

# Usporedba različitih tehnologija proizvodnje vina na bioplinski potencijal ostataka grožđa

---

**Magličić, Tomislav**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:030253>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-19**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU**  
**FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Tomislav Magličić

Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

**USPOREDBA RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE VINA  
NA BIOPLINSKI POTENCIJAL OSTATAKA GROŽĐA**

Diplomski rad

Osijek, 2022.

**SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK**

Tomislav Magličić

Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

**USPOREDBA RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE VINA  
NA BIOPLINSKI POTENCIJAL OSTATAKA GROŽĐA**

Diplomski rad

Osijek, 2022.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Tomislav Magličić

Sveučilišni diplomski studij Mehanizacija

**USPOREDBA RAZLIČITIH TEHNOLOGIJA PROIZVODNJE VINA  
NA BIOPLINSKI POTENCIJAL OSTATAKA GROŽĐA**

Diplomski rad

Povjerenstvo za obranu i ocjenu diplomskog rada:

1. doc. dr. sc. Toni Kujundžić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Davor Kralik, mentor
3. Prof. dr. sc. Vladimir Jukić, član

Osijek, 2022.

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Bioplin .....	2
2.2. Proizvodnja bioplina .....	2
2.3. Tehnologija proizvodnje crnog vina .....	4
2.4. Tehnologija proizvodnje bijelog vina .....	4
2.5. Ostaci grožđa nakon proizvodnje vina.....	5
3. MATERIJALI I METODE.....	7
3.1. Uzorci.....	7
3.2. Metoda anaerobne fermentacije .....	9
3.3. Analiza sastava plina.....	10
3.4. Analiza suhe tvari .....	11
3.5. Određivanje sadržaja pepela i organske tvari .....	11
3.6. Određivanje pH.....	12
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	13
4.1. Količina suhe i organske tvari .....	13
4.2. Vrijednost pH.....	15
4.3. Količina proizvedenog bioplina.....	16
4.4. Dinamika proizvodnje bioplina .....	23
4.5. Sastav bioplina.....	24
5. RASPRAVA.....	28
6. ZAKLJUČAK.....	31
7. POPIS LITERATURE.....	32
8. SAŽETAK .....	34
9. SUMMARY .....	35
10. POPIS TABLICA.....	36
11. POPIS SLIKA .....	37
12. POPIS GRAFIKONA.....	38

## 1. UVOD

Prvi dokumentirani izvještaj o anaerobnom reaktoru bio je u Francuskoj 1891. Mouras Automatic Scavanger bila je hermetički zatvorena komora u kojoj se organski materijal pretvarao u tekućinu. Godine 1895. u Exeteru, u Engleskoj, inženjer po imenu Cameron izumio je septičku jamu. Korištena je za prethodnu obradu komunalnih otpadnih voda nizvodno od grubih i finih sita. Proizvedeni plin metan korišten je za grijanje i osvjetljavanje postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda. Septička jama prvo je evoluirala do Travisove jame (1904.), a zatim do Imhoffove jame (1905.). Imhoffov spremnik korišten je kao primarni korak taloženja u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda, sa skladištenjem mulja unutar spremnika. Taj je mulj mjesecima pohranjen u komori gdje su ga biorazgradile anaerobne bakterije. Nakon skladištenja, bio je neškodljiv i jednostavan za odlaganje. Godine 1927. Ruhrverband je instalirao prvi uređaj za grijanje mulja u odvojenom digestorskom spremniku. Tridesetih godina prošlog stoljeća u SAD-u je objavljen detaljan opis anaerobne digestije (Buswell i Hatfield, 1936). Velik dio komercijalnih primjena anaerobne digestije u drugoj polovici dvadesetog stoljeća primijenjen je ili na otpadne vode visoke čvrstoće (otpadne vode iz pivovara i kremšnita s visokim udjelom organskog opterećenja) kao prethodnik aerobnoj obradi ili na otpadni mulj i poljoprivrednu gnojnicu. Anaerobna digestija sada se smatra zreлом tehnologijom za obradu otpadnih voda, za obradu suspenzija i muljeva, za digestiju organske frakcije krutog komunalnog otpada i u novije vrijeme, za proizvodnju obnovljive energije putem digestije usjeva (Murphy i sur.,2013.). Cilj ovog rada je utvrditi mogućnost korištenja krutih ostataka iz proizvodnje crnih i bijelih vina anaerobnom fermentacijom s dodatkom svježe goveđe gnojovke za proizvodnju bioplina.

## **2. PREGLED LITERATURE**

### **2.1. Bioplin**

Bioplin se proizvodi u bioplinskim postrojenjima bakterijskom razgradnjom biomase u anaerobnim uvjetima. Postoje tri kategorije biomase, supstrat podrijetlom s farme kao što je gnojivo, otpad od stočne hrane, otpad od žetve i energetski usjevi, otpad iz privatnih kućanstava i općina kao što je odvojeno prikupljeni organski otpad (u spremnicima za organski otpad), tržni otpad, hrana kojoj je istekao rok trajanja ili otpad od hrane i industrijski nusproizvodi kao što je glicerol, nusproizvodi obrade hrane ili otpad iz separatora masti. Organsku tvar pretvaraju u bioplin pomoću bakterija u nekoliko koraka u hermetički zatvorenim digesterima. Bakterije su slične onima koje se nalaze u predželucu preživača. Kao i kod fosilnog prirodnog plina, glavna komponenta bioplina koja određuje energetski sadržaj plina je zapaljivi metan. Ovisno o supstratu koji se digestira u bioplinskom postrojenju, sadržaj metana u bioplinu varira između 50% i 75%. Druga glavna komponenta bioplina je ugljikov dioksid s udjelom između 25% i 50%. Ostale komponente bioplina su voda, kisik i tragovi sumpora i sumporovodik. Ako se bioplin poboljša u biometan s približno 98% metana u postrojenju za obradu bioplina, biometan ima ista svojstva kao prirodni plin (Gomez, 2013.). Anaerobna digestija može pozitivno utjecati na energetsku ravnotežu oba lanca svojim izravnim doprinosom u smislu energije u obliku metana ili svojim neizravnim doprinosom putem zamjene gnojiva, vode i dodatne energije koja dolazi iz digestata (Pereira C. i sur., 2013). Bioplin se najčešće koristi za proizvodnju toplinske energije direktnim izgaranjem, proizvodnju električne energije putem energetskih ćelija ili u mikro turbinama te proizvodnju topline i električne energije u kogeneracijskim postrojenjima ili pak kao pogonsko gorivo za vozila (Al Seadi i sur.,2013.).

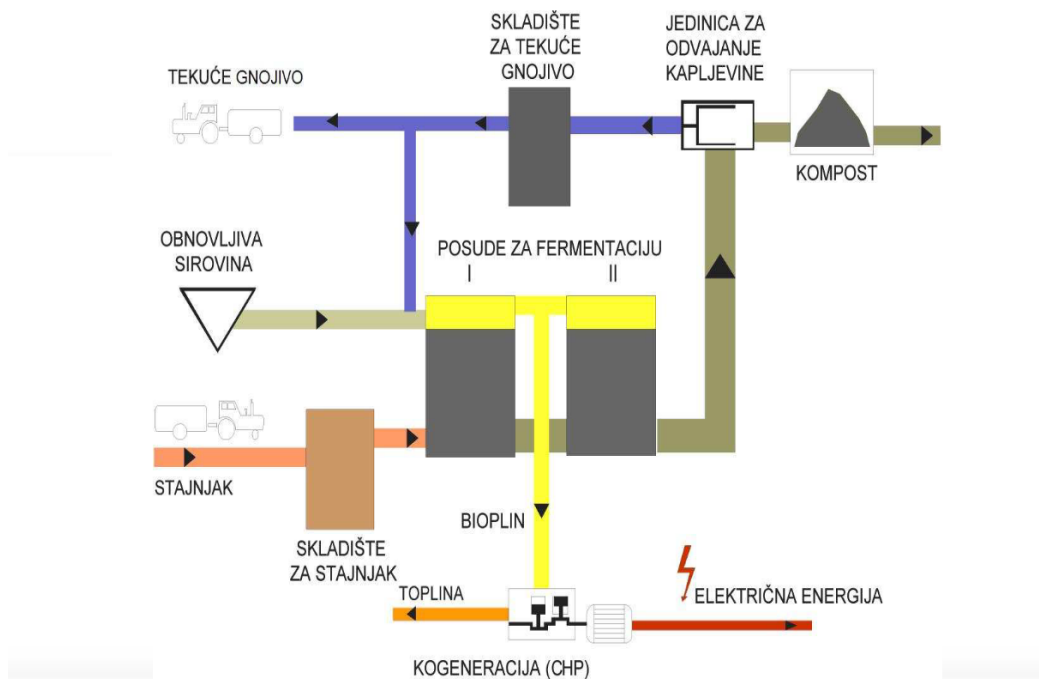
### **2.2. Proizvodnja bioplina**

Proces anaerobne fermentacije događa se u nekoliko stupnjeva koji uključuju različite vrste bakterija. U prvoj fazi, hidrolitičke i fermentativne bakterije razgrađuju ugljikohidrate, proteine i masti što se nalaze u biomasi te ih prevode u masne kiseline, alkohol, ugljikov (IV) oksid, vodik, amonijak i sulfide. Ovaj stupanj se naziva hidroliza. Potom, u drugoj fazi, acidogene i acetogene bakterije dalje razgrađuju produkte hidrolize u kiseline, vodik i ugljikov (IV) oksid. Po završetku druge faze anaerobne fermentacije, proizveden vodik

omogućava da dođe do porasta parcijalnog pritiska vodika, što sprječava razmjenu tvari acetogenin bakterija. Naposljetku, u fazi metanogeneze, metanogene bakterije prevode međuprodukte u bioplin i fermentirani ostatak kao biognojivo. Metanogene bakterije karakterizira relativno uski spektar supstrata i dugo vrijeme rasta i razmnožavanja, a kisik na njih djeluje neposredno toksično. Proces anaerobne fermentacije odvija se u fermentoru u strogo kontroliranim uvjetima (bez kisika). Međutim, zbog kompleksnosti mikrobnih interakcija, koje se odvijaju pri anaerobnoj fermentaciji, proces je vrlo teško kontrolirati. Brzina anaerobne fermentacije ovisi o temperaturi pri kojoj se proces odvija, a uvjeti mogu biti psihofilni (do 20 °C), mezofilni (30-44 °C) ili termofilni (45- 55 °C). U praksi, bioplinska postrojenja koriste mezofilni proces, a razlog je što se proces odvija zadovoljavajućom brzinom uz mali utrošak energije. Supstrati za proizvodnju bioplina su sve vrste biljnih materijala koji se mogu anaerobno razgraditi. U poljoprivrednim bioplinskim postrojenjima, koja rade isključivo po principu tekuće fermentacije (manje od 12% suhe tvari), kao osnovni supstrat najčešće se koristi tekući stajnjak. Naime, zbog svog sastava, tekući stajnjak stabilizira proces fermentacije i s aspekta kakvoće ujednačava odstupanja u fermentaciji. Kako bi se dobila što veća količina bioplina, osnovnom supstratu dodaju se drugi organski materijali kao kosupstrat. Najveći energetske potencijal imaju supstrati koji sadrže masti i ulja. Vrijednost supstrata ocjenjuje se prema potencijalu za proizvodnju metana, brzini razgradnje i potencijalnom riziku s obzirom na štetne tvari, odnosno prisutnost patogenih organizama. U ovisnosti o tijeku procesa, anaerobnom fermentacijom postiže se inaktiviranje patogenih mikroorganizama. Kod primjene mezofilnog procesa (35-45 °C), na uklanjanje mikroorganizama najviše utječu kemijski čimbenici. Za uspješnu inaktivaciju patogenih mikro- organizama, proces se mora odvijati u termofilnim uvjetima, iznad 45 °C. Međutim, i kod ovakve fermentacije pojedini virusi i paraziti mogu preživjeti. Prilikom fermentacije sve hranjive tvari uglavnom ostaju očuvane, no zbog gubitka ugljika smanjuje se C:N odnos. Međutim u ovisnosti o sadržaju organske suhe tvari i postignutom stupnju razgradnje, dolazi do značajnog porasta koncentracije hranjivih tvari. Naime, pri razgradnji organske tvari, mineraliziraju se hranjive tvari i prelaze u oblik lako dostupan biljci. Anaerobni proces smanjuje neugodne mirise gnojovke, što dovodi do bržeg prodiranja do biljke, a to opet smanjuje možebitne emisije amonijaka i neugodne mirise. Nadalje, fermentirani ostatak nakon procesa anaerobne fermentacije i dobivanja bioplina može se koristiti kao bio- gnojivo, kao i za potrebe navodnjavanja poljoprivrednih površina. Fermentirani ostatak ima nekoliko prednosti kada se koristi kao



biognojivo, a to su visoki udio hranjivih tvari, humusne karakteristike te velika količina vode (Krička i sur., 2009.).



