

# Utjecaj proizvodnih uvjeta i vremena skladištenja na kvalitetu ulja dobivenog iz plodova masline sorte levantinka

---

Barbarić, Sara

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:859622>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-22**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**

**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**UTJECAJ PROIZVODNIH UVJETA I VREMENA SKLADIŠTENJA  
NA KVALITETU ULJA DOBIVENOG IZ PLODOVA MASLINA  
SORTE LEVANTINKA**

**ZAVRŠNI RAD**

**SARA BARBARIĆ**

**Mat.br.1402**

**Split, rujan 2017.**



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**  
**STRUČNI STUDIJ KEMIJSKE TEHNOLOGIJE**  
**PREHRAMBENA TEHNOLOGIJA**

**UTJECAJ PROIZVODNIH UVJETA I VREMENA SKLADIŠTENJA**  
**NA KVALITETU ULJA DOBIVENOG IZ PLODOVA MASLINA**  
**SORTE LEVANTINKA**

**ZAVRŠNI RAD**

**SARA BARBARIĆ**

**Mat.br.1402**

**Split, rujan 2017.**

**UNIVERSITY OF SPLIT**  
**FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**PROFFESIONAL STUDY OF CHEMICAL TECHNOLOGY**  
**FOOD TECHNOLOGY**

**INFLUENCE OF PRODUCTION CONDITIONS AND TIME OF  
STORAGE ON QUALITY OF OIL OBTAINED FROM THE OLIVE  
VARIETY LEVANTINKA**

**BACHELOR THESIS**

**SARA BARBARIĆ**

**Parent number: 1402**

**Split, September 2017.**

Sveučilište u Splitu

Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu

Stručni studij Kemijska tehnologija, smjer Prehrambena tehnologija

Znanstveno područje: Tehničke znanosti

Znanstveno polje: Kemijsko inženjerstvo

Tema rada je prihvaćena na XXI. Sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko tehnološkog fakulteta

Mentor: Renato Stipišić, viši predavač

### UTJECAJ PROIZVODNIH UVJETA I VREMENA SKLADIŠTENJA NA KVALITETU ULJA DOBIVENOG IZ PLODOVA MASLINA SORTE LEVANTINKA

Sara Barbarić, 1402

**Sažetak:** Kvaliteta plodova masline, postupak prerade, te vrijeme i način skladištenja maslinovog ulja samo su neki od čimbenika koji direktno utječu na njegovu kvalitetu.

Svaki korak u preradi plodova masline u ulje izrazito je važan i direktno utječe na samu kvalitetu i svojstva maslinovog ulja, međutim miješanje maslinovog tijesta možemo izdvojiti kao najbitniji korak prerade plodova u ulje. Vrlo je važno da se tijekom procesa prerade očuva kemijski sastav maslinovog ulja.

Brojni su pokazatelji kvalitete maslinovog ulja, ali jedan od značajnijih je njegova oksidacijska stabilnost. Određivanjem oksidacijske stabilnosti možemo odrediti optimalne uvjete pri procesu prerade plodova u ulje. Oksidacijska stabilnost ulja direktno ovisi o temperaturi i vremenu miješanja maslinovog tijesta, te o načinu i vremenskom periodu skladištenja ulja.

U ovom radu ispitivan je utjecaj temperature, vremena miješanja i vremena skladištenja na kvalitetu maslinovog ulja dobivenog iz plodova masline sorte levantinka. Određivana je oksidacijska stabilnost uzorka maslinovog ulja dobivenog iz plodova maslina ubranih 2013. godine. Ispitivanjem se pokazalo da je najveću oksidacijsku stabilnost imalo ulje dobiveno pri temperaturi 36°C i vremenu miješanja od 60 minuta.

Uočeno je da povećanjem temperature miješanja iznad 36°C i produljenim vremenom skladištenja vrijednost oksidacijske stabilnosti maslinovog ulja opada.

**Ključne riječi:** maslinovo ulje, levantinka, temperatura miješanja, vrijeme miješanja, vrijeme skladištenja, oksidacijska stabilnost, indukcijnsko vrijeme.

**Rad sadrži:** 41 stranicu, 20 slika, 6 tablica, 19 literaturnih referenci

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Sastav povjerenstva za obranu:**

1. izv.prof.dr.sc. Sandra Svilović - predsjednik
2. izv.prof.dr.sc. Ani Radonić - član
3. Renato Stipišić, v.pred. – član - mentor

**Datum obrane:** (05. listopada 2017.)

**Rad je u tiskanom i elektroničnom (pdf format) obliku pohranjen** u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Teslina 10 (Ruđera Bokškovića 35).

## BASIC DOCUMENTATION CARD

BACHELOR THESIS

**University of Split**

**Faculty of Chemistry and Technology Split**

**Professional study of chemical technology, Food technology**

**Scientific area:** Technical sciences

**Scientific field:** Chemical engineering

**Thesis subject** was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology, session no. XXI.

**Mentor:** Renato Stipišić, senior lecturer

### **INFLUENCE OF PRODUCTION CONDITIONS AND TIME OF STORAGE ON QUALITY OF OIL OBTAINED FROM THE OLIVE VARIETY LEVANTINKA**

Sara Barbarić, 1402

**Abstract:** The quality of the olives, the way of processing, and the time and method of storing the oil are just some of the factors that directly affect its quality.

Every step in the procedure of processing olive oil is extremely important and directly affects the quality and taste of olive oil, but mixing of the olive dough can be described as the most important step in the process from oilseed to oil. It is very important that the chemical composition of olive oil is maintained during the processing process.

There are numerous indicators of olive oil quality, but one of the most significant is its oxidation stability. By determining oxidation stability, we can determine optimal conditions for processing oilseeds to oil. The oxidation stability of the oil directly depends on the temperature and the time of mixing the olive dough, as well as on the condition and storage time of the oil.

In this study the influence of temperature, mixing time and storage time on the quality of the oil obtained from levantine varieties was investigated. The oxidation stability was examined on samples of olive oil obtained from the harvest in 2013. The highest oxidation stability showed the oil obtained at a mixing temperature of 36°C, and a mixing time of 60 minutes.

Also, the mixing temperature increase above 36 °C and extension of storage time decreases oxidation stability of the olive oil.

**Keywords:** olive oil, levantine, mixing temperature, mixing time, storage time, oxidation stability, induction time.

**Thesis contains:** 41 pages, 20 pictures, 6 tables, 11 references

**Original in:** Croatian

**Defence committee:**

1. Sandra Svilović, PhD associate prof. – chair person
2. Ani Radonić, PhD associate prof. - member
3. Renato Stipišić, senior lecturer – member - supervisor

**Defence date:** (October 05 2017.)

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of Faculty of Chemistry and Technology Split, Teslina 10 (Ruđera Boškovića 35).





*Završni rad je izrađen u Zavodu za kemijsko inženjerstvo, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom Renata Stipišića, v.pred. od srpnja do rujna 2017.godine. Rad je dijelom financiran sredstvima projekta Hetmix (HRZZ).*

*Zahvaljujem se mentoru, Renatu Stipišiću, v.pred., na predloženoj temi, stručnoj pomoći, susretljivosti, savjetima i uloženom trudu i vremenu tijekom izrade završnog rada*

## **ZADATAK ZAVRŠNOG RADA**

- Pripremiti uzorke ulja od plodova maslina sorte levantinka u mini laboratorijskoj uljari
- Upotrebom automatiziranog Rancimat 743 uređaja odrediti utjecaj temperature na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja dobivenog iz plodova masline sorte levantinka
- Upotrebom automatiziranog Rancimat 743 uređaja odrediti utjecaj vremena miješanja maslinovog tijesta na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja
- Odrediti utjecaj vremena skladištenja na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja

## SAŽETAK

Kvaliteta plodova masline, postupak prerade, te vrijeme i način skladištenja maslinovog ulja samo su neki od čimbenika koji direktno utječu na njegovu kvalitetu.

Svaki korak u preradi plodova masline u ulje izrazito je važan i direktno utječe na samu kvalitetu i svojstva maslinovog ulja, međutim miješanje maslinovog tijesta možemo izdvojiti kao najbitniji korak prerade plodova u ulje. Vrlo je važno da se tijekom procesa prerade očuva kemijski sastav maslinovog ulja.

Brojni su pokazatelji kvalitete maslinovog ulja, ali jedan od značajnijih je njegova oksidacijska stabilnost. Određivanjem oksidacijske stabilnosti možemo odrediti optimalne uvjete pri procesu prerade plodova u ulje. Oksidacijska stabilnost ulja direktno ovisi o temperaturi i vremenu miješanja maslinovog tijesta, te o načinu i vremenskom periodu skladištenja ulja.

U ovom radu ispitivan je utjecaj temperature, vremena miješanja i vremena skladištenja na kvalitetu maslinovog ulja dobivenog iz plodova masline sorte levantinka. Određivana je oksidacijska stabilnost uzorka maslinovog ulja dobivenog iz plodova maslina ubranih 2013. godine. Ispitivanjem se pokazalo da je najveću oksidacijsku stabilnost imalo ulje dobiveno pri temperaturi 36°C i vremenu miješanja od 60 minuta.

Uočeno je da povećanjem temperature miješanja iznad 36°C i produljenim vremenom skladištenja vrijednost oksidacijske stabilnosti maslinovog ulja opada.

**Ključne riječi:** maslinovo ulje, levantinka, temperatura miješanja, vrijeme miješanja, vrijeme skladištenja, oksidacijska stabilnost, indukcijsko vrijeme.

## **SUMMARY**

The quality of the olives, the way of processing, and the time and method of storing the oil are just some of the factors that directly affect its quality.

Every step in the procedure of processing olive oil is extremely important and directly affects the quality and taste of olive oil, but mixing of the olive dough can be described as the most important step in the process from oilseed to oil. It is very important that the chemical composition of olive oil is maintained during the processing process.

There are numerous indicators of olive oil quality, but one of the most significant is its oxidation stability. By determining oxidation stability, we can determine optimal conditions for processing oilseeds to oil. The oxidation stability of the oil directly depends on the temperature and the time of mixing the olive dough, as well as on the condition and storage time of the oil.

In this study the influence of temperature, mixing time and storage time on the quality of the oil obtained from levantine varieties was investigated. The oxidation stability was examined on samples of olive oil obtained from the harvest in 2013. The highest oxidation stability showed the oil obtained at a mixing temperature of 36°C, and a mixing time of 60 minutes.

Also, the mixing temperature increase above 36 °C and extension of storage time decreases oxidation stability of the olive oil.

**Key words:** olive oil, levantine, mixing temperature, mixing time, storage time, oxidation stability, induction time.

# SADRŽAJ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>UVOD .....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1. OPĆI DIO .....</b>  | <b>2</b>  |
| 1.1. Botanička svojstva masline .....                             | 2         |
| 1.2. Plod masline .....   | 3         |
| 1.2.1. Rast i razvoj ploda masline .....                          | 3         |
| 1.2.2. Građa i kemijski sastav ploda masline .....                | 4         |
| 1.3. Sorte maslina .....  | 8         |
| 1.4. Maslinovo ulje .....   | 10        |
| 1.4.1. Prerada plodova maslina u ulje .....                       | 10        |
| 1.4.1.1. Berba plodova masline .....                              | 10        |
| 1.4.1.2. Transport plodova .....                                  | 12        |
| 1.4.1.3. Skladištenje plodova .....                               | 12        |
| 1.4.1.4. Odvajanje lišća i pranje plodova .....                   | 12        |
| 1.4.1.5. Mljevenje maslina .....                                  | 13        |
| 1.4.1.6. Miješanje (malaksacija) .....                            | 13        |
| 1.4.1.7. Odvajanje ulja .....                                     | 14        |
| 1.4.2. Kemijski sastav maslinovog ulja .....                      | 17        |
| 1.4.2.1. Osapunjivi dio maslinovog ulja .....                     | 17        |
| 1.4.2.2. Neosapunjivi dio maslinovog ulja .....                   | 18        |
| 1.4.3. Razgradnja maslinovog ulja .....                           | 20        |
| 1.4.4. Kvaliteta maslinovog ulja .....                            | 21        |
| 1.4.4.1. Čimbenici koji utječu na kvalitetu maslinovog ulja ..... | 22        |
| 1.4.5. Parametri kvalitete maslinovog ulja .....                  | 24        |
| 1.4.6. Klasifikacija maslinovog ulja .....                        | 26        |
| <b>2. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>                               | <b>27</b> |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 2.1.      | Materijali i metode .....                                | 27        |
| 2.1.1.    | Prerada ploda u laboratorijskoj uljari Abencor mc2 ..... | 27        |
| 2.1.2.    | Rancimat metoda.....                                     | 28        |
| <b>3.</b> | <b>REZULTATI .....</b>                                   | <b>31</b> |
| <b>4.</b> | <b>RASPRAVA .....</b>                                    | <b>32</b> |
| <b>5.</b> | <b>ZAKLJUČAK.....</b>                                    | <b>39</b> |
| <b>6.</b> | <b>LITERATURA .....</b>                                  | <b>40</b> |





## UVOD

Maslina je uzgajana još prije 4000 godina u Mezopotamiji i Siriji, a prvi ostaci stabla masline pronađeni su prije 45 000 godina. Zbog čvrstoće i otpornosti, maslina je postala simbolom snage.

