

POMOLOŠKA I ANTIOKSIDATIVNA SVOJSTVA SORTI JAGODE GAJENIH U REGIONU MAČVE

*J. Milivojević, M. Nikolić, J. Dragišić-Maksimović**

Izvod: Rad prikazuje rezultate proučavanja pomoloških osobina (vreme zrenja, fizičke i hemijske osobine ploda) i antioksidativnog kapaciteta ploda pet introdukovanih sorti jagode (Marmolada, Arosa, Elsanta, Madlen i Clery) gajenih u regionu Mačve (Šabac). Ispitivanja su izvedena tokom 2008. godine u zasadu jagode koji se nalazi u vlasništvu firme »Libertas«.

Najraniji početak fenofaze zrenja registrovan je kod sorte Clery (07.05.), a najkasniji kod sorte Arosa (22.05.). Sorta Arosa je ispoljila najbolje fizičke osobine ploda, primarno masu ploda (41,2g) i dimenzije, kao i sadržaj rastvorljivih suvih materija (8,7%). Najviše vrednosti sadržaja ukupnih (6,92%) i invertnih šećera (6,13%) registrovane su kod sorte Marmolada, kao i najviši sadržaj vitamina C (80,9 mg 100g⁻¹ sv.m.p.). Pored vitamina C, kao moćnog antioksidanta u plodu jagode, kod ispitivanih sorti je detektovan i sadržaj ukupnih fenola. Najvišim vrednostima odlikuju se sorte Elsanta (16, 8 mg g⁻¹ sv.m.p.) i Marmolada (16,5 mg g⁻¹sv.m.p.), koje su ispoljile i najveći antioksidativni kapacitet ploda, značajan ne samo za očuvanje hranljive vrednosti i senzoričkog kvaliteta ploda, već i sa aspekta zdravstvene korisnosti za ljudski organizam.

Ključne reči: jagoda, sorta, vreme zrenja, kvalitet ploda, antioksidativni kapacitet ploda.

Uvod

Kategorizacija savremenog sortimenta jagode bazirana je na različitim kriterijumima, kao što su prilagodljivost različitim sistemima gajenja i ekološkim uslovima sredine, izražena rezistentnost na bolesti i štetočine, visina prinosa i kvalitet ploda (Voća i sar., 2008). Nasuprot željama proizvođača koji traže visoko-produktivne sorte, krupnog ploda sa dugim rasponom zrenja, potrošači preferiraju sorte sa širokim opsegom senzornih odlika. Stoga se poklanja velika pažnja ispitivanju nutricionone vrednosti ploda jagode, koja može biti opisana sa standardnim pokazateljima kvaliteta (sadržajem rastvorljivih suvih materija, ukupnih kiselina i šećera) i analizom specifičnih nutricionih parametara (sadržaja askorbinske kiseline i fenolnih jedinjenja), kao važnih izvora ispoljene antioksidativne aktivnosti ploda jagode (Scalzo i sar., 2005; Cordenunsi i sar., 2002; Halvorsen i sar., 2002). Sorta predstavlja važan faktor u određivanju nutricionog kvaliteta ploda, ali je takođe značajan i uticaj spoljašnje sredine, intenzitet primene agro i pomotehničkih mera, stepen zrelosti ploda i uslovi skladištenja posle berbe (Capocasa i sar., 2008).

* Dr Jasminka Milivojević, prof. dr Mihailo Nikolić, Poljoprivredni fakultet, Zemun - Beograd; e-mail: jasminka@agrif.bg.ac.rs; mr Jelena Dragišić-Maksimović, Institut za multidisciplinarnu nauku, Beograd.

Varijabilnost fizičkih pokazatelja kvaliteta ploda u ovom radu, kao i u sadržaju važnih komponenata ukusa ploda (šećera i organskih kiselina), fenolnih jedinjenja i vitamina C, pruža mogućnost uporednog prikaza kvaliteta ploda ispitivanih komercijalno značajnih sorti jagode. Na taj način, poboljšanjem strukture sortimenta jagode u proizvodnim zasadima, odnosno introdukcijom sorti koje pored dobrih fizičkih i senzoričkih osobina ploda poseduju i visoku nutritivnu i antioksidativnu vrednost, može se uticati na potrošnju plodova sa izraženim lekovitim svojstvima uz nesmanjen komercijalni efekat takve proizvodnje.

