OS-H-10	1,827	1,487	1,413	1,366	1,649	1,744	0,913
OS-H-11	1,587	1,454	1,062	1,218	1,230	1,211	1,149
OS-H-12	2,034	1,587	1,126	1,374	1,512	1,485	1,186
OS-H-13	1,466	1,065	1,080	1,018	0,956	0,993	0,776
OS-H-14	0,975	1,163	0,820	1,133	1,084	1,029	1,046
OS-H-15	1,808	1,507	1,311	1,408	1,419	1,623	1,194
OS-H-16	1,741	1,508	1,285	1,319	1,325	1,635	1,523
OS-H-17	1,744	1,595	1,466	1,381	1,142	1,586	1,223
OS-H-18	2,071	1,638	1,417	1,379	1,621	1,710	1,366
OS-H-19	1,896	1,606	1,365	1,544	1,416	1,438	1,137
OS-H-20	2,124	1,778	1,159	1,594	1,289	1,426	1,332
OS-H-21	1,496	1,164	0,818	1,046	1,079	1,039	1,254
OS-H-22	1,645	1,609	1,218	1,150	0,938	1,096	1,020
OS-H-23	1,998	1,730	1,012	1,751	1,489	1,692	1,475
OS-H-24	1,963	1,447	1,337	1,432	1,172	1,527	1,189
Prosjek - <i>Mean:</i>	1,831	1,504	1,264	1,410	1,351	1,498	1,103
LSD 5%	0,425	0,303	ns	0,247	0,422	0,418	0,173

Prosječan urod ulja u 2009. godini iznosio je 1,533 t/ha. Iste godine, najveći urod ulja imala je lokacija Osijek (1,831 t/ha), a na toj lokaciji hibrid OS-H-20 (2,124 t/ha). U 2010. godini, prosječan urod ulja bio je znatno manji u odnosu na prethodnu godinu (1,340 t/ha), što je posljedica nepovoljnih vremenskih uvjeta tijekom vegetacije. Slične rezultate su dobili Škorić i sur. (2000) te Liović i sur. (2006). Najveći urod ulja ostvaren je u Osijeku (1,498 t/ha), a na istoj lokaciji, najveći urod ulja je imao hibrid OS-H-9 (2,058 t/ha).

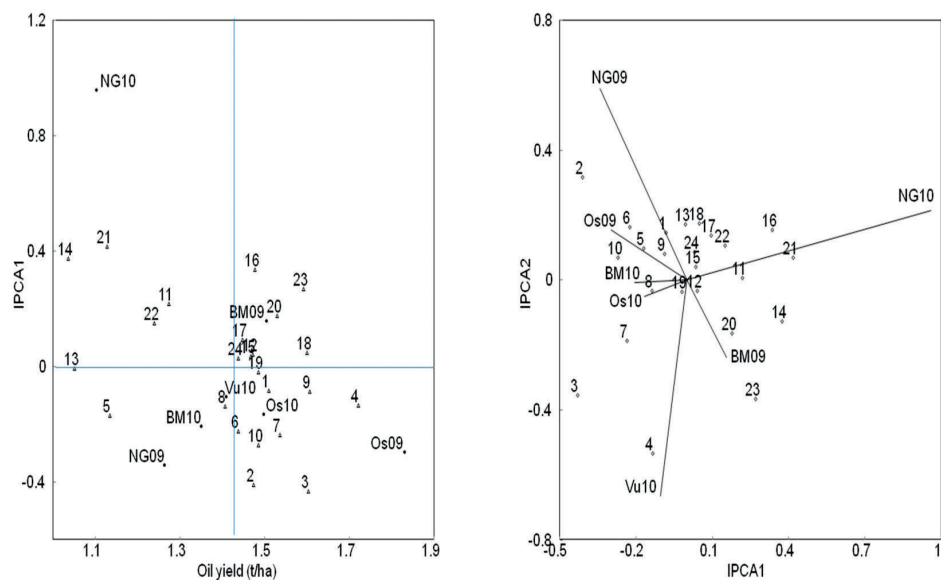
AMMI analizom uroda ulja utvrđene su statistički vrlo značajne razike ($P < 0.001$) između genotipova, okolina i interakcije genotip x okolina (Tablica 2). Od ukupne varijabilnosti uroda ulja, najveći % SS (sume kvadrata) otpada na okolinu (33,3 %), zatim na genotipove (24,3 %), a najmanje na interakciju genotip x okolina (17,3 %). Za interakcijske komponente IPCA1 i 2 utvrđene su također statistički vrlo značajne razlike. Sumarno, prve dvije IPCA komponente čine 60,5 % od interakcije genotip x okolina.

