

ISSN 1330-7142
UDK = 633.854.78

UTJECAJ OKOLINE NA SADRŽAJ ULJA I SASTAV MASNIH KISELINA KOD NOVIH OS-HIBRIDNIH KOMBINACIJA SUNCOKRETA

M. Krizmanić, A. Mijić, I. Liović, Aleksandra Sudarić, Rezica Sudar, T. Duvnjak, G. Krizmanić, M. Bilandžić

Izvorni znanstveni članak
Original scientific paper

SAŽETAK

*U radu su prikazani rezultati istraživanja 17 novih OS-hibridnih kombinacija suncokreta kroz tri godine (2009.-2011.) na dvije lokacije (Nova Gradiška i Osijek), s ciljem da se utvrdi varijabilnost sadržaja ulja i sastav masnih kiselina u ulju u različitim okolinama. Utvrđene su statistički značajne razlike u sadržaju ulja i sastavu masnih kiselina između godina, lokacija i hibrida. Prosječan sadržaj ulja iznosio je 48,74 %, sadržaj palmitinske kiseline (C16:0) 5,626%, stearinske (C18:0) 3,682%, oleinske (C18:1) 24,741% i linolne (C18:2) 64,447%. Na obje lokacije, najveći je sadržaj ulja bio 2011. godine (50,97%), 2009. oleinske kiseline (27,379%), a 2010. najveći sadržaj linolne kiseline (66,153%). Statistički značajno veći sadržaj ulja, palmitinske i linolne kiseline ostvaren je na lokaciji Nova Gradiška. Na lokaciji Osijek ostvaren je statistički značajno veći sadržaj oleinske kiseline (25,820%). Palmitinska, stearinska i linolna kiselina bile su u statistički visoko značajnoj srednje jakoj do jakoj pozitivnoj korelaciji sa sadržajem ulja, a oleinska kiselina u jakoj negativnoj korelaciji (-0,660**). Odnos oleinske i linolne kiseline bio je statistički značajno u visoko negativnoj korelaciji (-0,974**).*

Ključne riječi: suncokret, hibridi, sadržaj ulja, masne kiseline

UVOD

Suncokret (*Helianthus annuus* L.) je u svijetu jedna od najznačajnijih kultura za proizvodnju kvalitetnoga jestivoga ulja. U Republici Hrvatskoj najzastupljenije je ulje dobiveno preradom suncokreta, zatim uljane repice, soje, masline i buče. Suncokretovo ulje ima važnu ulogu u prehrani ljudi zbog svoje visoke energetske i biološke vrijednosti. Sjeme suncokreta sadrži 40-58% ulja, oko 18% proteina koji sadrže esencijalne aminokiseline (metionin i triptofan), 26% celuloze, 10% nedušičnih tvari i 3% mineralnih tvari. Sadržaj ulja je kvantitativno svojstvo određeno genotipom, okolinom i njihovom interakcijom (Mijić i sur., 2011.; Liović i sur., 2012.). Pored srednjih dnevnih temperatura i vlage zraka, na sadržaj ulja utječe i tip tla te primijenjena agrotehnika. Standardno suncokretovo ulje ima visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina, oleinske (18:1) i linolne (18:2) te manju zastupljenost zasićenih, palmitinske (16:0) i stearinske (18:0). Standardno ulje suncokreta sadrži 68-72% linolne kiseline, 16-19% oleinske, 5-7% palmitinske,

4-6% stearinske i nekoliko drugih viših masnih kiselina u tragovima (Škorić i sur., 2002.). Linolna je kiselina esencijalna masna kiselina koju ljudski organizam ne može sintetizirati, a ima važnu ulogu u metabolizmu kolesterola, jer pomažu pri njegovom izlučivanju.

Stabilnost ulja s većim postotkom oleinske kiseline povećava se tri puta u odnosu na ulje s prosječnim sadržajem oleinske kiseline. U programima oplemenjivanja suncokreta trend je da se posveti pozornost hibridima suncokreta koji sintetiziraju ulje s povećanom koncentracijom oleinske kiseline. Proizvodnja takvih hibrida u svijetu značajno se povećala, budući da je njihovo ulje od izuzetnoga značenja u prehrani ljudi u prevenciji kardiovaskularnih oboljenja te da služi za proizvodnju biodizela, koji bi u doglednoj budućnosti trebao biti zastupljen oko 20%, kao alternativni izvor energije (Jocić i sur., 2006.).