Materijal i metod rada

Ispitivanja su izvedena tokom 2008. godine u zasadu jagode koji se nalazi u vlasništvu firme »Libertas« iz Šapca. Zasad je podignut u julu 2007. godine po sistemu dvoredne pantljike na gredicama prekrivenim crnom malč folijom. Primenjeno rastojanje sadnje je 30 x 30cm. Ogleđom je obuhvaćeno pet introdukovanih sorti jagode: Marmolada, Arosa, Elsanta, Madlen i Clery.

U radu su ispitivani sledeći parametri:

Vreme sazrevanja plodova sa trajanjem berbe u danima – određeno je okularnim opažanjem i evidentirano po datumima.

Pomološke osobine i antioksidativni kapacitet ploda su analizirani u laboratorijama Katedre za voćarstvo Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu i Instituta za multidisciplinarna istraživanja iz Beograda. U okviru fizičkih osobina ploda ispitivani su: masa ploda (određena je merenjem na digitalnoj vagi), indeks oblika ploda (dobijen iz odnosa dužine i širine ploda) i dužina peteljke ploda (određena je merenjem lenjirom). Dobijeni rezultati za parametre fizičkih osobina ploda statistički su obrađeni primenom monofaktorijalne analize varijanse, a značajnost razlika između tretmana utvrđena je LSD testom na nivou značajnosti 0,01.

Hemijske analize su vršene za sadržaj rastvorljive suve materije (određen je refraktometrijski), sadržaj šećera (Luff-Schoorl metodom), sadržaj ukupnih kiselina (titracijom sa NaOH), sadržaj vitamina C (metodom jodometrijske titracije) i ukupnih fenola (Folin-Ciocalteu metodom prema Singleton i Rossi, 1965)

Analiza antioksidativnog kapaciteta ploda ispitivanih sorti jagode vršena je ABTS testom po metodi Arnao i sar. (1999). Rezultati su uzraženi kao količina ekvivalentna askorbinskoj kiselini (mg), koja proizvodi isti antioksidativni efekat kao ispitivani uzorak.

Rezultati za sadržaj ukupnih fenola i antioksidativni kapacitet ploda prikazani su kao srednje vrednosti \pm standardna greška

Rezultati istraživanja i diskusija

Vreme sazrevanja plodova ispitivanih sorti jagode – Analizirajući podatke prikazane u tab. 1 može se zapaziti da je najraniji početak fenofaze zrenja registrovan kod sorte Clery (07.05.), što je u saglasnosti sa rezultatima do kojih su došli Milivojević i sar. (2006) pri hidroponskom gajenju ove sorte u plasteniku, ali odstupa od rezultata Janković-a (2007) koji je registrovao mnogo kasniji početak zrenja ove sorte gajene na

otvorenom polju. Najkasniji početak zrenja imala je sorta Arosa (22.05.), kao i najkraće trajanje pomenute fenofaze zajedno sa sortom Marmolada (15 dana).

Tab. 1. Fenofaza zrenja ispitivanih sorti jagode (2008. god.)
Ripening time of studied strawberry cultivars (2008.)

Sorta <i>Cultivar</i>	Vreme zrenja <i>Ripening time</i>		
	Početak zrenja <i>Beginning</i>	Kraj zrenja <i>The end</i>	Trajanje berbe (dani) <i>Duration (days)</i>
	Marmolada	20.05.	03.06.
Arosa	22.05.	05.06.	15
Elsanta	17.05.	03.06.	18
Madlen	10.05.	02.06.	23
Clery	07.05.	31.05.	24

Fizičke osobine ploda ispitivanih sorti jagode – Analizirajući rezultate prikazane u tab. 2 možemo konstantovati da je sorta Arosa ispoljila statistički vrlo značajno veće vrednosti za fizičke osobine ploda, uključujući masu ploda (41,2 g) i dimenzije ploda (dužina 50,3 mm i širina 51,1 mm). Najmanju prosečnu masu ploda imala je sorta Clery (29,3 g), koja je u istraživanjima Milivojević i sar. (2007) ostvarila znatno nižu prosečnu masu ploda pri gajenju u plasteniku na gredici prekrivenoj srebrnom malč folijom. Niža masa ploda se može objasniti vanezonskim uzgojem ove sorte u plasteniku, odnosno pojavom prvog jesenjeg roda neposredno posle sadnje i drugog glavnog prolećnog roda, što je za posledicu imalo i iscrpljivanje biljaka.

