

# Usporedba kvalitete plodova jagoda uzgojenih na četiri različita geografska područja

---

**Marinović, Iva**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:014339>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-03**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Iva Marinović**

7694/PT

**USPOREDBA KVALITETE PLODOVA JAGODA UZGOJENIH  
NA ČETIRI RAZLIČITA GEOGRAFSKA PODRUČJA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Analitika prehrambenih proizvoda

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Marina Krpan

**Zagreb, 2021.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija**

**Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda**  
**Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji**

**Znanstveno područje: Biotehničke znanosti**  
**Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija**

## **USPOREDBA KVALITETE PLODOVA JAGODA UZGOJENIH NA ČETIRI RAZLIČITA GEOGRAFSKA PODRUČJA**

***Iva Marinović, 0058213618***

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je usporediti udio ukupnih fenola, antioksidacijsku aktivnost i senzorske karakteristike plodova jagoda uzgojenih na četiri različita geografska područja. Jagode su nabavljene iz trgovačke mreže s područja Neretve, Vrgorca, Istre i Zagrebačke županije. Udio ukupnih fenola i antioksidacijska aktivnost određeni su spektrofotometrijski. Prema analiziranim rezultatima, nisu utvrđene značajne razlike u udjelu ukupnih fenola i antioksidacijskoj aktivnosti ispitanih uzoraka jagoda. Senzorsko ocjenjivanje je provedeno prema principima kvantitativne deskriptivne analize (QDA). Svježiji plodovi jagoda s područja Istre pokazali su se kao najbolje senzorski ocijenjeni u većini ispitivanih svojstava, dok su se svježiji plodovi s područja Vrgorca pokazali kao najlošije senzorski ocijenjeni, posebice u svojstvima arome i punoće okusa te odnosu šećera i kiselina.

**Ključne riječi:** antioksidacijska aktivnost, fenolni spojevi, jagode, senzorska analiza, QDA

**Rad sadrži:** 27 stranica, 12 slika, 4 tablice, 43 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničnom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10000 Zagreb**

**Mentor:** Izv. prof. dr. sc. Marina Krpan

**Pomoć pri izradi:** Dr. sc. Saša Drakula

**Datum obrane:** 12.7.2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University od Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Food Technology**

**Department of Food Quality Control**  
**Laboratory for Food Quality Control**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Food Technology**

### **COMPARISON OF THE QUALITY OF STRAWBERRY FRUITS GROWN IN FOUR DIFFERENT GEOGRAPICAL AREAS**

***Iva Marinović, 0058213618***

**Abstract:** The purpose of this study was to compare total phenolic content, antioxidant activity and sensory characteristic of strawberry fruits grown in four different geographical areas. Strawberries were procured from the trade network from the area of Neretva, Vrgorac, Istria and Zagreb County. The content of total phenols and antioxidant activity were determined spectrophotometrically. According to the analyzed results, no significant differences in the content of total phenols and antioxidant activity of the tested strawberry samples were found. Sensory evaluation was performed according to the principles of quantitative descriptive analysis (QDA). Fresh strawberries from Istria proved to be the best sensory evaluated in most of the examined properties, while fresh strawberries from Vrgorac proved to be the the worst sensory evaluated, especially in the properties of aroma, fullness of taste and the ratio of sugar and acids.

**Keywords:** antioxidant activity, phenolic compounds, sensory analysis, strawberries, QDA

**Thesis contains:** 27 pages, 12 figures, 4 tables, 43 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Ph.D. Marina Krpan, Associate professor

**Technical support and assistance:** Ph.D. Saša Drakula

**Defence date:** 07/12/2021

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1. JAGODA ( Fragraria x ananassa Duch.)</b> .....	<b>2</b>
2.1.1. Sistematika .....	2
2.1.2. Morfologija.....	3
2.1.3. Kemijski sastav i nutritivna vrijednost .....	4
<b>2.2. FENOLNI SPOJEVI</b> .....	<b>5</b>
2.2.1. Fenolne kiseline.....	5
2.2.2. Flavonoidi .....	5
2.2.3. Fenolni spojevi jagode.....	7
<b>2.3. ANTIOKSIDACIJSKA AKTIVNOST</b> .....	<b>8</b>
2.3.1. Antioksidacijska aktivnost jagode .....	8
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. MATERIJALI</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2. METODE RADA</b> .....	<b>10</b>
3.2.1. Određivanje ukupne suhe tvari .....	10
3.2.2. Određivanje ukupnih fenola.....	11
3.2.3. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta DPPH metodom .....	14
3.2.4. Senzorsko ocjenjivanje.....	16
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>18</b>
4.1. Suha tvar .....	18
4.2. Ukupni fenoli .....	19
4.3. Ukupna antioksidacijska aktivnost.....	19
4.4. Senzorska analiza.....	22
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	<b>23</b>
<b>6. LITERATURA</b> .....	<b>24</b>

## 1. UVOD

Jagode imaju veliku hranjivu vrijednost i snažnu antioksidacijsku aktivnost koja je usko povezana s visokom razinom antocijana, fenolnih spojeva, flavonoida, tokoferola i askorbinske kiseline. Nadalje, visok sadržaj fitokemikalija i visok antioksidacijski kapacitet pokazuju zaštitni učinak protiv kroničnih bolesti, bolesti kardiovaskularnog sustava, ali i antikancerogena svojstva (Meyers i sur., 2003).

Iako postoje mnogi podaci o kemijskom sastavu i antioksidacijskim aktivnostima različitih sorti jagoda, istraživanja istih nisu jednostavna, budući da na njih utječu vrsta i sorta, zrelost, uvjeti uzgoja kao što su područje, klima i tlo (Reyes-Carmona i sur., 2012; Milošević i sur., 2012), ali i primijenjene agrotehničke mjere (Crecente-Campo i sur., 2012).

Uvođenjem moderne tehnologije i novih visokokvalitetnih sorti jagoda, omogućava se godišnje podizanje kvalitete proizvodnje, a s tim i stalna opskrbljenost tržišta. U posljednjih desetak godina asortiman se širi kako bi proizvođači imali na raspolaganju sorte prikladne za različite uvjete proizvodnje, od samog juga Hrvatske gdje prevladava topla klima, pa sve do brdsko-planinskih zona Like i Gorskog Kotara (Družić i sur., 2006).

Cilj ovog rada bio je usporediti udio ukupnih fenola, antioksidacijsku aktivnost i senzorske karakteristike plodova jagoda uzgojenih na četiri različita geografska područja.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. JAGODA ( *Fragraria x ananassa* Duch.)

#### 2.1.1. Sistematika

Vrtna jagoda (*Fragraria ananassa* Duch.) predstavlja najznačajniju vrstu među jagodičastim voćem u svijetu. Pripada porodici *Rosaceae* (ruže), a nastala je kao hibrid dvije vrste, *Fragaria chiloensis* i *Fragaria virginiana* (Hancock, 1999).

Višegodišnja je, grmolika, zeljasta biljka te je sustavno svrstana na sljedeći način:

**Carstvo:** *Plantae*

**Razred:** *Dicotyledonae*

**Red:** *Rosales*

**Porodica:** *Rosaceae*

**Rod:** *Fragraria*

**Vrsta:** *Fragraria x ananassa* Duch.



**Slika 1.** Prikaz jagode (Anonymous 1, 2021)

## 2.1.2. Morfologija

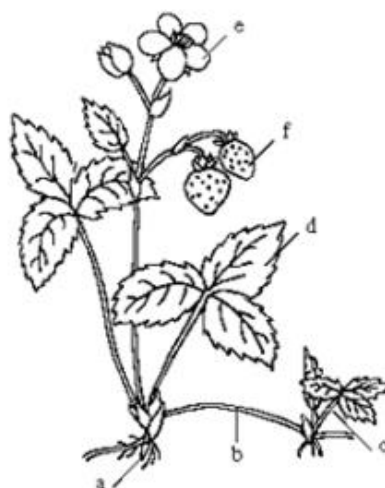
Grm jagode sastoji se od vegetativnih organa i generativnih organa. Pod vegetativne organe ubrajaju se korijen, stablo, list s lisnom drškom i vriježe, a pod generativne cvijet, plod i sjeme (Miloš, 1997). U prvoj godini jagoda daje najviše mladih sadnica te je prirod plodova najkvalitetniji. U drugoj godini opada vegetativni rast i prirod je lošije kvalitete.

**Korijen** se sastoji od primarnih i sekundarnih korjenova i znatne količine korjenovih dlačica. Žiličast je i razgranat (Šoškić, 1980), a ovisi o vrsti, sorti i uvjetima uzgoja (Nikolić i Milivojević, 2015).