Dr.sc. Miroslav Krizmanić (miroslav.krizmanic@poljinis.hr), dr.sc. Anto Mijić, dr.sc. Ivica Liović, dr.sc. Aleksandra Sudarić, dr.sc. Tomislav Duvnjak, dr.sc. Goran Krizmanić, dr.sc. Rezica Sudar, mr.sc. Marijan Bilandžić – Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31103 Osijek, Hrvatska

Na sadržaj ulja i sastav masnih kiselina veliki utjecaj imaju lokacija i vremenski uvjeti tijekom vegetacije (Lajara i sur., 1990.; Marinković i sur., 2003.; Mijić i sur., 2006.; Pospišil i sur., 2006.; Liović i sur., 2010.). S ciljem utvrđivanja utjecaja okolinskih faktora na sadržaj ulja i sastav masnih kiselina novih OS-hibridnih kombinacija suncokreta, postavljeni su poljski pokusi od 2009. do 2011. godine, na lokacijama Nova Gradiška i Osijek.

MATERIJAL I METODE

Poljski pokusi

U razdoblju 2009.-2011. godine, na lokacijama Nova Gradiška i Osijek, postavljeni su mikropokusi sa 17 novih OS-hibridnih kombinacija suncokreta. Poljski su pokusi postavljeni prema shemi potpuno slučajnoga bloknaoga rasporeda u četiri ponavljanja, na međuredni razmak 70 cm i 24 cm u redu, što odgovara sklopu od približno 60 000 biljaka/ha. Veličina obračunske parcele iznosila je 5,6 m². Sjetva i žetva pokusa obavljene su ručno.

Kemijske analize i statistička obrada podataka

Sadržaj ulja u zrnu suncokreta određen je aparatom MQA 7005 NMR Analyser, a sastav i udio masnih kiselina u ulju suncokreta određen je metodom plinske kromatografije na Shimadzu sustavu GC-2010 Plus. Sustav se sastoji od autosamplera, pećnice, FID detektora i Lab solution softvera (ver. 2.32.00). Razdvajanje metilnih estera masnih kiselina (EN ISO 5509:2000) provedeno je na koloni Forte GC, dužine 30 m, unutrašnjega promjera 0,25 mm i debljine filma stacionarne faze 0,25 μm. 1 μl uzorka injektiran je u uređaj koristeći SPL injekcioni ulaz. Uvjeti kromatografiranja bili su sljedeći: temperatura kolone 250°C, temperatura detektora 280°C, a plin nositelj bio je helij protoka 0,8 ml/min. Trajanje analize uznosilo je 25 min. Masne kiseline kvantificirane su iz površine pikova metodom normalizacije površina. Na dobivenim podacima napravljena je analiza varijance (ANOVA) pomoću GLM procedure SAS for Windows 9.1 (SAS Institute, 2003.) softwera. Razlike u sadržaju ulja i masnih kiselina testirane su LSD testom.

Agroekološki uvjeti

U Tablici 1. prikazani su meteorološki podaci za lokacije na kojima su bili postavljeni poljski pokusi za razdoblje 2009.-2011. godine.