Tab. 2. Fizičke osobine ploda ispitivanih sorti jagode (2008. god.)
Physical fruit properties of studied strawberry cultivars (2008.)

Sorta <i>Cultivar</i>	Parametri <i>Parameters</i>				
	Masa ploda (g) <i>Fruit weight</i>	Dužina ploda (mm) <i>Fruit length</i>	Širina ploda (mm) <i>Fruit width</i>	Index oblika ploda <i>Index of fruit shape</i>	Dužina peteljke ploda (cm) <i>Stalk length</i>
	Marmolada	34,9 b	44,9 b	48,4 b	0,94 c
Arosa	41,2 a	50,3 a	51,1 a	1,00 b	3,82 c
Elsanta	34,4 b	42,0 c	48,6 b	0,87 c	3,26 c
Clery	29,3 c	48,8 a	42,8c	1,14 a	4,48 b

**a-b-c: Različite slovne oznake u jednoj koloni ukazuju na statistički značajne razlike između ispitivanih sorti na nivou 0,01%.

Na osnovu dimenzija ploda (dužine i širine) izračunat je indeks oblika ploda čije vrednosti su se kretale u rasponu od 0,87 (Elsanta) do 1,14 (Clery). Samo kod sorti Elsanta i Marmolada registrovane vrednosti indeksa oblika ploda su niže od 1, što ukazuje na njihov pretežno okruglasto-konusan oblik ploda. Najizduženiji oblik ploda, koji odgovara izduženo-konusnim oblicima, imala je sorta Clery. Do sličnih rezultata su došli Nikolić i Milivojević (2008) ispitujući fizičke osobine ploda sorte Clery u uslovima plastenika. Na osnovu toga može se konstatovati da sorta Clery ne pokazuje sklonost ka variranju oblika ploda u zavisnosti od njegove krupnoće ili pod uticajem sistema gajenja.

U radu je analizirana i dužina peteljke ploda (tabela 2) kao vrlo važan parametar fizičkih osobina ploda, kako za determinaciju sorti, tako i za praksu pri berbi plodova. Kod ispitivanih sorti jagode prosečne vrednosti dužine peteljke su varirale od 2,62cm (Madlen) do 5,34cm (Marmolada). Nešto nižu vrednost dužine peteljke ploda kod sorte Marmolada, uz postojanje variranja po ispitivanim godinama, zabeležila je Milivojević (2008).

Rezultati hemijskih osobina ploda prikazani su u tabeli 3. Analizom podataka uočavamo da su ispitivane sorte ispoljile približne vrednosti sadržaja rastvorljivih suvih materija, sa najvišom vrednošću zabeleženom kod sorte Arosa (8,7 %). Najviši sadržaj ukupnih i invertnih šećera registrovan je kod sorte Marmolada (6,92 % i 6,13 %). Zapaža se dominantno učešće invertnih šećera u strukturi ukupnih šećera, dok je sadržaj saharoze ispoljio relativno niske vrednosti kod ispitivanih sorti. Poredeći dobijene rezultate sa literaturnim, uočavaju se nešto više vrednosti sadržaja invertnih šećera dobijene za sorte Clery i Elsanta u uslovima Hrvatske (Voća i sar., 2008).

Tab. 3. Hemijske osobine ploda ispitivanih sorti jagode (2008.god., %) *Chemical fruit properties of studied strawberry cultivars (2008., %)*