**Cvijet** je dvospolan kod većine sorata, a glavna mu je uloga održavanje vrste. Bijele je boje, ima 10 do 16 lapova i 5 do 8 latica (Martinić, 2012). Cvjetovi su smješteni na malim drščima, a više malih držaka smješteno je na glavnom dršku koji može biti dug do 23 cm (Miloš, 1997).

**List** se zbog tri plojke koje sadrži naziva trodijelnim listom. Sastoji se od rukavca, lisne peteljke i plojki. Živi oko 60 dana, a vene uslijed pojave prvih mrazeva u jesen (Miloš, 1997).

**Plod** je nastao od većeg ili manjeg broja jednosjemenih oraščića koji su povezani cvjetnom ložom. Ovisno o sorti i uvjetima uzgoja, plod može biti različitog oblika i krupnoće. Prema obliku razlikuju se: okrugli, klinasti, valjkasti, spljoštani, kruškasti, nepravilni. Po krupnoći, plodovi se grupiraju u: vrlo krupne (mase veće od 20 g), krupne (mase između 14-17 g), srednje krupne (mase između 11-14 g) i sitne (mase manje od 11 g) (Martinić, 2012).



**Slika 2.** Morfologija jagode. a) korijen; b) vriježa; c) mlada biljka; d) trodijelni list s peteljkom; e) cvijet bijele boje; f) plod (Anonymous 2, 2021)



### 2.1.3. Kemijski sastav i nutritivna vrijednost

Uzevši u obzir nutritivni i kemijski sastav jagode (Tablica 1.), jagoda predstavlja nutritivno dobar izbor hrane. Prehrambena vlakna imaju zaštitnu ulogu kod razvoja bolesti probavnog trakta, te također pozitivno utječu na kronične bolesti kao što su bolesti krvožilnog sustava. Dobar su izvor vitamina C i folata, ali i tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6, vitamina K, A i E (Giampieri i sur., 2012).

**Tablica 1.** Kemijski sastav plodova jagode izražen na 100 g svježeg ploda ( USDA National Nutrient Database, 2021)

Sastojak	Prosječna količina	Mjerna jedinica
Energija	35	kcal
Voda	91,1	g
Proteini (ukupno)	0,6	g
Masti (ukupno)	0,2	g
Ugljikohidrati (ukupno)	7,6	g
Dijetalna vlakna	1,8	g
Pepeo	0,4	g
Vitamin C	56,0	mg
Tiamin	0,1	mg
Riboflavin	0,1	mg
Niacin	0,39	mg
Folati	8,0	µg
Kalij, K	89,0	mg
Fosfor, P	20,0	mg
Kalcij, Ca	12,0	mg

Izuzev nutritivnih komponenata, sadrže i polifenolne spojeve (flavonoidi, fenolne kiseline, lignani, tanini) koji pripadaju brojnoj skupini spojeva, fenolima.

## **2.2. FENOLNI SPOJEVI**

Fenoli su najzastupljeniji sekundarni metaboliti u biljnim stanicama koji znatno utječu na senzorske značajke i nutritivna obilježja (Rotelli i sur., 2003). Njihova prisutnost u biljkama uvjetovana je okolinom, zrelošću plodova, skladištenjem i stupnjem zrelosti plodova. Važnost fenola pridaje se njihovim antioksidacijskim svojstvima kroz kelatno vezanje dvovalentnih iona metala te aktivaciju antioksidacijskih enzima (Kazazić, 2004) i inhibiciju enzima lipooksigenaze, ciklooksigenaze, protein kinaze i drugih. (Cao i sur., 1997).

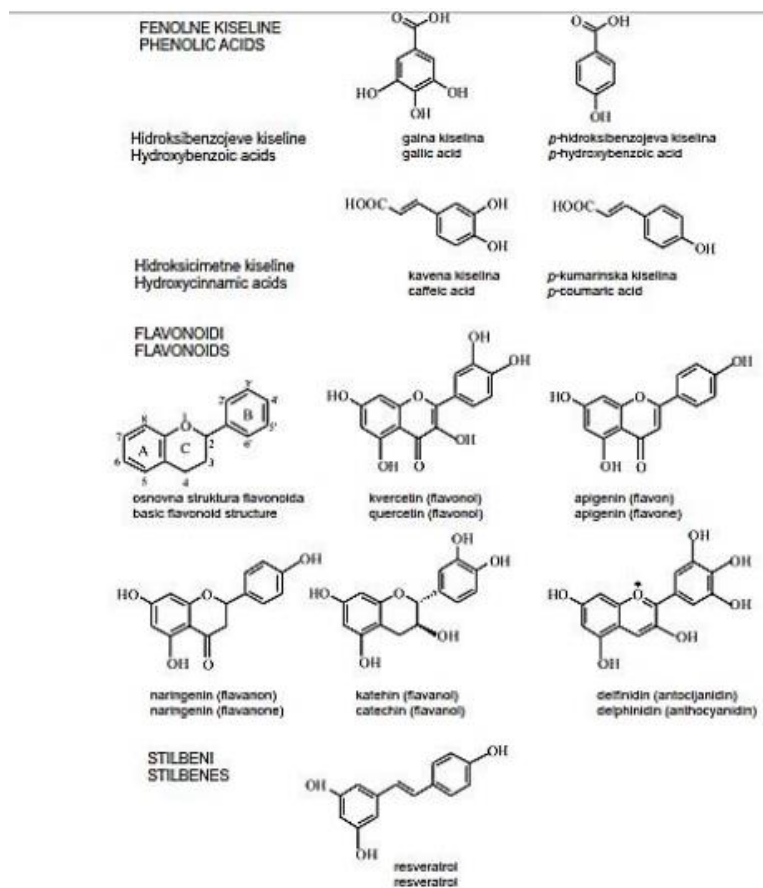
Osnovna struktura fenolnih spojeva je aromatski prsten na koji može biti vezana jedna ili više hidroksilnih skupina (Bravo, 1998). Postoje različite podjele fenolnih spojeva jer su kompleksni i brojni, a prema važnosti i značajnosti u ljudskoj prehrani dijele se na fenolne kiseline, flavonoide i tanine (Balasundram i sur., 2006).

### **2.2.1. Fenolne kiseline**

U grupu fenolnih kiselina ubrajaju se hidroksicimetne i hidroksibenzojeve kiseline. Najpoznatiji ester hidroksicimetnih kiselina je klorogenska (kava) kiselina, a u njih se još ubrajaju i ferulinska, sinapinska i *p*-kumarinska. Osnovna struktura hidroksicimetnih kiselina je C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>. U hidroksibenzojeve kiseline osnovne strukture C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub> ubrajaju se galna, *p*-hidroksibenzojeva, vanilinska, siringinska i protokatehinska kiselina koje nastaju direktno iz benzojeve kiseline (Bravo, 1998).

### **2.2.2. Flavonoidi**

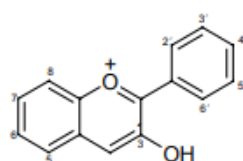
Flavonoidi spadaju u skupinu niskomolekularnih fenola s osnovnom flavanskom strukturom. Flavansku strukturu čini difenilpropanski kostur C<sub>15</sub> (C<sub>6</sub> - C<sub>3</sub> - C<sub>6</sub>) građen od dva prstena povezanih preko piranskog prstena koji sadrži kisik (Macheix i sur., 1990). Prema stupnju nezasićenosti i oksidacije centralnog prstena dijele se na flavonole, flavone, flavanone, flavanole (katehine), izoflavanole i antocijane (Harborne i sur., 1999). U prirodi se pojavljuju kao glikozidi, a zahvaljujući glikozilaciji, molekula je manje reaktivna prema slobodnim radikalima i topljivija u vodi čime se lakše pohranjuje u vakuole.



**Slika 3.** Kemijske strukture polifenola (Rastija i Medić-Šarić, 2009)

### 2.2.2.1. Antocijani

Zahvaljujući antocijanima, skupini nestabilnih pigmenata topljivih u vodi i staničnom soku, biljke variraju od crvene preko grimizno crvene do ljubičaste i plave. Nalaze se u pokožici plodova ili mezokarpu. Osnova strukture je aglikon antocijanidin koji se veže s ugljikohidratom kako bi se formirala stabilnija glikozidna struktura u kojoj se pojavljuju u prirodi (Wicklund i sur., 2005). Najvažniji antocijanidini su pelargonidin, odgovoran za narančasto-crvenu boju jagode, i cijanidin kao najrašireniji antocijanidin u plodovima voća i povrća.