Tablica 1. Meteorološki podaci za Novu Gradišku i Osijek

Table 1. Meteorological data for Nova Gradiška and Osijek

Godine Years	Oborine (mm) - Precipitation						Suma Sum
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Nova Gradiška							
2009.	19,2	45,0	126,0	31,7	44,4	15,9	282,2
2010.	81,7	141,7	214,9	27,2	59,9	113,3	638,7
2011.	14,2	36,3	70,5	84,0	17,8	15,8	238,6
Osijek							
2009.	18,7	39,4	62,8	13,8	60,6	10,0	205,3
2010.	71,1	120,8	234,0	31,5	110,8	108,4	676,6
2011.	19,4	81,2	49,9	73,9	4,6	15,9	244,9
Godine Years	Srednja mjesečna temperatura zraka (°C) Mean monthly air temperature						Prosjek Mean
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Nova Gradiška							
2009.	13,6	17,7	18,7	21,6	21,7	18,0	18,6
2010.	11,6	15,8	19,3	21,7	21,1	14,9	17,4
2011.	12,2	15,2	19,5	21,5	22,1	19,4	18,3
Osijek							
2009.	14,6	18,3	19,2	23,2	22,9	19,1	19,6
2010.	12,4	16,5	20,4	23,2	21,7	15,6	18,3
2011.	13,2	16,7	20,8	22,2	23,0	20,3	19,4

Podaci: Državni hidrometeorološki zavod; Source: The State Hydrometeorological Institute

REZULTATI I RASPRAVA

Analizom varijance utvrđene su statistički značajne razlike između godina, lokacija i genotipova, u sadržaju ulja i sastavu masnih kiselina. Na lokaciji Nova Gradiška prosječan sadržaj ulja iznosio je 49,06%, sadržaj palmitinske kiseline 5,722, stearinske 3,666, oleinske 23,662

i linolne 65,455%, (Tablica 2.). Najveći sadržaj ulja određen je 2011. godine (52,25 %), sadržaj oleinske kiseline 2009. godine (28,252%) te linolne 2010. (69,309%). Najveći sadržaj oleinske kiseline imali su hibridi OS-H-4, 15 i 11, preko 27 % (Tablica 3.), a hibrid pod oznakom OS-H-8 najveći sadržaj linolne kiseline (69,331 %).

Tablica 2. Sadržaj ulja i sastav masnih kiselina (%) po godinama - Nova Gradiška

Table 2. Oil content and fatty acids composition (%) per years – Nova Gradiška

Godine Years	Sadržaj ulja Oil content	Masne kiseline – Fatty acids			
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic
2009.	44,54	5,680	3,225	28,252	61,128
2010.	50,40	5,609	3,546	20,156	69,309
2011.	52,25	5,876	4,226	22,577	65,928
Prosjeak - Mean	49,06	5,722	3,666	23,662	65,455
LSD 0,05	0,44	0,007	0,161	0,135	0,058

Tablica 3. Sadržaj ulja i sastav masnih kiselina (%) OS hibrida suncokreta - Nova Gradiška 2009.-2011.

Table 3. Oil content and fatty acids composition (%) of OS sunflower hybrids – Nova Gradiška 2009-2011

Hibridi Hybrids	Sadržaj ulja Oil content	Masne kiseline – Fatty acids			
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic
OS-H-1	51,16	6,081	4,121	19,357	69,028
OS-H-2	50,02	5,885	4,667	23,065	64,897
OS-H-3	49,75	6,031	3,848	22,694	65,961
OS-H-4	49,78	5,839	3,604	27,581	61,434
OS-H-5	51,25	5,882	4,462	21,460	66,598
OS-H-6	50,69	6,001	2,722	22,103	67,711
OS-H-7	50,83	6,121	4,084	20,681	67,648
OS-H-8	50,02	5,742	3,025	20,539	69,331
OS-H-9	49,91	5,390	3,647	22,643	66,872
OS-H-10	46,97	5,590	2,479	26,258	64,152
OS-H-11	46,17	5,413	3,286	27,287	62,538
OS-H-12	45,32	5,435	3,426	25,090	64,590
OS-H-13	50,73	5,485	4,003	24,446	64,526
OS-H-14	47,60	5,724	3,120	24,957	64,659
OS-H-15	47,55	5,483	3,597	27,500	61,852
OS-H-16	47,49	5,605	3,705	23,090	66,068
OS-H-17	48,83	5,565	4,526	23,499	64,873
LSD 0,05	1,05	0,017	0,383	0,320	0,138

Slični rezultati dobiveni su i u Osijeku (Tablica 4.), gdje je prosječan sadržaj ulja u hibridima iznosio 48,41%, sadržaj palmitinske kiseline 5,531%, stearinske 3,699, oleinske 25,820 i linolne 63,440%. Hibridi OS-H-15, 10 i 11 imali su najveći sadržaj oleinske, preko 28% (Tablica 5.), a OS-H-1 najveći sadržaj linolne kiseline (66,554%).

