



**INSTITUT ZA POVRTARSTVO  
SMEDEREVSKA PALANKA**

**Biotehnologija i savremeni pristup  
u gajenju i oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučni skup sa  
međunarodnim učešćem

**ZBORNİK RADOVA**

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

**INSTITUT ZA POVRTARSTVO SMEDEREVSKA PALANKA**

# Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja

---

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim  
učešćem

**ZBORNİK RADOVA**

Smederevska Palanka

**2. novembar 2023.**

Zbornik radova

**Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i  
oplemenjivanju bilja**

Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem

Smederevska Palanka, 2. novembar 2023.

Izdavač

Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka  
[www.institut-palanka.rs](http://www.institut-palanka.rs)

Za izdavača

Prof. dr Nenad Đurić, viši naučni saradnik  
Direktor Instituta za povrtarstvo

Glavni i odgovorni urednik

Dr Kristina Luković, naučni saradnik

Urednici

Dr Milan Ugrinović, viši naučni saradnik  
Dr Vladimir Perišić, naučni saradnik

Štampa

Art Vision, Starčevo

Tiraž 60 komada

ISBN

978-86-89177-06-0



---

**VARIJABILNOST KVALITATIVNIH PARAMETARA U  
ZAVISNOSTI OD BOJE PLODA PARADAJZA**

**VARIABILITY OF QUALITATIVE PARAMETERS DEPENDING  
ON TOMATO FRUIT COLOR**

Sladana Savić<sup>1</sup>, Milena Marjanović<sup>2</sup>, Ivana Petrović<sup>2</sup>, Zorica Jovanović<sup>2</sup>,  
Danijela Šikuljak<sup>1</sup>, Marina Dervišević<sup>3</sup>, Veselinka Zečević<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Institut za zaštitu bilja i životnu sredinu, Beograd*

<sup>2</sup>*Univerzitet u Beogradu-Poljoprivredni fakultet, Beograd-Zemun*

<sup>3</sup>*Institut za pesticide i zaštitu životne sredine, Beograd-Zemun*

<sup>4</sup>*Institut za povrtarstvo Smederevska Palanka*

*Autor za korespondenciju: bonita.sladja@gmail.com*

**Izvod**

Cilj ovog istraživanja bio je da se uradi procena kvaliteta plodova paradajza različitih boja. Za analizu je odabrano sedam genotipova paradajza (svetložuti, tamnožuti, narandžasti, žuto-zeleni, crveno-zeleni, crveno-žuti i crveni). Kvalitet plodova paradajza je okarakterisan na osnovu ukupne rastvorljive čvrste materije (TSS), titrabilne kiselosti (TA), sadržaja likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti (TAA). Dobijeni rezultati su pokazali da ima značajnih razlika između testiranih genotipova u analiziranim parametrima. Genotip sa žuto-zelenim plodom imao je najbolji ukus zbog visokih vrednosti TSS, TA i njihovog odnosa (indeksa ukusa), ali nizak sadržaj likopena i TAA. Najveću vrednost TAA imao je genotip sa svetložutom bojom ploda, verovatno zbog prisustva  $\beta$ -karotena i nekih antioksidanata iz grupe polifenola, jer je sadržaj likopena bio nizak. Takođe, visoke vrednosti TAA imali su genotipovi sa crvenom bojom ploda i kombinacijom crvene sa zelenom i žutom bojom, zbog visokog sadržaja likopena.

**Ključne reči:** paradajz, indeks ukusa, likopen, antioksidativna aktivnost

## **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the quality of tomato fruits of different colors. Seven tomato genotypes (light yellow, dark yellow, orange, yellow green, red green, red yellow and red) were selected for analysis. Tomato fruit quality was characterized based on total soluble solids (TSS), titratable acidity (TA), lycopene content and total antioxidant activity (TAA). The obtained results showed that there are significant differences between the tested genotypes in the analyzed parameters. The genotype with yellow green fruit had the best taste due to the high values of TSS, TA and their ratio (taste index), but low content of lycopene and TAA. The genotype with light yellow fruit color had the highest TAA value, probably due to the presence of  $\beta$ -carotene and some antioxidants from the polyphenol group, as the lycopene content was low. Genotypes with red fruit color and a combination of red with green and yellow color also had high TAA values, due to the high lycopene content.