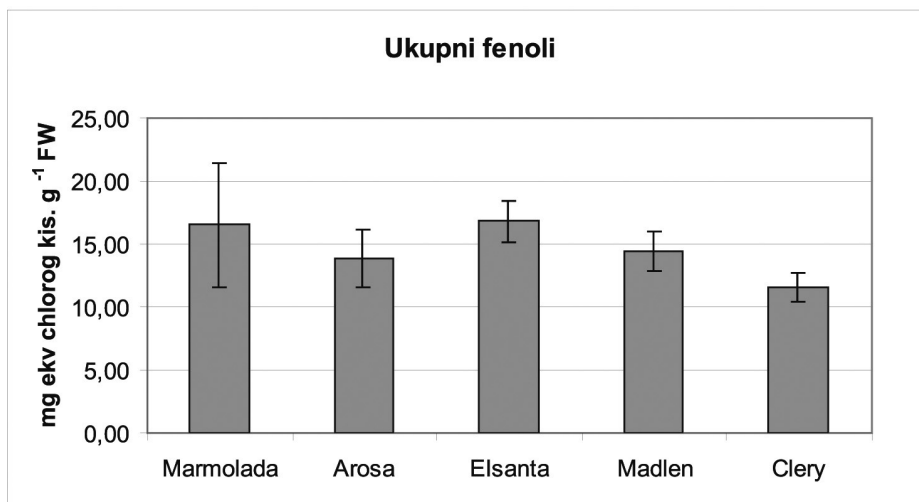
Sorta <i>Cultivar</i>	Rastv. suve materije <i>Soluble solids</i>	Šećeri / <i>Sugars</i>			Ukupne kiseline <i>Total acids</i>	Vitamin C (mg 100g ⁻¹) <i>Vitamin C</i>
		Ukupni <i>Total</i>	Invertni <i>Inverted</i>	Saharoza <i>Sucrose</i>		
Marmolada	8,4	6,92	6,13	0,75	0,54	80,9
Arosa	8,7	6,68	5,85	0,79	0,64	59,8
Elsanta	8,4	6,68	5,75	0,88	0,54	42,2
Madlen	7,6	5,98	5,16	0,78	0,80	70,4
Clery	8,0	6,68	5,95	0,69	0,59	79,2

Najnižim sadržajem rastvorljivih suvih materija (7,6 %) i saglasno tome ukupnih (5,98 %) i invertnih šećera (5,16 %) karakteriše se sorta Madlen, koja je istovremeno ispoljila i najviši sadržaj ukupnih kiselina (0,80 %). Najniže i identične vrednosti sadržaja ukupnih kiselina registrovane su kod sorti Marmolada i Elsanta (0,54 %).

Prisustvo vitamina C u plodu jagode, kao moćnog antioksidanta, koji deluje samostalno ili u kombinaciji sa različitim fenolnim komponentama, doprinosi u značajnoj meri ispoljenoj antioksidativnoj aktivnosti (Voća i sar., 2006). Njegov uticaj se ogleda i u sprečavanju tamnjenja i obezbojavanja plodova, kao i povećanju njihove trajnosti. U tom pogledu, rezultati ovih istraživanja ukazuju na superiornost sorte Marmolada kod koje je detektovan najviši sadržaj vitamina C ($80,9 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), što je u saglasnosti sa rezultatima Milivojević (2008). Najniži sadržaj vitamina C ispoljila je sorta Elsanta ($42,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), koji odstupa od rezultata Voća i sar. (2008) dobijenih u uslovima Hrvatske. Naime, pomenuti autori su između sedam ispitivanih sorti jagode registrovali najviši sadržaj vitamina C kod sorte Elsanta ($65,8 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$), što se može objasniti reagovanjem sorte na različite ekološke uslove gajenja.

Rezultati sadržaja ukupnih fenola u plodu ispitivanih sorti jagode (graf. 1) ukazuju da su približne i najviše vrednosti registrovane kod sorti Elsanta ($16,8 \text{ mg g}^{-1}$ sv.m.p.) i Marmolada ($16,5 \text{ mg g}^{-1}$ sv.m.p.), dok je najniža vrednost zabeležena kod sorte Clery ($11,6 \text{ mg g}^{-1}$ sv.m.p.).