Tablica 4. Sadržaj ulja i sastav masnih kiselina (%) po godinama – Osijek

Table 4. Oil content and fatty acids composition (%) per years – Osijek

Godine Years	Sadržaj ulja Oil content	Masne kiseline – Fatty acids			
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic
2009.	47,91	5,777	3,607	26,506	62,468
2010.	47,61	5,293	3,941	26,352	62,997
2011.	49,70	5,522	3,548	24,603	64,855
Prosjeak - Mean	48,41	5,531	3,699	25,820	63,440
LSD 0,05	0,51	0,018	0,009	0,027	0,030

Tablica 5. Sadržaj ulja i sastav masnih kiselina (%) OS hibrida suncokreta - Osijek 2009.-2011.

Table 5. Oil content and fatty acids composition (%) of OS sunflower hybrids – Osijek 2009-2011

Hibridi Hybrids	Sadržaj ulja Oil content	Masne kiseline – Fatty acids			
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic
OS-H-1	51,35	5,921	3,715	22,353	66,554
OS-H-2	50,96	5,682	3,862	26,603	62,346
OS-H-3	48,72	5,913	3,823	24,446	64,295
OS-H-4	49,30	5,671	3,345	27,968	61,459
OS-H-5	51,50	5,600	4,217	24,749	63,940
OS-H-6	50,01	5,731	3,267	25,298	64,262
OS-H-7	51,02	5,951	4,069	23,272	65,293
OS-H-8	49,15	5,447	3,499	23,149	66,476
OS-H-9	48,64	5,214	4,253	23,867	65,201
OS-H-10	44,61	5,354	3,542	28,572	60,940
OS-H-11	45,71	5,222	2,996	28,169	62,112
OS-H-12	43,12	5,258	3,184	27,367	62,698
OS-H-13	49,56	5,368	4,482	25,844	62,748
OS-H-14	46,54	5,417	3,720	26,894	62,423
OS-H-15	47,65	5,273	3,286	29,387	60,495
OS-H-16	46,49	5,600	3,421	24,616	64,771
OS-H-17	48,61	5,402	4,194	26,391	62,465
LSD 0,05	1,21	0,042	0,020	0,063	0,071

Prosječno, za sve tri godine istraživanja i dvije lokacije, sadržaj ulja iznosio je 48,74%, palmitinske kiseline 5,626, stearinske 3,682, oleinske 24,741 i linolne 64,447%. Najveći sadržaj ulja određen je u 2011. godini (50,97%), oleinske kiseline (27,379%) u 2009. godini, a linolne kiseline (66,153%) u 2010. godini (Tablica 6.). Značajno veći sadržaj ulja (49,06%), palmitinske kiseline (5,722%) i linolne kiseline (65,455%) ostvaren je s hibridima u Novoj Gradiški, a oleinske kiseline (25,820%) u Osijeku (Tablica 7.).

U pokusima kroz tri godine i na dvije lokacije, između hibrida utvrđene su statistički značajne razlike u svim istraživanim svojstvima (Tablica 8.). Sadržaj ulja bio je u rasponu 44,22% (OS-H-12) do 51,37% (OS-H-5). Raspon oleinske kiseline bio je 20,855% (OS-H-1) do 28,444% (OS-H-15), a linolne 61,174% (OS-H-15) do

67,904% (OS-H-8), što prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima (NN 41/2012.), odgovara standardnome suncokretovome ulju. OS hibridi suncokreta imaju uobičajeni sastav i odnos masnih kiselina, gdje oko 90% čine linolna i oleinska, a oko 10% palmitinska i stearinska, što je u skladu s istraživanjima Skorić i sur. (2006.; 2007.).