#### ANTOCIJANIDINI

- Pelargonidin 5=7=4'=OH
- Cijanidin 5=7=3'=4'=OH
- Peonidin 5=7=4'=OH; 3'=OCH<sub>3</sub>
- Delphinidin 5=7=3'=4'=5'=OH
- Petunidin 5=7=4'=5'=OH; 3'=OCH<sub>3</sub>
- Malvidin 5=7=4'=OH; 3'=5'=OCH<sub>3</sub>

**Slika 4.** Kemijska struktura antocijanidina (Robards i sur., 1999)

### 2.2.3. Fenolni spojevi jagode

Zbog sudjelovanja u biokemijskim promjenama tokom zrenja, fenolni spojevi uključeni su u mehanizme formiranja boje, okusa i arome.

Antocijani su kvantitativno najzastupljeniji oblik polifenola u jagodama, a najvažniji predstavnik je u vodi topljiv pelargonidin-3-glukozid (Proteggente i sur., 2002). Kako se koncentracija antocijana povećava tijekom procesa zrenja, ona direktno utječe na intenzitet obojenja svježih jagoda. Antocijani su najnestabilniji biljni pigmenti, pa je nužno uklanjanje svih čimbenika koji ometaju njihovu stabilnost, budući da boja voća utječe na percepciju slatkoće i okusa, pa čak i na samu organoleptičku reakciju potrošača (Ornelas-Paz i sur., 2012). Najzastupljeniji flavonoidi, uz antocijane, jesu kamferol, kvarcetin, katehin i leukocijanidini. Kao predstavnici fenolnih kiselina izdvajaju se p-kumarinska, p-hidroksibenzojeva i galna kiselina (Amakura i sur., 2000).

Koncentracija ukupnih fenola smanjuje se starenjem ploda jagode (Wang i Lin, 2000).

**Tablica 2.** Koncentracija glavnih fenolnih spojeva jagode (Abey i sur., 2005)

Grupa	Spoj	Koncentracija (mg/100 g svježeg ploda)
Antocijani	Cijanidin-3-glukozid	1,10
	Pelargonidin-3-glukozid	25,30
	Cijanidin-3-malonilglukozid	0,40
	Pelargonidin-3-malonilglukozid	6,00
Flavonoli	Kvarcetin glikozid	1,81
	Kamferol glikozid	0,84
Flavan-3-oli	Katehin	4,50
	Cijanidin	9,10
Elagitanini	Agrimomin	8,80
	Elaginska kiselina	0,52

## **2.3. ANTIOKSIDACIJSKA AKTIVNOST**

Antioksidacijska aktivnost definirana je kao sposobnost smanjenja stvaranja slobodnih radikala i uklanjanja reaktivnih vrsta kisika. Antioksidacijsko djelovanje voća i povrća znatno varira. Procijenjene razlike između sorti mogu se objasniti genotipom (Minoggio i sur., 2002) temperaturom rasta (Wang i Zheng, 2001), sezonom rasta, zrelošću u berbi i drugim čimbenicima (Kirakosyan i sur., 2004).

### **2.3.1. Antioksidacijska aktivnost jagode**

Antioksidacijska aktivnost u jagodama posljedica je aktivnosti fenolnih spojeva i vitamina C koji neutraliziraju kisikove radikale. Prema brojnim istraživanjima, jagode imaju veliku količinu fenola u usporedbi s ostalim voćem, povrćem i žitaricama. Prema Gampieri i sur. (2012), vitamin C je odgovaran za više od 30 % ukupnog antioksidacijskog kapaciteta, dok su antocijani odgovorni za 25-40 %. Period zrenja znatno utječe na antioksidacijski kapacitet kao i na fenolne spojeve. Nezrela pulpa ima veći antioksidacijski kapacitet i veću koncentraciju fenolnih spojeva nego zrela pulpa. Ukupni antioksidacijski kapacitet smanjuje se tijekom zrenja što je u korelaciji sa smanjenjem količine tanina.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.2. MATERIJALI

U ovom radu provedene su analize četiriju različitih uzoraka jagoda uzgojenih na četiri različita područja, a nabavljenih iz trgovačke mreže u svibnju 2021. godine. Popis ispitivanih uzoraka jagoda prikazan je u tablici 3. i na slici 5.

**Tablica 3.** Popis ispitivanih uzoraka

Područje uzgoja	Oznaka uzorka
Neretvanska jagoda	<b>1</b>
Jagoda purgerica	<b>2</b>
Vrgoračka jagoda	<b>3</b>
Istarska jagoda	<b>4</b>



**Slika 5.** Ispitivani uzorci jagoda (vlastita fotografija)

## **Priprema uzorka**

Priprema uzorka obuhvaćala je sljedeće operacije:

- Homogenizacija
- Zamrzavanje

Jagode su oprane i osušene filter papirom. Plodovima su ručno odstranjeni nejestivi dijelovi i dijelovi koji su oštećeni. Senzorska analiza provodila se prvog dana, nakon čega je uslijedila homogenizacija uzoraka. Oko 150 g plodova jagoda homogenizirano je mikserom (Blender 8011ES 230V CE, Torrington, CA), a dobivena kaša korištena je za daljnje metode. Priređene kaše skladištene su pri temperaturi od -18 °C u plastičnim Falcon epruvetama.

## **3.2. METODE RADA**

Tijekom istraživanja određivana su senzorska svojstva plodova jagoda te su na navedenim uzorcima provedene sljedeće metode:

- Određivanje ukupne suhe tvari
- Određivanje ukupnih fenola
- Određivanje antioksidacijske aktivnosti

### **3.2.1. Određivanje ukupne suhe tvari**

Princip određivanja:

Ukupnu suhu tvar čini cjelokupna količina tvari iz sastava proizvoda koja ne isparava pod definiranim uvjetima (Pravilnik, 1983). Pri određivanju suhe tvari korištena je metoda sušenja pri 105 °C do konstantne mase. Ovim fizikalnim postupkom određuje se udjel vode indirektno, pri čemu se mjeri ostatak koji zaostaje nakon sušenja, a iz razlike u masi prije i nakon sušenja namirnice izračunava se udjel vode.

Aparatura i pribor:

- kvarcni pijesak, Gram-mol, Zagreb, Hrvatska
- stakleni štapić odgovarajuće duljine, ovisno o veličini posudice
- aluminijske posudice s poklopcima
- eksikator sa sredstvom za sušenje
- analitička vaga tip 2615, Tehnica, Železniki

- zračna sušnica tip ST-01/02, Instrumentaria, Zagreb

#### Postupak određivanja:

U osušenu, ohlađenu i izvaganu aluminijsku posudicu s poklopcem stavi se oko 5 g kvarcnog pijeska i stakleni štapić. Posudica se suši pri  $105\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$  1 sat s otklopljenim poklopcem (period sušenja počinje od trenutka kad je u sušnici postignuta temperatura točno  $105\text{ °C}$ ). Nakon isteka vremena sušenja, pokrije se aluminijska posudica dok je još u sušnici, prebaci u eksikator gdje se hladi do sobne temperature te važe s točnošću  $\pm 0,0002\text{ g}$ .

U ohlađenu i izvaganu posudicu s pijeskom stavi se oko 2,5 g pripremljenog uzorka i dobro izmiješa pomoću staklenog štapića. Sve zajedno se važe s točnošću od  $\pm 0,0002\text{ g}$ . Aluminijska posudica s pijeskom i ispitivanom količinom uzorka stavi se u laboratorijski sušionik, prethodno zagrijan na  $105\text{ °C} \pm 0,5\text{ °C}$ , te se zagrijava jedan sat s otklopljenim poklopcem. Nakon hlađenja i vaganja, sušenje se nastavlja sve dok razlika dva uzastopna sušenja, u razmaku od pola sata, ne bude manja od  $0,001\text{ g}$ . Važe se ponovno s točnošću  $\pm 0,0002\text{ g}$ . Ostatak jagode predstavlja suhu tvar, a gubitak u masi udjel vode u jagodi.

#### Račun:

$$\text{suha tvar (\%)} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

gdje je:

$m_0$  (g) – masa aluminijske posudice i pomoćnog materijala (pijesak, stakleni štapić, poklopac)

$m_1$  (g) – masa aluminijske posudice s uzorkom prije sušenja

$m_2$  (g) – masa aluminijske posudice s uzorkom nakon sušenja

### **3.2.2. Određivanje ukupnih fenola**

#### Princip određivanja:

U etanolnom ekstraktu uzorka spektrofotometrijski su određeni ukupni fenoli. Metoda se zasniva na obojenoj reakciji fenola s Folin-Ciocalteu reagensom. Folin-Ciocalteu reagens je smjesa fosforwolframove i fosfomolibden kiseline, a pri oksidaciji fenolnih tvari ove kiseline se reduciraju u wolframov oksid i molibdenov oksid koji su plavo obojeni. Mjeri se nastali intenzitet obojenja pri valnoj duljini  $750\text{ nm}$  (Ough i Amerine, 1998).



### Aparatura i pribor:

- filter papir
- stakleni lijevci
- pipete, volumena 10 mL, 1 mL
- tikvica s okruglim dnom, volumena 100 mL
- odmjerne tikvice, volumena 50 mL i 100 mL
- kivete
- spektrofometar (PerkinElmer, Lambda 35, Waltham, MA)
- povratno hladilo
- plamenik
- azbestna mrežica
- laboratorijska žlica

### Reagensi:

- 80 %-tni etanol
- 96 %-tni etanol, Mr=47,07, Gram mol, Zagreb, Hrvatska
- Folin-Ciocalteu reagens, Reagecon, Clare, Irska
- Galna kiselina (gallic acid), 98 %, Mr=170,12 g/mol, Acros Organics, Geel, Belgija
- zasićena otopina natrijeva karbonata

### Priprema zasićene otopine natrijeva karbonata:

5 g anhidrida natrijeva karbonata otopi se u 20 mL vruće destilirane vode. Kada se ohladi na sobnu temperaturu doda se nekoliko kristalića natrijeva karbonata, nadopuni destiliranom vodom u odmjernoj tikvici od 25 mL i nakon 24 h filtrira.

### Priprema uzorka:

10 g uzorka izvaganog s točnošću  $\pm 0,01$  g homogenizira se s 40 mL 80 %-tnog etanola. Homogena smjesa kuha se 10 minuta uz povratno hladilo. Dobiveni ekstrakt se filtrira kroz filter papir. Zaostali talog ponovo se ekstrahira s 40 mL 80 %-tnog etanola i kuha uz povratno hladilo još 10 minuta. Dobiveni ekstrakti se spoje u tikvicu od 100 mL i nadopune do oznake s 80 %-tnim etanolom.

### Postupak određivanja:

U staklenu kivetu od 3 mL otpipetira se 30  $\mu$ L ekstrakta, 1,8 mL destilirane vode. Nakon tri minute od dodatka destilirane vode, dodaje se 150  $\mu$ L Folin-Ciocalteu reagensa te počinje

mjerenje vremena od dva sata. Tome se doda 450  $\mu\text{L}$  zasićene otopine natrijevog karbonata i još 570  $\mu\text{L}$  destilirane vode. Dobro se izmiješa i ostavi dva sata u mraku. Nakon isteka vremena, mjeri se apsorbancija pri valnoj duljini 750 nm. Kao slijepa proba, u staklenu se kivetu otpipetira 30  $\mu\text{L}$  80 %-tnog etanola, 1,8 mL destilirane vode, 450  $\mu\text{L}$  zasićene otopine natrijevog karbonata i 570  $\mu\text{L}$  destilirane vode.

#### Izrada baždarnog pravca:

Za pripremu baždarnog pravca odvaže se 500 mg galne kiseline koja se otopi u 80 %-tnom etanolu i nadopuni do oznake u odmjernoj tikvici od 10 mL.

Od pripremljene otopine galne kiseline prirede se razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 10 mL, pipetirajući redom 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 1200  $\mu\text{L}$  alikvota standarda u svaku tikvicu. Tikvice se potom nadopunjavaju do oznake 80 %-tnim etanolom. Koncentracije galne kiseline u tikvicama iznose 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600 mg/L.

U staklenu kivetu od 3 mL otpipetira se 30  $\mu\text{L}$  uzorka, 1,8 mL destilirane vode. Nakon tri minute od dodatka destilirane vode, dodaje se 150  $\mu\text{L}$  Folin-Ciocalteu reagensa te počinje mjerenje vremena od dva sata. Tome se doda 450  $\mu\text{L}$  zasićene otopine natrijevog karbonata i još 570  $\mu\text{L}$  destilirane vode. Dobro se izmiješa i ostavi dva sata u mraku. Nakon isteka vremena, mjeri se apsorbancija pri valnoj duljini 750 nm. Kao slijepa proba, u staklenu se kivetu otpipetira 30  $\mu\text{L}$  80 %-tnog etanola, 1,8 mL destilirane vode, 450  $\mu\text{L}$  zasićene otopine natrijevog karbonata i 570  $\mu\text{L}$  destilirane vode.

Iz izmjerenih vrijednosti apsorbancija nacrtava se baždarni pravac tako da se na apscisi nanese koncentracija galne kiseline (mg/L), a na ordinati izmjerene vrijednosti apsorbancije.

#### Račun:

Pomoću računala u programu Microsoft Excel, nacrtava se baždarni pravac i izračuna jednadžba pravca. Iz jednadžbe pravca se dalje izračunava koncentracija ukupnih fenola.

$$y = 0,0012x + 0,0005$$

Gdje je:

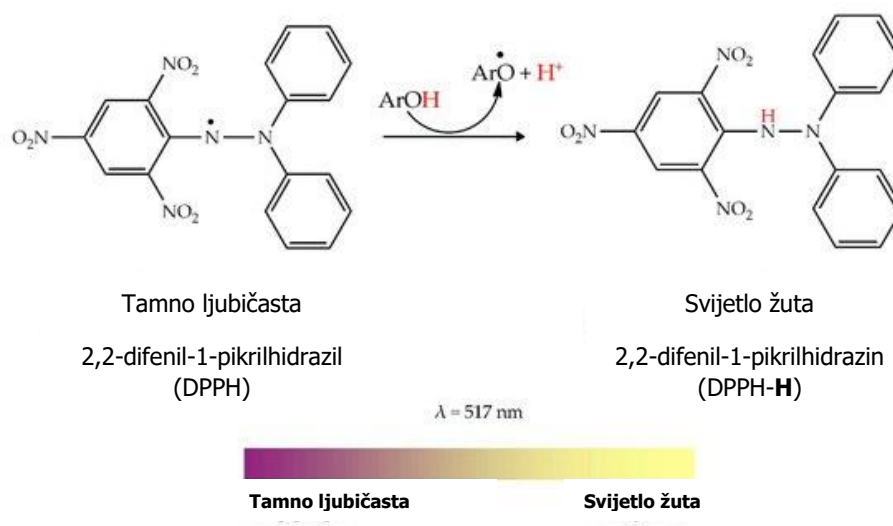
y - apsorbancija na 750 nm

x - koncentracija galne kiseline (mg/L)

### 3.2.3. Određivanje antioksidacijskog kapaciteta DPPH metodom

#### Princip određivanja:

Metoda se temelji na redukciji DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) radikala u prisutnosti donora vodika-antioksidansa u metanolnoj otopini, koja je praćena kolorimetrijskom reakcijom. Smanjenje apsorbancije na određenoj valnoj duljini u toku reakcije prati se spektrofotometrijski. Prati se reakcija između stabilnog radikala 1,1-difenil-2-pikrilhidrazila (DPPH•) i uzorka u kojem se mjeri antioksidativna aktivnost. U prisutnosti elektron donora - AH (antioksidans koji gasi slobodne radikale) dolazi do sparivanja elektronskog para DPPH radikala te do promjene ljubičaste boje otopine u žutu, što se prati mjerenjem apsorbancije u opadanju (Brand-Williams i sur., 1995).



**Slika 6.** Reakcijski mehanizam molekule DPPH (Montesano i sur., 2020)

#### Aparatura i pribor:

- spektrofotometar
- staklene kivete
- tehnička vaga tip 1111, Tehnica, Železniki
- stakleni lijevak
- pipete, volumena 1 mL, 10 mL
- odmjerna tikvica, volumena 25 mL
- laboratorijske čaše volumena 50 mL i 100 mL

### Reagensi:

- Metanol (Methanol), HPLC čistoće, M=32,04 g/mol, J.T.Baker, Gliwice, Poljska
- DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazil, slobodni radikal), M=394,32 g/mol, Sigma-Aldrich, Steinheim, Njemačka
- Trolox (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilna kiselina), 97 %, Mr=250,29 g/mol, Acros Organics, Geel, Belgija
- 80 %-tni etanol

### Priprema 0,5 Mm otopine DPPH:

0,005 g DPPH otopi se u odmjernoj tikvici od 25 mL. Tikvica se nadopuni do oznake metanolom i dobro promiješa.