**Key words:** tomato, fruit quality, taste index, lycopene, antioxidant activity

## **Uvod**

Paradajz se po obimu proizvodnje nalazi na drugom mestu u svetu, sa procenjenom ukupnom proizvodnjom od 164 miliona tona (Rodriguez-Ortega et al., 2019). Poreklom je iz Južne Amerike, a u Evropu je donet u 16. veku (Garcia et al., 2017). Konzumira se u svežem i prerađenom stanju u vidu proizvoda kao što su: kečap, sok, pasta, pire (Li et al., 2018). Kvalitet plodova paradajza se procenjuje na osnovu sadržaja bioaktivnih jedinjenja kao što su: karotenoidi, polifenoli, šećeri, mineralni elementi i vitamini. Boja ploda paradajza zavisi od sadržaja različitih pigmenata - hlorofila, karotena, likopena (Borghesi et al., 2016). Dva najznačajnija pigmenta - karotenoida koja su prisutna u paradajzu i koji značajno utiču na ukupni antioksidativni kapacitet plodova su: likopen i  $\beta$ -karoten. Likopen je crven karotenoidni pigment i prisutan je u plodovima paradajza crvene i pink boje (Peixoto et al., 2017).  $\beta$ -karoten je pigment koji se u većim količinama nalazi u plodovima paradajza žute i narandžaste boje (Кондратьева и Голубкина, 2016). Likopen ima najveću antioksidativnu aktivnost od oko 600 karotenoida koji se javljaju u prirodi. Konzumacijom

proizvoda bogatih likopenom i  $\beta$ -karotenom može se uticati na prevenciju kardiovaskularnih bolesti (Hasan i Sultana, 2017). Na ukupnu antioksidativnu aktivnost kod paradajza značajan uticaj imaju i polifenolna jedinjenja među kojima su najznačajniji flavonoidi (Vallverdu-Kueralt et al., 2012). Polifenolna jedinjenja imaju antioksidativna, antimikrobna, antivirusna i antiinflamatorna svojstva, te stoga značajno utiču na smanjenje stope rasta oboljenja od raka, a regulišu i nivo holesterola u serumu (Antonious et al., 2019). Rastvorljivi šećeri u paradajzu su uglavnom glukoza i fruktoza, i njihova koncentracija u plodovima paradajza kreće se od 4 do 9% (Helies et al., 2008). Sadržaj šećera, kao i njihov odnos sa prisutnim organskim kiselinama, je najznačajniji parametar koji određuje ukus plodova paradajza (Barickman et al., 2017). Na koncentraciju bioaktivnih jedinjenja u paradajzu utiče genetska osnova, ali i ekološki faktori i uslovi gajenja (Carli et al., 2011). Cilj ovog rada bio je da se utvrde razlike kvalitativnih parametara (sadržaj rastvorljivih materija, titracione kiselosti, likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti) u plodovima genotipova paradajza različitih boja.

## Materijal i metode rada

Za potrebe eksperimenta izabrano je sedam genotipova paradajza koji su se razlikovali po boji (svetložuti - SŽ, tamnožuti - TŽ, narandžasti - N, žuto-zeleni - ŽZ, žuto-crveni - ŽC, crveno-zeleni - CZ i crveni - C). Uzorci paradajza potiču sa farme gde se paradajz gaji po principima organske proizvodnje. Plodovi paradajza su bili u fazi pune zrelosti. Kvalitet paradajza određen je na osnovu merenja parametara: ukupne rastvorljive čvrste materije (TSS), titracione kiselosti (TA), sadržaja likopena i ukupne antioksidativne aktivnosti (TAA). Ručni refraktometar (Reichert Analytical Instruments, Depev NI) je korišćen za merenje koncentracije TSS u etanolnim ekstraktima paradajza i izražen u °Brix. TA etanolnog ekstrakta paradajza je određena volumetrijskom titracijom sa NaOH u prisustvu fenolftaleina, izražena u % i preračunata po formuli prema Soare et al. (2019), kao i indeks ukusa:

$$\text{Indeks ukusa} = (\text{TSS}/20 \times \text{TA}) + \text{TA}$$

Likopen je ekstrahovan sa smešom heksan:metanol:aceton (2:1:1) uz dodatak BHT (butil hidroksitoluena). Suspenzija je centrifugirana 15

minuta na 8000 rpm na 4°C (2-16K, Sigma, Nemačka). Apsorpcija gornjeg sloja heksana je merena na 505 nm (SPECTRO UV-VIS RS, 1166, Lambomed, Inc. USA). Rezultati su izraženi kao sadržaj likopena u  $\text{mg kg}^{-1}$  FW (Kuti i Konuru, 2005). Ukupna antioksidativna aktivnost je izmerena prema protokolu Re et al. (1999). Plodovi paradajza su homogenizovani u mlinu (A11 IKA, IKA®-Verke GmbH & Co. KG, Nemačka). Ekstrakcija je izvedena korišćenjem 80% rastvora za ekstrakciju etanola (1:10, v/v). Homogenat je centrifugiran (10.000 rpm tokom 10 min), supernatant je čuvan na -20°C do analize. Katjon radikala ABTS je pripremljen oksidacijom ABTS sa mangan dioksidom. Apsorbanca je izmerena na 734 nm posle 2 minuta reakcije. Troloks je korišćen kao antioksidativni standard i rezultati su izraženi u  $\mu\text{mol TU kg}^{-1}$  FW. Statističke analize su urađene sa SigmaPlot Software 12.0. (Sistat Software Inc., SAD). Podaci su statistički analizirani korišćenjem jednosmerne analize varijanse (ANOVA) i izraženi kao srednja vrednost  $\pm$  SE ( $n = 6$ ). Svi rezultati su izračunati na nivou značajnosti 0,05, a vrednosti označene istim slovom nisu se značajno razlikovale na nivou verovatnoće od 0,05% prema Tukey-ovom testu.

## Rezultati i diskusija

U tabeli 1. prikazani su kvalitativni parametri sedam genotipova paradajza različite boje ploda.

Dobijeni rezultati su pokazali da se sadržaj TSS kod testiranih genotipova paradajza kretao od 5,76 do 7,12 °Brix (Tab. 1), što je u skladu sa literaturnim podacima (Soare et al., 2019).

Najveći TSS imao je genotip paradajza žuto-zelenog ploda (7,12 °Brix) i on se statistički razlikovao od genotipova paradajza koji su imali crvenozeleni i crveni plod. Najmanji TSS imao je genotip paradajza crvenozelenog ploda (5,76 °Brix) i on se statistički razlikovao od svih testiranih genotipova, izuzev genotipa sa crvenom bojom ploda. Rastvorljive čvrste materije su veoma značajan parametar za prerađivače paradajza, jer veće vrednosti znače da je potrebna manja količina plodova da bi se dobila određena količina finalnog proizvoda, a takođe i kraće vreme prerade (Cadavid, 2014). Termičkom obradom paradajza ne dolazi do smanjenja sadržaja likopena i flavonoida, čak su Rivero et al. (2022) u istraživanjima došli do zaključka da se sadržaj ovih antioksidanasa i povećava.

*Tabela 1. Sadržaj ukupne čvrste rastvorljive materije (TSS), titraciona kiselost (TA), sadržaj likopena i ukupna antioksidativna aktivnost u plodovima genotipova paradajza različitih boja*