Slika 1. Osnovna shema bioplinskog postrojenja (Izvor: [https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7\\_biomasa.pdf](https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7_biomasa.pdf) )

### 2.3. Tehnologija proizvodnje crnog vina

Vrenjem masulja crnih sorata dobiva se crno vino. Proizvodnja se može odvijati na nekoliko načina.

1. klasični način s potopljenom i izdignutom kominom
2. proizvodnja u vertikalnim i horizontalnim roto tankovima
3. karbonskom maceracijom

Najčešće se crno vino proizvodi u horizontalnim roto tankovima ili vinimaticima. Kapacitet vinematika varira se od 150 do 350 hektolitara. Maceracija i vrenje odvija se nekoliko dana. Intenzivno je izluživanje tvari boje iz pokožice u tekuću fazu zbog kontroliranih uvjeta. Mošt koji je još u vrenju ispušta se na kraju procesa iz cisterne, a komina ide na prešanje. Mlado vino dovire u posebnim cisternama ili drvenim posudama. Daljnim enološkim postupcima za njegu i doradu vina (pretakanjem, taloženjem, malolaktičnom fermentacijom,

sumporenjem, mikrooksigenacijom, filtracijom, odležavanjem) formiraju se bitne mirisne i okusne komponente vina (Zoričić, 1996.).

#### **2.4. Tehnologija proizvodnje bijelog vina**

Vrenjem mošta se dobije bijelo vino. Mošt je tekući proizvod proizveden odgovarajućim postupcima runjenja, muljanja, ocjeđivanja i tiještenja grožđa. Nakon tiještenja grožđa mošt se sumpori. Sumporni dioksid sprečava rad bakterija i divljih kvasaca, koji uglavnom ugibaju te se ubrzava taloženje nečistoća (sredstva za prskanje, čestica zemlje, sitnih ostataka lišća i slično). Ovisno o zdravstvenom stanju grožđa i temperaturi mošta, dodaju se odgovarajuće količine K–metabisulfita ili 5%-tne otopine sumporaste kiseline za pospješivanje taloženja i odvajanja nečistoća. Taloženje traje od 20 do 24 sata, a zatim se mošt pretače u bačve ili cisterne na vrenje. Važan čimbenik za kakvoću vina je kontrolirano vrenje, uz primjenu selekcioniranih vinskih kvasaca. Kontrolirano vrenje provodi se selekcioniranim vinskim kvascima, dobivenim selekcijom u mikrobiološkim laboratorijima. Niske temperature ispod 15°C i visoke iznad 25°C mogu nepovoljno utjecati na kakvoću vina. Najpovoljnija temperatura za vrenje bijelog mošta je 16-18°C, a za vrenje crnog masulja oko 25°C. Daljnjom negom, doradom i odležavanjem mladog vina stvara se tipičan i prepoznatljiv proizvod, karakterističan za svako proizvodno područje (Zoričić, 1996.).

#### **2.5. Ostaci grožđa nakon proizvodnje vina**

Grožđe jedno je od voća koje se najviše proizvodi u svijetu. Svake godine proizvedu se milijuni tona grožđa od čega je 75 % namijenjeno proizvodnji vina. Posljedično, stvara se značajna količina komine koja iznosi oko 20-30% od ukupne količine grožđa koja se koristi u proizvodnji vina. Ako se ovim nusproizvodom ne postupa pravilno i ako se ne odloži ili ne preradi na odgovarajući način, bit će ozbiljno opterećenje za okoliš (Xiao i sur., 2021.). Komina grožđa vrlo je varijabilan proizvod. Sadrži nestalne omjere peteljkovine, sjemenki, pulpe i kožice. Na sastav komine utječe zrelost ploda, sorta grožđa i način proizvodnje vina. No, unatoč ovoj neujednačenosti, komina grožđa može biti krmivo umjerene do niske hranjive vrijednosti. U istraživanjima koje su proveli Gonzalez-Vazquez i sur.(2017), Makela i sur.(2017), Botelho i sur.(2018), Khiari i Jeguirim (2018), Gowman i sur.(2019), najzastupljeniji element pronađen u komini grožđa bio je ugljik (54,00%), zatim kisik

(37,85%) i vodik (6,08%). Utvrđeno je da količina dušika iznosi (1,99%), a sumpor je prisutan u tragovima (0,08%). Sadržaj proteina iznosi oko 14%, a sadržaj vlakana općenito je visok te se kreće u rasponu od 26-70% s iznimnim razinama lignina (18-55%), a osim toga komina grožđa sadrži 4-11% lipida koji su prisutni u sjemenkama. Sadržaj šećera može varirati od 4–9% u komini od crnog grožđa do 28–31% u komini od bijelog grožđa (Izvor: <https://www.feedipedia.org/node/691>). Materijali od najvećeg interesa za proizvodnju energije su komina, ostaci od rezidbe trsa i ponekad bolesno vino ili vino sa manama, koje ne nalazi nikakvu drugu upotrebu na tržištu osim za proizvodnju bioetanola ili octa (Corona i sur., 2010). Kako bi se povećao profit i smanjilo zagađenje okoliša u industriji proizvodnje vina, integrirano korištenje komine grožđa postalo je bitno pitanje. Sirovi oblik komine grožđa mogao bi se izravno koristiti za proizvodnju biognojiva, biougljena, biopolimera, kompozita i hrane za preživače. Međutim, ekstrakcija bioaktivnih spojeva je ekonomski atraktivnija u pogledu iskorištavanja nusproizvoda s dodanom vrijednošću. Komina grožđa uglavnom se sastoji od dijetalnih vlakana, oligosaharida, proteina, minerala, polifenola i ulja; stoga je potencijalni izvor ovih komponenti, te se pokazala izvrsnim izvorom za ekstrakciju polifenola, dijetalnih vlakana i ulja, a neki od tih proizvoda se prodaju širom svijeta kao dodaci hrani, što uvelike diverzificira vinogradarsko vinarsku proizvodnju (Xiao i sur., 2021.). Jedna tona komine grožđa se sastoji od 425 kg kože grožđa, 225 kg koštica grožđa, 249 kg peteljki i drugih manjih sastojaka poput vode (Spinei i Oroian., 2021.). Komina grožđa sadrži i polisaharide topive u vodi i to svojstvo stvara novu mogućnost integriranog iskorištavanja nusproizvoda (Bordiga, 2016.).



Slika 2. Kom grožđa (Izvor: <https://www.angelapersonaltuscantour.com/grappa-last-product-wine-process/> )

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Uzorci

Uzorci koma su prikupljeni s više lokaliteta na području Republike Hrvatske. Uzorci sorata Merlot, Cabernet franc, Frankovka i Rajnski rizling su s područja Podunavlja iz vinarije Erdutski vinogradi d.o.o. Uzorak Graševine je s područja Baranje iz vinarije Podrumi Kolar. Uzorak Muškat žuti je s područja Slavonije iz vinarije Kutjevo. Supstrati za daljnja istraživanja su čista goveđa gnojovka (500g) – kontrolna skupina te supstrati od 475g goveđe gnojovke kojoj je dodano 25g komine od šest različitih sorata grožđa (eksperimentalne skupine).

Crne sorte :
Mix Merlot Erdut
Mix Cabernet Franc Erdut
Mix Frankovka Erdut
Bijele sorte:
Mix Muškat Žuti Kutjevo
Mix Graševina Kolar
Mix Rajnski rizling Erdut

Tablica 1. Nazivi eksperimentalnih skupina

Sve skupine postavljene su u tri ponavljanja. Proces anaerobne fermentacije odvijao se u diskontinuiranom procesu pri termofilnim uvjetima ( $>50^{\circ}\text{C}$ ) uz trajanje od 28 dana. Ciljevi istraživanja su utvrditi mogućnost proizvodnje bioplina iz različitih komina grožđa i utvrditi količinu i sastav proizvedenog bioplina.



Slika 3. Prikaz uzoraka (Izvor: autor)



Slika 4. Priprema uzoraka za istraživanje (Izvor: Autor)

### 3.2. Metoda anaerobne fermentacije

Prilikom proizvodnje bioplina koristile su se sedam skupina uzoraka. Jedna kontrolna skupina, tri uzorka crne sorte vina i tri uzorka bijele sorte vina. Crne sorte vina su: Merlot, Cabernet franc i Frankovka. Bijele sorte vina su: Muškat žuti, Graševina i Rajnski rizling. Anaerobna fermentacija se provodila u diskontinuiranim bioreaktorima zapremine jedne litre pri termofilnim uvjetima od 55 °C u kupelji tijekom razdoblja do 28 dana. Svakodnevno se pratila fermentacija, a razina bioplina se očitavala u graduiranim menzurama kapaciteta dvije litre spojenim na bioreaktore preko PVC cijevi.



Slika 5. Graduirane posude (Izvor: Autor)



Slika 6. Vodena kupelja (Izvor: Autor)

### 3.3. Analiza sastava plina

Pomoću prijenosnog analizatora bioplina Optima 7 biogas smo odredili sastav bioplina koji se može koristiti i za mjerenje ispušnih plinova, protoka i kalorijske vrijednosti bioplina.



Slika 7. Prijenosni analizator bioplina Optima 7 biogas (Izvor: Autor)

### 3.4. Analiza suhe tvari

Suha tvar u uzorcima utvrđena je sušenjem 100 g svježe tvari uzorka u sušioniku, na 75°C kroz 24 sata, zatim dodatna 3 sata na temperaturi od 105°C do konstantne mase. Udio ukupne suhe tvari u uzorku izračunata je prema jednadžbi:

$$\text{Ukupna suha tvar ( \% )} = [ \text{neto suha tvar ( g )} \div \text{neto svježi uzorak ( g )} ] \times 100$$



Slika 8. Prikaz uzoraka u sušioniku (Izvor: Autor)

### 3.5. Određivanje sadržaja pepela i organske tvari

Ukupan sadržaj pepela i organske tvari određen je žarenjem na 550°C tijekom 3-4 sata u peći za žarenje, a korišteni su uzorci suhe tvari nakon sušenja na 75°C i sljedeće formule:

$$\text{pepeo ( \% )} = [ \text{neto masa pepela nakon 550°C ( g )} \div \text{neto suhi uzorak ( g )} ] \times 100$$

$$\text{organska tvar} = [ 1 - \text{neto pepela nakon 550°C ( g )} \div \text{neto suhi uzorak ( g )} ] \times 100$$

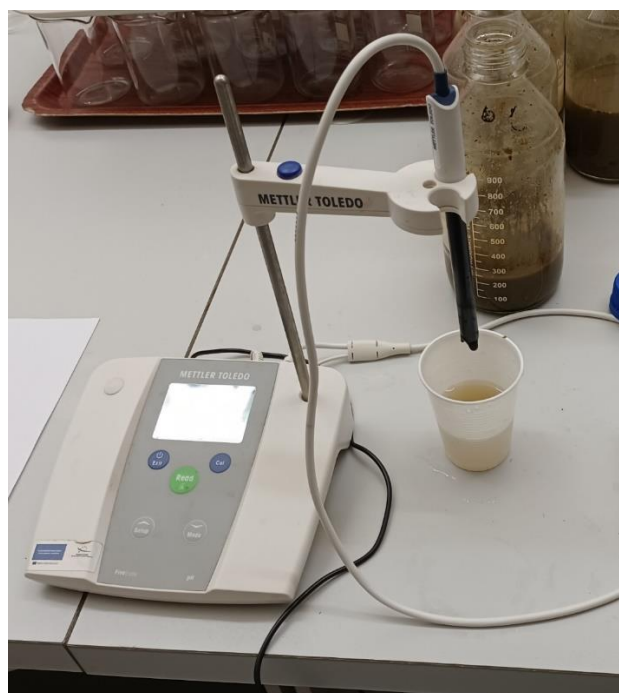




Slika 9. Mufolna peć (Izvor: Autor)