Odigrala je važnu ulogu u razvoju civilizacije, prehrani, medicini, ekonomiji, mitologiji, religiji i umjetnosti. Osim što je postala temelj prehrane, njome se trgovalo i plaćalo, te liječilo i uljepšavalo.<sup>1</sup>

Ono najvrijednije što maslina može dati jest ulje. Maslinovo ulje bogato je antioksidansima i ostalim sastojcima zbog čega mu pripisuju i brojna ljekovita svojstva. Upravo zbog toga maslina predstavlja i osnovu mediteranske ishrane koja se često naziva i “zdrava ishrana”. Potrošači sve više uvažavaju značenje i kvalitetu maslinovog ulja sa nutricionističkog aspekta.

Maslinarstvo u Hrvatskoj se sve više profilira i predstavlja velik gospodarski potencijal. Ulaganje u razvoj maslinarstva doprinosi prepoznatljivosti hrvatskih maslinovih ulja koja se sve više prepoznaju kao ulja najviše kvalitete.<sup>2</sup>

# 1. OPĆI DIO

## 1.1. Botanička svojstva masline

Maslina (*Olea europaea* L.) je suptropska zimzelena biljka iz porodice maslina (*Oleaceae*) koja je rasprostranjena u prvom redu i sa najvećim brojem stabala u zemljama Mediterana (oko 95%), a ostatak je zastupljen u Sjevernoj Americi, Indiji i Australiji. Može doseći visinu 8 do 10 m, dok na položajima zaštićenim od vjetrova može narasti i viša. Razvija stablo koje je nepravilno i kvrgavo. Debljina debla doseže do 1 m u promjeru, a može biti i više ako deblo ne istrune usred lošeg održavanja.

Korijen masline razvija se pliće ili dublje što uvelike ovisi o sastavu tla, udaljenosti stabala u masliniku te o tome da li je stablo uzgojeno iz sjemena ili iz mladice (slika 1).

Listovi su mali, duguljasti i kožnati. Lice lista je svjetlozelene, a naličje je sivkasto-bijele boje. Lišće je po granama pravilno raspoređeno (perasto-složeni list). U podnožju listova smješteni su šiljasti ili okrugli pupovi. Šiljasti su pupovi drvni, a okrugli su cvjetni. Samo na jednogodišnjim (prošlogodišnjim) granama rastu cvjetovi i kasnije plodovi. Cvjetovi rastu u žučkastobijelim grozdovima i ugodnog su mirisa. Nakon cvatnje i oplodnje razvija se plod. Plod je prvo zelen, pred zriobu mijenja boju u tamno ljubičastu ili gotovo crnu. Dok je plod zelen meso je gorko, a dozrijevanjem se gubi gorčina i povećava količina ulja u plodu.<sup>3</sup>



**Slika 1.** *Olea europaea* L.

## **1.2. Plod masline**

Plod masline je koštunica koja se oblikom i veličinom razlikuje kod pojedinih sorti. Tako može biti okrugla, ovalna, sa izduženim šiljastim završetcima, krupnija ili sitnija. Boja ploda ovisi o stadiju zrelosti. Nezreli plod je zelene, a potpuno zreli je tamnoljubičaste do crne boje. Osim što plod mijenja boju, paralelno s bojom se mijenja i tekstura kože ploda, koja može biti glatka i sjajna ili naborana. Plod sadrži košticu. Veličina koštice tj. odnos koštice i okolnog mesa karakteristike su pojedinih sorti masline. Masa zrelih plodova kreće se od 2 do 12 g iako ima i onih koje dosežu i 20 g. Izvorno plod je gorak, a gorki okus uzrokuje glikozid oleuropein koji se nalazi u koži masline. Osim po veličini i obliku, masline se razlikuju i po okusu koji može biti kiselkasto-gorkast, pikantan ili sladak.<sup>4</sup>

### **1.2.1. Rast i razvoj ploda masline**

Na dinamiku rasta ploda i njegov razvoj utječu starost stabla, sorta, zdravstveno stanje stabla, zemljopisni položaj na kojem se uzgajaju masline, agrotehnički zahvati te klimatski uvjeti.<sup>5</sup>

Razvoj plodova masline (tablica 1) od zametanja do pune zrelosti dug je i spor proces koji traje oko 5 mjeseci. Trajanje tog procesa može se produžiti u nepovoljnim klimatskim uvjetima. Temperatura je najznačajniji okolišni faktor koji utječe na uzgoj maslina. Za vrijeme rasta plodova dešavaju se mnoge promjene. Tijekom prve polovice razvojnog perioda, plod masline povećava svoju masu linearno, tako da nakon nekih 25 tjedana od cvatnje postiže svoju konačnu veličinu. Povećanjem veličine ploda povećava se i količina ulja u njemu, dok se sadržaj vode i udio šećera smanjuje. Prvih 10 tjedana nakon cvatnje nije primjećeno nakupljanje ulja ni u sjemenci ni u pulpi.<sup>5</sup>

**Tablica 1.** Faze razvoja ploda masline <sup>6</sup>

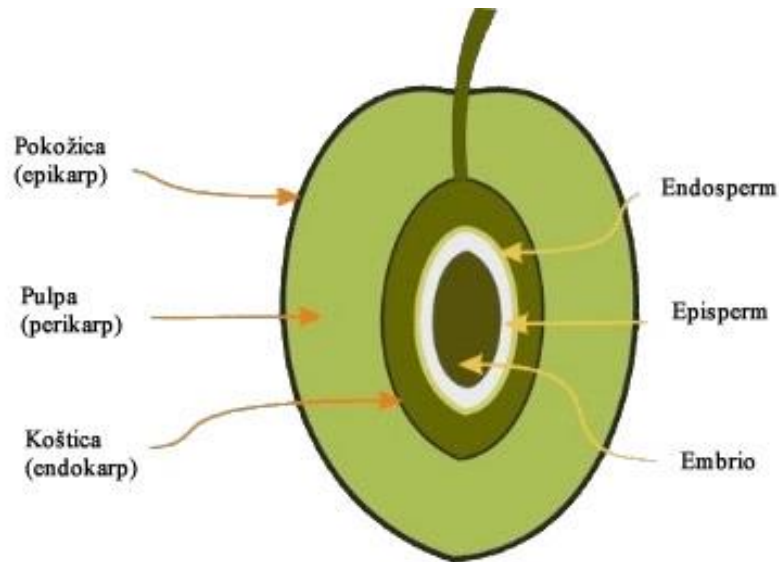
| <b>Faza</b>          | <b>Podfaza</b>  |
|----------------------|---|
| Razvoj pupa          | Mirovanje vegetacije<br>Početak vegetacije  |
| Razvoj lista         | Pojava novih listova  |
| Pojava cvatova       | Cvatni pup u mirovanju<br>Bubrenje cvatnog pupa<br>Razvoj cvata (rese)<br>Rese su potpuno razvijene<br>Zelene latice duže od lapova (u pupu)<br>Latice mijenjaju boju u bijelu (u pupu) |
| Cvatnja              | Otvaranje prvih cvjetova<br>Početak cvatnje<br>Puna cvatnja<br>Otpadanje latica   |
| Razvoj plodova       | Zametanje plodova<br>Rast plodova<br>Početak odrvenjavanja koštice<br>Potpuno otvrdnuta koštica   |
| Dozrijevanje plodova | Mijenjanje boje plodova<br>Tehnološka zrelost<br>Prirodno opadanje plodova  |

### **1.2.2. Građa i kemijski sastav ploda masline**

Plod masline se sastoji od dva glavna dijela, pulpe (perikarpa) i koštice (endokarpa) (slika2).

- pulpa (perikarp): sastoji se od pokožice (epikarp) građenog od sloja malenih stanica bogatih kloroplastom i mesa ploda (mezokarp) građenog od stanica bogatih uljem koje čine najveći i tehnološki najvažniji dio ploda
- koštica (endokarp): drvenasta ljuska u kojoj se nalazi jedna sjemenka.

Pulpa predstavlja 66-85% težine ploda, a ostatak je koštica.



**Slika 2.** Građa ploda masline

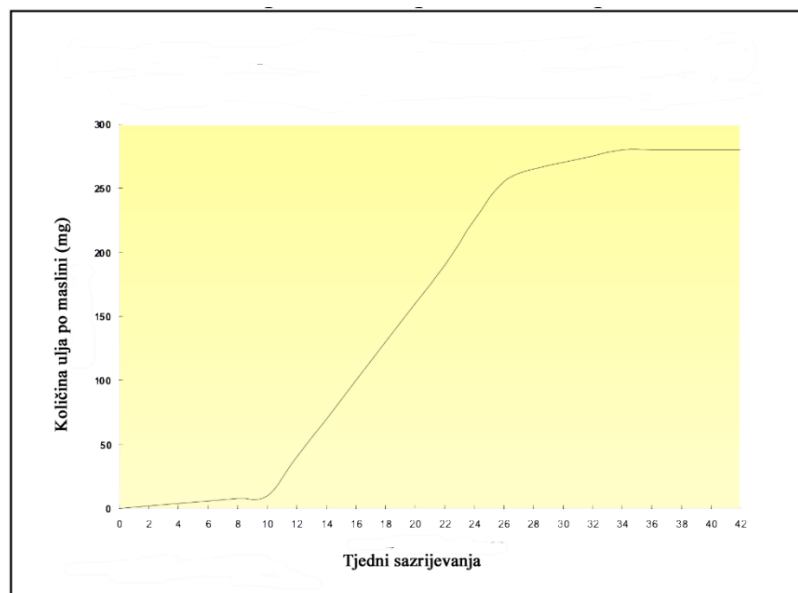
Kemijski sastav ploda ovisi o genetskim osnovama, te o klimatskim, agrotehničkim i pedološkim čimbenicima uzgojnog područja.<sup>7</sup> Potpuno zreli plod masline sadrži vodu, ulje, šećere, organske kiseline, tanine, oleuropein, anorganske tvari i ostale sastojake (tablica 2).

**Tablica 2.** Kemijski sastav ploda masline<sup>5</sup>

| <b>Sastav:</b> | <b>(%)</b>   |
|----------------|--------------|
| voda           | 50,0         |
| ulje           | 22,0         |
| šećeri         | 19,1         |
| celuloza       | 5,8          |
| proteini       | 1,6          |
| pepeo          | 1,5          |
| <b>UKUPNO:</b> | <b>100,0</b> |

**Voda** je sastojak koji je najviše zastupljen u plodu masline te na nju otpada oko 70% svježe mase zrelog ploda. Odnos vode i ulja u plodu masline je obrnuto proporcionalan. U vodi su otopljene organske kiseline, tanini, oleuropein te drugi vodotopljivi sastojci ploda.

**Ulje** je najvećim dijelom sadržano u perikarpu (96-98%), dok se svega oko 2% nalazi u samoj koštici ploda. Tijekom razvoja ploda odvija se i proces nakupljanja ulja (slika 3). Ulje se nakuplja u staničnim vakuolama. Količina ulja u stanici raste postupno tijekom procesa sazrijevanja ploda.<sup>1</sup> Sadržaj ulja ovisi o sorti, uvjetima uzgoja i indeksu zrelosti. Trigliceridi su glavna kemijska komponenta maslinovog ulja (više od 98%), a ostatak čine šećeri, alkoholi, steroli, voskovi i drugi sastojci.<sup>5</sup>



**Slika 3.** Akumulacija ulja u plodu masline tijekom sazrijevanja

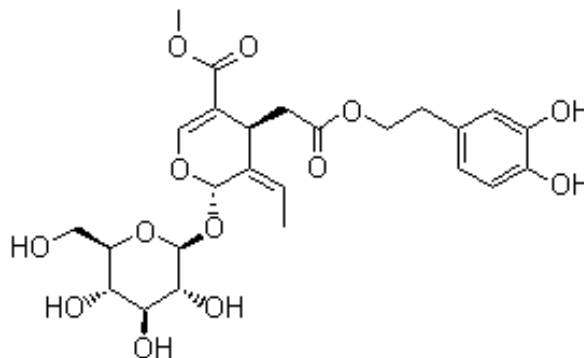
**Šećeri** – sadržaj ukupnih šećera u plodu masline kreće se od 8 do 12%. Najzastupljeniji topivi (jednostavni) šećeri u pulpi ploda su glukoza i fruktoza. Od složenih šećera u plodu masline nalazimo celulozu, hemicelulozu i pektin. Udio šećera u plodu masline opada sa zrelošću, što je povezano sa nakupljanjem ulja, te je zbog toga količina šećera gotovo dvostruko veća u zelenim plodovima nego u dozrelim crnim maslinama.