Između analiziranih okolina (Tablica 3), statistički značajno najveći urod ulja ostvaren je u okolini Os09 (1,831 t/ha), a zatim slijede BM09 (1,504 t/ha) i Os10 (1,498 t/ha). Najveći urod ulja, u sedam okolina, imao je hibrid OS-H-4 (1,721 t/ha), a hibridi OS-H-9, OS-H 3, OS-H 18 i OS-H 23 bili su u istom rangu, odnosno imali su urod ulja značajno veći od prosjeka pokusa.

Podaci AMMI analize uroda ulja za genotipove i okoline prikazani su u formi biplota te su napravljene AMMI1 i 2 biploti (Graf 3).

Graf 3. AMMI1 i AMMI2 biploti za urod ulja

Graph 3 AMMI1 and AMMI2 biplots for oil yield



Prema AMMI1 biplotu, najveći urod ulja ostvaren je u okolini Os09 koja je imala srednju stabilnost, a okoline BM09 i Os10 koje su imale urod ulja značajno veći od prosjeka sedam okolina, ispoljile su zadovoljavajuću stabilnost. Hibrid OS-H-4, koji je imao najveći urod ulja u sedam okolina, imao je malu IPCA vrijednost, odnosno veliku stabilnost. Hibridi OS-H-9 i OS-H 18, koji su po rangu uroda ulja bili na drugom odnosno četvrtom mjestu, imali su također dobru stabilnost za ovo svojstvo. Prema AMMI2 biplotu podjednako dobru stabilnost za urod ulja imale su okoline Os10 i BM10, a najveću stabilnost imali su hibridi OS-H- OS-H 19, OS-H 12 i OS-H 15.

ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja novih OS hibridnih kombinacija suncokreta u sedam okolina može se zaključiti sljedeće:

Statistički značajno, najveći urod zrna i ulja ostvaren je u okolini Os09 (4,220 i 1,831 t/ha), a sadržaj ulja u NG10 (50,59 %).

U prosjeku sedam okolina, najveći urod zrna je ostvario hibrid OS-H-4 (3,913 t/ha). Ovaj hibrid je imao i najveći urod ulja (1,721 t/ha). Najveći sadržaj ulja u zrnu suncokreta imao je hibrid OS-H-1 (50,58 %).

Prema AMMI biplotima, hibrid s najvećim urodom zrna i ulja (OS-H-4), ispoljio je malu interakciju s okolinom, odnosno imao je veliku stabilnost, a hibrid koji je imao najveći sadržaj ulja (OS-H-1) imao je veliku interakciju s okolinom, odnosno malu stabilnost. Pored toga, hibridi OS-H-12, OS-H 15 i OS-H 19 ispoljili su dobru stabilnost za urod zrna, OS-H-4, OS-H 7 i OS-H 18 za sadržaj ulja, a OS-H-1, OS-H 9 i OS-H 18 za urod ulja. Ovi hibridi imali su vrijednosti analiziranih svojstava značajno bolje od prosjeka 7 okolina.

Dobiveni rezultati ovih istraživanja su preliminarni s obzirom na broj okolina i zbog toga će se istraživanja nastaviti s odabranim najboljim i uvođenjem u pokuse novih hibridnih kombinacija u pravcu ostvarenja postavljenih ciljeva (urod zrna >5,5 t/ha i ulja >2,5 t/ha).

ZAHVALA

Autori izražavaju zahvalnost Ministarstvu znanosti, obrazovanja i sporta Republike Hrvatske na financijskoj potpori projektu „Stabilnost genotipova suncokreta na važna agronomska svojstva i kakvoću ulja“ (073-0000000-3538).

EFFECT OF ENVIRONMENT ON QUANTITATIVE TRAITS OF NEW OS SUNFLOWER HYBRIDS

SUMMARY

The economic value of a certain genotype (hybrid or variety) is not only his productivity, resistance to diseases, drought, lodging, etc., but the ability to maintain positive properties in different environmental conditions of production. In nature there is a strong interaction between genotype and environment, which every breeder tries to