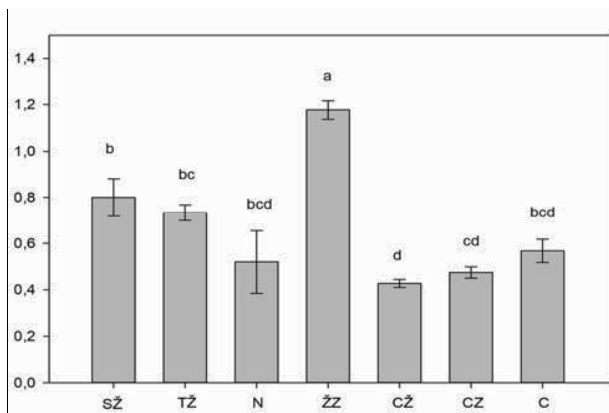
<b>Geno tipovi</b>	<b>TSS °Brix</b>	<b>TA %</b>	<b>Antioksidativna aktivnost (µmol TU/g FW)</b>	<b>Likopen (mg/kg FW)</b>
SŽ	7,00±0,09 <sup>abc</sup>	0,59±0,06 <sup>b</sup>	3.217,93±613,38 <sup>a</sup>	0,09±0,02 <sup>d</sup>
TŽ	6,56±0,14 <sup>abcde</sup>	0,55±0,02 <sup>bc</sup>	2.002,77±96,86 <sup>c</sup>	0,56±0,18 <sup>d</sup>
N	6,90±0,31 <sup>abcd</sup>	0,38±0,10 <sup>bcd</sup>	2.337,07±311,63 <sup>abc</sup>	1,56±0,30 <sup>d</sup>
ŽZ	7,12±0,04 <sup>a</sup>	0,87±0,03 <sup>a</sup>	1.614,48±181,55 <sup>c</sup>	0,32±0,04 <sup>d</sup>
CŽ	7,04±0,03 <sup>ab</sup>	0,32±0,01 <sup>d</sup>	2.662,35±243,67 <sup>abc</sup>	18,76±2,09 <sup>a</sup>
CZ	5,76±0,20 <sup>f</sup>	0,37±0,02 <sup>cd</sup>	3.162,79±288,71 <sup>ab</sup>	9,97±2,05 <sup>bc</sup>
C	6,27±0,20 <sup>def</sup>	0,43±0,04 <sup>bcd</sup>	1.943,05±88,15 <sup>c</sup>	14,35±1,86 <sup>ab</sup>

Takođe, najveće vrednosti TA imao je genotip paradajza žuto-zelenog ploda (0,87%) i statistički se razlikovao od svih ostalih testiranih genotipova kod kojih se vrednost TA kretala u rasponu od 0,32% do 0,59% (Tab. 1). Odnos šećera i kiselina je glavni faktor koji doprinosi ukusu paradajza, odgovoran je za slatkoću, kiselost i gorčinu, a ukus je taj koji određuje prihvatljivost proizvoda od strane potrošača (Cadavid, 2014). Shodno rezultatima za TSS i TA, genotip paradajza sa žuto-zelenim plodom imao je i najveće vrednosti indeksa ukusa (1,18) (Graf. 1).

Zhang et al. (2023) su došli do zaključka da je ukus paradajza u pozitivnoj korelaciji sa rastvorljivim čvrstim materijama, fruktozom, glukozom, limunskom kiselinom i fumarnom kiselinom. Kod svih ostalih testiranih genotipova indeks ukusa je bio ispod 1 i kretao se u rasponu od 0,43 do 0,80 (Graf. 1). Slične rezultate za TSS, TA i indeks ukusa kod paradajza gajenog u organskoj proizvodnji dobili su Ilic et al. (2013).

Boja plodova je važan parametar i značajno utiče na izbor potrošača kada je paradajz u pitanju. Promene boje tokom zrenja paradajza povezane su sa sintezom karotenoidnih pigmenata uključujući likopen. Sadržaj likopena i ukupna antioksidativna aktivnost prikazani su u tabeli 1.