**Tanini** su gorki polifenolni spojevi koji se vežu za bjelančevine i mnoge druge organske spojeve. Adstringentni oblik tanina izaziva suh i opor osjećaj u ustima nakon

konzumiranja nezrelog voća. Razlaganje ili mijenjanje tanina tokom vremena igra važnu ulogu u dozrijevanju voća.

**Organske kiseline** dolaze u obliku soli ili kao slobodne kiseline. U plodu masline najzastupljenije su limunska, jabučna i oksalna kiselina koje pulpi osiguravaju pH vrijednost u rasponu od 4,5 do 5.<sup>5</sup>

**Oleuropein** je fenolni glikozid tipičan za maslinu (slika 4). Na njega otpada oko 2% ukupne mase svježeg ploda masline. Odgovoran je za gorki okus nezrelog ploda masline. Kako plodovi zriju tako se količina oleuropeina u njima smanjuje, a plodovi postaju manje gorki. Općenito su sorte s malim plodovima bogatije oleuropeinom od onih s velikim plodovima. Topljiv je u vodi te difundira u vodenu fazu prilikom prerade plodova u ulje. Novija istraživanja pokazuju veliki utjecaj fenolnih spojeva na stabilnost maslinovog ulja te na njegova prehrabna i zdravstvena svojstva (sredstva za snižavanje arterijskog krvnog tlaka).



**Slika 4.** Molekula oleuropeina

**Minerali** poput željeza, kalcija, natrija, fosfora, mangana, magnezija i bakra nađeni su u pulpi maslinova ploda. Dozrijevanjem ploda masline udio bakra raste. Udio kalija veći je od ukupnog udjela svih ostalih minerala zajedno. Povećanje koncentracije kalija u plodu masline obrnuto je proporcionalno njegovoj koncentraciji u listovima. Udio minerala u plodovima ovisi o vrsti i sastavu tla na kojem se masline uzgajaju.

**Pigmente** dijelimo na topljive u vodi (klorofil a i b, karoteni i terpenski ugljikovodici) i topljive u ulju (antocijani). Tijekom sazrijevanja ploda boja ploda se mijenja od vrha prema peteljki, a zatim prodire i u pulpu.

### 1.3. Sorte maslina

Sorte su botanički varijeteti iste genetske konstitucije, nastale odabiranjem (selekcijom) od iste vrste maslina s različitim botaničkim osobinama. Međusobno se razlikuju po načinu rasta: obliku i bujnosti krošnje, obliku, boji i veličini lista, ploda i koštice, dobi cvatnje, broju cvjetova u grozdu, dobi dozrijevanja ploda u količini i kvaliteti ulja i drugim osobinama. U posebnim ekološkim uvjetima iste sorte mogu pokazivati morfološke razlike.

Danas maslina kao vrsta, po nekim izvorima, broji oko 700 sorti na svjetskoj razini. Duž istočne jadranske obale i njezine unutrašnjosti uzgaja se 60-tak autohtonih i introduciranih (uvezenih) sorti maslina.

Po načinu uporabe plodova razlikujemo:

- **stolne sorte** (sorte za jelo)
- **uljne sorte** (sorte za dobivanje ulja)
- **mješovite sorte** (sorte za jelo i dobivanje ulja)<sup>8</sup> (tablica 3).

Uljarice su sitnijeg ploda, ali im plodovi sadrže više ulja. Stolne sorte su krupnijeg ploda s povoljnijim odnosom mesa i koštice, ali sadrže manje ulja. Sorte maslina, koje imaju kombinirana svojstva, koriste se i za jelo i za dobivanje ulja.

Najvažnije sorte u Hrvatskoj su oblica (čini 70% hrvatskog i 80% dalmatinskog sortimenta), lastovka, levantinka, buža, istarska bjelica, drobnica, crnica, dužica, plominka i pendolino.



**Tablica 3.** Podjela nekih sorti maslina prema uporabi plodova

| Uljne sorte      | Stolne sorte    | Mješovite sorte     |
|------------------|-----------------|---------------------|
| Buža             | Ascolana tenera | Oblica              |
| Istarska bjelica | Manzanilla      | Ascolana semitenera |
| Leccino          | Santa caterina  | Itrana              |
|                  |                 | Picholine           |

**Levantinka** (slika 5) je dalmatinska sorta podrijetlom sa otoka Šolte, pa je neki uzgajivači zovu i šoltanka. Ime levantinka podsjeća na njeno podrijetlo s Levanta kako se nekada zvalo područje Grčke. Sorta sa srednje krupnim plodovima oko 4 g i randmanom ulja oko 19%. Razvija bujna i dobro razgranata stabla koja su visoka i glatka, a krošnje su kuglaste. List levantinke je velik, širok i dugačak, a po dužini blago uvijen. Levantinka razvija cvat od ožujka do svibnja. Cvatnja je obilna, a udio cvjetova je dosta velik. Plod je eliptično izdužen. Ova sorta rađa u grozdovima, a u jednom grozdu ima između tri do pet plodova. Levantinka je veoma osjetljiva na sušu. Za njen uzgoj treba birati tla dubljeg profila ili osigurati njegovo natapanje. Srednje je osjetljiva na napad raka masline i paunovo oko. U nekim područjima ova sorta se pokazala kao dobar oprašivač sorte oblica. Levantinka daje jedno od najkvalitetnijih ulja u kombinaciji sa sortom oblica. Najrasprostranjenija je u Splitsko-dalmatinskoj županiji s tendencijom širenja na cijelo uzgojno područje. Postignuti su dobri rezultati u uzgoju ove sorte na području Istre i u Konavlima.<sup>9</sup> Povećani interes za sadnjom ove sorte vidljiv je posljednjih dvadesetak godina zahvaljujući spoznajama o njenoj gospodarskoj, agronomskoj i biološkoj vrijednosti.



**Slika 5.** Levantinka

## **1.4. Maslinovo ulje**

Već godinama brojni znanstvenici i nutricionisti govore o blagotvornim učincima i bogatim nutritivnim vrijednostima maslinovog ulja. Dobro su poznata i ljekovita svojstva ove mediteranske namirnice, pogotovo njen utjecaj na krvožilni i probavni sustav. Pored svoje dobrobiti za zdravlje, maslinovo ulje je postalo neizbježan sastojak mnogih kozmetičkih sredstava za njegu i održavanje ljepote. Upravo zbog toga sve više potrošača postaje svjesno važnosti visoke kakvoće maslinovog ulja.

Maslinovo ulje ima svoje posebnosti. Gledano s biološke strane to je sok ploda masline, ali je po kemijskom sastavu ulje ploda masline.

### **1.4.1. Prerada plodova maslina u ulje**

Procesni koraci u proizvodnji maslinovog ulja su:

- berba
- transport ploda
- sladištenje ploda
- odvajanje lišća i pranje ploda
- mljevenje
- miješanje (malaksacija)
- odvajanje ulja
- čišćenje ulja
- odvajanje taloga
- skladištenje ulja
- filtriranje ulja
- pakovanje ulja u boce
- skladištenje pakovina
- zbrinjavanje otpada.

#### **1.4.1.1. Berba plodova masline**

Berba maslina može biti ručna i strojna. Ručna berba (slika 6) je sporiji postupak, ali joj je prednost što je oštećenje plodova svedeno na minimum. Strojna berba (slika 7) brži je

proces od ručnog, ali joj je mana veća količina oštećenih plodova. Vrlo je bitno da obrani plod ima što manje oštećenja kako bi što manje oksidirao.

Berbom kvalitetnih plodova maslina dobiva se ulje visoke kvalitete i velike nutritivne vrijednosti. Berba se uglavnom odvija od druge polovine listopada do prve polovine prosinca, što ovisi o sorti, klimatskim uvjetima i geografskom položaju.<sup>10</sup>



**Slika 6.** Ručna berba plodova maslina



**Slika 7.** Strojna berba maslina

#### **1.4.1.2. Transport plodova**

U ovom procesnom koraku najvažnije je dostaviti u što kraćem roku, što zdraviji i u najmanjoj mogućoj mjeri oštećen plod do mjesta prerade. Jedan od najboljih načina transporta plodova maslina do mjesta prerade je u plitkim plastičnim nosilkama, dok je pakiranje i transport plodova u plastičnim vrećama izrazito nepoželjno.<sup>5</sup>

#### **1.4.1.3. Skladištenje plodova**

Većina defekta maslinovog ulja nastaje u vremenu od branja ploda do samog početka obrade istih u ulje. Vrlo je bitno izbjegavati čuvanje plodova u vodi, vlažnim prostorima, PVC vrećama i velikim hrpama.

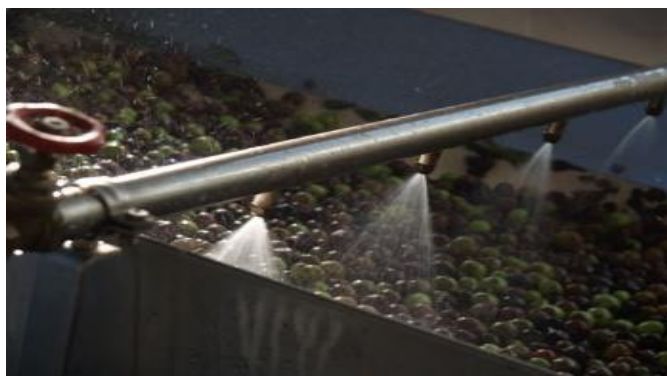
Za skladištenje plodova masline najbolje su se pokazale gajbice do 20 kg (slika 8), u tankom sloju visine 10 – 15 cm, odnosno skladištenje na podu u hladnim i prozračnim prostorima, pri temperaturi 5-8 °C i relativnoj vlažnosti zraka 90-95%.



**Slika 8.** Gajbice za privremenu pohranu i transport plodova

#### **1.4.1.4. Odvajanje lišća i pranje plodova**

Vrlo važno je odvojiti plodove masline od lišća i grančica te ispiranjem vodom ukloniti pijesak, zemlju i kamenčiće. To se odvija strojno uz stalno otjecanje vode (slika 9).



**Slika 9.** Ispiranje plodova

#### **1.4.1.5. Mljevenje maslina**

Mljevenjem plod se masline usitnjava i drobi sve dok ne nastane homogena masa tzv. maslinovo tijesto koje se sastoji od ulja, vode i komine. Duljina i način mljevenja izrazito utječu na kvalitetu maslinovog ulja. Mljevenje se obavlja kamenim ili metalnim mlinovima.

Mljevenje kamenim mlinom spada u tradicionalni način prerade maslina. Pri tom dolazi do manjeg oslobađanja topline u odnosu na metalne mlinove. Kamenim (granitnim) mlinovima se stvara manje emulzije.

Metalni mlinovi su različitih tipova i oblika. Razlikujemo mlinove sa noževima, čekićima, diskovima i dr. Rade velikom brzinom te melju plod uz metalnu ili rupičastu površinu. Negativni učinak metalnih mlinova je taj što se oslobađa velika količina topline koja uzrokuje oksidaciju tj. kvarenje ulja. Uporabom metalnih mlinova može se preraditi veća količina maslina u kraćem roku. Mane metalnih mlinova su stvaranje veće količine emulzije i zagrijavanje maslinovog tijesta.<sup>11</sup>

#### **1.4.1.6. Miješanje (malaksacija)**

Miješanje (slika 10) je ključni korak u cijelom procesu ekstrakcije maslinovog ulja. Dobra malaksacija znači optimalnu ekstrakciju ulja te dobre vrijednosti antioksidansa i okusa samog ulja. Cilj miješanja je skupiti prisutno ulje u tijestu te od sitnih kapljica dobiti veće

kapljice. Optimalna temperatura tijesta je od 25 do 28 °C. Miješanje može trajati od 15 do 60 minuta što ponajviše ovisi o sorti i stupnju zriobe. Prinos ulja je proporcionalan temperaturi i vremenu miješanja. Duljim miješanjem tijesta moguća je bolja iskoristivost. Međutim produljeno vrijeme miješanja dovodi do oksidacije, smanjenog roka trajanja ulja i veće kiselosti. Procesu miješanja tijesta treba dati osobitu pozornost jer je upravo tu moguć značajan gubitak polifenola, što u konačnici utječe na kvalitetu ulja.