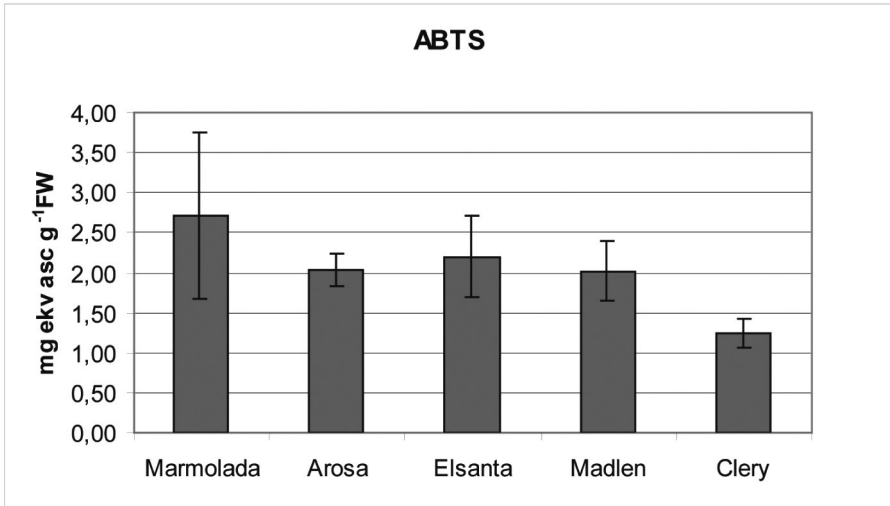
Graf. 1. Sadržaj ukupnih fenola u plodu ispitivanih sorti jagode (2008. god.)
Total phenolic content in the fruit of studied strawberry cultivars (2008.)



Zahvaljujući visokom sadržaju polifenola plodovi jagode se odlikuju izraženim antioksidativnim kapacitetom i ističu po svom rastućem prepoznatljivom potencijalu održanja zdravstvenog statusa, odnosno odlaganja nastupanja različitih hroničnih oboljenja (Henriquez i sar., 2008). Prvi korak u determinisanju potencijala zdravstvene korisnosti voća predstavlja upravo merenje antioksidativne aktivnosti, čiji rezultati su prikazani u graf. 2. Dobijene vrednosti antioksidativnog kapaciteta ploda kod ispitivanih sorti jagode su se kretale proporcionalno sa sadržajem ukupnih fenola. Naime, najsnažniju antioksidativnu aktivnost ispoljile su sorte Marmolada ($2,72 \text{ mg ekv asc g}^{-1}$ sv.m.pl.) i Elsanta ($2,20 \text{ mg ekv asc g}^{-1}$ sv.m.pl.), dok je najniži antioksidativni kapacitet ploda registrovan kod sorte Clery ($1,24 \text{ mg ekv asc g}^{-1}$ sv.m.pl.). Kod ostale dve ispitivane sorte,

Madlen i Arosa, vrednosti antioksidativnog kapaciteta ploda su prilično uniformne (2,02 i 2,03 mg ekv asc g⁻¹ sv.m.pl.).

Graf. 2. Antioksidativni kapacitet ploda ispitivanih sorti jagode (2008. god.)
Antioxidant fruit capacity of studied strawberry cultivars (2008.)



Poredeći dobijene rezultate sa literaturnim, Milivojević (2008) je registrovala niže i približne vrednosti antioksidativnog kapaciteta ploda kod sorti Marmolada i Madlen gajenih u Beogradskom regionu, što se može objasniti činjenicom da je antioksidativni kapacitet ne samo pod snažnim uticajem sorte, već i faktora spoljne sredine i primenjene agrotehnike u toku gajenja.

Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata za većinu analiziranih parametara može se konstatovati da su najbolje fizičke i hemijske osobine ploda ispoljile sorte Arosa, Marmolada i Elsanta. Visoke vrednosti sadržaja ukupnih fenola i antioksidativnog kapaciteta ploda registrovane kod sorti Marmolada i Elsanta doprinose i visokoj nutritivnoj vrednosti njihovih plodova, zbog čega se mogu smatrati potencijalnim izvorom prirodnih antioksidanata. Pored pomenutih sorti, za komercijalno gajenje u regionu Mačve može se preporučiti i sorta Clery posmatrano sa aspekta ranostasnosti.

Literatura

1. *Arnao, M.B., Cano, A., Acosta, M. (1999):* Methods to measure the antioxidant activity in plant material. A comparative discussion. Free Rad. Res. 32:89-96.
2. *Capocasa, F., Scalzo, J., Mezzetti, B., Battino, M. (2008):* Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. Food Chem. 111: 872-878.