Različiti sadržaj ulja i sastav masnih kiselina između hibrida u Novoj Gradiški i Osijeku može se povezati s različitim klimatskim uvjetima između te dvije lokacije. Na lokaciji Osijek, u protekle tri godine, zabilježene su više prosječne dnevne temperature u odnosu na Novu Gradišku (Tablica 1.). Akumulacija ulja, odnosno masnih kiselina u ulju, posebno oleinske, pozitivno je povezana s temperaturama tijekom akumulacije i sinteze ulja u zrnu suncokreta. To potvrđuju i rezultati istraživanja Lajara i sur. (1990.).

Tablica 6. Sadržaj ulja i masnih kiselina (%) po godinama

Table 6. Oil content and fatty acids composition (%) per years

Godine Years	Sadržaj ulja Oil content	Masne kiseline – Fatty acids			
		Palmitinska Palmitic	Stearinska Stearic	Oleinska Oleic	Linolna Linoleic
2009.	46,23	5,729	3,416	27,379	61,798
2010.	49,00	5,451	3,743	23,254	66,153
2011.	50,97	5,699	3,887	23,590	65,392
Prosjek - Mean	48,74	5,626	3,682	24,741	64,447
LSD 0,05	0,33	0,010	0,079	0,068	0,032

Tablica 7. Sadržaj ulja i masnih kiselina (%) po lokacijama

Table 7. Oil content and fatty acids composition (%) per locations

Lokacije <i>Locations</i>	Sadržaj ulja <i>Oil content</i>	Masne kiseline – <i>Fatty acids</i>			
		Palmitinska <i>Palmitic</i>	Stearinska <i>Stearic</i>	Oleinska <i>Oleic</i>	Linolna <i>Linoleic</i>
Nova Gradiška	49,06	5,722	3,666	23,662	65,455
Osijek	48,41	5,531	3,699	25,820	63,440
LSD 0,05	0,27	0,008	ns	0,056	0,026

Tablica 8. Sadržaj ulja i masnih kiselina (%) po hibridima (3 godine, 2 lokacije)

Table 8. Oil content and fatty acids composition (%) per hybrids (3 years, 2 locations)

Hibridi <i>Hybrids</i>	Sadržaj ulja <i>Oil content</i>	Masne kiseline – <i>Fatty acids</i>			
		Palmitinska <i>Palmitic</i>	Stearinska <i>Stearic</i>	Oleinska <i>Oleic</i>	Linolna <i>Linoleic</i>
OS-H-1	51,25	6,001	3,918	20,855	67,791
OS-H-2	50,49	5,784	4,265	24,834	63,621
OS-H-3	49,24	5,972	3,836	23,570	65,128
OS-H-4	49,54	5,755	3,474	27,775	61,447
OS-H-5	51,37	5,741	4,339	23,104	65,269
OS-H-6	50,35	5,866	2,994	23,700	65,986
OS-H-7	50,92	6,036	4,076	21,977	66,471
OS-H-8	49,59	5,595	3,262	21,844	67,904
OS-H-9	49,28	5,302	3,950	23,255	66,036
OS-H-10	45,79	5,472	3,011	27,415	62,546
OS-H-11	45,94	5,318	3,141	27,728	62,325
OS-H-12	44,22	5,347	3,305	26,228	63,644
OS-H-13	50,15	5,426	4,243	25,145	63,637
OS-H-14	47,07	5,571	3,420	25,926	63,541
OS-H-15	47,60	5,378	3,442	28,444	61,174
OS-H-16	46,99	5,602	3,563	23,853	65,420
OS-H-17	48,72	5,483	4,360	24,945	63,669
LSD 0,05	0,79	0,023	0,189	0,162	0,077

Sadržaj ulja u zrnju i sastav masnih kiselina u ulju ovisi o genetskim i okolinskim čimbenicima (Santonoceto i sur., 2002.; Škorić i sur., 2008.; Seiler i sur., 2010.; cit. Onemli, 2012.). Iste rezultate dobili su Robertson i sur. (1978.), Miller i Vick (1999.), Sobrino i sur. (2003.), cit. Valtcho i sur. (2011.).