Mješalice su horizontalni rezervoari različitih kapaciteta sa mogućnošću istovremenog miješanja od 100 do 3600 kg/h. Vrlo važno je mješalicu održavati čistom te rezervoar redovito ispirati toplom vodom.<sup>11</sup>



**Slika 10.** Miješanje maslinovog tijesta

#### **1.4.1.7. Odvajanje ulja**

Odvajanje kapljevitih faza od krute faze prema vrsti pogonske sile dijeli se na:

- prešanje (sila pritiska)
- centrifugiranje (centrifugalna sila)
- perkolacija (sila razlike površinske napetosti ulja i vode)

**Prešanje** je tradicionalna metoda odvajanja ulja korištenjem hidrauličke preše visokog pritiska. Glavna uloga hidrauličkih preša je odvajanje smjese ulje-voda od krute tvari

(komina). Postupak traje od 1 do 1,5 h. Prednosti ove metode su otpadna voda sa manjim udjelom ulja i komina sa nižim sadržajem vlage, a nedostaci su produženo vrijeme prerade.

**Centrifugiranje** je odvajanje kapljevite od krute faze u centrifugalnom separatoru (dekanteru) djelovanjem centrifugalne sile. Ovisno o vrsti centrifuge proces može biti: dvofazni ili trofazni.

**Dvofazni** – tijesto se u separatoru razdvaja na dvije faze: ulje te smjesu komine i vode. U ovom procesu nema dodavanja vode ili se ona dodaje u vrlo malim količinama. Upravo zbog toga u ulju ostaje sačuvan izvorni sastav svih komponenata, pa je u smislu kvalitete ulja izražena prednost ovog načina izdvajanja.

**Trofazni** – ovim procesom nastaju tri faze, komina, ulje i voda. U ovom procesu dodaje se određena količina tople vode kako bi se dobilo tijesto smanjene viskoznosti i omogućilo lakše izdvajanje ulja. Dodatak vode negativno utječe na samu kvalitetu ulja jer se na taj način uklanjaju fenolne tvari iz smjese. Ovako dobiveno maslinovo ulje ima smanjenu gorčinu i lošiju održivost upravo zbog značajnijeg smanjenja udjela fenolnih spojeva.

**Perkolacija** je proces koji se temelji na razlici površinske napetosti vode i ulja. Odvajanje ulja odvija se u posebnim strojevima. Ovim procesom se dobije vlažna i uljasta komina, koja zahtijeva još jednom obradu postupkom centrifugiranja ili prešanja. Ovaj način prerade ulja povećava cijenu prerade, a ulje je lošije kvalitete.

### **Odvajanje ulja od vegetabilne vode**

Proces kojim se ulje odvaja od taloga u kojem su zaostale nečistoće i ostaci vegetabilne vode. Odvija se uglavnom tijekom siječnja, a neka ulja zahtijevaju ponavljanje ovog procesa i nekoliko puta. Ovaj postupak se prvi put primjenjuje 30 dana od prerade. Pri preljevanju ulja iz jednog spremnika u drugi treba paziti da se ulje prelijeva lagano uz stijenku spremnika kako bi se u njemu otopila što manja količina kisika. Ovim procesom se sprječava pojava negativnih organoleptičkih svojstava maslinovog ulja.

## **Filtriranje ulja**

Filtriranje maslinovog ulja je podijelilo stručnjake u mišljenju. Jedni smatraju da se filtracijom održava stabilizacija ulja dok drugi tvrde da se na taj način smanjuje stabilnost ulja. Svakako pri određivanju kvalitete ulja talog i mutnoća se ne smatraju kao mane.

Filtriranje se provodi preko:

- celuloznih materijala koji upijaju vodu i filtriraju fino dispergirane nečistoće
- uz dodatak filterskih dodataka i korištenje filter presa

Svako pretakanje, filtriranje i transport ulja treba minimalizirati jer se na taj način sprječava oksidacija ulja, a samim time i promjena fizikalno-kemijskih i senzorskih svojstava ulja.

## **Skladištenje i čuvanje ulja**

Najveći “neprijatelji” maslinovog ulja su: temperatura, zrak, svjetlo i miris.

Nakon prerade maslinovo ulje čuva se u stabilnim prostorima tj. prostorima bez naglih promjena temperature. Temperatura skladišnog prostora trebala bi biti od 15 do 18 °C. Povećanjem sobne temperature dolazi do udvostručenja brzine reakcije oksidacije što za posljedicu ima puno brže starenje ulja. Poput visokih temperatura i izrazito niske temperature (niže od 10 °C) negativno utječu na kvalitetu maslinovog ulja. Ulje kristalizira pri čemu gubi aromatične sastojke tzv. voćni okus. U kristalima koji nastaju zaostaju polifenoli koji su izrazito važni antioksidansi maslinovog ulja.

Prostorija u kojoj se čuva ulje treba biti čista i prozirna, bez direktnog sunčevog svjetla. Povećana količina vlage i pojava plijesni po podu i zidovima također dovode do bržeg kvarenja ulja.

Ulje vrlo dobro upija mirise pa treba iz prostorije, gdje se čuva, odstraniti bilo kakve izvore intenzivnih mirisa.

Ako se radi o malim količinama maslinovog ulja preporuča se njegovo čuvanje u tamnim staklenim bocama, manjeg volumena, kako bi prazan prostor iznad ulja koji nastaje svakodnevnom potrošnjom bio što manji. Tako se sprječava otapanje kisika u ulju koji dovodi do negativnih oksidacijskih posljedica.

Ako su prerađene veće količine, ulje se treba čuvati u spremnicima od nehrđajućeg čelika.



Maslinovo ulje, za razliku od vina, starenjem ne dobiva na kvaliteti, već oksidira i treba ga potrošiti u roku od dvije godine.<sup>12</sup>

#### 1.4.2. Kemijski sastav maslinovog ulja

Maslinovo ulje je sastavljeno od osapunjivog dijela (99%) i neosapunjivog dijela (1%). Osapunjivi dio čine triacilgliceroli i slobodne masne kiseline, dok svi lipidni sastojci koji nisu gliceridi masnih kiselina čine neosapunjivi dio maslinovog ulja.

##### 1.4.2.1. Osapunjivi dio maslinovog ulja

**Masne kiseline** - najzastupljenije masne kiseline u maslinovom ulju u obliku triglicerida su oleinska, linolna, palmitinska i stearinska kiselina (tablica 4). Oleinska kiselina je zastupljena u najvišoj koncentraciji (55-83%) za razliku od ostalih masnih kiselina koje su zastupljene u manjim koncentracijama. Masne kiseline u maslinovom ulju variraju ovisno o sorti, nadmorskoj visini, klimi, stupnju zrelosti ploda i drugim čimbenicima. Upravo zbog toga što sadrži veće količine oleinske i manje količine linolne i linolenske kiseline, od ostalih ulja biljnog porijekla, maslinovo ulje je otpornije na oksidaciju.

**Tablica 4.** Masne kiseline u maslinovom ulju<sup>5</sup>

| Masne kiseline | Udio (%)    |
|----------------|-------------|
| Oleinska       | 55.0 – 83.0 |
| Palmitinska    | 7.5 – 20.0  |
| Linolna        | 3.5 – 21.0  |
| Stearinska     | 0.5 – 5.0   |
| Palmitoleinska | 0.3 – 3.5   |
| Linolenska     | ≤ 0.9       |
| Miristinska    | ≤ 0.1       |
| Arahinska      | ≤ 0.6       |
| Behenska       | ≤ 0.2 *     |
| Lignocerinska  | ≤ 0.2       |
| Heptadekanska  | ≤ 0.3       |
| Heptadecenska  | ≤ 0.3       |
| Gadoleinska    | ≤ 0.4       |

**Triacilgliceroli** su esteri masnih kiselina i trovalentnog alkohola glicerola. Esterifikacija može biti na jednoj, dvije ili sve tri hidroksilne skupine glicerola. Ovisno o tome nastaju mono-, di- i triacilgliceroli. Razmještaj masnih kiselina u prirodnim uljima ne dolazi slučajno. Na atom ugljika u poziciji 2 glicerola uglavnom se vežu nezasićene masne kiseline. Maslinovo ulje ima visoku koncentraciju oleinske kiseline i nisku koncentraciju zasićenih masnih kiselina na položaju 2 triacilglicerola. Zbog toga detektiranje prisutnosti palmitinske kiseline na položaju 2 dovodi do spoznaje o patvorenju ulja. Podaci o udjelima pojedinih masnih kiselina ulja dobivenih preradom cjelovitih plodova pokazali su se učinkoviti za razlikovanje pojedinih sorti masline. Čimbenik sorte utječe na kvantitativni, ali ne i na kvalitativni udio triacilglicerola ulja neke sorte.<sup>13</sup>

#### **1.4.2.2. Neosapunjivi dio maslinovog ulja**

U neosapunjivi dio maslinovog ulja spadaju ugljikovodici, tokoferoli, alifatski alkoholi, voskovi, steroli, triterpenski alkoholi, triterpendioli, hidroksi i dihidroksi terpenke kiseline, pigmenti, fosfolipidi i fenolni sastojci.

Iako zauzimaju značajno manji udio od ukupnog sastava maslinovog ulja, nesaponificirajući spojevi imaju iznimno veliku važnost. Odgovorni su za antioksidacijsko djelovanje (tokoferol, fenoli), aromu (fenoli), miris (2-6 oktadienol), okus (fenoli, flavonoidi) i boju (klorofil,  $\beta$ -karoten).<sup>7</sup>

Kvantitativne analize određenog sastava kao što su steroli i triterpenski alkoholi određuju autentičnost maslinovog ulja.

**Ugljikovodici** čine od 50-60% ukupnog sadržaja neosapunjivog dijela. Najzastupljeniji ugljikovodik je skvalen (oko 40%). Od nekih manje zastupljenih su  $\beta$ -karoten (pigment) i likopen.

**Tokoferoli** su sastojci u negliceridnom dijelu maslinovog ulja. S biološkog i antioksidacijskog gledišta najznačajniji su  $\alpha$ -tokoferol (u ukupnoj količini tokoferola čini 88,5%) dok su u maslinovom ulju pristuni i  $\beta, \gamma$  i  $\delta$  tokoferol. Zbog toga što tijekom procesa prerade dolazi do razgradnje tokoferola njihova koncentracija ne ovisi samo o sadržaju u plodu, već i o drugim čimbenicima kao što su transport, prerada i čuvanje ulja. Tokoferoli se nazivaju i vitaminom E. Poznati su kao dobri antioksidansi koji sprječavaju autooksidaciju ulja.

**Alifatski alkoholi** su prisutni u maslinovom ulju kao slobodni i esterificirani. Ulja ekstrahirana prešanjem sadrže manje količine alifatskih alkohola od onih ekstrahiranih otapalima. Njihovim određivanjem možemo dokazati patvorenje djevičanskog maslinovog ulja s uljima dobivenih iz komine.

**Voskovi** su esteri viših masnih kiselina i viših alifatskih alkohola. Najviša dozvoljena količina voskova u maslinovom ulju je 25 mg/kg ulja. To je ujedno i jedan od parametara koji se koristi za kontrolu čistoće maslinovog ulja. Ulja maslinove komine sadrže više voskova nego djevičansko maslinovo ulje.

**Steroli** količinski predstavljaju značajnu skupinu spojeva u neosapunjivom dijelu maslinovog ulja. Sastav i količina sterola specifični su za svaku vrstu ulja. Istraživanjima je ustanovljeno da sadržaj sterola u ulju varira, te da ga u djevičanskim uljima ima više nego u rafiniranim uljima. Jedan od važnijih sterola u maslinovom ulju su  $\beta$ -sitosterol. Vrlo je važan zbog svoje uloge prirodnog antioksidansa i inhibitora kvarenja ulja. Manje zastupljen, ali nutritivno vrlo vrijedan sterol prisutan u maslinovom ulje je i kolesterol.

**Triterpenski alkoholi** - nastajanje triterpenskih alkohola usko je povezano sa biosintezom ulja u plodu masline. Tako se ukupna količina ovih spojeva povećava do stupnja najvećeg sadržaja ulja u plodu masline.

**Hidroksi i dihidroksi terpenke kiseline** - ovoj skupini pripadaju oleanolna, maslinska, ursolna i betulinska kiselina, koje su u maslinovom ulju pronađene u tragovima. Oleanolna kiselina je vrlo važna za stabilnost ulja. Prisutna je većim količinama u lišću masline, pa je odvajanje lišća i pranje plodova prije prerade vrlo važno.