### 3.6. Određivanje pH

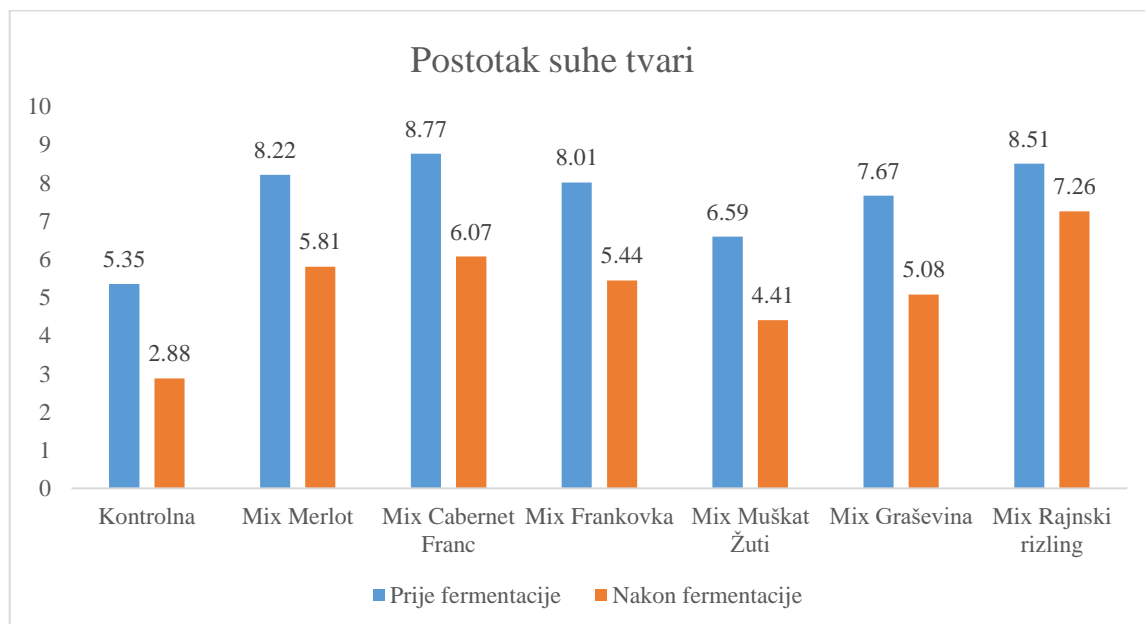
Određivanje pH vrijednosti u uzorcima obavljeno je pH metrom Mettler Toledo FiveEasy.



Slika 10. Prikaz uređaja za ispitivanje pH vrijednosti (Izvor: Autor)

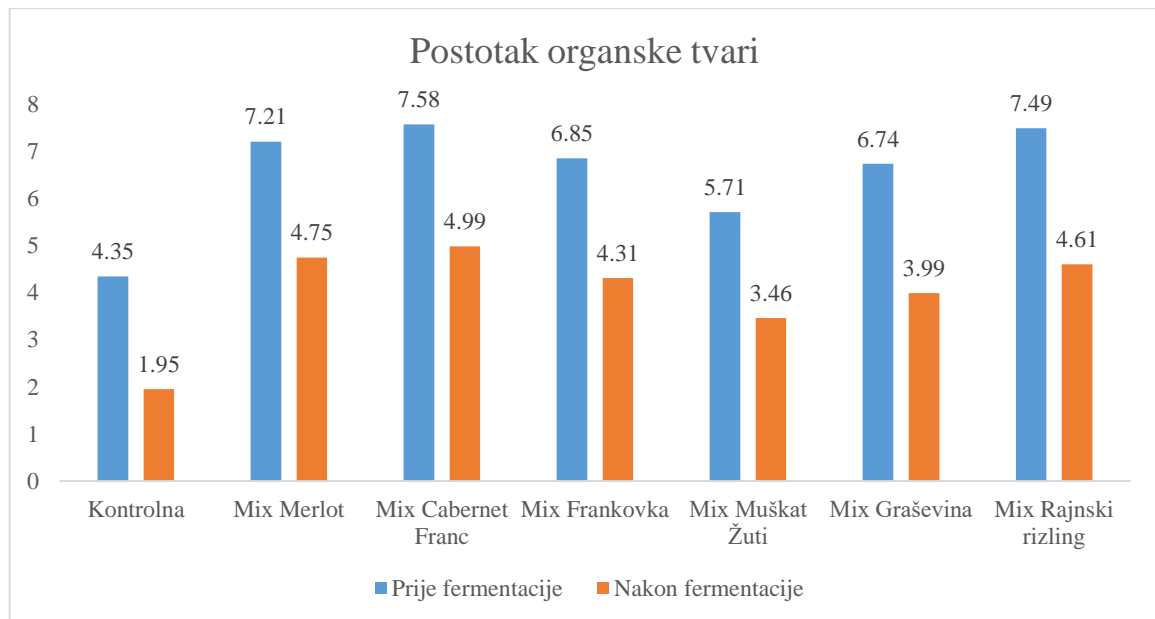
## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Količina suhe i organske tvari



Grafikon 1. Udio suhe tvari (%) prije i nakon fermentacije

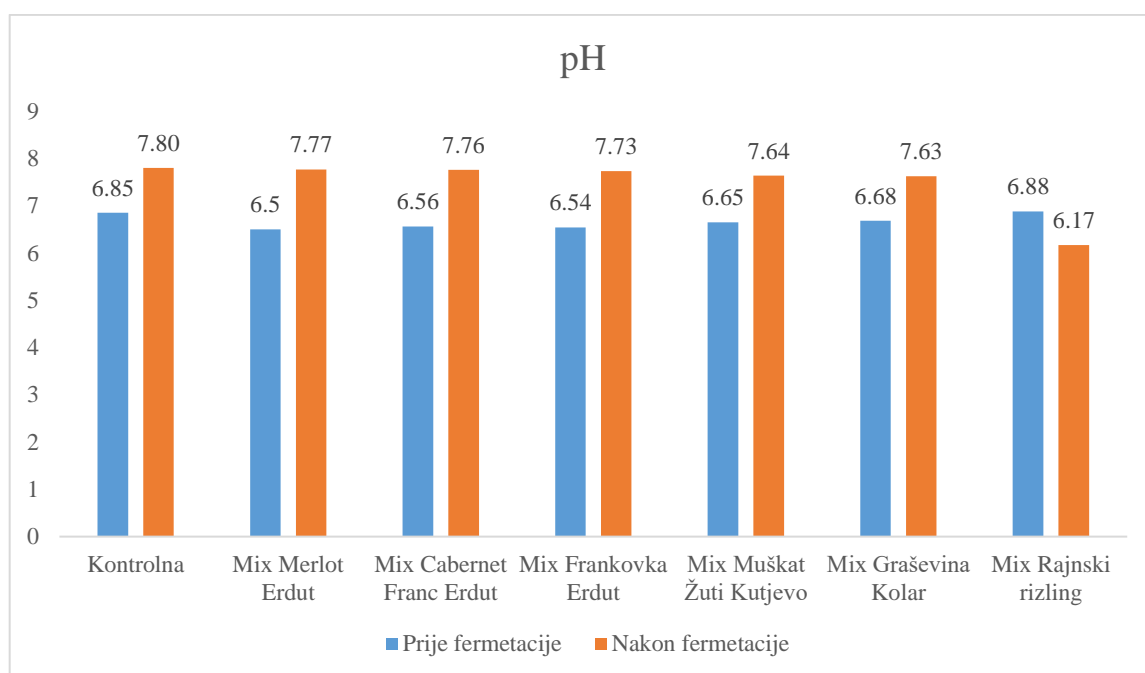
Količina suhe tvari najviše iznosi kod mix Cabernet Franca iz Erduta, koja je iznosila 8,77%, a najmanja količina suhe tvari iznosi kod kontrolne skupine koja iznosi 5,35%. Nakon fermentacija se udio suhe tvari još više smanjio kod svih uzoraka. Najmanju količinu suhe tvari je iznosila kontrolna skupina 2,88%, a najveći udio suhe tvari nakon fermentacije je iznosio uzorak mix Rajnski rizling 7,26%.



Grafikon 2. Udio organske tvari (%) prije i nakon fermentacije

Postotak organske tvari najviše iznosi kod mix Cabernet Franca iz Erduta, koja je iznosila 7,58%, a najmanja količina organske tvari iznosi kod kontrolne skupine koja iznosi 4,35%. Nakon fermentacija se udio suhe tvari još više smanjio kod svih uzoraka. Najmanju količinu organske tvari je iznosila kontrolna skupina 1,95%, a najveći udio suhe tvari nakon fermentacije je iznosio uzorak mix Cabernet Franc Erdut 4,99%.