### Postupak određivanja:

U staklenu kivetu se otpipetira 0,1 mL fenolnog ekstrakta dobivenog pri određivanju ukupnih fenola, 0,6 mL metanola i 0,3 mL 0,5 mM DPPH. Kivete stoje 20 min u mraku na sobnoj temperaturi nakon čega se mjeri apsorbancija na 517 nm. Kao slijepa proba, u staklenu se kivetu otpipetira 0,6 mL 80%-tnog etanola, 0,6 mL metanola i 0,3 mL 0,5 mM otopine DPPH.

### Izrada baždarnog pravca:

Kako bi se izradio baždarni pravac, pripremi se 30 mM otopina Troloxa (6-hidroksi-2,5,7,8-tetrametilkroman-2-karboksilna kiselina) tako da se odvaži 0,0103 g Troloxa. Odvaga se otopi u metanolu i nadopuni do oznake metanolom u tikvici od 10 mL.

Od pripremljene 30 mM otopine Troloxa prirede se razrjeđenja u odmjernim tikvicama od 10 mL u koncentracijama od 0,02 mM, 0,05 mM, 0,08 mM, 1,11 mM.

Iz svake tikvice otpipetira se 0,6 mL razrijeđene otopine Troloxa, 0,6 mL metanola i 0,3 mL 0,5 mM otopine DPPH. Kivete stoje u mraku 20 minuta na sobnoj temperaturi nakon čega se mjeri apsorbancija na 517 nm. Kao slijepa proba, u staklenu se kivetu otpipetira 1,2 mL metanola i 0,3 mL 0,5 mM otopine DPPH.

Iz izmjerenih vrijednosti apsorbancija nacrti se baždarni pravac tako da se na apscisi nanese koncentracije Trolox otopine (mM), a na ordinati izmjerene vrijednosti apsorbancije.

Pomoću računala u programu Microsoft Excel, nacrti se baždarni pravac i izračuna jednadžba pravca.

$$y = 11,524x - 0,045$$

Gdje je:

y - apsorbancija uzorka izmjerena u DPPH metodi

x - ekvivalent Troloxa (mM)

### **3.2.4. Senzorsko ocjenjivanje**

#### **3.2.4.1. Kvantitativna deskriptivna analiza (QDA)**

Svježi plodovi jagoda s različitih područja uzgoja senzorski su ocijenjeni metodom kvantitativne deskriptivne analize. Kvantitativna deskriptivna analiza omogućuje potpun opis osjetilnih svojstava proizvoda riječima, provođenjem testiranja ograničenog broja kvalificiranih sudionika, uz grafički pristup prezentaciji čime se kvantitativno određuju osjetilna svojstva proizvoda i svojstva sastojaka (Cairncross i Sjöström, 1950; Caul, 1957; Brandt i sur., 1963; Szczesniak i sur., 1963; Szczesniak, 1963; Amerine i sur., 1965; Stone i sur., 1974; Stone i Sidel, 1985; Gacula, 1997). Posebnost ove metode je mogućnost grafičkog prikaza rezultata pomoću tzv. paukove mreže čime se ostvaruje mogućnost uspoređivanja rezultata (Vahčić i sur., 2000).

#### Princip određivanja:

Cilj senzorske analize je ljudskim osjetilima odrediti senzorska svojstva boju, teksturu, okus i miris. Ocjenjivači mogu biti podučeni ili bez obuke. Postoji više različitih metoda ocjenjivanja. Senzorskom analizom proizvoda može se utvrditi prihvatljivost proizvoda od strane potrošača.

#### Postupak određivanja:

Senzorska svojstva ocijenjena su od strane 9 panelista. Ocjenjivala su se četiri parametra: vanjski izgled, fizikalna kakvoća, okus i opća prihvatljivost. Ocjenjivači kušaju svaki uzorak i rezultate zapisuju na listić s brojevima uzoraka. Način ocjenjivanja provodi se hedonističkom skalom od 1 do 5 pri čemu 1 predstavlja nezadovoljavajuća svojstva, a 5 izvrsna svojstva. Kao rezultati uzete su srednje vrijednosti od svih ocjenjivača za svaki zasebni uzorak i parametar.



**Slika 7.** Uzorci jagoda namijenjeni senzorskom ocjenjivanju (vlastita fotografija)

**Tablica 4.** Prikaz senzorski ispitivanih svojstava

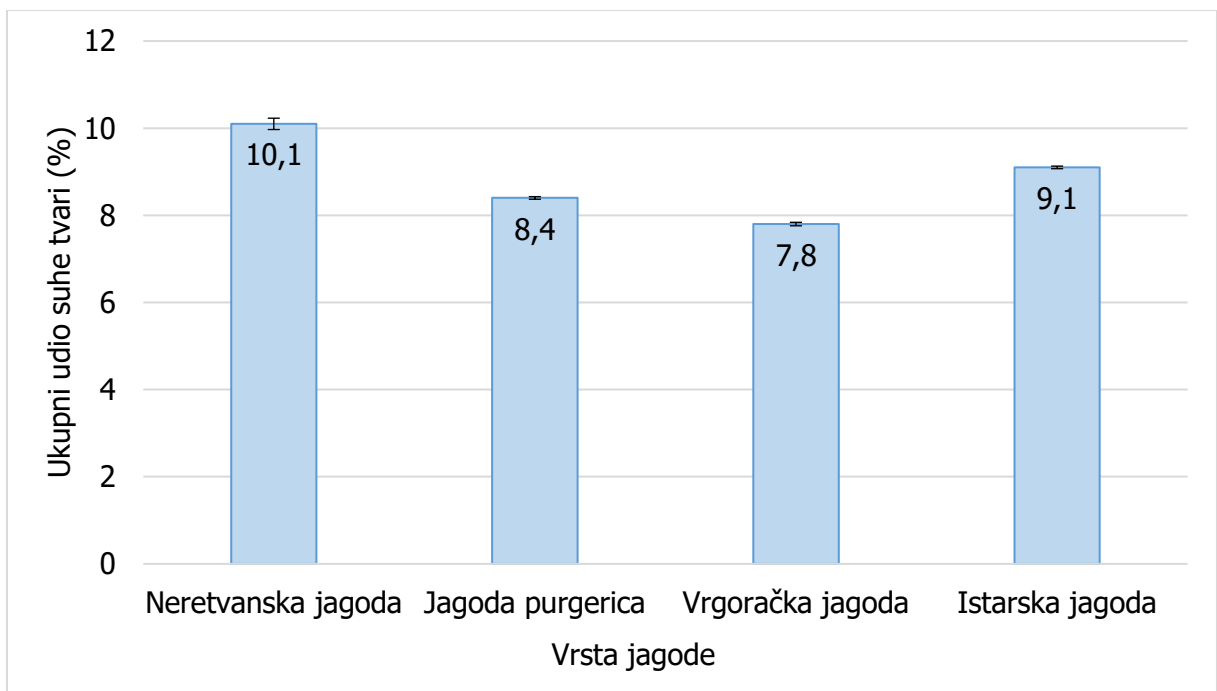
Skala ocjena	Vanjski izgled			Fizikalna kakvoća			Okus			opći dojam
	veličina	oblik	boja	čvrstoća	tekstura	sočnost	odnos šećera i kiselina	aroma	punoća okusa	
nezadovoljavajuće	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
prihvatljivo do zadovoljavajuće	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
prihvatljivo	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
osrednje	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
dobro	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
dobro do vrlo dobro	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
vrlo dobro	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
vrlo dobro do izvrsno	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
izvrsno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovome radu provedeno je određivanje ukupne suhe tvari, fenolnog sastava i antioksidacijske aktivnosti jagoda uzgojenih na četirima različitim geografskim područjima-području Neretve, Istre, Vrgorca te Zagrebačke županije. Također je provedeno senzorsko ocjenjivanje svježih plodova jagoda metodom kvantitativne deskriptivne analize.