3. *Cordenunsi, B.R., Nascimento, J.R., Genovese, M.I., Lajolo, F.M. (2002):* Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition on strawberry fruits grown in Brazil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 2581-2586.
4. *Halvorsen, B.L., Holte, K., Myhrstad, M.C.W., Barikmo, I., Hvattum, E., Fagertun, R.S. (2002):* A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J. Nutr.* 132: 461.
5. *Henriquez, C., Carrasco, C., Gomez, M., Speisky, H. (2005):* Slow and fast-reacting antioxidants from berries: their evaluation through the FRAP (Ferric reducing antioxidant power) assay. *Acta Hort.* 777: 531-536.
6. *Janković, Z. (2007):* Biološke karakteristike ranih sorti jagode. *Savremena poljoprivreda* Vol. 56, Br. 6: 203-207.
7. *Milivojević, J. (2008):* Pomološka i antioksidativna svojstva plodova jagodastih vrsta voćaka. *Doktorska disertacija. Poljoprivredni fakultet, Beograd.*
8. *Milivojević, J., Nikolić, M., Oparnica, M. (2007):* Uticaj optičkih osobina malč folija na pomološke osobine sorti jagode (*Fragaria ananassa* Duch.). *Savremena poljoprivreda, Vol. 56, Br. 6: 189-197.*
9. *Milivojević, J., Nikolić, M., Kljajić, M. (2006):* Pomološke osobine novointrodotovanih sorti jagode gajenih u visokom tunelu. *Zbornik radova 21. Savetovanja o unapređenju proizvodnje voća i grožđa. Grocka, Vol. 12, br. 3: 30-37.*
10. *Nikolić, M., Milivojević, J. (2008):* Pomološke osobine novointrodotovanih sorti jagode gajenih u plasteniku. *Zbornik referatov 2. Slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo, Krško (2): 541-546.*
11. *Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzeti, B., Battino M. (2005):* Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. *Nutrition, 21: 207-213.*
12. *Singleton, V.L., Rossi, J.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdc phosphotungstic acid reagents. Amer. J. Enol. Viticult. 16: 144-158.*
13. *Voća S., Dobričević, N., Dragović-Uzelac, V., Duralija, B., Družić, J., Čmelik, Z., Skendrović-Babojelić, M. (2008):* Fruit quality of new early ripening strawberry cultivars in Croatia. *Food Technol. Biotechnol.* 46 (3): 292-298.
14. *Voća, S., Duralija, B., Družić, J., Skendrović-Babojelić, M., Dobričević, N., Čmelik, Z. (2006):* Influence of cultivation systems on physical and chemical composition of strawberry fruits cv. Elsanta. *Agriculturae Conspectus Scientificus, Vol. 71 (4): 171-174.*

POMOLOGICAL AND ANTIOXIDANT FRUIT PROPERTIES OF STRAWBERRY CULTIVARS GROWN IN MAČVA REGION

*J. Milivojevic, M. Nikolic, J. Dragisic-Maksimovic**

Summary

In this work pomological properties of strawberry cultivars were studied considering ripening time, physical and chemical fruit traits as quality attribute parameters, as well as total antioxidant capacity and total phenolics as nutritional parameters. The above mentioned parameters were used for screening five strawberry cultivars (Clery, Elsanta, Arosa, Marmolada and Madeleine) grown in Mačva region (Šabac). Investigations were carried out during 2008. on the private strawberry field of »Libertas« company.

The earliest ripening time was recorded in cv Clery (07.05.), and the latest in cv Arosa (22.05.). Cv Arosa expressed the highest values of fruit weight (41,2 g) and fruit dimensions, as well as the highest soluble solids content (8,7 %). Cv Marmolada had the highest amounts of total sugars (6,92 %), inverted sugars (6,13 %) and vitamin C (80,9 mg 100g⁻¹ FW). Besides vitamin C, as a strong antioxidant in strawberries, total phenolic content were also detected in the studied cultivars, achieving the highest values in cvs Elsanta (16,8 mg g⁻¹ FW) and Marmolada (16,5 mg g⁻¹ FW). Consequently, these cultivars expressed the highest fruit antioxidant capacity which is of importance not only for maintaining the nutritional value and sensorial fruit quality, but also because of considerable health benefits.

Generally, on the base of most studied parameters for commercial growing in Mačva region, we can recommend cvs. Arosa, Marmolada and Elsanta, as well as cv Clery with regard to earliness.

Key words: strawberry, cultivar, ripening time, fruit quality, antioxidant capacity.

* Jasminka Milivojevic, Ph.D., Mihailo Nikolic, Ph.D., Faculty of Agriculture, University of Belgrade; e-mail: jasminka@agrif.bg.ac.rs; Jelena Dragisic-Maksimovic, M.Sc., Institute for Multidisciplinary Research, Belgrade.