evaluate after the creation of new genotypes. In 2008, in the field of Agricultural Institute Osijek were made 24 new sunflower hybrid combinations by crossing three cytoplasmic male sterile lines and eight restorer lines. During 2009 and 2010, field trials were set up at locations: Beli Manastir (BM09 and BM10), Osijek (Os09 and Os10), Nova Gradiška (NG09 and NG10), and in 2010 the field trial was set up in Vukovar (Vu10). On the data of grain yield, oil content and oil yield, for both years and all locations (7 environments), is performed analysis of variance (ANOVA) and Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI) analysis by the statistical program SAS for Windows 9.1. Also, for analyzed traits are made AMMI1 and AMMI2 biplots by the program IRRISTAT for Windows 5.0. Grain yield, oil content and oil yield were significantly different at the tested locations and years. On average, for all investigated hybrids in seven environments, grain yield was 3.300 t/ha, oil content 47.48 % and oil yield 1.423 t/ha. Significantly the highest grain and oil yield was achieved in an environment Os09 (4.220 and 1.831 t/ha) and oil content in NG10 (50.59 %). The highest grain yield, in seven environments, had a hybrid OS-H-4 (3.913 t/ha). This hybrid had also the highest oil yield (1.721 t/ha). The highest oil content in sunflower grain had a hybrid OS-H-1 (50.58 %). By AMMI analysis of grain yield, oil content and oil yield, the first two IPCA components were significant at the 0.01 or 0.05, and explained 58.5, 73.7 and 60.5% of the total genotype x environment interaction. AMMI1 and AMMI2 biplots showed that the hybrid with the largest grain and oil yield (OS-H-4), showed small interaction with the environment, and had a great stability, and hybrid that had the highest oil content (OS-H-1) had a great interaction with the environment, and small stability. In addition, hybrid OS-H-12, 15 and OS-H 19 have displayed a good stability for grain yield, OS-H-4, 7 and OS-H 18 for oil content, and OS-H-1, OS-H 9 and OS-H 18 for oil yield. These hybrids had all three tested traits significantly better than the average of 7 environments.

Key words: sunflower, grain yield, oil content, oil yield, Additive Main effects and Multiplicative Interactions (AMMI), AMMI1 and AMMI2 biplots

LITERATURA – REFERENCES

1. Annicchiarico, P. (1997): Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) analysis of genotype-location interaction in variety trials repeated over years. *Theoretical and Applied Genetics*, 94: 1072-1077.
2. Carbonell, S.A.M., Azevedo Filho, J.A., Dias, L.A.S., Garcia, A.A.F., Morais, L.K. (2004): Common bean cultivars and lines interactions with environments. *Scientia Agricola*, 61(2): 169-177.
3. Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske (2011): *Statistički ljetopis Republike Hrvatske*. Zagreb, str. 258.
4. Ebdon, J.S., Gauch, H.G. (2002): Additive main effect and multiplicative interaction analysis of national turfgrass performance trials: I. Interpretation of genotype x environment interaction. *Crop Science*, 42: 489-496.