### 4.1. Suha tvar

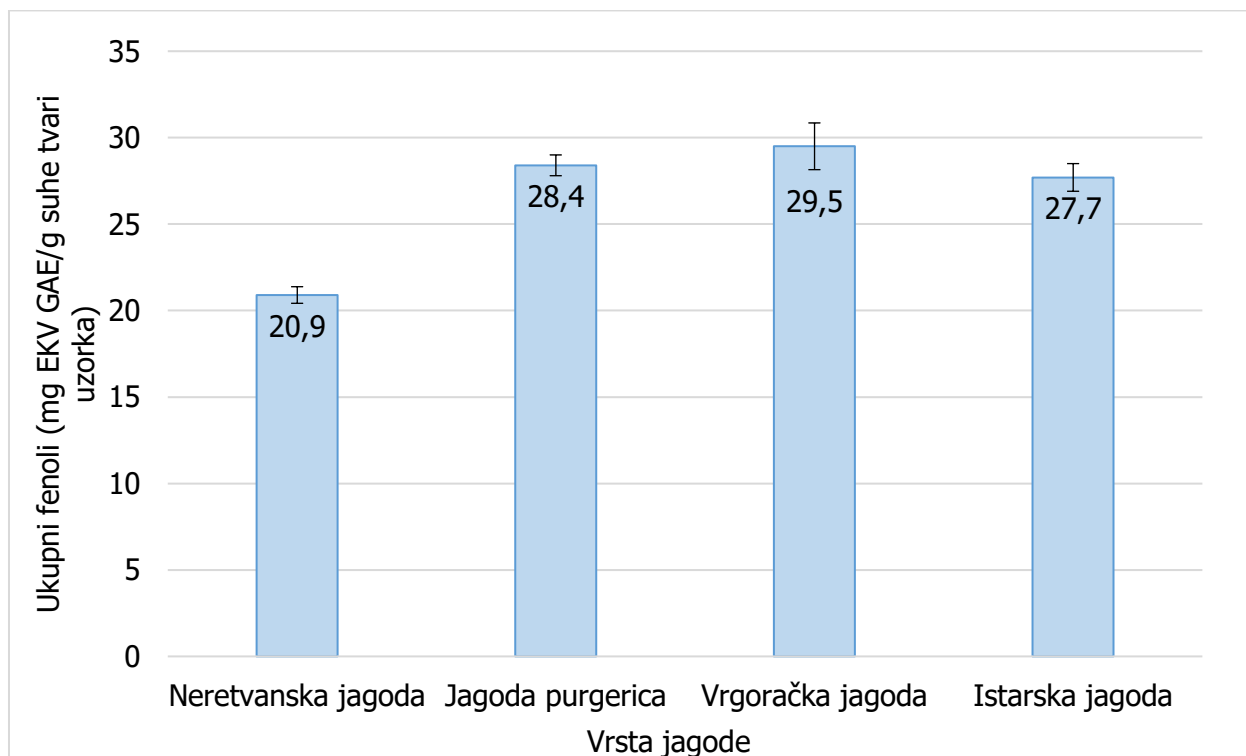
Na slici 8. prikazani su rezultati dobiveni određivanjem ukupne suhe tvari. Iz tablice je vidljivo da neretvanske jagode imaju najveći udio suhe tvari ( $10,1 \pm 0,13$  %), a vrgoračke najmanji ( $7,8 \pm 0,04$  %). Prema USDA (2021), prosječni sadržaj suhe tvari u svježim jagodama iznosi 8,9 %. Udio suhe tvari određene USDA u skladu je s vrijednostima u dobivenim u ovome radu, osim jagoda s neretvanskog područja koja se ističe s nešto većim udjelom suhe tvari. Razlog tomu može biti različit stupanj zrelosti, uvjet rasta, te samo područje uzgoja.



**Slika 8.** Grafički prikaz ukupnog udjela suhe tvari (%) u jagodama uzgojenim na različitim područjima

## 4.2. Ukupni fenoli

Na slici 9. prikazani su rezultati dobiveni istraživanjem udjela ukupnih fenola u jagodama, izraženim kao mg ekvivalenata (EKV) galne kiseline (GAE)/g suhe tvari jagode. Vrgoračka jagoda se ističe s najvećom količinom ukupnih fenola ( $29,5 \pm 1,35$  mg EKV GAE/g suhe tvari uzorka). Uspoređujući rezultate, neretvanska jagoda ima znatno manji udio fenolnih spojeva ( $20,9 \pm 0,48$  mg EKV GAE/g suhe tvari uzorka) nego preostala tri ispitivana uzorka. Prema Levaj i sur. (2012) sadržaj ukupnih fenola kretao se od 2,97 mg EKV GAE/ g suhe tvari do 7,13 mg EKV GAE/100 g suhe tvari uzroka kod sorti Miss i Honeoye. Dobiveni rezultati nisu u skladu s literaturnim podacima. Razlog većeg udjela ukupnih fenola može biti različiti stupanj zrelosti ispitivanih uzoraka, budući da je koncentracija fenolnih spojeva proporcionalna stupnju zrelosti plodova jagode.



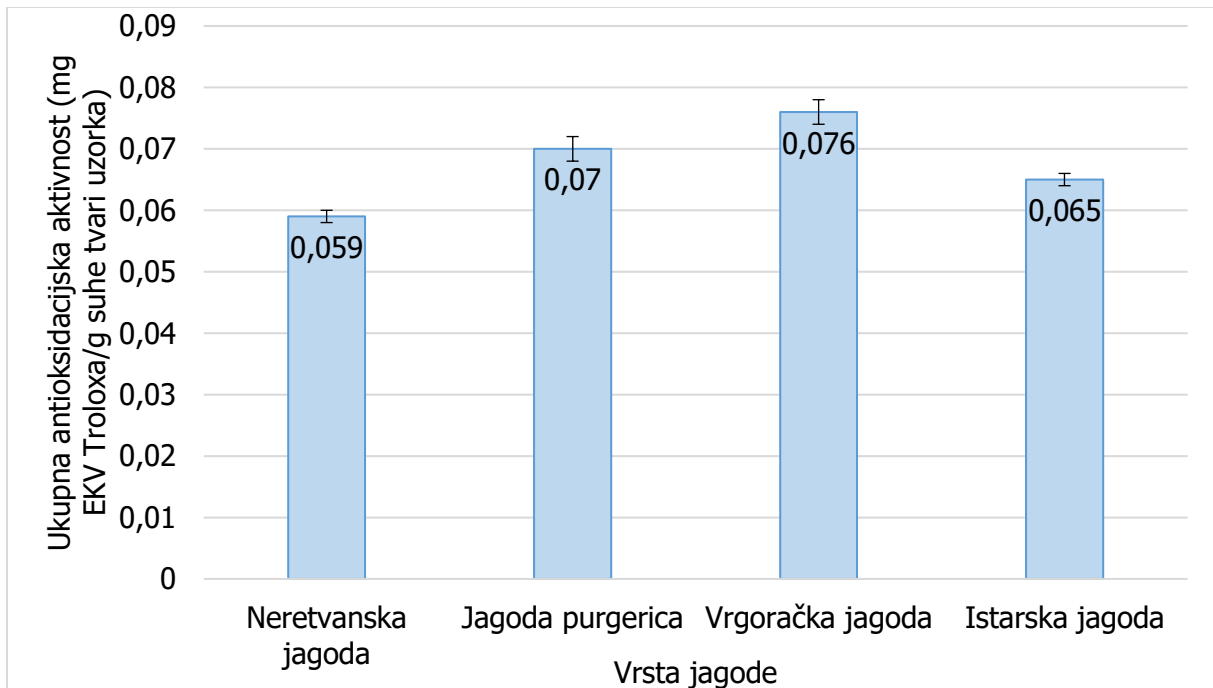
**Slika 9.** Grafički prikaz količine ukupnih fenola (mg EKV GAE/ g suhe tvari uzorka) u jagodama uzgojenim na različitim područjima