**Pigmenti** - boja maslinova ulja potječe od klorofila, feofitina te karotenoida. Prisutnost pigmenata ovisi o nekoliko čimbenika kao što su sorta, tlo, stupanj zrelosti ploda i prerada. Količina klorofila se smanjuje što je plod zreliji. Poznato je da klorofil i njegovi derivati ubrzavaju oksidaciju ulja na svjetlu, dok u mraku djeluju kao antioksidansi. Zbog toga je maslinovo ulje potrebno čuvati u tamnim, dobro zatvorenim bocama, bez prisutnosti zraka i svjetla te pri prikladnim temperaturama.

Od karotenoida najznačajniji su  $\beta$ -karoten, likopen te oksidirani derivati karotena (ksantofili). Karotenoidi su vrlo nestabilni spojevi koji prilikom zagrijavanja ili oksidacije gube svoja kromogena svojstva.

**Fosfolipidi** su prisutni u vrlo skromnim količinama u maslinovom ulju, a njihova količina najviše ovisi o starosti samog ulja. Ustanovljene količine fosfolipida u ulju su između 40 i 135 mg/kg.

**Fenolni sastojci** su prisutni u maslinovom ulju u promjenjivim količinama. Na promjene njihovih udjela utječu čimbenici poput sorte, stupnja zrelosti ploda, načina prerade i skladištenja ulja. Imaju izraženo antioksidacijsko djelovanje, veliku biološku i prehrambenu vrijednost. Štite ulje od procesa kvarenja, pozitivno utječu na stabilnost ulja i zdravlje ljudi te su odgovorni za svojstva okusa (pikantnost).

Glavni fenolni sastojak je oleuropein. Utječe na jačinu gorkosti ploda i ulja. Tijekom zrenja ploda količina oleuropeina se smanjuje.

**Hlapivi spojevi** - poznat je vrlo veliki broj hlapivih spojeva koji su odgovorni za aromu maslinovog ulja. Najzastupljeniji (60-80%) su hlapivi C<sub>6</sub> spojevi (aldehidi, ketoni i esteri) koji doprinose "zelenom" mirisu i trpkosti maslinovog ulja. Utvrđeno je da značajne razlike u sadržaju ukupnih hlapivih spojeva u maslinovom ulju ponajviše ovise o sorti masline.<sup>7</sup>

### 1.4.3. Razgradnja maslinovog ulja

Hidroliza i oksidacija su dva najznačajnija procesa koja uzrokuju kvarenje maslinovog ulja.

**Hidroliza (lipoliza)** obično se događa već u plodu masline, a označava proces oslobađanja masnih kiselina iz glicerida u prisutnosti vode i enzima lipaze. Može se odvijati i u izlučenom ulju ako je ono u dodiru s vodom ili se čuva u nepovoljnim uvjetima. Vlaga, temperatura i enzimi su glavni čimbenici koji utječu na hidrolizu.

Mikrobiološka hidroliza je uzrokovana mikroorganizmima prisutnim u plodovima masline koji oslobađaju enzim lipazu.

Enzimatska hidroliza je uzrokovana endogenim i mikrobiološkim enzimima lipazama prisutnim u ulju.

Nagnječeni i oštećeni plodovi pokazuju višu lipolitičku aktivnost od zdravih plodova.

**Oksidacija** se odvija prilikom kontakta maslinovog ulja i kisika. Količina kisika otopljenog u ulju varira što ovisi o tome kako je ulje prerađeno, kako se čuva i u kojim je uvjetima pakirano. Produkti oksidacije imaju neugodan okus i miris, a mogu i negativno

utjecati na prehrambene vrijednosti ulja. Maslinovo ulje je otporno na oksidaciju (autooksidaciju) zbog toga što sadržava male količine više nezasićenih masnih kiselina, te zbog toga što sadrži prirodne antioksidanse. Maslinovo ulje je jako osjetljivo na fotooksidaciju.

Autooksidacija ulja – djelovanje kisika iz zraka na nezasićene masne kiseline. To je lančana reakcija koja se odvija mehanizmom slobodnih radikala. Atom vodika odvajaju se od molekule masne kiseline te se ona transformira u slobodni radikal. Započeti proces se ne može zaustaviti, ali se može ubrzati ili usporiti. Ubrzavaju ga povišena temperatura, izvor svjetlosti i metali, a usporavaju ga antioksidansi. U drugoj fazi iz slobodnih radikala nastaju hidroperoksidi i radikali peroksida. Hidroperoksidi su labilni i brzo se razgrađuju na slobodne radikale i sekundarne proizvode oksidacije. Ti razgradni proizvodi ulju daju neugodan miris i okus po užeglosti te se time smanjuje kakvoća ulja. Ulja sa većim sadržajem viših masnih kiselina podložnija su autooksidaciji od drugih ulja.

Oksidacija se može spriječiti dodavanjem antioksidansa koji blokiraju lančanu reakciju. Maslinovo ulje samo po sebi sadrži dovoljne količine antioksidansa. Njihova uloga je sprječavanje početka lančane reakcije, blokiranje procesa stvaranja slobodnih radikala i stabilizacija hidroperoksida.<sup>5</sup>

#### **1.4.4. Kvaliteta maslinovog ulja**

Danas poznata, priznata i kao takva utvrđena kvaliteta djevičanskog maslinovog ulja od strane stručno-znanstvenih mjerodavnih institucija je rezultat uzajamnih odnosa čovjeka i stabla, odnosno ploda masline.

Kvaliteta prema razini poimanja dijeli se u tri osnovne grupe:

- Osnovna kvaliteta – djevičansko maslinovo ulje udovoljava zahtjevima da bude “zdravo, korisno i da ima tržište”. Kategorija kriterija za ovu kvalitetu su najveće dopuštene koncentracije nepoželjnih sastojaka.
- Prirodna (urođena) kvaliteta – često se mijenja s vremenom, a odražava senzorske i nutritivne vrijednosti djevičanskih maslinovih ulja. Kriteriji za ovu kvalitetu su fizikalno-kemijska i organoleptička svojstva.
- Pripadajuća (pridodana) kvaliteta – pokriva aspekte subjektivne prirode. Kategorija ovog kriterija kvalitete je stvaranje imidža djevičanskog maslinovog ulja povezanog uz kulinarsku tradiciju te mediteransku klimu i podneblje.<sup>14</sup>

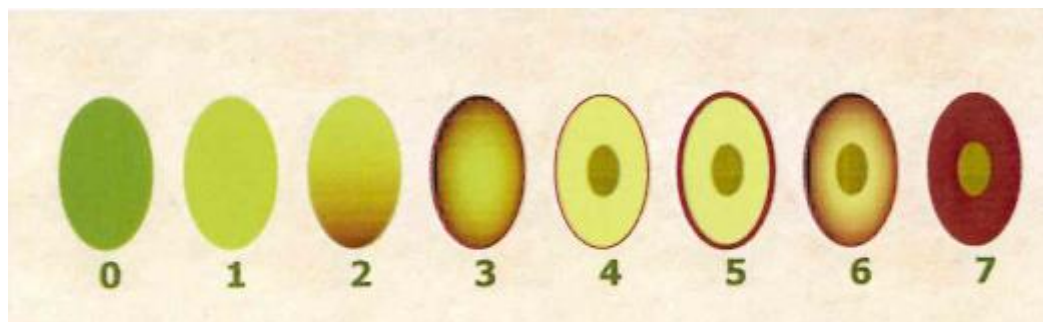
#### 1.4.4.1. Čimbenici koji utječu na kvalitetu maslinovog ulja

Na kvalitetu ulja utječe više različitih faktora. Globalno ih možemo podijeliti na prirodne i ljudske čimbenike. U prirodne čimbenike ubrajamo sortu, utjecaj svjetlosti na rast i razvoj ploda, tlo, klima, utjecaj zrelosti plodova i dr. Ljudski čimbenici su različiti agrotehnički zahvati (gnojenje, rezanje, zaštita, berba) te tehnološki postupci prerade maslina, način skladištenja i čuvanja ulja.

##### Prirodni čimbenici

Sorta ima značajan utjecaj na kakvoću jer je maslinovo ulje produkt metabolizma biljke. Određene sorte imaju veću količinu polifenola što direktno utječe na kvalitetu ulja. Miješanjem različitih sorti postiže se mirisna raznovrsnost, podiže se kvaliteta i osebujnost maslinovog ulja.

Stupanj zrelosti plodova (slika 11) utječe na kvalitetu maslinovog ulja na način da berbom i preradom djelomično dozrelih plodova podižemo vjerojatnost za dobivanjem ulja visoke kvalitete. Stupanj zrelosti ploda određuje razinu polifenola u plodu masline.



Slika 11. Stupnjevi dozrijevanja ploda<sup>6</sup>

Legenda :

- 0 - Svjetlo-zelena kožica ploda
- 1 - Zeleno-žučkasta kožica ploda
- 2 - Crvenkasto-smeđa kožica ploda
- 3 - Crvena kožica s bijelim mesom ploda
- 4 - Crna kožica s <50% tamnim mesom ploda

5 - Crna kožica s > 50% tamnim mesom ploda

6 - Crna kožica s >50%, a <100% ljubičastim mesom ploda

7 - Crna kožica i potpuno tamno meso ploda

Klima znatno utječe na dinamiku dozrijevanja plodova, a time i posredno na kvalitetu ulja. Više nadmorske visine i hladnija područja uzgoja maslina utječu na veće količine nezasićenih masnih kiselina. Ovisno o uvjetima podneblja, očituju se i razlike u sastavu negliceridnog dijela ulja.

Svjetlost značajno utječe na dozrijevanje plodova masline. U područjima sa mnogo sunčeve svjetlosti dozrijevanje je brže nego u sjenovitim područjima. Svjetlost ne utječe samo na dozrijevanje ploda već i na kakvoću ulja. Obilje svjetla povezano je sa stvaranjem i prisutnošću mnogih aromatičkih svojstava maslinovog ulja.

### **Ljudski čimbenici**

Metoda prerade uvelike utječe na kvalitetu maslinovog ulja. Vrlo je bitno kako se postupa sa plodom masline od njene berbe do samog kraja procesa proizvodnje maslinovog ulja.

Berba maslina je najprikladnija kod optimalne zrelosti plodova masline. Prerana ili prekasna berba imaju negativni utjecaj na kvalitetu ulja. Vrlo su bitne i tehnike berbe maslina jer i one neposredno utječu na kvalitetu ulja. Najpoželjnija je ručna berba maslina jer ona dovodi do najmanjeg oštećenja stabla i ubranih plodova. Skupljanje plodova sa tla treba izbjegavati jer direktno smanjuje kvalitetu maslinovog ulja.

Na kvalitetu maslinovog ulja utječe i transport plodova. Najbolji način transporta je u plastičnim ili drvenim sanducima sa rupičastim stjenkama. Transport u PVC ili jutenim vrećama je nepoželjan jer pospješuje razvoj mikroorganizama koji smanjuju kvalitetu ulja.

Proces prerade maslina može dovesti do kemijskih promjena ulja što značajno utječe na kakvoću ulja.

Osim postupaka prerade u konačnici i čuvanje (pohrana) maslinovog ulja izrazito utječe na njegovu kvalitetu.

Sustav uzgoja i primjene agrotehničkih mjera direktno utječu na kvalitetu ulja. Vrlo bitni su čisti sortni maslinici, integrirana poljoprivreda, primjena organskih gnojiva te različite

inovacije u uzgoju jer bitno utječu na poboljšanje kvalitete maslina, plodova i u konačnici maslinovog ulja.<sup>15</sup>

#### **1.4.5. Parametri kvalitete maslinovog ulja**

U parametre kvalitete kojima se maslinovo ulje razvrstava u odgovarajuću kategoriju ubrajamo kiselinski broj, peroksidni broj, K-brojeve, senzorsku ocjenu i dr.

**Kiselinski broj** - govori nam o količini slobodnih masnih kiselina u ulju. Slobodne kiseline nastaju pod utjecajem lipaza. Lipaze cijepaju ulje na njegove sastavnice pri čemu u prvom stupnju nastaju slobodne masne kiseline. Njih ne smije biti previše inače dolazi do bržeg kvarenja (oksidacije) maslinovog ulja. Porast kiselinskog broja uzrokuje senzorsku manu koja se naziva upaljeno. Kiselinski broj maslinovog ulja raste ako je plod bio duže nepravilno skladišten prije mljevenja, ako je plod bio oštećen ili ako su plodovi do njihove prerade čuvani u vodi.