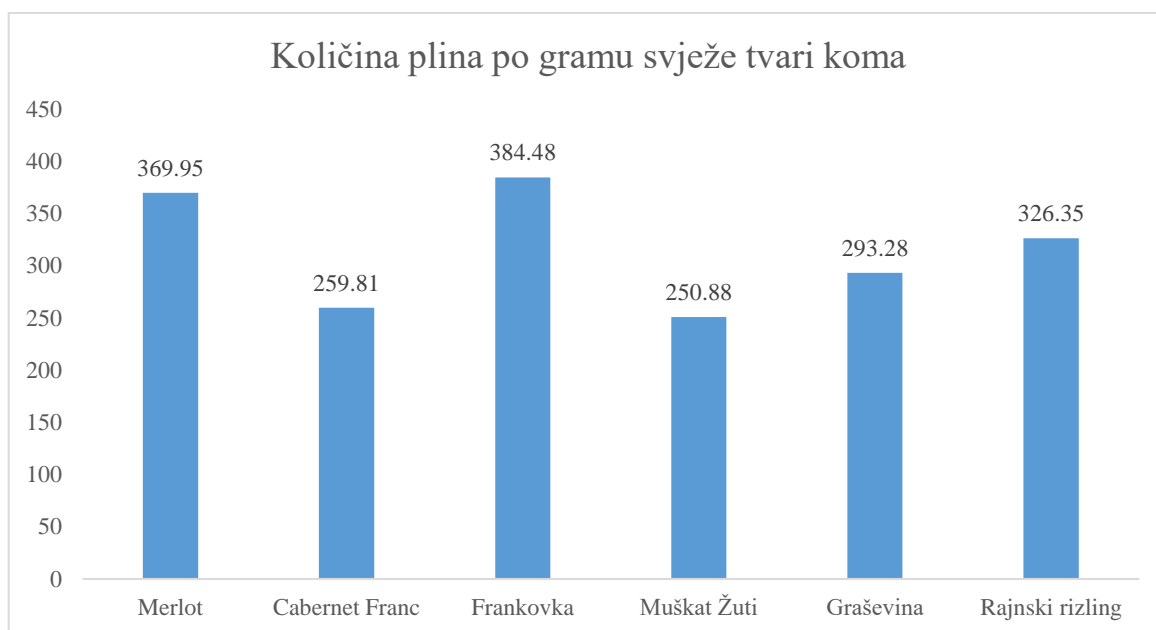
## 4.2. Vrijednost pH



Grafikon 3. Udio pH prije i nakon fermentacije

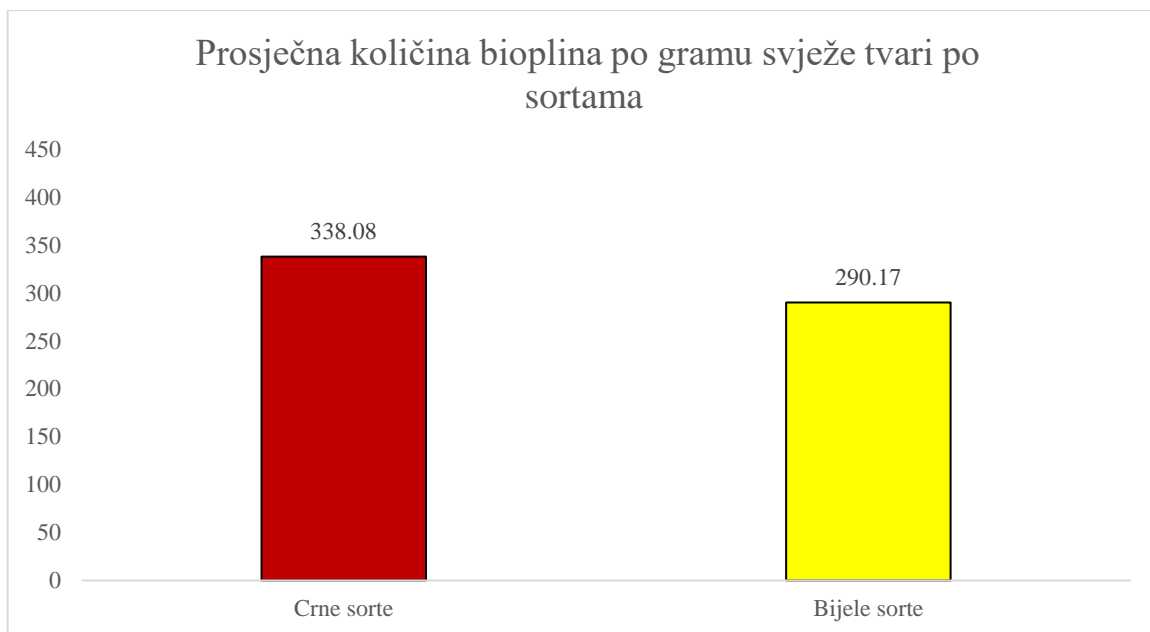
Dobivena pH vrijednost najviše iznosi kod mix Rajnski rizling, koja je iznosila 6,88, a najmanja kod mix Merlot Erdut koja iznosi 6,5. Nakon fermentacija se pH vrijednost se još više povećala kod svih uzoraka osim mix Rajnski rizling. Najmanju dobivenu vrijednost pH je iznosila mix Rajnski rizling 6,17, a najveću dobivenu pH vrijednost nakon fermentacije je iznosila kontrolna skupina 7,80%.

### 4.3. Količina proizvedenog bioplina



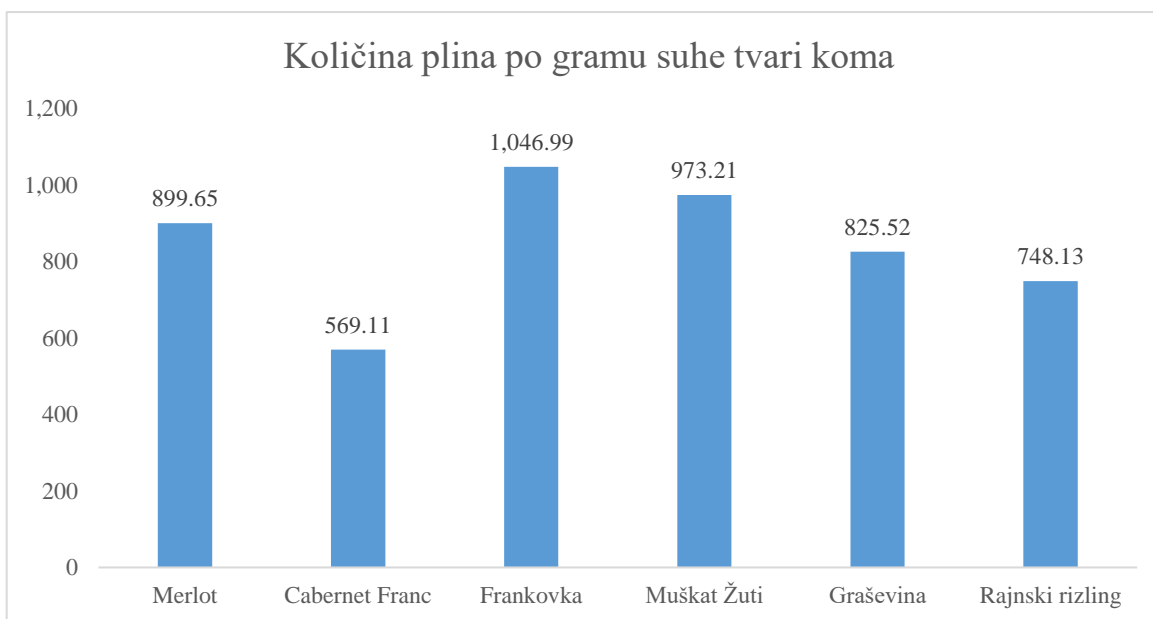
Grafikon 4. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu svježe tvari koma

Dobiveni rezultati pokazuju da količina proizvedenog bioplina po gramu svježe tvari koma je najviše ostvarena kod uzorka Frankovka Erdut, koja iznosi 384,48 ml. Najmanja količina proizvedenog bioplina po gramu svježe tvari je zabilježena kod uzorka Muškati žuti Kutjevo, koja iznosi 250,88 ml.



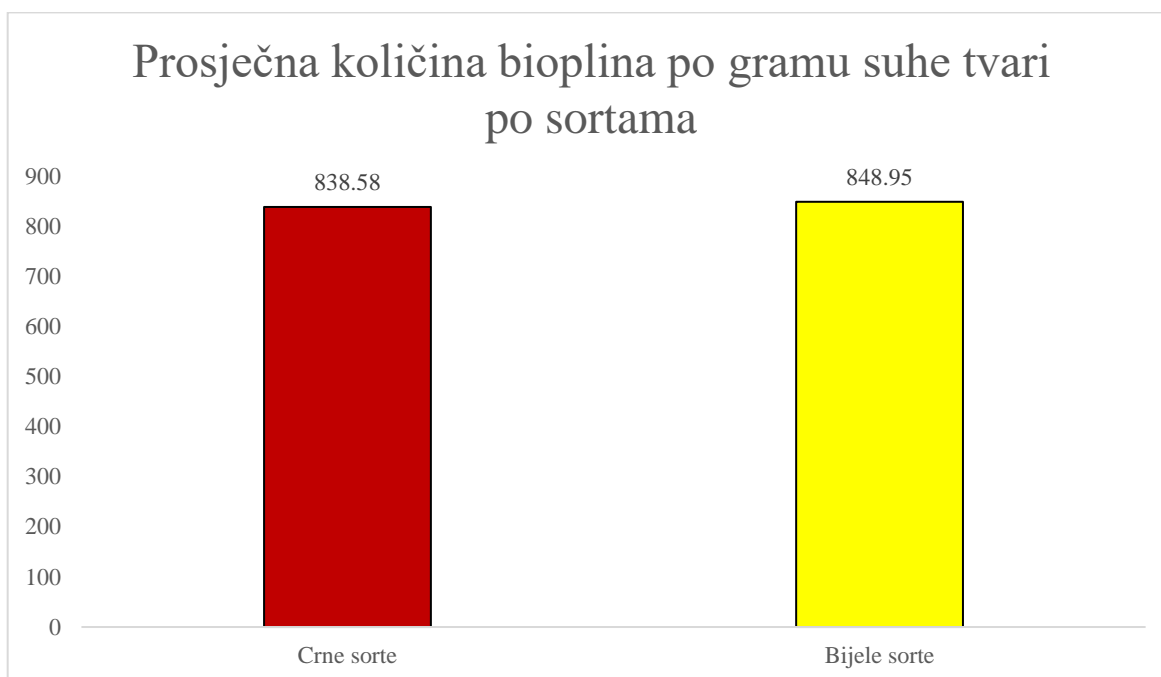
Grafikon 5. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu svježe tvari po sortama

Prosječne vrijednosti proizvodnje bioplina po gramu svježe tvari po sortama iznose 338,08 ml za crne sorte i 290,17 ml za bijele sorte. Dobivenim rezultatima crne sorte su ostvarile veću količinu bioplina za 14,17%. Prosječna količina bioplina po gramu svježe tvari za sve sorte iznosi 314,12 ml.



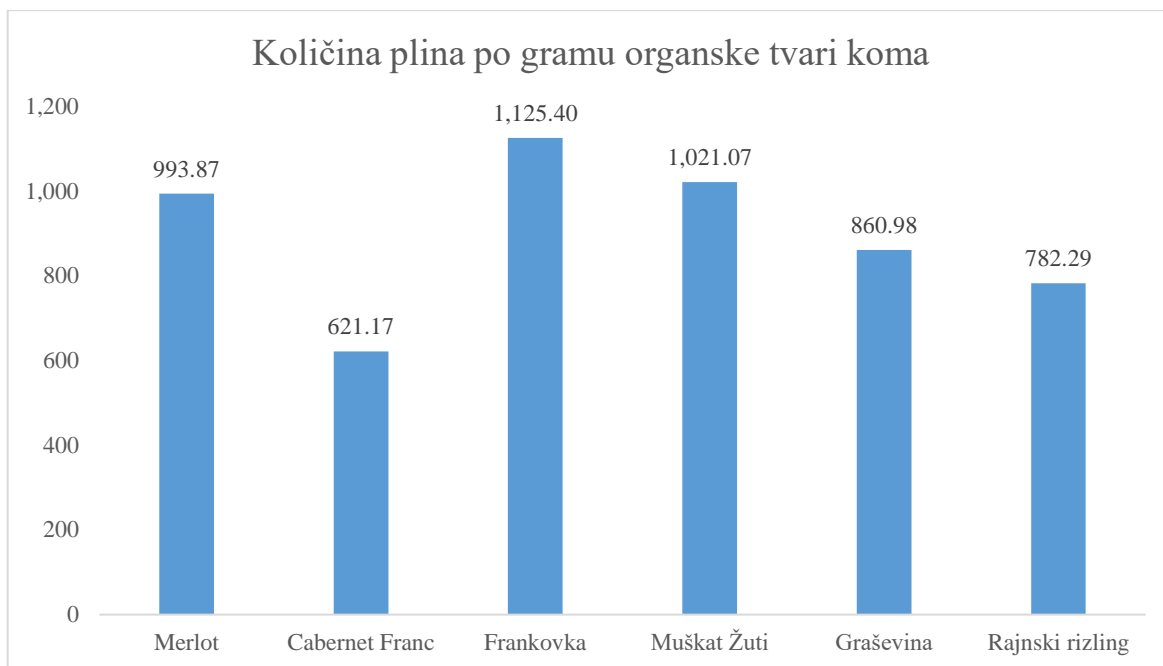
Grafikon 6. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu suhe tvari koma

Dobiveni rezultati pokazuju da količina proizvedenog bioplina po gramu suhe tvari je najviše ostvarena kod uzorka koma Frankovka Erdut, koja iznosi 1046,99 ml. Najmanja količina proizvedenog bioplina po gramu svježije tvari je zabilježena kod uzorka koma Cabernet Franc Erdut, koja iznosi 569,11 ml.