## 4.3. Ukupna antioksidacijska aktivnost

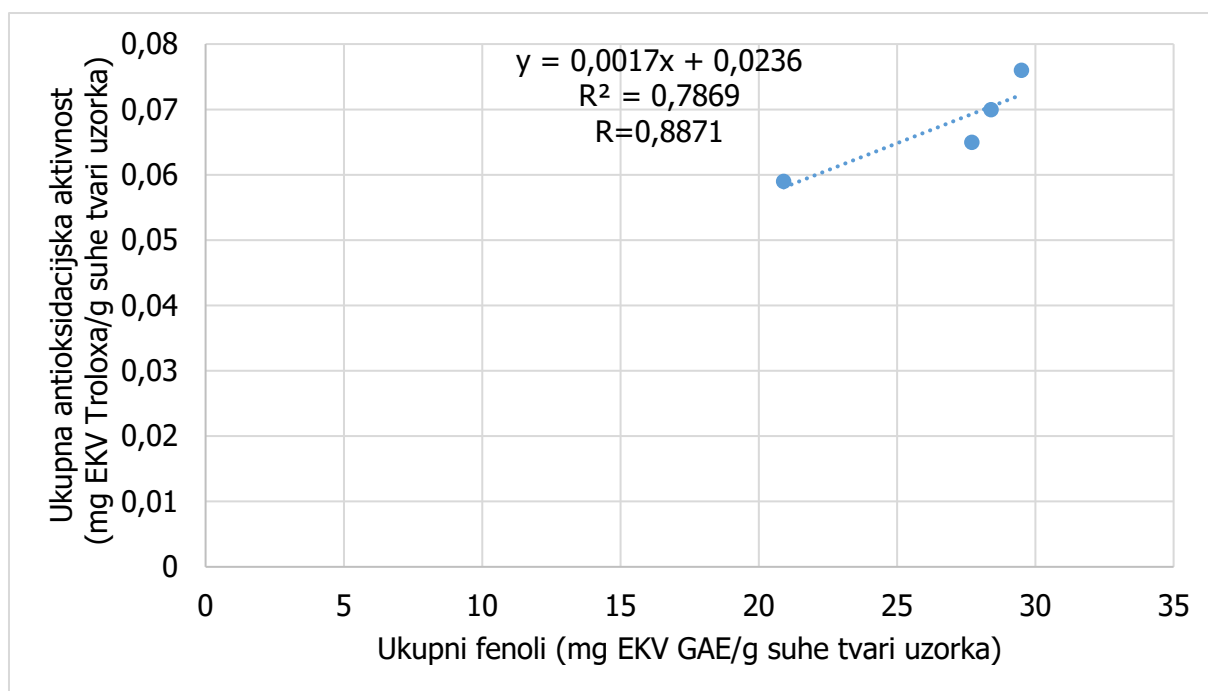
Antioksidacijska aktivnost plodova jagoda prikazana je na slici 10. Najveća antioksidacijska aktivnost izmjerena je u vrgoračkoj jagodi ( $0,076 \pm 0,002$  mg EKV Troloxa/g suhe tvari uzorka). Na temelju dobivenih rezultata (slika 11.) vidljivo je da su za antioksidacijsku



aktivnost najviše zaslužni ukupni fenoli. Ukupna antioksidacijska aktivnost je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom ukupnih fenola ( $r=0,8871$ ). Wang i Lin (2000) ustanovili su da postoji linearna korelacija između ukupne antioksidacijske aktivnosti i koncentracije fenola. Također, Deighton i sur. (2000) utvrdili su prividni linearni odnos između antioksidacijske aktivnosti i ukupnih fenola ( $r=0,965$ ).



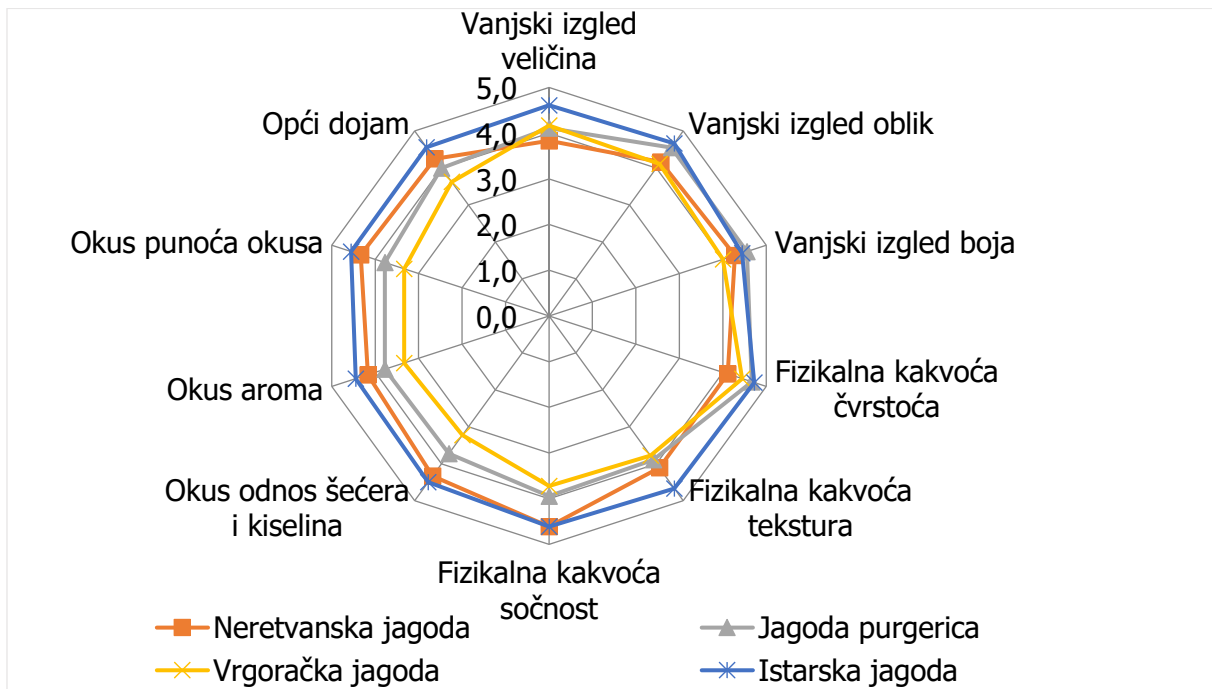
**Slika 10.** Grafički prikaz antioksidacijske aktivnost (mg EKV Troloxa/ g suhe tvari uzorka) jagoda uzgojenih na različitim područjima



**Slika 11.** Grafički prikaz korelacije količine ukupnih fenola (mg EKV galne kiseline/g suhe tvari uzorka) i ukupne antioksidacijske aktivnosti jagoda (mg EKV Troloxa/g suhe tvari uzorka) uzgojenih na različitim područjima

#### 4.4. Senzorska analiza

Rezultati senzorskog ocjenjivanja svježih jagoda prikazani su tzv. paukovom mrežom na slici 12.



**Slika 12.** Grafički prikaz rezultata dobivenih senzorskim ocjenjivanjem jagoda uzgojenih na različitim područjima

U centru mreže je intenzitet nekog svojstva najmanji, a najveći na rubovima. Različita zemljopisna područja imaju različita pedološka i klimatska svojstva koja utječu na kakvoću ploda. Okus ploda ovisi i o klimi i roku berbe. Rok berbe utječe na ukusnost voća koja se reflektira kroz odnos šećera i kiselina. Za jagodu su najbolji položaji uzgoja oni koji nisu izloženi vjetru i akumulaciji hladnog zraka. Najbolji su južni položaji, gdje se ne javljaju proljetni mrazovi (Šoškić, 2009). Ovime se mogu objasniti lošija senzorska svojstva jagode purgerice u odnosu na neretvansku jagodu i istarsku jagodu. Zahvaljujući južnijem položaju, omogućeno je ranije zrenje ploda za 10 dana u odnosu na sjeverne položaje (Šoškić, 2009). Najbolje rangirana jagoda je istarska jagoda, a najlošija vrgoračka jagoda. Neretvanska jagoda najbolje je ocijenjena u svojstvu sočnosti, a najlošije u obilježju veličine. Jagoda purgerica najbolje je ocijenjena u svojstvu čvrstoće, a najlošije u svojstvu odnosa šećera i kiselina. Najbolje ocijenjeno svojstvo vrgoračke jagode je čvrstoća, a najlošije odnos šećera i kiselina. Istarska jagoda najbolje je ocijenjena u obilježju čvrstoće, punoće okusa, oblika i veličine, a najlošije u obilježju boje i arome.

## 5. ZAKLJUČCI

1. Neretvanska jagoda ima najveći udio suhe tvari, a vrgoračka najmanji. Razlike se nalaze unutar 2,5% i odgovaraju udjelu suhe tvari navedenom u USDA tablicama. Veći udio suhe tvari neretvanske jagode može biti posljedica različitog stupnja zrelosti u usporedbi s ostalim uzorcima.
2. Vrgoračka jagoda, jagoda purgerica i istarska jagoda imaju približno jednaku koncentraciju ukupnih fenola, dok neretvanska jagoda odstupa i ima najmanju koncentraciju ukupnih fenola.
3. Najveću antioksidacijsku aktivnost ima vrgoračka jagoda, zatim purgerica, istarska, pa neretvanska jagoda. Vrijednosti antioksidacijske aktivnosti svih uzoraka kreću se od 0,059 do 0,076 mg ekvivalenata Troloxa/g suhe tvari uzorka.
4. Za antioksidacijsku aktivnost najviše su zaslužni ukupni fenoli. Ukupna antioksidacijska aktivnost je u pozitivnoj korelaciji s koncentracijom ukupnih fenola ( $r=0,8871$ ).
5. Senzorskim ocjenjivanjem utvrđeno je da istarska jagoda ima najbolje ocijenjene karakteristike, a najviše se ističe u svojstvima punoće okusa i veličine.
6. Iako su mnoge tvari s antioksidacijskom aktivnosti nositelji boje i arome, jagoda s najvećim udjelom antioksidansa nema najbolju ocjenu senzorskih svojstava.
7. Velik broj parametara utječe na karakteristike ploda, a vrlo ih je teško izjednačiti kako bi dobili samo jedan koji je varijabilan. Zbog toga je teško provesti eksperiment kojim bi dobili definitivan odgovor o utjecaju regije uzgoja na kvalitetu jagode.