Grafikon 1. Indeks ukusa plodova genotipova paradajza različitih boja

Sadržaj likopena se u testiranim genotipovima kretao od 0,09 do 18,76 mg kg<sup>-1</sup> FW (Tab. 1). Vrlo niske vrednosti likopena su bile kod genotipova sa žutim i narandžastim, kao i sa žuto-zelenim plodovima. Kod genotipova sa žutim i narandžastim plodovima se verovatno tokom sazrevanja sintetizovao β-karoten umesto likopena (Кондратьева и Голубкина, 2016), s obzirom da su imali visoku TAA (3.217,93; 2.337,07 i 2.002,77 μmol TU/g FW) (Tab. 1). Najzastupljeniji antioksidansi u paradajzu su flavonoidi, zatim karotenoidi (β-karoten i likopen) i vitamin E (Frusciante et al., 2007). Kod genotipova sa crvenom bojom ploda i kombinacijom crvene sa žutom i zelenom bojom sadržaj likopena se kretao od 9,97 do 18,76 mg kg<sup>-1</sup> FW, što je i u skladu sa istraživanjima Erge i Karadeniz (2011) po kojima se sadržaj likopena u plodovima paradajza kretao od 5,7 do 26,3 mg kg<sup>-1</sup>. Naši rezultati su pokazali da su se vrednosti ukupne antioksidativne aktivnosti kod testiranih genotipova paradajza kretale u rasponu od 1.614,48 μmol TU/g FW do 3.217,93 μmol TU/g FW. Nasuprot visokim vrednostima TSS, TA i indeksa ukusa, genotip paradajza žuto-zelenog ploda je imao najmanje vrednosti TAA (1.614,48 μmol TU/g FW) (Tab. 1), što nam ukazuje da su u plodovima ovog genotipa dominantne materije primarnog metabolizma.

## **Zaključak**

Dobijeni rezultati su pokazali da je genotip sa žuto-zelenim plodom imao najbolji ukus zbog visokih vrednosti TSS, TA i njihovog odnosa. Genotipovi sa žutim plodovima imaju prednost i zbog visokih vrednosti antioksidativne aktivnosti i sadržaja bioaktivnih materija. Sa druge strane genotipovi paradajza sa crvenim plodovima su takođe dobar izbor jer se pokazalo da su bogat izvor antioksidansa likopena koji ima najveću antioksidativnu aktivnost među karotenoidima.

## **Zahvalnica**

Ovo istraživanje je finansiralo Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije (brojevi ugovora: 451-03-47/2023-01/200010, 451-03-47/2023-01/200116, 451-03-47/2023-01/200214 i 451-03-47/2023-01/200216).

## **Literatura**

- Antonious, G., Turley, E., Dawood, M. (2019). Ascorbic acid, sugars, phenols, and nitrates concentrations in tomato grown in animal manure amended soil. *Agriculture* 9(5): 94. doi: 10.3390/agriculture9050094
- Barickman, T.C., Kopsell, D.A., Sams, C.E. (2017). Abscisic acid improves tomato fruit quality by increasing soluble sugar concentrations. *Journal of Plant Nutrition* 40(7): 964-973. doi:10.1080/01904167.2016.1231812
- Borghesi, E., González-Miret, M.L., Escudero-Gilete, M.L., Malorgio, F., Heredia, F.J., Meléndez-Martínez, A.J. (2011). Effects of salinity stress on carotenoids, anthocyanins, and color of diverse tomato genotypes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(21): 11676-11682. doi: 10.1021/jf2021623
- Cadavid, A.S. (2014). Multicomponent Quality Control Analysis for the Tomato Industry Using Portable Mid-Infrared (MIR) Spectroscopy, M.Sc. thesis, The Ohio State University, Ohio, USA.
- Carli, P., Barone, A., Fogliano, V., Frusciante, L., Ercolano, M.R. (2011). Dissection of genetic and environmental factors involved in tomato organoleptic quality. *BMC Plant Biology* 11: 58. doi: 10.1186/1471-2229-11-58

- Erge, H.S., Karadeniz, F. (2011). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Tomato Cultivars. *International Journal of Food Properties* 14: 968-977. doi: 10.1080/10942910903506210
- Frusciante, L., Carli, P., Ercolano, M.R., Pernice, R., Di Matteo, A., Fogliano, V., Pellegrini, N. (2007). Antioxidant nutritional quality of tomato. *Molecular Nutrition and Food Research* 51(5): 609-617. doi: 10.1002/mnfr.200600158
- García, D., Narváez-Vásquez, J., Orozco-Cárdenas, M.L. (2017). Tomato (*Solanum lycopersicum*). In: *Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Volume 7: OECD Consensus Documents*. OECD Publishing, Paris, 69-104.
- Hasan, T., Sultana, M. (2017). Lycopene and cardiovascular diseases: A review of the literature. *International Journal of Research & Review* 4(1): 73-86. doi:10.4444/ijrr.1002/318
- Helyes, L., Pék, Z., Lugasi, A. (2008). Function of the variety technological traits and growing conditions on fruit components of tomato (*Lycopersicon lycopersicum* L. Karsten). *Acta Alimentaria* 37(4): 427-436. doi:10.1556/AAlim.2008.0010
- Ilic, Z.S., Kapoulas, N., Milenkovic, L. (2013). Micronutrient composition and quality characteristics of tomato (*Lycopersicon esculentum*) from conventional and organic production. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 83(6): 651-5. <https://www.researchgate.net/publication/267033506>
- Кондратьева, И.Ю., Голубкина, Н.А. (2016). Ликопин и β-каротин томата. *Овощи России* 3(4): 80-83. doi: 10.18619/2072-9146-2016-4-80-83
- Kuti, J.O., Konuru, B.H. (2005). Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2021-2026. doi: 10.1002/jsfa.2205
- Li, Y., Wang, H., Zhang, Y., Martin, C. (2018). Can the world's favorite fruit, tomato, provide an effective biosynthetic chassis for high-value metabolites? *Plant Cell Reports* 37(10): 1443-1450. doi:10.1007/s00299-018-2283-8
- Peixoto, J.V.M., Neto, C. de M.S., Campos, L.F.C., Dourado, W. de S., Nogueira, A.P.O., Nascimento, A. Dos R. (2017). Industrial tomato lines: Morphological properties and productivity. *Genetics and Molecular Research* 16(2): gmr16029540. doi:10.4238/gmr16029540.
- Rivero, A.G., Keutgen, A.J., Pawelzik, E. (2022). Antioxidant Properties of Tomato Fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as Affected by Cultivar and Processing Method. *Horticulturae* 8: 547. doi: 10.3390/horticulturae8060547
- Rodríguez-Ortega, W.M., Martínez, V., Nieves, M., Simón, I., Lidón, V., Fernández-Zapata, J.C., Martínez-Nicolas, J.J., Cámara-Zapata, J.M., García-Sánchez, F. (2019). Agricultural and physiological responses of tomato plants grown in different soilless culture systems with saline water under greenhouse conditions. *Scientific Reports* 9(1): 6733. doi: 10.1038/s41598-019-42805-7

- Soare, R., Dinu, M., Apahidean, A.I., Soare, M. (2019). The evolution of some nutritional parameters of the tomato fruit during the harvesting stages. *Horticultural Science* 46(3): 132-137. doi: 10.17221/222/2017-HORTSCI
- Vallverdú-Queralt, A., Medina-Remón, A., Casals-Ribes, I., Andres-Lacueva, C., Waterhouse, A.L., Lamuela-Raventos, R.M. (2012). Effect of tomato industrial processing on phenolic profile and hydrophilic antioxidant capacity. *LWT - Food Science and Technology* 47(1): 154-160. doi: 10.1016/j.lwt.2011.12.020
- Zhang, J., Liu, S., Zhu, X., Chang, Y., Wang, C., Ma, N., Wang, J., Zhang, X., Lyu, J., Xie, J. (2023). A Comprehensive Evaluation of Tomato Fruit Quality and Identification of Volatile Compounds. *Plants* 12: 2947. doi: 10.3390/plants12162947

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

631.52(082)

606:63(082)

**НАЦИОНАЛНИ научни скуп са међународним учешћем Биотехнологија и савремени приступ у гајењу и оплемењивању биља (2023 ; Смедеревска Паланка)**

Zbornik radova / Nacionalni naučni skup sa međunarodnim učešćem Biotehnologija i savremeni pristup u gajenju i oplemenjivanju bilja, Smederevska Palanka, 2. novembar 2023. ; [urednici Milan Ugrinović, Vladimir Perišić]. - Smederevska Palanka : Institut za povrtarstvo, 2023 (Starčevo : Art Vision). - 277 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 60. - Str. 12: Predgovor / Milan Ugrinović, Kristina Luković. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-89177-06-0

а) Биљке -- Оплемењивање -- Зборници б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 128067593