Grafikon 7. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu suhe tvari po sortama

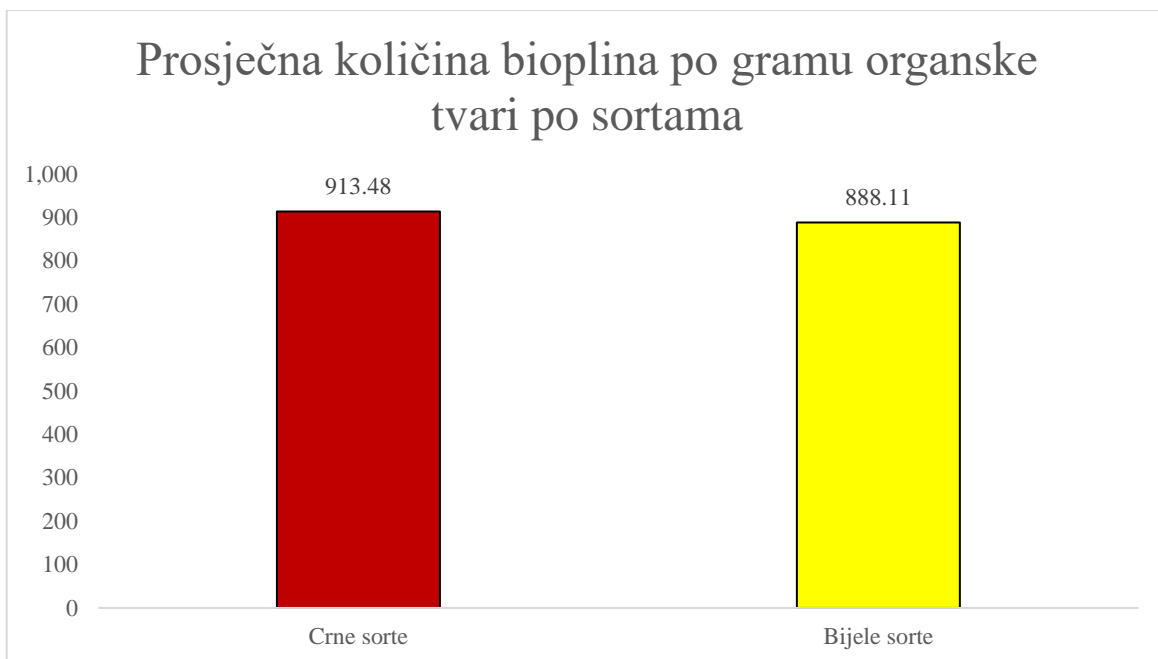
Prosječne vrijednosti proizvodnje bioplina po gramu suhe tvari po sortama iznose 838,58 ml za crne sorte i 848,95 ml za bijele sorte. Dobivenim rezultatima bijele sorte su ostvarile veću količinu bioplina za 1,22%.



Grafikon 8. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu organske svježe tvari koma

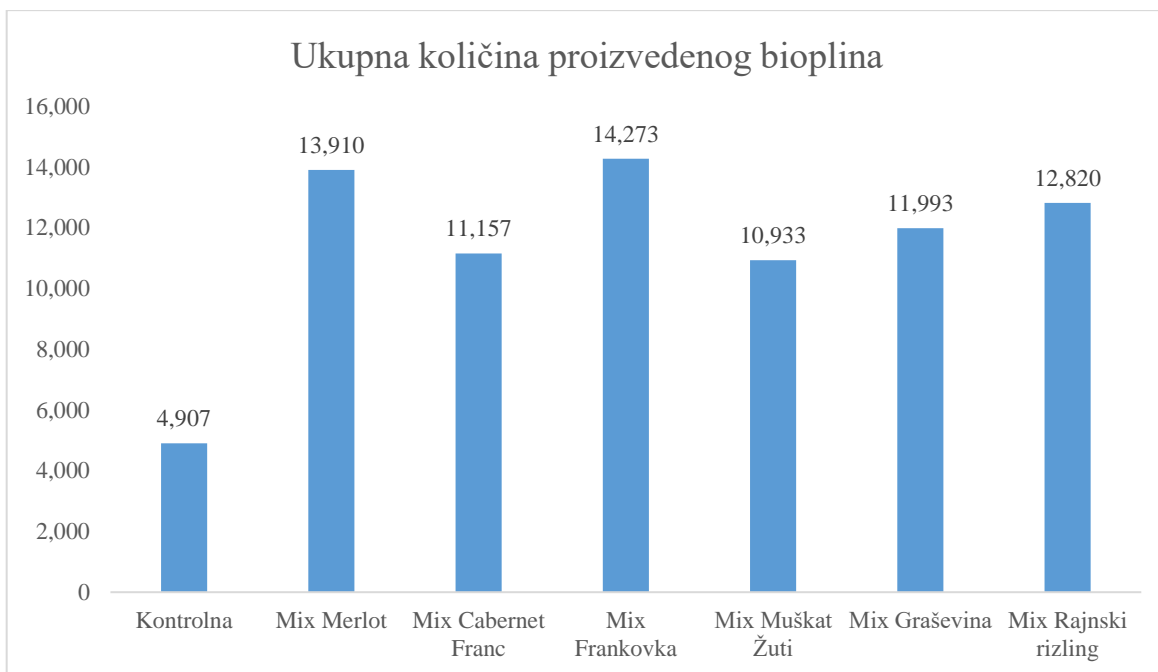
Količina proizvedenog bioplina po gramu organske tvari je najviše ostvarena kod uzorka koma Frankovka Erdut, koja iznosi 1125,40 ml. Najmanja količina proizvedenog bioplina po gramu svježe tvari je zabilježena kod uzorka koma Cabernet Franc Erdut, koja iznosi 621,17 ml.





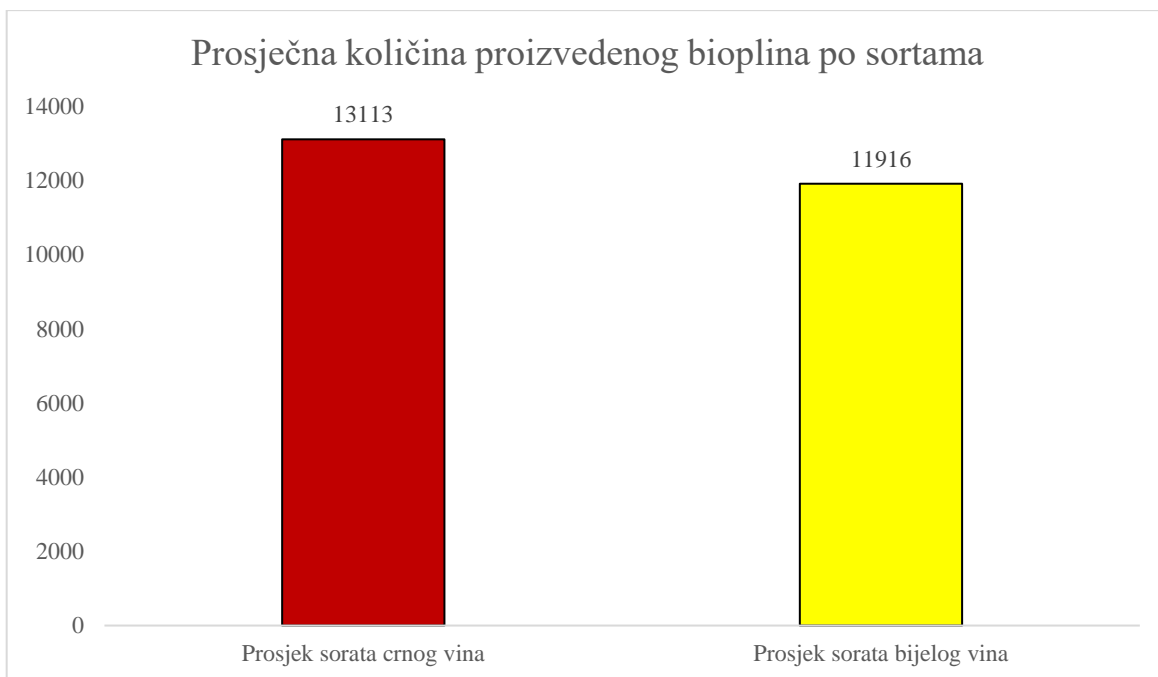
Grafikon 9. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu organske tvari po sortama

Prosječne vrijednosti proizvodnje bioplina po gramu organske tvari po sortama iznose 913,48 ml za crne sorte i 888,11 ml za bijele sorte. Dobivenim rezultatima crne sorte su ostvarile veću količinu bioplina za 2,77%.



Grafikon 10. Ukupna količina proizvedenog bioplina (ml)

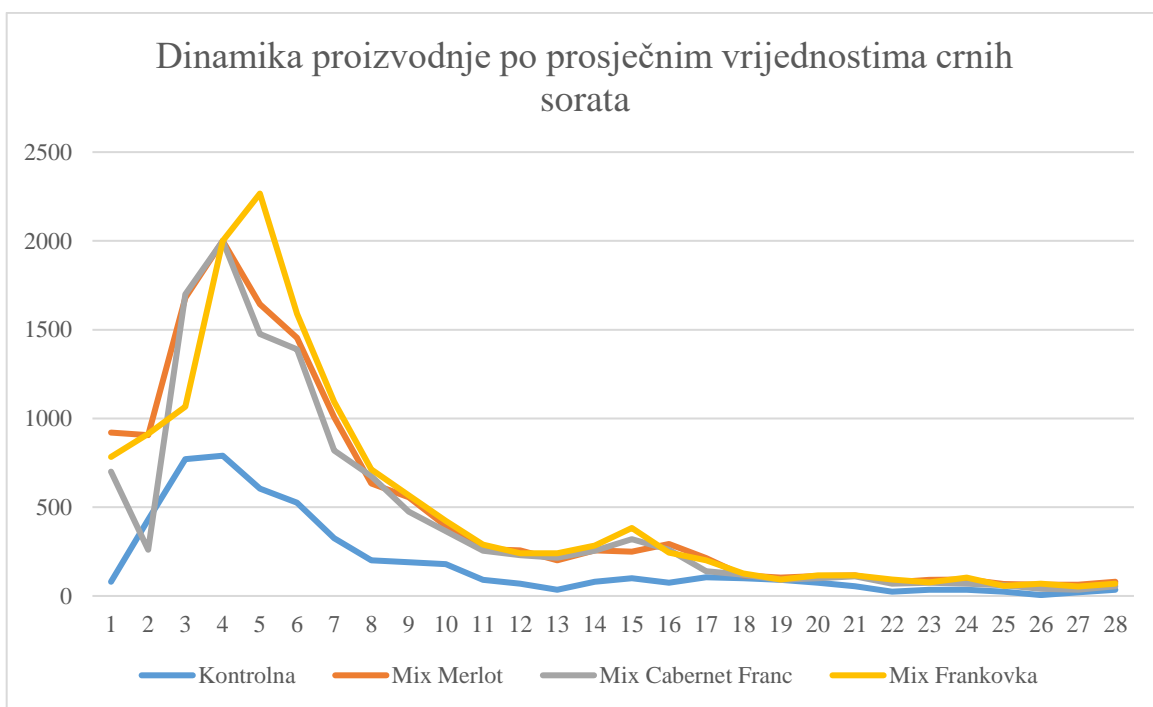
Ukupna količina proizvedenog bioplina najviše ostvarena kod uzorka mix Frankovka Erdut. Koja iznosi 14273 ml. Najmanja ukupna količina proizvedenog bioplina je zabilježena kod kontrolne skupine, koja iznosi 4907 ml. Dobiveni rezultati prikazuju da su svi eksperimentalni uzorci ostvarili minimalno 55.11% bolje rezultate u odnosu na kontrolnu skupinu.



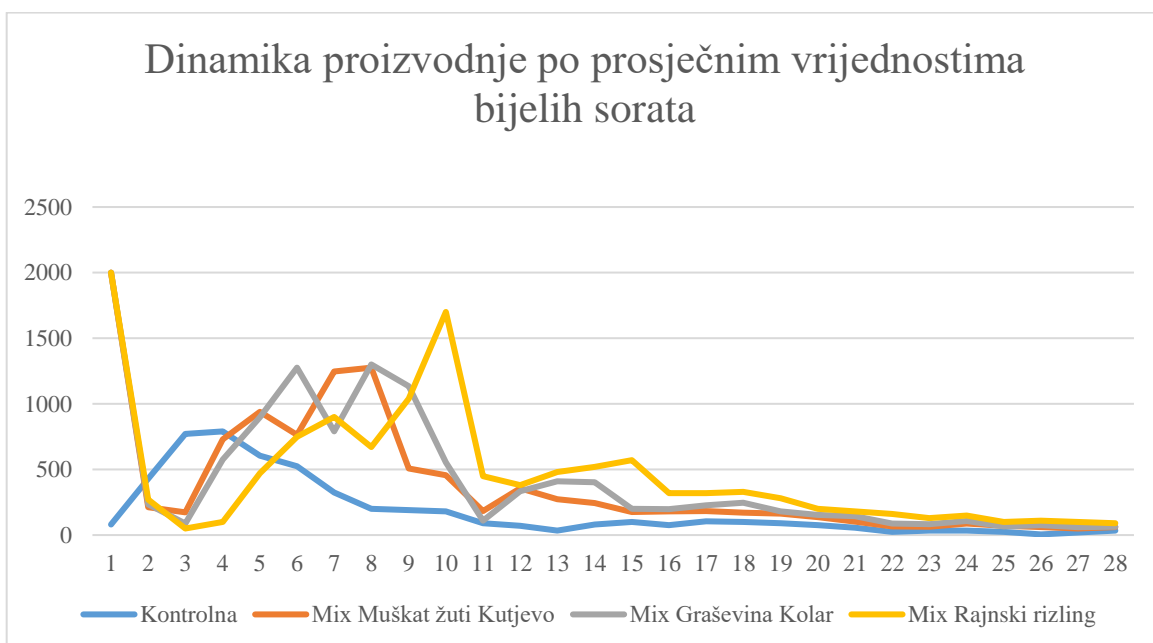
Grafikon 11. Ukupna količina proizvedenog količina bioplina (ml)

Prosječne vrijednosti proizvedenog bioplina po sortama iznose 13113 ml za crne sorte i 11916 ml za bijele sorte. Dobivenim rezultati crne sorte su ostvarile veću količinu bioplina za 9,12%.