## 6. LITERATURA

- Aaby, K., Skrede, G. and Wrolstad, R.E. (2005) Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). *Journal of Agricultural and Food chemistry* **53(10)**: 4032-4040.
- Amakura, Y., Okada, M., Tsuji, S. and Tonogai, Y. (2000) High-performance liquid chromatographic determination with photodiode array detection of ellagic acid in fresh and processed fruits. *Journal of Chromatography* **896(1-2)**: 87-93.
- Amerine, M. A., Pangborn, R. M., Roessler, E. B. (1965) Principles of sensory evaluation of food. Academic Press, New York and London: 377 - 386.
- Anonymous 1 (2021) Jagoda <<https://www.thespruce.com/how-to-grow-strawberry-plants-in-pots-1401968>> Pristupljeno 25. svibnja 2021.
- Anonymous 2 (2021) Morfologija jagode <[www.inra.fr/hyppz/DESSINS/8039045.gif](http://www.inra.fr/hyppz/DESSINS/8039045.gif)> Pristupljeno 26. svibnja 2021.
- Balasundram, N., Sundram, K. and Samman, S. (2006) Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food chemistry* **99(1)**: 191-203.
- Brandt, M. A., Skinner, E., Coleman, J. (1963) Texture profile method. *Journal of food science* **28**: 404-410.
- Bravo, L. (1998) Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. *Nutrition reviews* **56(11)**: 317-333.
- Cairncross, S. E., Sjöström, L. B. (1950) Flavor profiles - a new approach to flavor problems. *Food Technology* **4**: 308 - 311.
- Caul, J.F. (1957) The profile method of flavor analysis. Academic Press **7**: 1-40
- Cao, G., Sofic, E. and Prior, R.L. (1997) Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: structure-activity relationships. *Free radical biology and medicine* **22(5)**: 749-760.
- Crecent-Campo J., Nunes-Damaceno M, Romero-Rodriguez M.A., Vazquez-Oderiz M.L. (2012) Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch, sv Selva). *Journal of Food Composition and Analysis* **28(1)**: 23-30.
- Deighton N., Brennan R., Finn C., Davies HV. (2000) Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **80(9)**: 1307-1313.

- Družić, J., Voća, S., Čmelik, Z., Dobričević, N., Duralija, B. i Skenderović Babojelić, M. (2006) Utjecaj sustava uzgoja na kakvoću plodova jagode sorte Elsanta. *Pomologia Croatica* **12(4)**: 255-262.
- Giampieri, F., Alvarez-Suarez, J.M. and Battino, M. (2014) Strawberry and human health: Effects beyond antioxidant activity. *Journal of agricultural and food chemistry* **62(18)**: 3867-3876.
- Hancock, J.F., Sjulín, T.M. and Lobos, G.A. (2008) Temperate fruit crop breeding, 1.izd., Springer. str. 393.
- Harborne, J.B., Baxter, H. and Webster, F.X. (1994) Phytochemical dictionary: a handbook of bioactive compounds from plants. *Journal of Chemical Ecology* **20(3)**: 815-818.
- Kazazić, S.P. (2004) Antioksidacijska i antiradikalna aktivnost flavonoida. *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* **55(4)**: 279-290.
- Kowalska, J., Kowalska, H., Marzec, A., Brzeziński, T., Samborska, K., & Lenart, A. (2018) Dried strawberries as a high nutritional value fruit snack. *Food Science and Biotechnology* **27(3)**: 799–807.
- Levaj, B. i sur. (2012) Influence of Jam Processing Upon the Contents of Phenolics and Antioxidant Capacity in Strawberry fruit (*Fragaria ananassa* × *Duch.*). *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* **7**: 18-22.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A., Billot, J. (1990) *Fruit Phenolics*, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA
- Meyers, K.J., Watkins, C.B., Pritts, M.P. and Liu, R.H. (2003) Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *Journal of agricultural and food chemistry* **51(23)**: 6887-6892.
- Miloš, Tvrčko (1997) *Jagoda*, 2.izd., Naklada Jurčić, Zagreb.
- Milošević T., Milošević N., Glišić I., Mladenović J. (2012) Fruit quality attributes of blackberry grown under limited environmental conditions. *Plant, Soil and Environment* **58 (7)**: 322-327.
- Mratinić, E. (2012) *Jagoda*. Partenon, Beograd.
- Nikolić M., Milivojević J. M. (2015) *Jagodaste voćke*. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- de Jesús Ornelas-Paz, J., Yahia, E.M., Ramírez-Bustamante, N., Pérez-Martínez, J.D., del Pilar Escalante-Minakata, M., Ibarra-Junquera, V., Acosta-Muñiz, C., Guerrero-Prieto, V. and Ochoa-Reyes, E. (2013) Physical attributes and chemical

composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. *Food chemistry* **138(1)**: 372-381.

- Pietta, P., Minoggio, M., Bramati, L. (2003) *Plant Polyphenols: Structure, Occurrence And Bioactivity*. U: *Studies in Natural Products Chemistry* (Atta-ur-Rahman, ured.) Elsevier Applied Science, London/New York, str. 258-294.
- Proteggente, A.R., Pannala, A.S., Paganga, G., Buren, L.V., Wagner, E., Wiseman, S., Put, F.V.D., Dacombe, C. and Rice-Evans, C.A. (2002) The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free radical research* **36(2)**: 217-233.
- Rastija, V. and Medić-Šarić, M. (2009) Kromatografske metode analize polifenola u vinima. *Kemija u industriji: Časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske* **58(3)**: 121-128.
- Reyes-Carmona, J., Yousef, G.G., Martínez-Peniche, R.A. and Lila, M.A. (2005) Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *Journal of food science* **70(7)**: 497-503.
- Robards, K., Prenzler, P.D., Tucker, G., Swatsitang, P. and Glover, W. (1999) Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food chemistry* **66(4)**: 401-436.
- Rotelli, A.E., Guardia, T., Juárez, A.O., De La Rocha, N.E., Pelzer, L.E. (2003) Comparative study of flavonoids in experimental models of inflammation. *Pharmacological research* **48(6)**: 601-606.
- Stone, H., Sidel, J. L., Oliver, S., Woolsey A., Singleton, R. C. (1974) Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology* **28**: 24-35
- Stone, H., Sidel, J. L. (1985) *Sensory evaluation practices*. Tragon corporation, Redwood City, 194-225.
- Szczesniak, A. S., Brandt, M. A., Friedman, H. H. (1963) Development of standard rating scales for mechanical parameters of texture and correlation between the objective and the sensory methods of texture evaluation. *Journal of Food Science* **28**: 397 - 403.
- Szczesniak, A. S. (1963): Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science* **28**: 385-389.
- Šoškić, M. (2009.): *Jagoda*, Partenon, Beograd.
- USDA (2021) United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service <<https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/747448/nutrients>> Pristupljeno 25. svibnja 2021.

- Vahčić, N., Hruškar, M., i Marković, K. (2000) Metoda kvantitativne deskriptivne analize u senzorskoj procjeni jogurta. *Mljekarstvo* **50(4)**: 279-296.
- Wang, S.Y. and Lin, H.S. (2000) Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *Journal of agricultural and food chemistry* **48(2)**: 140-146.
- Wicklund, T., Rosenfeld, H.J., Martinsen, B.K., Sundfor, M.W., Lea, P., Bruun, T., Blomhoff, R., Haffner, K. (2005) Antioxidant capacity and colour of strawberry jam as influenced by cultivar and storage conditions. *Food Science and Technology* **38 (4)**: 387-391.
- Zheng, W. and Wang, S.Y. (2001) Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food chemistry* **49(11)**: 5165-5170.



## Izjava o izvornosti

*Izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

Iva Marinić

ime i prezime studenta