5. Gauch, H.G., Zobel, R.W. (1997): Identifying Mega-Environments and Targeting Genotypes. *Crop Science*, 37(2): 311-326.
6. Gauch, H.G. (2006): Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE. *Crop Science*, 46: 1488-1500.
7. Hunyadi Borbely, E., Lesznyak, M. (2006): Investigating yield and phenological stages of sunflower varieties in agro-ecological environment. *Cereal Research Communications*, 34(1): 417-421.
8. Hunyadi Borbely, E., Csajbok, J., Lesznyak, M. (2007): Relations between the yield of sunflower and the characteristics of the crop year. *Cereal Research Communications*, 35(2): 285-288.
9. IRRISTAT (2005): IRRISTAT for Windows, version 5.0. Biometrics Unit. The International Rice Research Institute, Manila, Philippines.
10. Kaya, Y., Palta, C., Taner, S. (2002): Additive main effects and multiplicative interactions analysis of yield performances in bread wheat genotypes across environments. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 26: 275-279.
11. Krizmanić, M., Jukić, V., Bilandžić, M. (1992): Značaj oplemenjivanja nekih kvantitativnih svojstava suncokreta i njihov utjecaj na urod ulja po hektaru. *Sjemenarstvo*, 9(4-5): 241-252.
12. Krizmanić, M., Mijić, A., Bilandžić, M., Duvnjak, T., Jurković, Z., Sudar, R. (2001): Utjecaj agrotehnike i sortimenta na uzgoj suncokreta u aridnim uvjetima. *Sjemenarstvo*, 18(1-2): 43-55.
13. Krizmanić, M., Mijić, A., Liović, I., Bilandžić, M., Jurković, Z., Sudar, R. (2004): Realizacija genetskih potencijala OS hibrida suncokreta u različitim agroekološkim uvjetima. XXXIX Znanstveni skup hrvatskih agronoma s međunarodnim sudjelovanjem. 179-180.
14. Krizmanić, M., Liović, I., Mijić, A., Bilandžić, M., Čupić, T. (2006): Oplemenjivanje kvantitativnih svojstava suncokreta u funkciji povećanja uroda zrna i ulja. *Sjemenarstvo*, 23 (2): 101-107.
15. Liović, I., Kovačević, V., Krizmanić, M., Mijić, A., Šimić, B. (2006): Precipitation influence on edible oil production from sunflower in Croatia. *Cereal Research Communications*, 34(1): 573-576.
16. Marinković, R., Dozet, B. (1997): Genetska istraživanja na suncokretu u svetu u funkciji oplemenjivanja. *Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 29: 569-592.
17. Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003): Oplemenjivanje suncokreta – monografija. *DOO "Školska knjiga"* Novi Sad.
18. Mihaljčević, M. (1997): Promjena sortimenta suncokreta kao posledica promena u populaciji parazita. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 29: 555-568.
19. Mijić, A., Krizmanić, M., Liović, I., Zdunić, Z. (2007): Response of sunflower hybrids to growing in different environments. VI. Alps-Adria Scientific Workshop, Obervellach, Austria, p. 781-784.
20. Mijić, A., Krizmanić, M., Liović, I., Bilandžić, M., Kovačević, J., Lalić, A., Kozumplik, V., Gunjača, J. (2008): Combining abilities and gene effects of sunflower grain and oil yield. *Periodicum biologorum*, 110(3): 277-284.
21. Miklič, V., Balalić, I., Jocić, S., Marinković, R., Hladni, N., Gvozdenović, S., Stojšin, V. (2009): Produktivnost NS hibrida suncokreta u multilokacijskim ogledima i preporuka sortimenta za setvu u 2009. godini. *Zbornik radova, Institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad*, 46: 293-310.
22. Mohammadi, R., Armion, M., Shabani, A., Daryaei, A. (2007): Identification of stability and adaptability in advanced durum genotypes using AMMI analysis. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6(8): 1261-1268.
23. Rao, M.S.S., Mullinix, B.G., Rangappa, M., Cebert, E., Bhagsari, A.S., Sapra, V.T., Joshi, J.M., Dadson, R.B. (2002): Genotype × environment interactions and yield stability of food-grade soybean genotypes. *Agronomy Journal*, 94(1): 72-80.
24. SAS Institute Inc. (2003): SAS for Windows (r) 9.1. Cary, NC, USA.

M. Krizmanić i sur.: Utjecaj okolina na kvantitativna svojstva
novih os-hibrida suncokreta

25. Škorić, D., Jovanović, D., Marinković, R., Jocić, S., Dozet, B. (2000): Stepen realizacije genetičkih potencijala kod hibrida suncokreta. Zbornik referata XXXIV Seminara agronoma. Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad: 71-79.
26. Škorić, D., Joksimović, J., Jocić, S., Jovanović, D., Marinković, R., Hladni, N., Gvozdrenović, S. (2005): Ocena vrednosti produktivnih svojstava NS hibrida suncokreta. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad, 41: 21-33.
27. Škorić, D., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, N., Marinković, R., Atlagić, J., Panković, D., Vasić, D., Miladinović, F., Gvozdrenović, S., Terzić, S., Sakač, Z. (2006): Dostignuća u oplemenjivanju suncokreta. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo, Novi Sad. 42: 131-171.
28. Tarakanovas, P., Ruzgas, V. (2006): Additive main effect and multiplicative interaction analysis of grain yield of wheat varieties in Lithuania. *Agronomy Research*, 4(1): 91-98.
29. Zobel, R.W., Wright, M. J., Gauch, H.G. (1988): Statistical Analysis of a Yield Trial. *Agronomy Journal*, 80(3): 388-393.

Adrese autora – Author's address:

Dr. sc. Miroslav Krizmanić
Dr. sc. Ivica Liović
Dr. sc. Anto Mijić
Dr. sc. Goran Krizmanić
Dr. sc. Branimir Šimić
Dr. sc. Tomislav Duvnjak
Mr. sc. Marijan Bilandžić
Antonela Markulj, mag. ing. agr.

Poljoprivredni institut Osijek
Južno predgrađe 17, 31103 Osijek
Tel. + 385 31 515-531
Fax. + 385 31 515-509
E-mail : miroslav.krizmanic@poljinoh.hr

Dr. sc. Radovan Marinković
Institut za ratarstvo i povrtarstvo
Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad
Srbija

Prof. dr. sc. Drena Gadžo
Poljoprivredno – prehrambeni fakultet
Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo
Bosna i Hercegovina

Primljeno – Received:

01. 03. 2012.