**Peroksidni broj** je parametar kojim utvrđujemo stupanj oksidacije maslinovog ulja. Oksidacija ulja može biti enzimatska ili kemijska. Peroksidni broj predstavlja miliekvivalente aktivnog kisika iz peroksida sadržanog u 100 g ulja. Vrijednost peroksidnog broja raste tijekom dobivanja ulja (visoka temperatura prerade), nepravilnog čuvanja i skladištenja (kontakt sa zrakom, svjetlo i dr.).

Porast peroksidnog broja povezan je sa najčešćom senzorskom manom koja se naziva užeglost.<sup>10</sup>

**K-brojevi (spektrometrija u UV području)** - ispitivanje apsorbancije je vrlo jednostavna instrumentalna analiza koja nam govori o kvaliteti i autentičnosti ulja.

Apsorbancija u UV području pri valnoj dužini od 232 nm ( $K_{232}$ ) uzrokovana je nastankom hidroperoksida, tj. vezivanjem kisika na dvostruku vezu. Ovo je ujedno i prvi stupanj oksidacije ulja.

Apsorbancija u UV području pri valnoj dužini od 270 nm ( $K_{270}$ ) uzrokovana je nastankom karbonilnih spojeva zbog pucanja lanca karboksilne kiseline na mjestu vezivanja kisika. Ova reakcija naziva se i drugim stupnjem oksidacije ulja.

Povećanje ovog parametra ukazuje na moguće miješanje maslinovog ulja sa rafiniranim uljem.



Ulja dobre kvalitete i dobro očuvana ulja imaju vrijednosti  $K_{232} < 1.80$ , a stara i loše očuvana ulja imaju vrijednosti  $K_{232} > 2.20$ .<sup>16</sup>

$\Delta K$  je kriterij koji nam omogućava razlikovanje lošeg (oksidiranog) maslinovog ulja i patvorenog maslinovog ulja dodatkom rafiniranog ulja. Povećanje  $\Delta K$  ukazuje na moguću prisutnost rafiniranih ulja u analiziranom uzorku.

**Organoleptičko ocjenjivanje (senzorsko ispitivanje)** je postupak kojim se utvrđuje i opisuje kvalitativna i kvantitativna senzorska svojstva maslinovog ulja. Ispitivanje provodi skupina ovlaštenih degustatora (Panel) prema unaprijed propisanoj metodi. Nakon što kušaju i pomirišu ulje spremni su opisati ulje i donijeti konačnu ocijenu. U opisu upotrebljavaju standardne pojmove tipične za određeno mirisno-okusno svojstvo.

Pozitivne karakteristike maslinovog ulja su: gorko, pikantno, slatko, jabuka, trava, badem, artičoka i dr.

Negativne karakteristike maslinovog ulja su: octikavo, metalno, užeglo i dr.

U ostale manje zastupljene metode analize kvalitete maslinovog ulja ubrajamo određivanje :

- udjela hlapivih spojeva
- udjela nečistoća netopivih u heksanu
- udjela metala

Kako bi se dobilo ulje dobrih parametara kvalitete treba primijeniti samo nekoliko osnovnih pravila:

- izbjeći enzimatsku razgradnju maslinova ulja primjenjujući dobru proizvođačku praksu u uzgoju, berbi, skladištenju ploda i preradi ploda u ulje
- zaštititi ulje od svjetla, temperature, zraka, izbjegavati dugo i neuvjetno skladištenje maslinova ulja
- pravilnim i redovitim održavanjem proizvodne i skladišne opreme zaštititi ulje od onečišćenja teškim metalima (korozija)
- pravovremeno odvojiti ulje od taloga
- pakirati maslinovo ulje u odgovarajuću ambalažu, po mogućnosti pod inertnim plinom.<sup>10</sup>

#### 1.4.6. Klasifikacija maslinovog ulja

Osnovna podjela maslinovog ulja po kvaliteti zakonski je određena. Maslinovo ulje se svrstava u tri kategorije: djevičanska maslinova ulja, lampante i rafinirana maslinova ulje te ulje komine.

**Ekstra djevičansko maslinovo ulje** je ulje čiji je udio slobodnih masnih kiselina izraženih kao oleinska najviše 0.8 g u 100 g i koje ima druga svojstva sukladna onima koja su predviđena za ovu kategoriju ulja. Ovo ulje se dobiva izravno iz ploda masline isključivo mehaničkim postupcima.<sup>17</sup>

**Djevičansko maslinovo ulje** je ulje čiji je udio slobodnih masnih kiselina izraženih kao oleinska najviše 2 g u 100 g i koje ima druga svojstva sukladna onima koja su predviđena za ovu kategoriju ulja. Dobiveno je izravno iz ploda masline isključivo mehaničkim postupcima.

**Maslinovo ulje (Lampante)** je djevičansko ulje neprihvatljivih organoleptičkih svojstava s uočljivim manama. Sadrži više od 2 g slobodnih masnih kiselina, izraženih kao oleinska u 100 g ulja. Ne rabi se za prehranu na što nas upućuje i sam naziv lampante. Može se preraditi procesom rafiniranja.

**Rafinirano maslinovo ulje** je ulje koje je dobiveno rafiniranjem djevičanskih maslinovih ulja poboljšanim metodama, koje ne mijenjaju značajno strukturu ulja.

**Ulje dobiveno od komine maslina** - komina je čvrst ostatak koštica i pulpe nakon prešanja i centrifugiranja. Sadrži u sebi još 5% ulja koje se može preraditi mehaničkim postupcima ili se ekstrahira uz pomoć organskih otapala.<sup>17</sup>

## **2. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **2.1. Materijali i metode**

U eksperimentalnom dijelu završnog rada korišteni su uzorci ulja dobiveni iz ploda masline sorte Levantinka.

Berba plodova sorte Levantinka odvijala se u listopadu 2013. godine, na pokusnom polju Instituta za jadranske kulture i melioraciju krša u Splitu.

Plodovi su odmah poslije branja prerađeni u ulje pri čemu je korištena laboratorijska uljara Abencor mc2. Tijekom obrade, proces miješanja maslinovog tijesta proveden je pri različitim temperaturama: 26°C, 36°C i 46°C. Za svaku temperaturu ispitan je i utjecaj vremena miješanja maslinovog tijesta. Miješanje za svaku temperaturu provedeno je u trajanju od 30, 45 i 60 min.

Uzorci maslinovog ulja čuvani su pri sobnoj temperaturi u tamnim bocama.

#### **2.1.1. Prerada ploda u laboratorijskoj uljari Abencor mc2**

Osnovna prednost laboratorijske uljare Abencor mc2 je prerada male količine ploda (800 g) iz koje je moguće dobiti reprezentativni uzorak maslinovog ulja. Uljara se sastoji od 3 dijela: mlina, miješalice s vodenom kupelji i centrifuge (slika 12).

Jednofazni električni motor snage 1,5 kW pokreće mlin čekićar, a svi dijelovi mlina izrađeni su od nehrđajućeg čelika. Prednost ovog mlina je efikasno čišćenje jer mu se dijelovi lako odvajaju. Za vrijeme rada poklopcem od stakloplastike se zaštiti lijevak za punjenje. Rešetke za mljevenje su različitog promjera (4,5 mm i 5,5 mm), ovisno o potrebnoj veličini usitnjenosti ploda.

Usitnjeno tijesto se nakon odvage odvodi u miješalicu s vodenom kupelji. Miješalica ima 8 mijesta za miješanje kao i mogućnost regulacije temperature i duljine miješanja.

Temperaturni senzori služe za kontrolu temperature. Centrifugiranje slijedi nakon miješanja smjese. Centrifuga se sastoji od jakog elektromotora i bubnja od nehrđajućeg čelika koji se okreće brzinom od 3500 okr/min. Nakon 90 s dolazi do zaustavljanja centrifuge. U posudi koja se nalazi na dnu uređaja sakuplja se smjesa ulja, krutog dijela i vode. Nakon odvajanja ulja od krute faze i taloženja, uzorak čistog ulja izdvoji se

dekantiranjem. Uzorak se može i dodatno centrifugirati pomoću ultracentrifuge u svrhu pročišćavanja i odvajanja vode ili eventualno zaostalog taloga.



**Slika 12.** Laboratorijska uljara Abencor mc2

### **2.1.2. Rancimat metoda**

Oksidacijska stabilnost je jedan od glavnih pokazatelj kvalitete ulja i masti.

Kvarenje masti biljnog i životinjskog podrijetla može se pratiti u koracima. U prvom stadiju najčešće se očituje promjenom okusa i mirisa hrane, a kasnije promjenama u kemijskom sastavu.

Uzrok ovih reakcija kvarenja je prisutnost i djelovanje atmosferskog kisika. Takva oksidacija koja se odvija jako sporo i pri sobnoj temperaturi se naziva autooksidacija.<sup>18</sup>

Sve započinje reakcijama nezasićenih masnih kiselina koje prolaze kroz više faza razgradnje. Primarni produkti su peroksidi i alkoholi, a karboksilne kiseline i aldehili su sekundarni oksidacijski produkti.



**Slika 13.** Uređaj Rancimat 743 Metrohm

743 Rancimat je mjerni uređaj pomoću kojeg se određuje oksidacijska stabilnost uzoraka koji sadrže mast i ulje (slika 13).

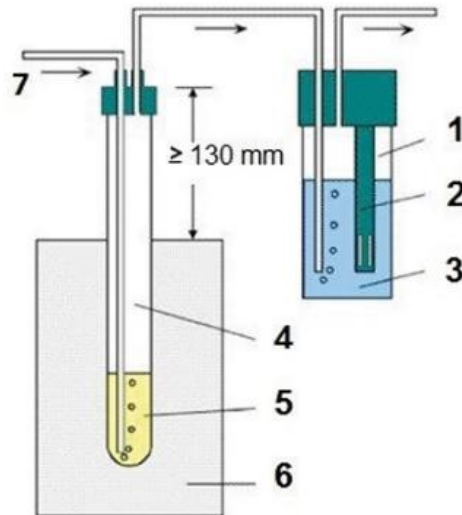
Sastoji se od dva bloka za grijanje od koji svaki ima 4 pozicije za mjerenje. Svaki blok se može grijati pojedinačno.<sup>18</sup>

Rad ovog uređaja je potpuno kontroliran računalom. Obrada rezultata također se obavlja preko računala.

Kod Rancimat metode uzorak je izložen strujanju zraka konstantne temperature (između 50 i 220 °C). Ovom metodom ubrzavamo kvarenje ulja i masti pri povišenim temperaturama uz stalni dovod zraka. Indukcijski period (vrijeme) je mjera otpornosti ulja prema oksidaciji. Indukcijski period (IP) je dobar indikator za oksidacijsku stabilnost ulja. Proporcionalan je sa stabilnošću i održivosti ulja. Određuje se s obzirom na količinu izdvojenih kratkolančanih hlapljivih organskih kiselina.

Hlapljivi produkti nošeni strujom vrućeg zraka prelaze u mjernu komoru koja sadrži destiliranu vodu gdje se apsorbiraju i na taj način uzrokuju porast njenje provodljivosti (slika 14).

Prilikom eksperimenta prati se provodljivost destilirane vode te se na temelju dobivenih podataka izrađuje krivulja oksidacije.



**Slika 14.** Shema Rancimat uređaja

- 1 - mjerna komora
- 2 - konduktometrijska ćelija
- 3 - mjerna otopina
- 4 - reakcijska komora
- 5 - uzorak
- 6 - blok za zagrijvanje
- 7 - struja zraka

Rancimat metodom određena je oksidacijska staabilnost uzoraka maslinovog ulja sorte Levantinka proizvedenog u laboratorijskoj uljari Abencor mc2.

Svaki uzorak ulja mase  $3,0 \pm 0,005$  g je vagan na analitičkoj vagi. Konduktometrijske ćelije su napunjene sa 60 mL destilirane vode. Mjerenja su provodena pri temperaturi zraka od  $120$  °C i protoku od 20 l/h.

Rezultati mjerenja su izraženi kao indukcijski period (IP).

### 3. REZULTATI

U tablicama 5. i 6. prikazani su rezultati mjerenja oksidacijske stabilnosti maslinovog ulja sorte Levantinka Rancimat metodom, upotrebom uređaja Rancimat 743 (Metrohm, Švicarska).

**Tablica 5.** Rezultati mjerenja oksidacijske stabilnosti ulja za srpanj 2014. god.<sup>19</sup>

| Sorta      | Temperatura (°C) | Vrijeme (min) | Indukcijsko vrijeme (h) |              |               |                    |
|------------|------------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|
|            |                  |               | I. mjerenje             | II. mjerenje | III. mjerenje | Srednja vrijednost |
| Levantinka | 26               | 30            | 17,87                   | 18,54        | 17,78         | <b>18,06</b>       |
|            |                  | 45            | 17,67                   | 18,06        | 17,53         | <b>17,75</b>       |
|            |                  | 60            | 15,00                   | 14,43        | 14,16         | <b>14,53</b>       |
|            | 36               | 30            | 19,53                   | 18,44        | 19,58         | <b>19,18</b>       |
|            |                  | 45            | 18,29                   | 18,55        | 17,84         | <b>18,23</b>       |
|            |                  | 60            | 19,94                   | 19,51        | 19,64         | <b>19,70</b>       |
|            | 46               | 30            | 10,42                   | 10,22        | 10,18         | <b>10,27</b>       |
|            |                  | 45            | 12,05                   | 11,62        | 11,85         | <b>11,84</b>       |
|            |                  | 60            | 11,16                   | 11,06        | 11,55         | <b>11,26</b>       |

**Tablica 6.** Rezultati mjerenja oksidacijske stabilnosti ulja za srpanj 2016. god.

| Sorta      | Temperatura (°C) | Vrijeme (min) | Indukcijsko vrijeme (h) |              |               |                    |
|------------|------------------|---------------|-------------------------|--------------|---------------|--------------------|
|            |                  |               | I. mjerenje             | II. mjerenje | III. mjerenje | Srednja vrijednost |
| Levantinka | 26               | 30            | 12,49                   | 13,13        | 13,86         | <b>13,16</b>       |
|            |                  | 45            | 11,16                   | 11,21        | 11,65         | <b>11,34</b>       |
|            |                  | 60            | 4,32                    | 4,25         | 4,57          | <b>4,38</b>        |
|            | 36               | 30            | 15,86                   | 15,14        | 16,30         | <b>15,77</b>       |
|            |                  | 45            | 13,52                   | 13,53        | 13,85         | <b>13,63</b>       |
|            |                  | 60            | 12,99                   | 12,92        | 13,04         | <b>12,98</b>       |
|            | 46               | 30            | 5,76                    | 5,89         | 6,16          | <b>5,94</b>        |
|            |                  | 45            | 7,69                    | 7,83         | 7,82          | <b>7,78</b>        |
|            |                  | 60            | 7,82                    | 7,82         | 8,30          | <b>7,98</b>        |

## 4. RASPRAVA

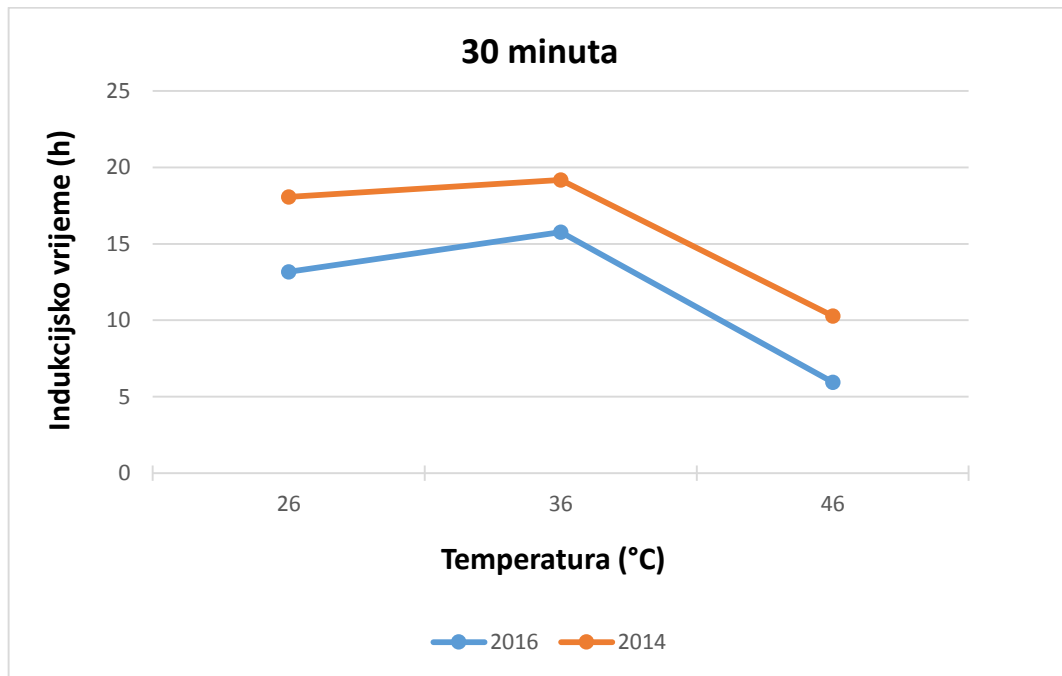
Kvaliteta plodova masline, postupak prerade te vrijeme i način skladištenja maslinovog ulja samo su neki od čimbenika koji direktno utječu na njegovu kvalitetu. Kemijski sastav, oksidacijska stabilnost i organoleptička svojstva maslinovog ulja određuju njegovu kvalitetu.

Cilj procesa prerade plodova maslina je dobiti maslinovo tijesto iz kojeg će daljnim procesom prerade izlučiti visoko kvalitetno maslinovo ulje. Vrlo je bitno da se tijekom procesa prerade u najvećoj mogućoj mjeri očuva kemijski sastav maslinovog ulja. Pri samom procesu miješanja maslinovog tijesta vrlo je bitno postaviti optimalne uvjete temperature i vremena miješanja.

Maslinovo ulje podložno je oksidaciji. Jedan od pokazatelja kvalitete maslinovog ulja je upravo njegova otpornost na oksidaciju. U ovom radu ispitan je utjecaj proizvodnih uvjeta i vremena skladištenja na kvalitetu ulja dobivenog iz plodova maslina sorte Levantinka. Od proizvodnih uvjeta najznačajnija je temperatura i vrijeme miješanja maslinovog tijesta. Plodovi masline prerađeni su u laboratorijskoj uljari Abencor mc2, a maslinovo tijesto miješano je u različitim vremenskim periodima (30, 45 i 60 min) te pri različitim temperaturama (26°C, 36°C i 46°C). Dobiveni uzorci maslinovog ulja do analize skladišteni su u tamnim bocama pri sobnoj temperaturi.



Slika 15 prikazuje ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi pri miješanju uzorka 30 minuta.

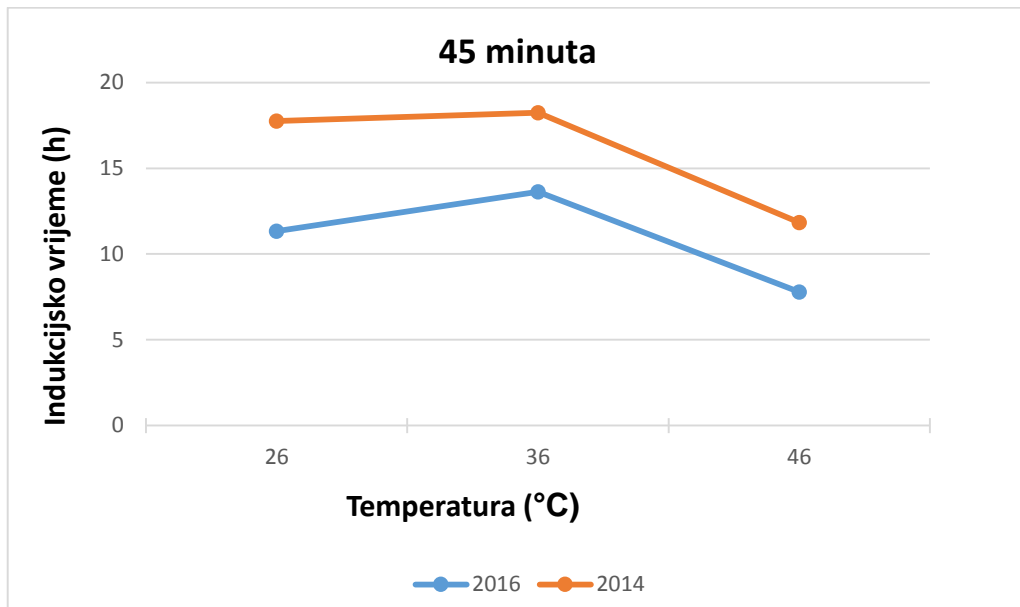


**Slika 15.** Ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi pri miješanju tijesta od 30 minuta

Uočen je blagi porast indukcijskog vremena sa porastom temperature do 36°C, dok daljnim povećavanjem temperature indukcijsko vrijeme naglo opada.

Najveća oksidacijska stabilnost ulja zabilježena je pri temperaturi od 36°C.

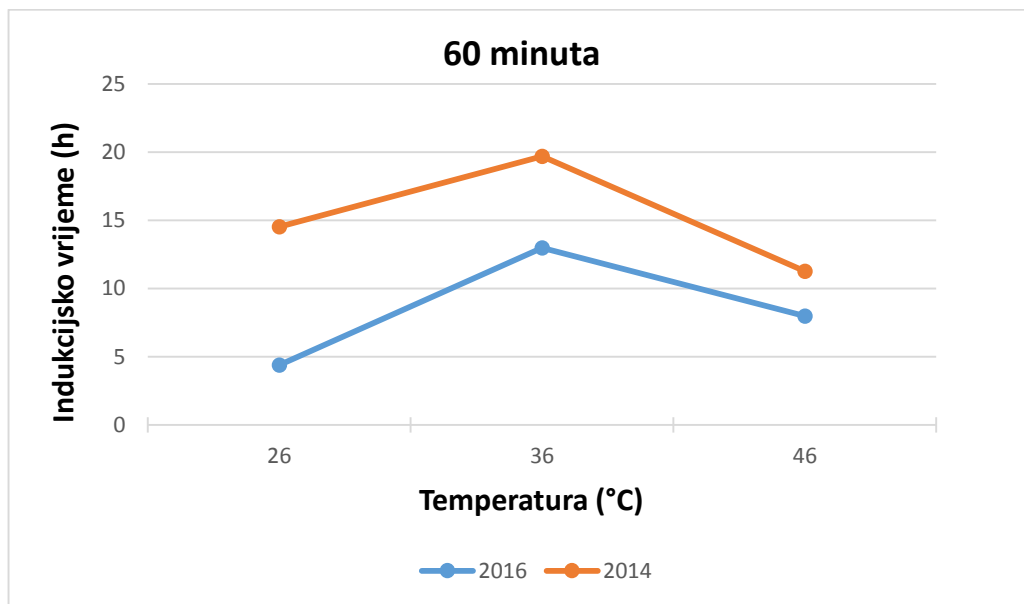
Ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi kod miješanja tijesta u trajanju od 45 min prikazana je na Slici 16.



**Slika 16.** Ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi pri miješanju tijesta od 45 minuta

Porastom temperature bilježi se lagani porast indukcijskog vremena sve do temperature od 36°C. Povećavanjem temperature iznad 36°C indukcijsko vrijeme naglo se smanjuje. Najveća oksidacijska stabilnost ulja zabilježena je pri temperaturi od 36°C.

Slika 17 prikazuje ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi pri miješanju tijesta od 60 minuta.



Slika 17. Ovisnost indukcijskog vremena o temperaturi pri miješanju tijesta od 60 minuta

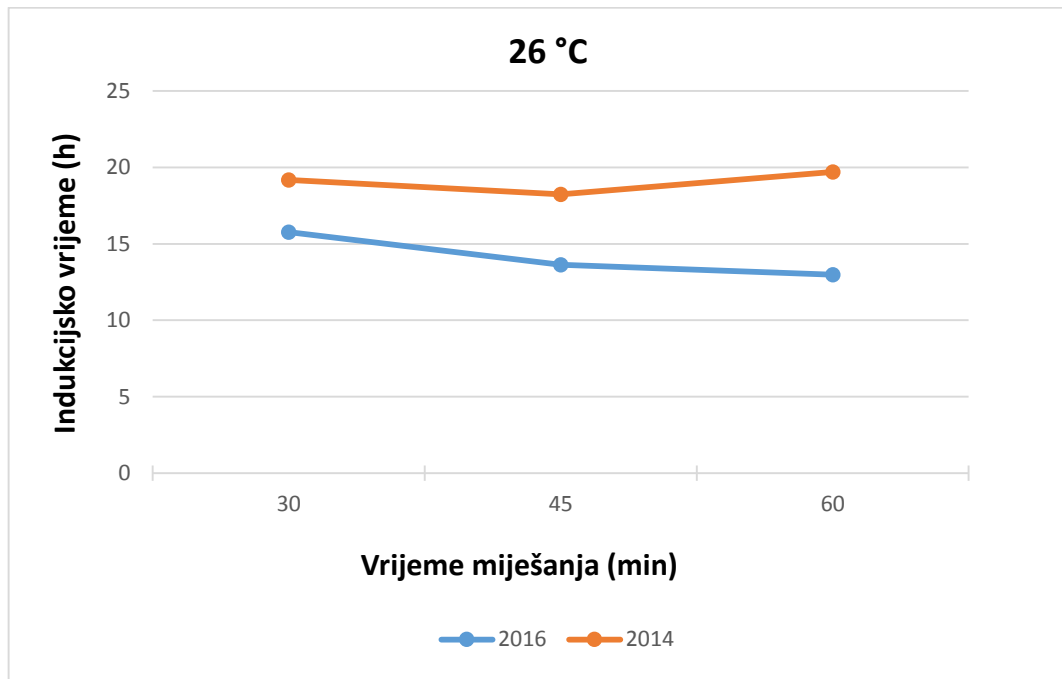
Zabilježen je porast indukcijskog vremena sa porastom temperature do 36°C, dok se daljnjim povećanjem temperature indukcijsko vrijeme smanjuje.

Najveća oksidacijska stabilnost ulja zabilježena je pri temperaturi od 36°C.

Uočava se kako porast temperature miješanja do 36°C pozitivno utječe na indukcijsko vrijeme. Upravo je pri temperaturi od 36°C zabilježena najveća oksidacijska stabilnost ulja za sva tri vremena miješanja. Temperature iznad 36°C negativno utječu na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja. Prema tome možemo zaključiti da visoke temperature (iznad 36°C) izravno utječu na kvalitetu maslinovog ulja jer se pri tim temperaturama indukcijsko vrijeme naglo smanjuje. Posljedice povećanja temperature su ubrzanje oksidacijskih reakcija koje direktno narušavaju kvalitetu maslinovog ulja.

Jednaki trend ovisnosti temperature i indukcijskog vremena zabilježen je za uzorke "svježeg" ulja i ulja skladištenog 2 godine.

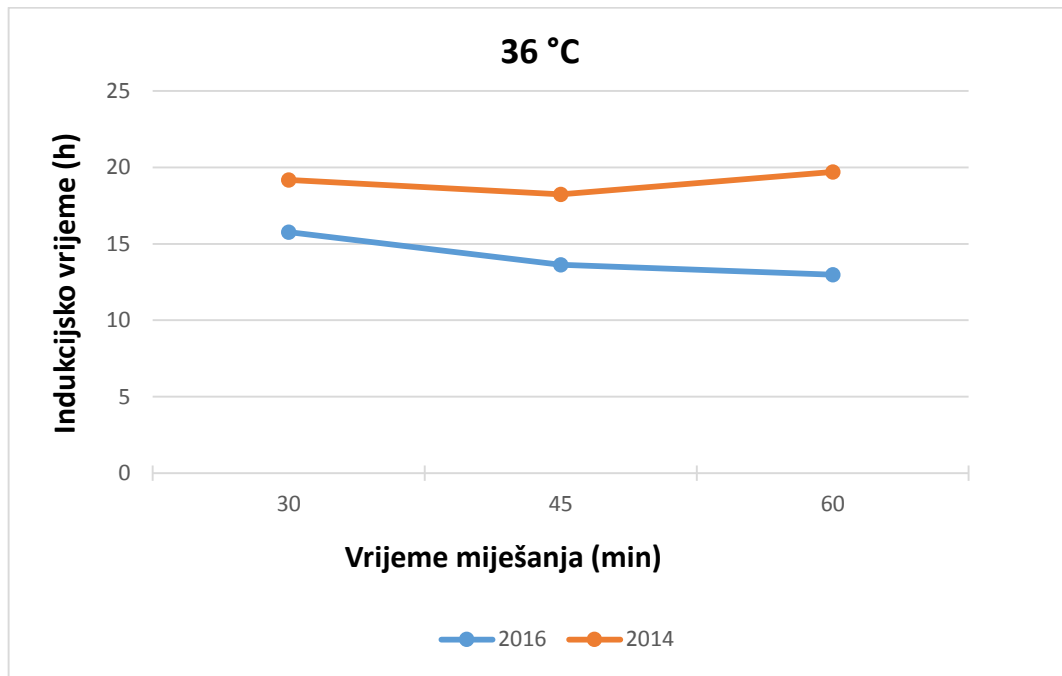
Ovisnost indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi od 26 °C prikazana je na Slici 18.



**Slika 18.** Graf ovisnosti indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi od 26 °C

Uočene su razlike u ovisnosti vremena miješanja i indukcijskog vremena u uzorcima ulja analiziranih 2014. i 2016. godine. Najveća oksidacijska stabilnost ulja za 2014. godinu zabilježena je pri miješanju od 60 minuta, dok je za 2016. godinu zabilježena pri miješanju od 30 minuta.

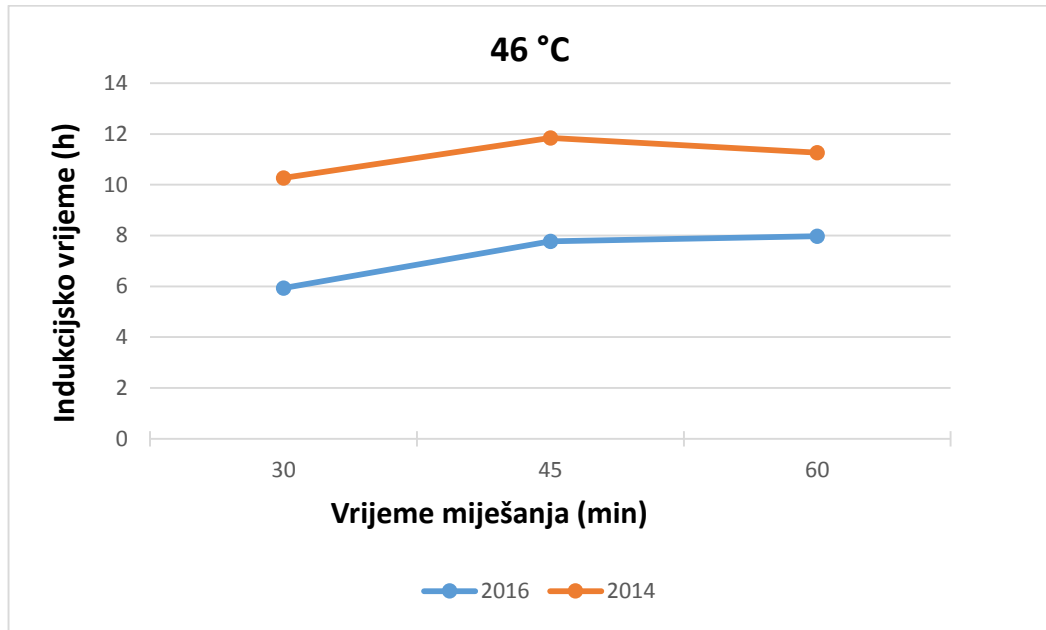
Ovisnost indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi 36 °C prikazana je na slici 19.



**Slika 19.** Graf ovisnosti indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi 36 °C.

Najveća oksidacijska stabilnost ulja zabilježena je pri miješanju od 60 minuta za 2014. godinu, a pri miješanju od 30 minuta za 2016. godinu.

Ovisnost indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi 46 °C prikazana je na Slici 20.



**Slika 20.** Graf ovisnosti indukcijskog vremena o vremenu miješanja tijesta pri temperaturi 46°C

Najveća oksidacijska stabilnost ulja za 2014. godinu zabilježena je pri trajanju miješanja od 45 minuta, dok je za 2016. godinu zabilježenja pri miješanju od 60 minuta.

## 5. ZAKLJUČAK

Na temelju provedenih ispitivanja maslinovog ulja dobivenog iz ploda sorte Levantinka, pri različitim vremenima miješanja i različitim temperaturama, kao i različitom vremenu skladištenja samog ulja donosimo sljedeće zaključke:

- Oksidacijska stabilnost maslinovog ulja direktno ovisi o temperaturi i vremenu miješanja maslinovog tijesta, kao i o vremenskom periodu skladištenja samog maslinovog ulja.
- Najpovoljnija temperatura miješanja maslinovog tijesta je 36°C.
- Najpovoljnije vrijeme miješanja je 60 min.
- Na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja veći utjecaj ima temperatura miješanja nego vrijeme miješanja.
- Utjecaj vremena miješanja na stabilnost maslinovog ulja je relativno malen.
- Dulji period skladištenja maslinovog ulja negativno utječe na kvalitetu samog ulja.

## 6. LITERATURA

1. <http://www.selca.hr/novosti/prica-o-maslini....php#.WdKduFuCzIU> (15.08.2017.)
2. <http://www.zvijezda.hr/zanimljivosti-o-maslinovom-ulju/> (15.08.2017.)
3. <https://hrcak.srce.hr/file/241986> (25.08.2017.)
4. <https://www.coolinarika.com/clanak/maslina-hrana-i-lijek/> (27.08.2017.)
5. [https://bib.irb.hr/datoteka/382836.Rocak\\_Tina\\_DIPLOMSKI\\_RAD\\_2005.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/382836.Rocak_Tina_DIPLOMSKI_RAD_2005.pdf)  
(15.08.2017)
6. <https://hrcak.srce.hr/file/240786> (27.08.2017.)
7. T.Klepo i Đ. Benčić, Utjecaj genotipa na kemijski sastav maslinovog ulja. *Glasnik zaštite bilja* **5** (2014).
8. <http://www.agroportal.hr/maslinarstvo/1924> (30.08.2017.)
9. <https://www.agroklub.com/sortna-lista/voce/maslina-18/> (30.08.2017.)
10. I.Ljubenković, *Prerada maslina*, nerecenzirani nastavni materijali, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split, (2014).
11. <https://repositorij.ptfos.hr/islandora/object/ptfos%3A80/datastream/PDF/view>  
(01.09.2017.)
12. <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/23/587/njega-i-cuvanje-maslinovog-ulja/>  
(27.08.2017.)
13. <https://dr.nsk.hr/islandora/object/ptfos%3A155/datastream/PDF/view> (25.08.2017.)
14. A.Gugić i I. Ordulj, Prerada plodova maslina i kvaliteta djevičanskog maslinovog ulja, *Glasnik zaštite bilja* **6** (2006).
15. <http://www.oio-vivo.com/kvaliteta-maslinovo-ulje> (01.09.2017.)
16. I.Generalić Mekinić, Skripta za vježbe iz kolegija Prerada maslina, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split, (2015).
17. [http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009\\_01\\_7\\_173.html](http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_01_7_173.html) (27.08.2017.)
18. <http://www.manualsdir.com/manuals/586721/metrohm-743-rancimat.html?page=9>  
(01.09.2017.)



19. L. Tomić, Utjecaj temperature, vremena miješanja i vremena skladištenja na oksidacijsku stabilnost maslinovog ulja dobivenog od sorte levantinka, Završni rad, Kemijsko – tehnološki fakultet Split, (2015).

#### **IZVOR SLIKA :**

SLIKA 1: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:215\\_Olea\\_europaea\\_L.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:215_Olea_europaea_L.jpg)

SLIKA 2: <http://sansalvatore.xoom.it/virgiliowizard/olive-e-olio-extravergine>

SLIKA 3: I.Ljubekov, Prerada maslina, neregistrirani nastavni materijali, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split, (2014).

SLIKA 4: <http://www.lookchem.com/Oleuropein/>

SLIKA 5: <http://www.maslinar.eu/hr/novosti/Levantinka-daje-odlicno-ulje/5/452/Item.aspx>

SLIKA 6: <http://www.barinfo.me/text.php?kategorija=1&id=690>

SLIKA 7: <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/19/390/strojevi-i-oprema-u-maslinarstvu/>

SLIKA 8: <http://www.savjetodavna.hr/vijesti/31/3853/prijevoz-i-cuvanje-ploda-maslina/>

SLIKA 9: <http://blog.dnevnik.hr/geomir/2010/11/1628386236/maslina-je-obrana.2.html>

SLIKA 10: <http://blog.dnevnik.hr/geomir/2010/11/1628386236/maslina-je-obrana.2.html>

SLIKA 11: <http://www.oliveyourfavourites.com/learnmore.php>

SLIKA 12:

SLIKA 13: [http://www.gualab.com.ar/images/lanzamientos/25040801\\_xl.jpg](http://www.gualab.com.ar/images/lanzamientos/25040801_xl.jpg)

SLIKA 14: <http://www.git-labor.de/forschung/life-sciences-biotechnologie/prozessueberwachung-qualitaetskontrolle-nahrungsfette-biokraf>