#### 4.4. Dinamika proizvodnje bioplina



Grafikon 12. Dinamika proizvodnje bioplina po prosječnim vrijednostima crnih sorata (ml)

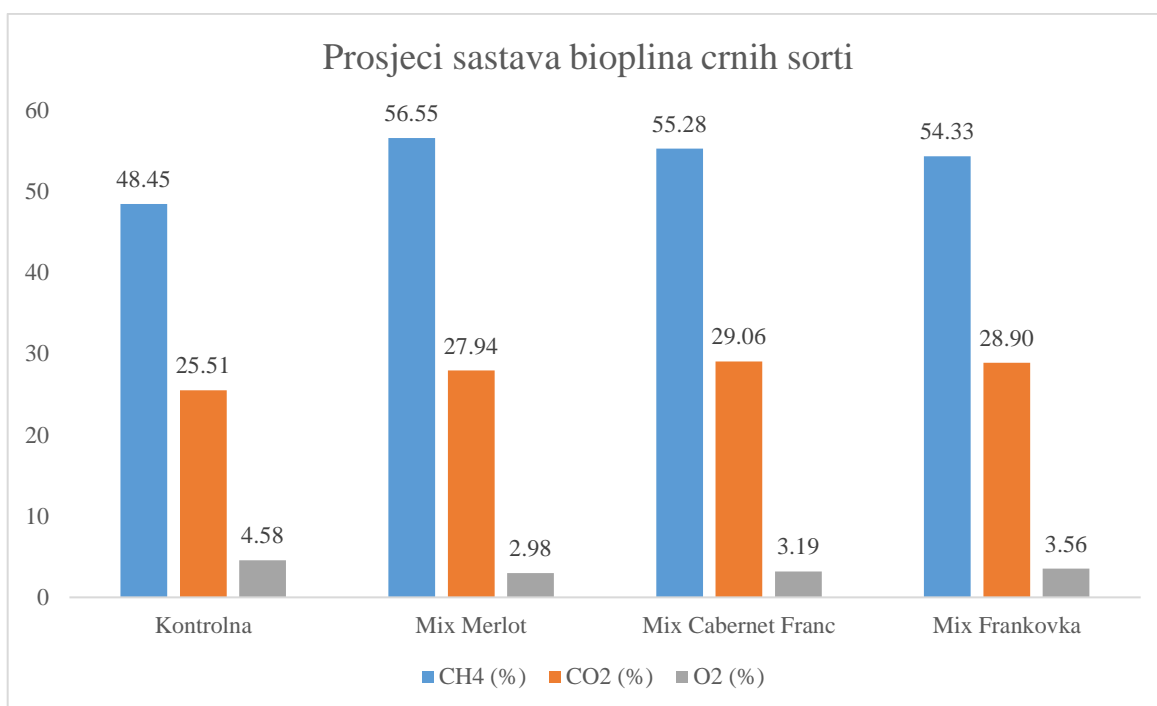


Grafikon 13. Dinamika proizvodnje bioplina po prosječnim vrijednostima bijelih sorata (ml)

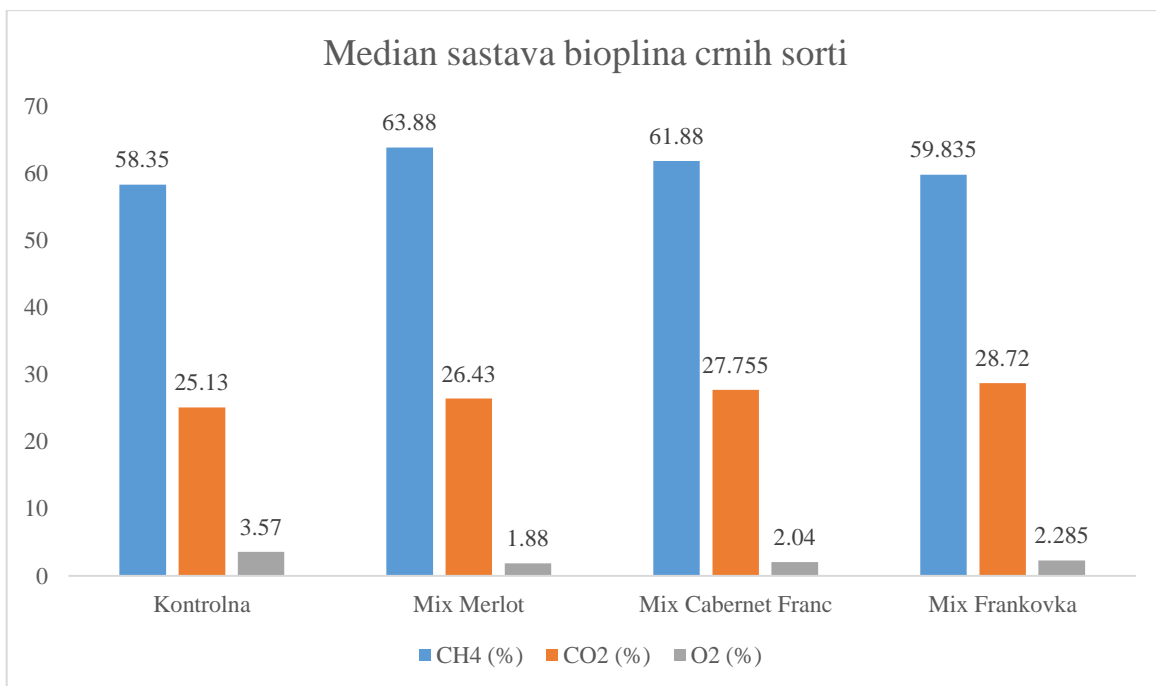
Dinamika proizvodnje bioplina po prosječnim vrijednostima se odvijala u trajanju od 28 dana. Kod prosječnih vrijednosti crnih sorata je mix Frankovka Erdut ostvario najveću razinu

proizvodnje bioplina u petom danu koja je iznosila 2266 ml bioplina. Nakon naglog porasta slijedi nagli pad količine proizvedenog bioplina. Od desetog dana proizvodnje bioplina vrijednost količine proizvedenog bioplina nije prešla 500 ml bioplina po danu. Najmanju količinu bioplina je ostvarila kontrolna grupa, najveću količinu proizvedenog bioplina u kontrolnoj grupi je ostvaren četvrti dan, a količina proizvedenog bioplina je iznosila 790 ml. Kod dinamike proizvodnje bijelih sorata je mix Rajnski rizling ostvario nagle uspone i padove. Prvi dan je ostvario količinu proizvedenog bioplina 2000 ml. Zatim nagli porast deseti dan na 1700 ml bioplina. Od desetog dana proizvodnje jedino je mix Rajnski rizling prešao vrijednost od 500 ml i to samo dva dana, četrnaesti dan 520 ml i petnaesti dan 570 ml proizvedenog bioplina. Ostale skupine nisu prelazile vrijednosti od 500 ml po danu nakon desetog dana proizvodnje. Posljednjih 8 dana su sve vrijednosti pale ispod 100 ml proizvedenog bioplina.

#### 4.5. Sastav bioplina

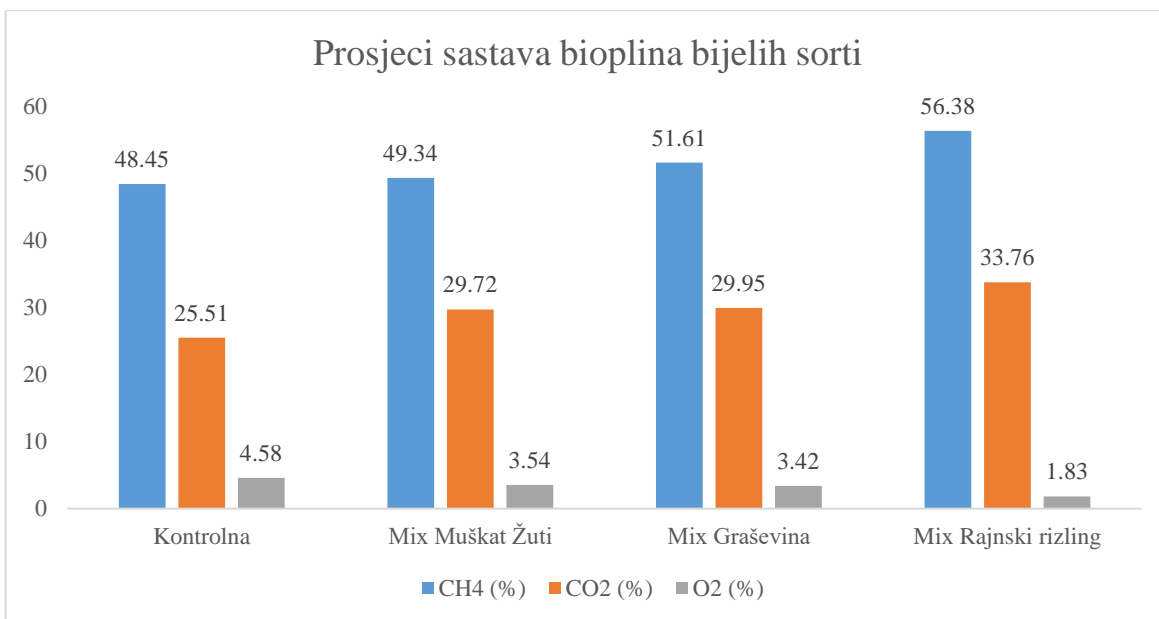


Grafikon 14. Prosjeci sastava bioplina crnih sorti (%)

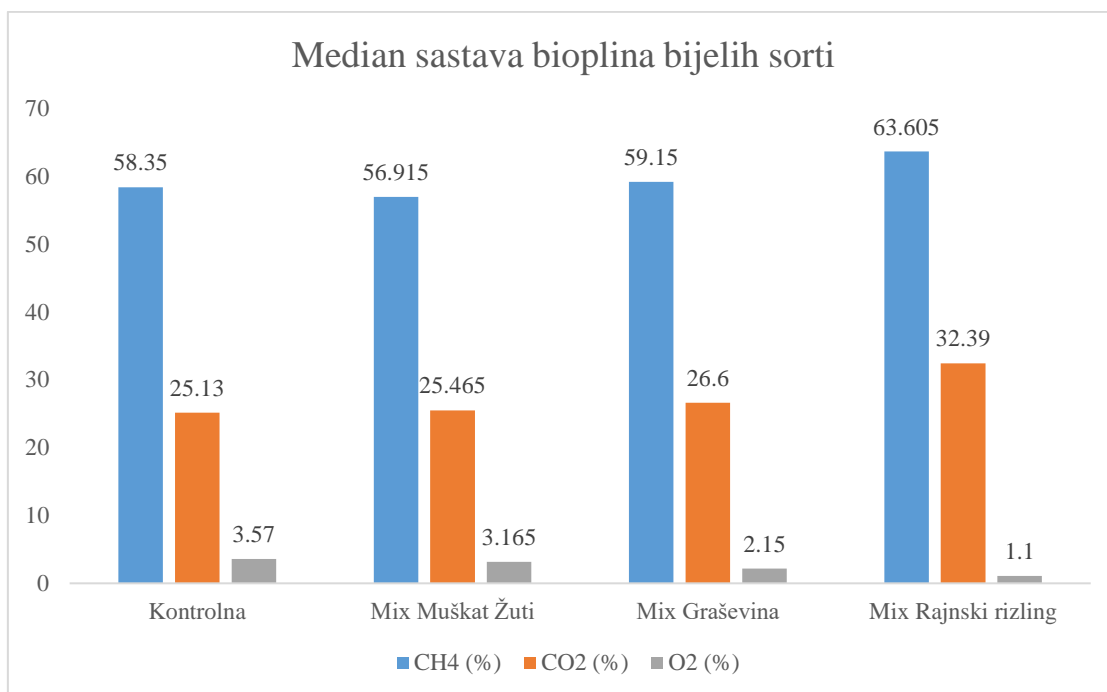


Grafikon 15. Median sastava bioplina crnih sorti (%)

Kod uzoraka crnih sorti očitane vrijednosti metana za uzorak mix Merlot Erdut je iznosio najveći udio koji je iznosio 56,55%. Najmanju ostvarenu vrijednost metana je ostvarila kontrolna skupina od 48,45%. Izračunata vrijednost ugljikovog dioksida nije imala velika odstupanja između uzoraka. Najveće odstupanje je između kontrolne skupine i mix Cabernet Franc Erdut koje iznosi 3,55%. Odstupanje izračunatog kisika je još manje između uzoraka i ono iznosi 1,6%.