Onemli (2012.) ističe da tijekom razvoja sjemena i sinteze ulja u uvjetima visokih temperatura povećava se sadržaj oleinske kiseline, a smanjuje linolna kiselina. Povećanje temperaturnih razlika između dana i noći rezultira povećanjem akumulacije linolne kiseline, što potvrđuju i rezultati na lokaciji Nova Gradiška. Ahmad i Hassan (2000.) utvrdili su da se povišenjem temperature u vrijeme zriobe suncokreta značajno povećao urod ulja i koncentracija oleinske kiseline u ulju, a smanjila se koncentracija linolne kiseline. Vrlo su slične rezultate dobili Canvin (1965.), Flagella i sur. (2002.) te Baydar i Erbas (2005.). Petcu i sur. (2001.) dokazali su značajno negativan utjecaj suše na koncentraciju oleinske kiseline, dok se koncentracija linolne kiseline povećala u stresnim uvjetima suše. U pokusima s različitim dozama dušika u gnojdbi suncokreta Valtcho i sur. (2008.) ukazuju da

povećane doze dušika djeluju negativno na sadržaj ulja u zrnju, ali pozitivno na povećanje uroda zrna i ulja po jedinici površine i na povećan sadržaj oleinske kiseline. Erdemoglu i sur. (2003.) navodnjavanjem su dobili povećane urode zrna i ulja te povećani sadržaj ulja, ali nije došlo do značajnijega povećanja koncentracije oleinske i linolne kiseline. Flagella i sur. (2002.) smanjenje sadržaja oleinske i linolne kiseline u uvjetima navodnjavanja pripisuju utjecaju temperatura tijekom razvoja sjemena.

Povećanjem sadržaja ulja u zrnju suncokreta povećavao se i sadržaj palmitinske, stearinske i linolne kiseline (Tablica 9.), na što ukazuju statistički visoko značajni pozitivni koeficijenti korelacije. Sadržaj ulja bio je u statistički visoko značajnoj jakoj negativnoj korelaciji s oleinskom kiselinom ($r = -0,660^{**}$). Iste ili vrlo slične rezultate dobili su Alpaslan i Gunduz (2000.), Baydar i Erbas (2005.) te Onemli (2012.), a suprotne rezultate Velasco i sur. (2007.).

Tablica 9. Korelacije sadržaja ulja i masnih kiselina

Table 9. Correlations of oil content and fatty acids

	Palmitinska <i>Palmitic</i>	Stearinska <i>Stearic</i>	Oleinska <i>Oleic</i>	Linolna <i>Linoleic</i>
Sadržaj ulja	0,436**	0,391**	-0,660**	0,596**
Palmitinska		0,116	-0,398**	0,305**
Stearinska			-0,327**	0,126
Oleinska				-0,974**

** značajno na nivou 0,01 – significant at 0.01 level

Oleinska kiselina bila je u statistički visoko značajnoj slaboj negativnoj korelaciji s palmitinskom i stearinskom kiselinom, ali u statistički visoko značajnoj vrlo jakoj negativnoj korelaciji ($r = -0,974^{**}$) s linolnom kiselinom, što ukazuje na to da oplemenjivanje suncokreta na kakvoću ulja može ići u dva pravca, stvaranje visoko-oleinskih hibrida sa 75-91% oleinske kiseline ili hibrida s uobičajenim sastavom masnih kiselina (55-65% linolne, 20-30% oleinske kiseline). Negativne korelacije između te dvije kiseline dobili su Lajara i sur. (1990.), Alpaslan i Gunduz (2000.), Baydar i Erbas (2005.), Onemli (2012.). Palmitinska i stearinska kiselina bile su u statistički visoko značajnoj slaboj negativnoj korelaciji s oleinskom, a palmitinska u slaboj pozitivnoj s linolnom kiselinom. Slične rezultate dobili su Lajara i sur. (1990.).

ZAKLJUČAK

Analizom varijance 17 različitih OS hibridnih kombinacija suncokreta, utvrđene su statistički značajne razlike između godina i lokacija u sadržaju ulja i sastavu masnih kiselina, što ukazuje na to da pored genotipa značajan utjecaj na ta svojstva imaju agroekološki čimbenici. Kroz trogodišnja istraživanja, na obje lokacije, ostvaren je prosječan sadržaj ulja 48,74 %, palmitinske kiseline 5,626%, stearinske 3,682, oleinske 24,741 i linolne 64,447%. Hibridi na lokaciji Nova Gradiška imali su statistički značajno veći sadržaj ulja, palmitinske i linolne kiseline u odnosu na hibride u Osijeku, kod kojih je određen značajno veći sadržaj oleinske kiseline u ulju suncokreta.

Najveći sadržaj ulja određen je 2011. godine (50,97%), oleinske kiseline 2009. godine (27,379%), a linolne kiseline 2010. godine (66,153%). Prosječno najveći sadržaj ulja imao je hibrid OS-H-5 (51,37%), OS-H-15 oleinske kiseline (28,444%) i OS-H-8 najveći sadržaj linolne kiseline (67,904%). Sadržaj ulja bio je u srednje jakoj pozitivnoj korelaciji s palmitinskom, stearinskom i linolnom kiselinom, a u jakoj negativnoj korelaciji s oleinskom kiselinom ($r = -0,660^{**}$). Oleinska kiselina bila je u slaboj negativnoj korelaciji s palmitinskom i stearinskom, ali u vrlo jakoj negativnoj korelaciji s linolnom kiselinom ($r = -0,974^{**}$).

Rezultati istraživanja pokazuju da nove OS hibridne kombinacije suncokreta imaju visok sadržaj ulja i širok raspon udjela masnih kiselina u ulju, što će se upotrijebiti

biti u daljnjem oplemenjivačkom radu na suncokretu u Poljoprivrednom institutu Osijek.

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).

LITERATURA

- Ahmad, S., Hassan, F. (2000): Oil yield and fatty acid composition of spring sunflower. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 3(12): 2063-2064.
- Alpaslan, M., Gunduz, H. (2000): The effects of growing conditions on oil content, fatty acid composition and tocopherol content of some sunflower varieties produced in Turkey. *Nahrung* 44(6): 434-437.
- Baydar, H., Erbas, S. (2005): Influence of seed development and seed position on oil, fatty acid and total tocopherol contents in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 29: 179-186.
- Canvin, D.T. (1965): The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition of the oils from several oil seed crops. *Canadian Journal of Botany* 43(1): 63-69.
- Erdemoglu, N., Kusmenoglu, S., Yenice, N. (2003): Effect of irrigation on the oil content and fatty acid composition of some sunflower seeds. *Chemistry of Natural Compounds* 39(1): 1-4.
- Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., De Caro, A. (2002): Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus* L.) hybrids in relation to the sowing data and the water regime. *European Journal of Agronomy* 17(3): 221-230.
- Jocić, S., Škorić, D., Lečić, N., Sakač, Z. (2006.): Mogućnost stvaranja hibrida suncokreta s različitim kvalitetom ulja. Zbornik radova sa 47. Savetovanje, Proizvodnja i prerada uljarica, Herceg Novi: 9-19.
- Lajara, J.R., Diaz, U., Quidiello, R.D. (1990): Definite influence of location and climatic conditions on the fatty acid composition of sunflower seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 67(10): 618-623.
- Liović, I., Martinović, J., Bilandžić, M., Krizmanić, M., Mijić, A., Šimić, B. (2010.): Desikacija u redovnoj i postrnoj sjetvi suncokreta. *Poljoprivreda* 16(1): 13.-19.

10. Liović, I., Krizmanić, M., Mijić, A., Bilandžić, M., Markulj, A., Marinković, R., Gadžo, D. (2012.): Linija x tester analiza u procjeni kombinatornih sposobnosti sadržaja ulja kod suncokreta. *Poljoprivreda* 18(2): 3.-6.
11. Marinković, R., Dozet, B., Vasić, D. (2003.): Oplemenjivanje suncokreta (Monografija), Školska knjiga, Novi Sad.
12. Mijić, A., Krizmanić, M., Guberac, V., Marić, S. (2006.): Stabilnost prinosa ulja nekoliko OS hibrida suncokreta. *Poljoprivreda* 12(1): 5.-10.
13. Mijić, A., Sudarić, A., Krizmanić, M., Duvnjak, T., Bilandžić, M., Zdunić, Z., Ismić, E. (2011): Grain and oil yield of single-cross and three-way cross OS sunflower hybrids. *Poljoprivreda* 17(1): 3-8.
14. Miklič, V., Hladni, N., Jocić, S., Marinković, R., Atlagić, J., Saftić-Panković, D., Miladinović, D., Dušanić, N., Gvozdrenović, S. (2008.): Oplemenjivanje suncokreta u Institutu za ratarstvo i povrtarstvo. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 45: 31-63.
15. Onemli, F. (2012): Changes in oil fatty acid composition during seed development of sunflower. *Asian Journal of Plant Sciences* 11: 241-245.
16. Petcu, E., Arsintescu, A., Stanciu, D. (2001): The effect of drought stress on fatty acid composition in some romanian sunflower hybrids. *Romanian Agricultural Research* 15: 39-42.
17. Pospišil, M., Pospišil, A., Antunović, M. (2006.): Prinos sjemena i ulja istraživanih hibrida suncokreta u ovisnosti o vremenskim prilikama. *Poljoprivreda* 12(2): 11.-16.
18. SAS Institute Inc. (2003): SAS for Windows (r) 9.1 Cary, NC, USA.
19. Škorić, D., Marinković, R., Jocić, S., Jovanović, D., Hladni, N. (2002.): Dostignuća i dalji pravci u oplemenjivanju suncokreta i izbor hibrida za setvu u 2002. godini. *Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 36: 147-160.
20. 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 Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo* 42: 131- 171.
21. Škorić, D., Jocić, S., Lečić, N., Sakač, Z. (2007): Development of sunflower hybrids with different oil quality. *Helia* 30(47): 205-212.
22. Valtcho, D.Z., Vick, B.A., Ebelhar, M.W., Buehring, N., Baldwin, B.S., Astatkie, T., Miller, J.F. (2008): Yield, oil content, and composition of sunflower grown at multiple locations in Mississippi. *Agronomy Journal* 100(3): 635-642.
23. Valtcho, D.Z., Vick, B.A., Baldwin, B.S., Buehring, N., Coker, C., Astatkie, T., Johnson, B. (2011): Oil productivity and composition of sunflower as a function of hybrid and planting date. *Industrial Crops and Products* 33: 537-543.
24. Velasco, L., Perez-Vich, B., Fernandez-Martinez, J.M. (2007): Relationships between seed oil content and fatty acid composition in high stearic acid sunflower. *Plant Breeding* 126: 503-508.

ENVIRONMENTAL IMPACT ON OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF NEW OS-HYBRID COMBINATIONS OF SUNFLOWER

SUMMARY

*This paper presents the results of 17 new OS-hybrid combinations of sunflower during three years (2009-2011) on two locations (Nova Gradiška and Osijek) aiming to determine the variability of oil content and fatty acid composition of the oil in different environments. There were statistically significant differences in oil content and fatty acid composition between years, locations and hybrids. The average oil content was 48.74%, the content of palmitic acid (C16:0) 5.626%, stearic (C18:0) 3.682%, oleic (C18:1), 24.741% and linoleic (C18:2) 64.447%. On both locations, the highest oil content was in 2011 (50.97%), oleic acid (27.379%) in 2009, and in 2010 the highest content of linoleic acid (66.153%). Statistically significant higher oil content, palmitic and linoleic acids were achieved on Nova Gradiška location. Statistically significant higher content of oleic acid (25.820%) was achieved on Osijek location. Palmitic, stearic, and linoleic acids were in statistically high significant medium strong to strong positive correlation with oil content, and oleic acid in a strong negative correlation (-0.660**). The ratio of oleic and linoleic acid was statistically significant in high negative correlation (-0.974**).*

Key-words: sunflower, hybrids, oil content, fatty acids

(Primljeno 11. travnja 2013.; prihvaćeno 13. svibnja 2013. - Received on 11 April 2013; accepted on 13 May 2013)