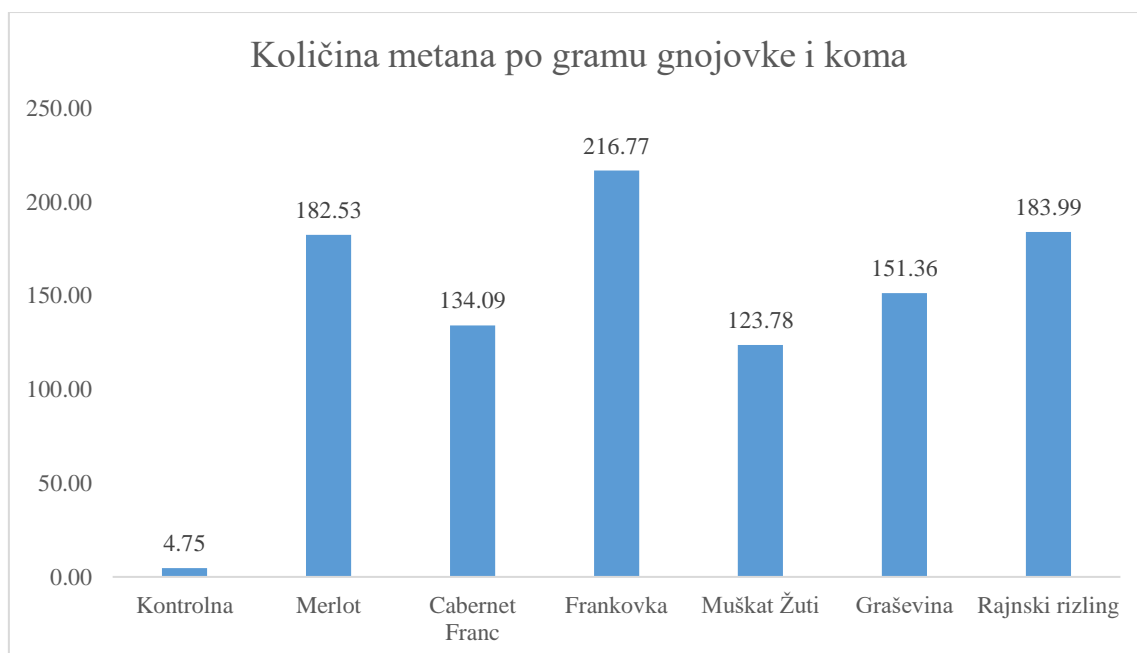
Grafikon 16. Prosjeci sastava bioplina bijelih sorti (%)



Grafikon 17. Median sastava bioplina bijelih sorti (%)

Kod uzoraka bijelih sorti očitane vrijednosti metana za uzorak mix Rajnski rizling je iznosio najveći udio koji je iznosio 56,38%. Najmanju ostvarenu vrijednost metana je ostvarila kontrolna skupina od 48,45%. Izračunata vrijednost ugljikovog dioksida nije imala velika odstupanja između uzoraka. Najveće odstupanje je između kontrolne skupine i mix Rajnski

rizling koje iznosi 7,93%. Odstupanja izračunatog kisika je još manje između uzoraka i ono iznosi 2,75%.



Grafikon 18. Količina dobivenog metana (ml)

Količina dobivenog metana je najviše ostvarena kod uzorka koma sorte Cabernet Franc koja iznosi 5419.25 ml. Najmanja ostvarena količina metana je kod kontrolne skupine koja iznosi 2258.42 ml. Količina dobivenog metana kod koma grožđa je iznosila minimalno 27% do maksimalno 58.3% veći porast u odnosu na kontrolnu skupinu.



## 5. RASPRAVA

Prema podacima iz Vinogradarskog registra Agencije za plaćanja u poljoprivredi, ribarstvu i ruralnom razvoju u Vukovarsko – srijemskoj županiji ima 1.202 parcela vinograda ukupne površine 1.590,01 ha. Najznačajnije sorte vinogorja Srijem odnosno Vukovarsko-srijemske županije su graševina i traminac među bijelim sortama, te frankovka i cabernet sauvignon među crnim sortama. Graševina se uzgaja na čak 950,56 ha, što je 60,86 % od ukupnih površina vinograda. Traminac, sorta po kojoj je Ilok nadaleko poznat, uzgaja se na 149,57 ha, što čini zastupljenost od 9,58 %. Frankovka, glavna crna sorta Srijemskog vinogorja, proširena je sa 8,21 % na 128,17 ha, dok se Cabernet sauvignon uzgaja na 39,69 ha od ukupnih površina pod vinogradima. Vinske godine 2020. (01.08.2020.-31.07.2021.) proizvedeno je 14.574,51 t grožđa, te 99.893,64 hl vina. Od ukupne količine proizvedenog vina 20% su crna, dok je 80% bijelih vina. Graševina je vodeća sorta (Izvor: <https://www.apprrr.hr/wp-content/uploads/2022/01/Podaci-iz-VR-za-2021.-godinu.xlsx>).

Ako pogledamo ukupnu količinu proizvedenog grožđa ona iznosi 14.574,51 tona te podijelimo sa površinom parcela vinogradske površine koja iznosi 1.590,01 ha dobijemo prosječnu količinu od 9,16 tona prinosa grožđa po hektaru. Prema Xiao i sur. (2021) komina je procijenjena na 30% ukupnog grožđa koje se koristi u proizvodnji vina. Možemo izračunati da po hektaru vinograda kao nusprodukt proizvodnje vina ostane 2,74 tona koma grožđa. Sadržaj vlage varira od 50% do 72% (Teixeira i sur., 2014.). Prosječna količina bioplina po toni svježje tvari koma za sve sorte iznosi 314,12 m<sup>3</sup> sa prosječnim udjelom metana od 53,91%. Energetska vrijednost dobivenog bioplina iznosi od 5,2 do 6,5 kW/m<sup>3</sup>. Iz toga možemo izračunati da se iz jedne tona koma može proizvesti od 1633,42 kW do 2041,78 kW energije. Od te energije 42,1% je električna energija odnosno od 687,66 kW do 859,58 kW i 41,7% toplinske energije odnosno od 681,13 kW do 851,42 kW. Dok se ostatak energije u iznosu od 16,2% gubi u pretvorbi odnosno od 264,61 kW do 330,76 kW. Iz toga možemo zaključiti da po jednom hektaru vinogradskih nasada od 2,74 tona komine grožđa nakon proizvodnje vina možemo dobiti 860,68 m<sup>3</sup> bioplina. Iz kukuruznog usjeva proizvedenog na 1 ha, moguće je proizvesti 10.204,8 m<sup>3</sup> bioplina. Istu količinu bioplina moguće je proizvesti iz sudanske trave proizvedene na 7.378,73 m<sup>2</sup> (Kralik i sur., 2009). Energetska vrijednost dobivenog bioplina iznosi od 5,2 do 6,5 kWh/m<sup>3</sup> bioplina. Iz toga se u postupku proizvodnje proizvede 83,8% upotrebljive energije, dok su ostalo gubici u pretvorbi. Od te energije proizvodi se približno 42,1% električne energije i 41,7% toplinske

energije (Izvor: <https://bioen.hr/bioplina-proizvodnja/>). Ukupna proizvodnja električne energije u Republici Hrvatskoj u 2020. godini iznosila je 13 385,3 GWh, pri čemu je iz obnovljivih izvora energije, uključujući i velike hidroelektrane, proizvedeno oko 65,0 %. U tom postotku velike hidroelektrane sudjelovale su s 42,7 %, a 22,3 % električne energije proizvedeno je iz ostalih obnovljivih izvora energije vjetra, malih hidroelektrane, biomasa, geotermalne energije, bioplina i fotonaponskih sustava (Izvor: [https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika\\_EIHP\\_Energija\\_2020.pdf](https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika_EIHP_Energija_2020.pdf) ). Europa broji oko 19.000 bioplinskih postrojenja i više od 700 postrojenja za proizvodnju biometana. Ukupna proizvedena količina biometana i bioplina u 2019. iznosila je oko 18 milijardi kubičnih metara plina, ekvivalentno 193 TWh. Proizvodnja bioplina svake godine raste, u zadnjem desetljeću sektor proizvodnje bioplina imao je veliki napredak zahvaljujući znanstvenim istraživanjima i inovacijama u procesima. (Izvor: [https://ips-konzalting.hr/en\\_US/blog/ips-news-8/post/proizvodnja-i-perspektive-bioplina-u-eu-620](https://ips-konzalting.hr/en_US/blog/ips-news-8/post/proizvodnja-i-perspektive-bioplina-u-eu-620) ). U EU se prosječno 40% biootpada još uvijek odlaže na odlagališta. Temeljem podataka o količinama komunalnog otpada za 2016. godinu koje nastaju na razini EU 28 i udjela biootpada u ukupnom komunalnom otpadu, može se zaključiti da godišnja količina komunalnog biootpada za EU razinu iznosi 87.5 milijuna tona, odnosno 171 kg/stanovnik, dok se količina biootpada koji potječe iz industrije hrane procjenjuje na 37 milijuna tona. Time ukupna godišnja količina biootpada u EU iznosi oko 125 milijuna tona (244 kg/stanovnik). Europska komisija razmatrala je reviziju ciljeva vezanih uz otpad unutar Direktive o odlaganju otpada. Vezano uz biootpad, glavni elementi su: Recikliranje i priprema za uporabu komunalnog otpada (uključujući biootpad) treba se povećati na 70% do 2030. Prestanak odlaganja reciklabilnog otpada do 2025. ( uključuje plastiku, papir, metale, staklo i biootpad) na odlagališta za neopasni otpad korespondira s maksimalnom stopom odlaganja od 25%. Mjere usmjerene na smanjenje proizvodnje otpada od hrane za 30% do 2025, uvođenjem odvojenog prikupljanja biootpada. Oko 90 milijuna tona otpada hrane generira se u EU godišnje ili oko 180 kg po osobi. Postoji nekoliko specifičnih mogućnosti za tretiranje biootpada (spaljivanje, kompostiranje i anaerobna razgradnja). Nažalost, Direktiva o odlagalištima ne propisuje određene opcije za tretiranje. Najznačajnije prednosti pravilnog tretiranja biootpada su proizvodnja kvalitetnog komposta i energije u obliku bioplina/ biometana. S jedne strane to doprinosi povećanju kvalitete tla te s druge smanjuje energetska ovisnost. Nažalost, zemlje članice se još uvijek oslanjaju na jeftinije i lakše opcije kao što su spaljivanje i odlaganje. U Republici Hrvatskoj, anaerobnom digestijom i kompostiranjem obrađeno je svega 14% proizvedenog biootpada, energetskom uporabom 0,5%, a na obradi

u izvozu je završilo 1% biootpada. Preostala količina biootpada je obrađena postupcima predobrade. U 2017. godini 77% biootpada je završilo na odlagalištima otpada. Unatoč tome što je odlaganje otpada jedna od najnepoželjnijih opcija u redu prvenstva gospodarenja otpadom, u RH je ista najzastupljenija. Procijenjena količina biootpada koja je u 2017. godini završila na odlagalištima otpada iznosi 452.319 tona. Samo u sklopu miješanog komunalnog otpada je bilo odloženo 426.813 tona biootpada. Odložene količine odvojeno sakupljenog biootpada iznosile su 22.328 tona (Omerdić, 2020.).

## 6. ZAKLJUČAK

U obnovljive izvore energije je potrebno konstantno ulagati i istraživati nove mogućnosti. Energija je potrebna ljudima u svakodnevnom životu kao i u raznim industrijama. Veliki potencijal proizvodnje obnovljivog izvora energije predstavlja proizvodnja bioplina od biomase. Kom grožđa prilikom proizvodnje vina je neizostavan nusprodukt te je iskoristiva sirovina za proizvodnju bioplina. Dobivenim rezultatima prilikom istraživanja su ostvareni pozitivni rezultati upotrebom koma grožđa iz vinograda. Prosječna količina bioplina po toni svježe tvari koma za sve sorte iznosi  $314,12 \text{ m}^3$  sa prosječnim udjelom metana od 53,91%.

## 7. POPIS LITERATURE

Znanstveni članci:

1. Al Seadi T., Rutz D., Prassl H., Kottner M., Finsterwalder T., Volk S., Janssen R., (2008): Biogas for Eastern Europe, University of Southern Denmark Esbrg, Niels Bohrs
2. Botelho T., Costa M., Wilk M., Magdziarz A., (2018): Evaluation of the combustion characteristics of raw and torrefied grape pomace in a thermogravimetric analyzer and in a drop tube furnace
3. Corona G., Giulia N., (2010): Renewable energy from the production residues of vineyards and wine: evaluation of a business
4. Gomez C., (2013): Biogas as an energy option: and overview
5. Gonzalez-Vazquez M., Garcia R., Pevida C., Rubiera F., (2017): Optimization of a bubbling fluidized bed plant for low-temperature gasification of biomass
6. Gowman A., Picard M., Rodriguez-Uribe A., Misra M., Khalil H., Thimmanagari M., Mohanty A., (2019): Physicochemical analysis of apple and grape pomaces
7. Khiari B., Jeguirim M., (2018): Pyrolysis of grape marc from Tunisian wine industry: Feedstock characterization, thermal degradation and kinetic analysis.
8. Kralik D., Elter A., Kukić S., Uranjek N., Spajić R., (2009): Sudan grass – energy crop for biogas production
9. Krička T., Voća N., Jurišić V., Matin A., Brlek Savić T., Bilandžija N., (2009): Proizvodnja bioplina i fermentiranog ostatka iz svinjske gnojovke
10. Makela M., Kwong C., Broström M., Yoshikawa K., (2017): Hydrothermal treatment of grape marc for solid fuel applications
11. Murphy J., Thamsirirot T., (2013): Fundamental science and engineering of the anaerobic digestion process for biogas production
12. Omerdić N., (2020): Anaerobnom digestijom do visokovrijednog oranskog gnojiva
13. Pereira C., Slingerland M., Jules B., Lier V., Rabbinge R., (2013): Anaerobic digestion as a key technology for biomass valorization
14. Spinei M., Oroian M., (2021): The potential of Grape Pomace Varieties as Dietary Source of Petic Substances
15. Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D., Garcia – Viguera C., (2014): Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters

16. Xiao D., Cui-Ping Z., Guo-Qing H., Jun-Xia X., (2021): Fractionation and structural characterization of polysaccharides derived from grape pomace

Knjige:

17. Bordiga M., (2016): Valorization of wine making by-products  
18. Zoričić M., (1996): Podrumarstvo

Internet:

19. <https://www.angelapersonaltuscantour.com/grappa-last-product-wine-process/>  
(posljednji pristup 16.9.2022.)
20. <https://www.aprrr.hr/wp-content/uploads/2022/01/Podaci-iz-VR-za-2021.-godinu.xlsx>  
( posljednji pristup 17.11.2022.)
21. <https://bioen.hr/bioplina-proizvodnja/> (posljedni pristup 3.11.2022.)
22. [https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika\\_EIHP\\_Energija\\_2020.pdf](https://www.eihp.hr/wp-content/uploads/2022/01/Velika_EIHP_Energija_2020.pdf)  
(posljedni pristup 28.11.2022.)
23. <https://www.feedipedia.org/node/691> (posljedni pristup 17.11.2022.)
24. [https://ips-konzalting.hr/en\\_US/blog/ips-news-8/post/proizvodnja-i-perspektive-bioplina-u-eu-620](https://ips-konzalting.hr/en_US/blog/ips-news-8/post/proizvodnja-i-perspektive-bioplina-u-eu-620) (posljedni pristup 28.11.2022.)
25. [https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7\\_biomasa.pdf](https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7_biomasa.pdf) (posljedni pristup 5.11.2022.)

## 8. SAŽETAK

U ovom istraživanju je prikazana usporedba mogućnosti korištenja ostataka iz proizvodnje crvenih i bijelih vina za proizvodnju bioplina, anaerobnom fermentacijom ostataka proizvodnje crvenih i bijelih vina u vinogradima i svježe goveđe gnojovke. Dobiveni rezultati ovog istraživanja pokazali su kako je kom pogodan za proizvodnju bioplina. Prosječna razlika između količine proizvedenog bioplina bijelih i crnih sorata nije bila velika. Po gramu svježe tvari koma kod crnih sorti je iznosila 338,08 ml/g, a kod bijelih sorti 290,17 ml/g. Najbolji rezultat je ostvarila crna sorta Frankovka koja je iznosila 384,48 ml/g svježe tvari, a najlošiji rezultat je ostvarila sorta Muškat žuti koja je iznosila 250,55 ml/g svježe tvari.

## **9. SUMMARY**

This research presents a comparison of the possibility of using residues from the production of red and white wines for the production of biogas, anaerobic fermentation of red and white wine production residues in vineyards and fresh beef manure. The obtained results of this research showed that com is suitable for biogas production. The average difference between the amount of produced biogas of white and black varieties was not large. Per gram of fresh matter, coma in black varieties was 338.08 ml/g, and in white varieties 290.17 ml/g. The best result was achieved by the Blaufränkisch variety, which amounted to 384.48 ml/g of fresh matter, and the worst result was achieved by the Yellow Muscat variety, which amounted to 250.55 ml/g of fresh matter.



## **10. POPIS TABLICA**

Tablica 1. Nazivi eksperimentalnih skupina

## 11. POPIS SLIKA

Slika 1. Osnovna shema bioplinskog postrojenja (Izvor: [https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7\\_biomasa.pdf](https://www.menea.hr/wp-content/uploads/2013/12/7_biomasa.pdf) )

Slika 2. Kom grožđa (Izvor: <https://www.angelapersonaltuscantour.com/grappa-last-product-wine-process/> )

Slika 3. Prikaz uzoraka (Izvor: autor)

Slika 4. Priprema uzoraka za istraživanje (Izvor: Autor)

Slika 5. Graduirane posude (Izvor: Autor)

Slika 6. Vodena kupelja (Izvor: Autor)

Slika 7. Prijenosni analizator bioplina Optima 7 biogas (Izvor: Autor)

Slika 8. Prikaz uzoraka u sušioniku (Izvor: Autor)

Slika 9. Mufolna peć (Izvor: Autor)

Slika 10. Prikaz uređaja za ispitivanje pH vrijednosti (Izvor: Autor)

## 12. POPIS GRAFIKONA

Grafikon 1. Udio suhe tvari (%) prije i nakon fermentacije

Grafikon 2. Udio organske tvari (%) prije i nakon fermentacije

Grafikon 3. Udio pH prije i nakon fermentacije

Grafikon 4. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu svježe tvari koma

Grafikon 5. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu svježe tvari po sortama

Grafikon 6. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu suhe tvari koma

Grafikon 7. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu suhe tvari po sortama

Grafikon 8. Količina proizvedenog bioplina (ml) po gramu organske svježe tvari koma

Grafikon 9. Prosječna količina bioplina (ml) po gramu organske tvari po sortama

Grafikon 10. Ukupna količina proizvedenog bioplina (ml)

Grafikon 11. Ukupna količina proizvedenog količina bioplina (ml)

Grafikon 12. Dinamika proizvodnje bioplina po prosječnim vrijednostima crnih sorata (ml)

Grafikon 13. Dinamika proizvodnje bioplina po prosječnim vrijednostima bijelih sorata

Grafikon 14. Prosjeci sastava bioplina crnih sorti (%)

Grafikon 15. Median sastava bioplina crnih sorti (%)

Grafikon 16. Prosjeci sastava bioplina bijelih sorti (%)

Grafikon 17. Median sastava bioplina bijelih sorti (%)

Grafikon 18. Količina dobivenog metana (ml)

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Diplomski rad Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Sveučilišni diplomski studij, smjer Mehanizacija

**Usporedba različitih tehnologija proizvodnje vina na bioplinski potencijal ostataka grožđa**

**Tomislav Magličić**

**Sažetak:** U ovom istraživanju je prikazana usporedba mogućnosti korištenja ostataka iz proizvodnje crvenih i bijelih vina za proizvodnju bioplina, anaerobnom fermentacijom ostataka proizvodnje crvenih i bijelih vina u vinogradima i svježe goveđe gnojovke. Dobiveni rezultati ovog istraživanja pokazali su kako je kom pogodan za proizvodnju bioplina. Prosječna razlika između količine proizvedenog bioplina bijelih i crnih sorata nije bila velika. Po gramu svježe tvari koma kod crnih sorti je iznosila 338,08 ml/g, a kod bijelih sorti 290,17 ml/g. Najbolji rezultat je ostvarila crna sorta Frankovka koja je iznosila 384,48 ml/g svježe tvari, a najlošiji rezultat je ostvarila sorta Muškat žuti koja je iznosila 250,55 ml/g svježe tvari.

**Ključne riječi:** bioplin, proizvodnja bioplina, proizvodnja vina, komina grožđa, biomasa, energija

**Rad je izrađen pri:** Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

**Mentor:** Prof. dr. sc. Davor Kralik

**Broj stranica:** 38

**Broj grafikona i slika:** 28

**Broj tablica:** 1

**Broj literaturnih navoda:** 25

**Broj priloga:** 0

**Jezik izvornika:** Hrvatski

**Datum obrane:**

**Stručno povjerenstvo za obranu:**

1. doc. dr. sc. Toni Kujundžić, predsjednik
2. Prof. dr. sc. Davor Kralik, mentor
3. Prof. dr. sc. Vladimir Jukić, član

**Rad je pohranjen u:** Knjižnica Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J.J. Strossmayer u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

## **BASIC DOCUMENTATION CARD**

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek**

**Graduate thesis Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek**

**University Graduate Studies, course Mechanisation**

**Comparison of different wine production technologies on the biogas potential of grape residues**

**Tomislav Magličić**

**Abstract:** This research presents a comparison of the possibility of using residues from the production of red and white wines for the production of biogas, anaerobic fermentation of red and white wine production residues in vineyards and fresh beef manure. The obtained results of this research showed that com is suitable for biogas production. The average difference between the amount of produced biogas of white and black varieties was not large. Per gram of fresh matter, coma in black varieties was 338.08 ml/g, and in white varieties 290.17 ml/g. The best result was achieved by the Blaufränkisch variety, which amounted to 384.48 ml/g of fresh matter, and the worst result was achieved by the Yellow Muscat variety, which amounted to 250.55 ml/g of fresh matter.

**Keywords:** biogas, biogas production, wine production, grape pomace, biomass, energy

**Thesis performed at:** Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

**Mentor:** Prof. dr. sc. Davor Kralik

**Number of pages:** 38

**Number of figures:** 28

**Number of tables:** 1

**Number of references:** 25

**Number of appendices:** 0

**Original in:** Croatian

**Thesis defended on date:**

**Reviewers:**

1. doc. Dr. Toni Kujundžić, PhD

2. Prof. Dr. Davor Kralik, PhD

3. Prof. Dr. Vladimir Jukić, PhD

**Thesis deposited at:** Library of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, University.J.J. Strossmayer in Osijek and in the digital repository of final and graduate theses of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek