

Primjena novih tehnologija u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja

Svirčević, Ana

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:977307>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-02**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Ana Svirčević
7275/PT

**PRIMJENA NOVIH TEHNOLOGIJA U PROIZVODNJI
DJEVIČANSKOG MASLINOVOG ULJA**

ZAVRŠNI RAD

Naziv znanstveno-istraživačkog projekta: Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost projektom "Utjecaj inovativnih tehnologija na nutritivnu vrijednost, senzorska svojstva i oksidacijsku stabilnost djevičanskih maslinovih ulja iz hrvatskih autohtonih sorti maslina" (IP-2020-02-7553)

Mentor: Prof.dr.sc. *Dubravka Škevin*

Zagreb, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

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

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju ulja i masti

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Primjena novih tehnologija u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja

Ana Svirčević, 0058208920

Sažetak:

Proizvodnja djevičanskog maslinovog ulja (DMU) može se odvijati tradicionalnim ili modernim postupkom. Uz standardne metode koje se koriste tijekom proizvodnje ulja, sve se više uočavaju prednosti novih tehnologija: ultrazvuka, pulsirajućeg električnog polja (PEP-a) i mikrovalova. Cilj ovog rada je opisati način na koji nove tehnologije funkcioniraju te predstaviti njihovu primjenu u proizvodnji DMU. Ultrazvuk se može koristiti za ekstrahiranje bioaktivnih polifenola i obradu otpadnih voda maslinovog ulja. Uz proces malaksacije može poboljšati prinose, sastav i kvalitetu DMU. PEP poboljšava ekstraktivnost i kvalitetu DMU te primjenu nalazi i u ekstrakciji fenolnih spojeva iz komine maslina. Mikrovalovalno potpomognuta ekstrakcija koristi se za uklanjanje pigmenata i tokoferola, a korištenje mikrovalova u obradi maslinovog tijesta rezultira niskom oksidacijom DMU, većom koncentracijom hlapljivih spojeva u ulju te visokom kvalitetom proizvoda.

Ključne riječi: djevičansko maslinovo ulje, mikrovalovi, pulsirajuće električno polje, ultrazvuk

Rad sadrži: 28 stranica, 15 slika, 2 tablice, 30 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: Prof.dr.sc. *Dubravka Škevin*

Datum obrane: rujan, 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

University of Zagreb

Faculty of Food Technology and Biotechnology

University undergraduate study Food Technology

Department of Food Engineering

Laboratory for Oil and Fat Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences

Scientific field: Food Technology

Application of new technologies in production of virgin olive oil

Ana Svirčević, 0058208920

Abstract:

The production of virgin olive oil (VOO) can be done using traditional or modern process. In addition to the standard methods used during oil production, the advantages of new technologies: ultrasound, pulsed electric field (PEF) and microwaves are being observed. The aim of this paper is to describe how new technologies work and to present their application in the production of VOO. The ultrasound can be used to extract bioactive polyphenols and in olive oil wastewater treatment. With the malaxation process, it can improve the yields, composition and quality of VOO. PEF improves extractivity and quality of VOO and can also be used in the extraction of phenolic compounds from olive pomace. Microwave assisted extraction is used to remove pigments and tocopherols, and the use of microwaves in olive paste processing results in low oxidation of VOO, a higher concentration of volatile compounds in oil and high product quality.

Keywords: virgin olive oil, microwave, pulsed electric field, ultrasound

Thesis contains: 28 pages, 15 figures, 2 tables, 30 references

Original in: Croatian

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

Mentor: PhD. *Dubravka Škevin*, Full professor

Defence date: September, 2021.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Maslina	2
2.1.1. Opis stabla masline	2
2.1.2. Građa ploda masline	3
3.1. Berba maslina	5
4.1. Skladištenje i transport maslina	8
5.1. Proizvodnja djevičanskog maslinovog ulja	8
5.1.1. Priprema ploda masline za procese separacije ulja	8
5.1.2. Procesi separacije ulja iz maslinovog tijesta	10
6.1. Nove tehnologije u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja	13
6.1.1. Ultrazvuk	14
6.1.1.1. Primjena ultrazvuka u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja	16
6.1.2. Pulsirajuće električno polje (PEP)	18
6.1.2.1. Primjena pulsirajućeg električnog polja u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja	19
6.1.3. Mikrovalovi	21
6.1.3.1. Primjena mikrovalova u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja	22
3. ZAKLJUČAK	24
4. POPIS LITERATURE	25

1. UVOD

Maslina je vrlo stara biljna vrsta čije su plodove sakupljali ljudi još u mlađe kameno doba, o čemu svjedoče arheološki nalazi stari više od 9000 godina. Međutim, prva su stabla kultivirana i posađena prije 5 do 6 tisuća godina na području Mezopotamije, Sirije i Palestine, odakle se maslina proširila Mediteranom. U Hrvatskoj se maslina uzgaja duž cijelog priobalja, od Istre do juga Dalmacije, uključujući i na otocima (Kantoci, 2006).

Maslinovo ulje je biljna masnoća dobivena najvećim dijelom iz mesa ploda masline (> 95%), a manjim dijelom iz sjemenke ploda (< 5%), za razliku od većine biljnih ulja koja se dobivaju isključivo iz sjemenke (Gugić i Ordulj, 2006).

Prema Uredbi Komisije (EEZ) br. 2568/91, djevičansko maslinovo ulje definirano je kao proizvod dobiven izravno iz ploda stabla masline (*Olea europea* L.) koji se podvrgava isključivo mehaničkim ili drugim fizikalnim postupcima, u uvjetima koji ne dovode do promjena sastojaka ulja te bez dodataka pomoćnih sredstava kemijskog ili biokemijskog djelovanja i može se podvrgnuti isključivo postupcima pranja, centrifugiranja, dekantacije i/ili filtracije.

Djevičansko maslinovo ulje može se proizvoditi na dva načina: tradicionalnim i modernim postupkom.

Nakon što plodovi dosegnu optimalnu zrelost, beru se ručno (tradicionalni postupak) ili mehaničkim strojevima (moderni postupak), nakon čega se mogu kratko skladištiti ili se odmah prevoze u uljaru. Priprema ploda masline za separaciju ulja uključuje odstranjivanje lišća, pranje, drobljenje i mljevenje te eventualno miješenje.

Separacija ulja iz maslinovog tijesta provodi se prešanjem na hidrauličkim prešama otvorenog tipa ili kontinuiranom centrifugalnom ekstrakcijom u dekanterima s dvije ili tri faze. Potom se dobiveno djevičansko maslinovo ulje bistri filtriranjem ili prirodno (taloženjem) te se skladišti u spremnicima izrađenima od materijala koji su lako perivi i inertni u odnosu na ulje, kao što su spremnici od inoks čelika te ambalaža od metala, stakla i plastike (Škevin, 2016).

Cilj ovog preglednog rada je predstaviti primjenu novih tehnologija: ultrazvuka, pulsirajućeg električnog polja i mikrovalova u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Maslina

2.1.1. Opis stabla masline

Maslina je zimzelena vrsta koja kod nas doseže visinu 8 do 10 m, dok na položajima zaštićenim od vjetra može narasti i viša. Grančice su joj bodljikave, lišće tvrdo, kožasto i manje nego kod kultivirane masline.

Deblo masline kod nas ipak nije jako visoko te se krošnja najčešće počinje granati na visini od 1 m. Debljina debla doseže do 1 m u promjeru, a može biti i više.

Listovi su mali, duguljasti i kožasti. Lice lista je svijetlozelene boje, a naličje je bijelo. Lišće je po granama pravilno razdijeljeno: po dva lista nasuprot, a grana završava s jednim listom.

Cvjetovi su grozdasti, žućkasto bijeli i ugodnog mirisa. Nakon cvatnje i oplodnje razvija se plod. Plod je prvo zelen, a zrenjem mijenja boju u tamnoljubičastu ili crnu. Dozrijevanjem se gubi gorčina i povećava se sadržaj ulja u plodu.

Maslina uspijeva samo u umjereno toplim krajevima u kojima se temperatura rijetko spušta ispod 0° C.

Otvoreni položaji, izloženi jakim vjetrovima, ne odgovaraju maslinama jer joj vjetar lomi grane i skida plodove (Kantoci, 2006).

Maslina se razmnožava vegetativno (podancima ili reznicama, pomoću hiperplazija tj. odebljanja – guka, koje se razvijaju na donjem dijelu debla, neposredno iznad površine tla, te cijepljenjem) i generativno – sjemenom. U modernoj proizvodnji je najvažnije razmnožavanje ukorijenjivanjem reznica (Ročak, 2005).

U Hrvatskoj se najčešće uzgajaju sljedeće sorte za proizvodnju ulja: Bjelica, Buža, Drobница, Leccino, Grozdulja, Karbona, Karbunčela, Lastovka, Levantinka, Puljka, Piculja, Rosinjola, Rosulja, Sitnica, Slatka, Šarulja, Uljarica, Zuzorka i Žutica.

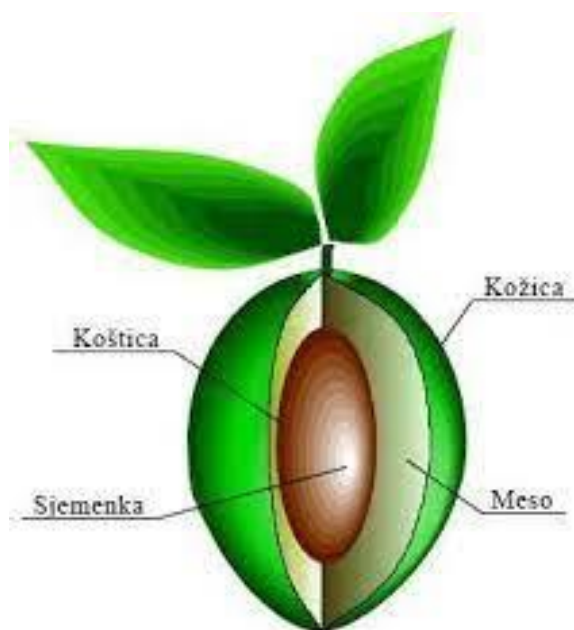
Najzastupljenija hrvatska sorta masline je Oblica, čiji prosječni udio ulja iznosi 17-22% (Škevin, 2016).



Slika 1. Stablo masline (Go Dubrovnik, 2021)

2.1.2. Građa ploda masline

Maslina razvija plod duguljastog ili okruglastog oblika koji je, slično plodovima ostalog koštičavog voća, sastavljen od tri dijela (epikarp, mezokarp i endosperm). Oblik, veličina, boja i sadržaj ulja u plodu ovise o sorti masline (Žura, 2020).



Slika 2. Građa masline (Kovačević, 2018)

Kožica (epikarp) je vanjska ovojnica ploda, koja mu pruža zaštitu od vanjskih utjecaja. Presvučena je masno- voštanom prevlakom koja je bogata triacilglicerolima, triterpenskim kiselinama, alifatskim i triterpenskim alkoholima te voskovima koji tijekom prerada prelaze u ulje i na taj način ga obogaćuju tim komponentama. Ona je bogata i tvarima boje, od kojih prevladavaju klorofili, dok su u nešto manjem postotku karoteni i ksantofili. U početku plod masline ima zelenu boju koja potječe iz klorofila, prilikom dozrijevanja njegova koncentracija opada te plod mijenja boju u žuto-zelenu. Daljnjim sazrijevanjem dolazi do sinteze antocijana te plod postaje tamnije boje (Kovačević, 2018).

Pulpa (mezokarp) čini najveći dio ploda masline te sadrži najveću količinu ulja, 15-30%. Ulje se nakuplja u vakuolama koje čini oko 80 % volumena stanice. Tijekom procesa prerade masline, prvenstveno tijekom mljevenja, dolazi do pucanja membrane vakuole i ulje se povezuje u veće kapljice, dok se jedan manji dio ulja raspršuje u vidu sitnih kapljica u citoplazmi i njega je jako teško izdvojiti uobičajenim postupcima. U vakuoli prevladavaju triacilgliceroli, dok se u manjoj koncentraciji nalaze voskovi, alkoholi, ugljikovodici, steroli i ostali. Plod masline obogaćen je organskim kiselinama kao što su limunska, jabučna i oksalna kiselina, koje odražavaju pH u rasponu od 4,5 do 5.

Biofenoli su tvari koje su od iznimne važnosti za okus, miris i nutritivna svojstva samoga ulja, a prevladavaju u maloj količini u vakuoli. U ulju se otopi tek 0,5 do 1 % od ukupne količine fenola koje se nalaze u vakuoli (Kovačević, 2018).

Crna boja nastaje oksidacijom fenolnih sastojaka uključujući oleuropein. To je fenolni glikozid tipičan za maslinu, a odgovoran je za gorki okus nezrelog ploda masline koja ga sadrži oko 2 % (od težine svježeg ploda). Kako plodovi zriju tako se smanjuje udio oleuropeina u njima, a oni time postaju manje gorki (Ročak, 2005).

Sjemenka (endosperm) se nalazi u koštici i iz nje se dobije tek 5 do 7 % ulja. Ulje sjemenke je citoplazmatsko, odnosno raspršeno u vidu sitnih kapljica, ali izrazito važno jer je bogato tokoferolima, sterolima, linolnom kiselinom, te je veća aktivnost lipoksigenaze i peroksidaze u odnosu na ostale dijelove ploda (Kovačević, 2018).

Tablica 1. Udio dijelova ploda u plodu masline (Gugić i Ordulj, 2006)

Dijelovi ploda	Udio u plodu (%)
pokožica	1,3-3,5
pulpa	70-81,5
koštica	15-28,5
klica	2-4
sjemenka	11-24,5

Tablica 2. Sastav ploda masline (Ročak, 2005)

Sastojak	(%)
voda	55
ulje	22
šećeri	19,1
celuloza	5,8
proteini	1,6
pepeo	1,5

Prilikom prerade masline, masno-voštana prevlaka i ulje dolaze u kontakt pa se u njemu otapaju triacilgliceroli, triterpenske kiseline, alkoholi i drugo (Žura, 2020).

3.1. Berba maslina

Berba maslina provodi se na različite načine, ovisno o tehnici uzgoja maslina, sorti, starosti nasada, veličini i obliku stabla te konfiguraciji terena. Način i vrijeme berbe, kao i transport i čuvanja ubranih plodova uvelike utječu na krajnju kvalitetu maslinovog ulja (Sito i sur., 2013).

Zrenje masline počinje polovinom rujna i traje do kraja studenog.

Zrenjem plod mijenja boju, povećavaju se antocijani, a smanjuju se klorofil i polifenoli koji usporavaju oksidacijske procese, a fenoli utječu i na aromu i okus ulja. Smanjuju se steroli i karoteni koji također usporavaju oksidacijske procese te se smanjuju alifatski, a povećavaju triterpenski alkoholi (Škevin, 2016).

Optimalna zrelost je najbolji omjer količine i kvalitete ulja koja se može dobiti iz ploda.

Postoji određivanje indeksa zrelosti ploda koji se zasniva na omjeru jabučna/limunska kiselina u plodu. Optimalna zrelost ploda bila bi onda kada bi taj omjer dostigao vrijednost 1, no taj način se rijetko primjenjuje u praksi.

Početak berbe maslina u širokoj praksi bio je određen čvrstoćom veze peteljka-plod, no pokazalo se da to nije pouzdana metoda. Prema istraživanjima, optimalan trenutak berbe je kada je trećina plodova crne, a dvije trećine zelene boje (Škevin, 2016).



Slika 3. Oblica zrela za branje (Modrave Murter-Betina, 2021)

Branje ploda masline u optimalnoj zrelosti osigurava postizanje bolje kvalitete ulja, izbjegavanje fiziološkog opadanja plodova, izbjegavanje kasnog napada maslinove muhe, postizanje veće učinkovitosti berača, postizanje boljeg cvjetanja u sljedećoj vegetacijskoj godini i postizanje stalnosti u rodu (Škevin, 2016).

U slučajevima ručne berbe, masline se ne oštećuju, ostaju cjelovite i čiste te stižu do uljare u savršanim higijenskim uvjetima. Također, prednost je i prisutnost relativno male količine otpadnog lišća. Međutim, takva berba maslina vrlo je skupa i zahtijeva mnogo ljudske radne snage, što značajno utječe na povećanu cijenu ulja (Sito i sur., 2013).

U svrhu ubrzanja i veće učinkovitosti ručne berbe upotrebljavaju se odgovarajuće alatke: češljevi i nazubljene škare (Škevin, 2016).

Plodovi padaju na mreže prethodno položene na zemljište ispod krošnje. Učinak ovakve berbe u odnosu na ručnu (bez češljeva) može se povećati za oko 30% (Sito i sur., 2013).



Slika 4. Uređaj sa zupcima za ručnu berbu maslina (Sito i sur., 2013)

Mehanizirana berba maslina u intenzivnim nasadima obavlja se visokosofisticiranim samokretnim strojevima, tresaćima.

Ovakav način berbe omogućuje kvalitetnu i pravovremenu berbu, uz minimalne troškove. Nedostatak primjene ovakvih tresaća je velika nabavna cijena (Sito i sur., 2013).



Slika 5. Tresač za mehaniziranu berbu maslina (Ministarstvo poljoprivrede, 2013)

4.1.Skladištenje i transport maslina

Plod masline je nakon branja podložan kvarenju, a može ga uzrokovati dugo skladištenje, do kojeg dolazi zbog djelovanja mikroorganizama koji se razvijaju u plodu masline. Za skladištenje maslina moraju se koristiti prozračna mjesta u kojima se masline neće nagnječiti. Ubrani plodovi mogu se skladištiti 5–7 dana, no najbolje ih je odmah preraditi. U praksi su se najbolje pokazale gajbe do 20 kg, 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% (Franulović, 2020).

Najbolji način transporta je u plastičnim ili drvenim sanducima s rupičastim stijenkama za cirkulaciju zraka. Na taj način sprječava se štetno zagrijavanje plodova uzrokovano kataboličkim aktivnostima ploda (Ročak, 2005).

5.1.Proizvodnja djevičanskog maslinovog ulja

5.1.1. Priprema ploda masline za procese separacije ulja

Ulje se najvećim dijelom nalazi slobodno u staničnim vakuolama ploda masline i lako se izlučuje mehaničkim i drugim fizikalnim postupcima. Preostali je dio ulja raspršen u koloidnom sustavu citoplazme, teško se izlučuje i u pravilu gubi se pomiješano s kominom i u vegetabilnoj vodi (Ročak, 2005).

Priprema ploda masline za separaciju ulja uključuje odstranjivanje lišća, pranje, drobljenje i mljevenje te eventualno miješenje (Škevin, 2016).

Pranjem i čišćenjem plodova uklanjaju se nečistoće (grančice, lišće, zemlja, kamenje itd.) koje mogu negativno utjecati na kakvoću ulja, oštećivati dijelove strojeva, te umanjiti efikasnost ekstrakcije . Veće grančice uklanjaju se usipavanjem maslina u prijemni koš kroz rešetku, lišće i sitnije grančice uklanjaju se strujom zraka, a ostaci zemlje i druge tvari s površine ploda peru se kratkotrajnim namakanjem i konačnim ispiranjem vodom (Rajačić, 2018).

Nakon uklanjanja nečistoća za dobivanje homogene mase potrebno je drobiti i usitniti plod masline jer se na taj način oslobađaju kapljice ulja iz staničnih vakuola.

Homogena masa je zapravo maslinovo tijelo sastavljeno od biljne vode, ulja i komine (čvrstog dijela) (Rajačić, 2018).

Tijekom mljevenja i drobljenja vrlo je izgledna mogućnost stvaranja emulzija. Stoga je cilj mljevenja provesti ga tako da se iz pulpe oslobodi što više ulja, a da se ulje što manje rasprši u sitne kapljice kako bi se spriječila pojava emulzija. Za proces proizvodnje ulja vrlo je bitan stupanj usitnjenosti koštice. Fragmenti koštice su drenažni materijal koji u maslinovom tijestu stvara kanaliće i pospješuje izdvajanje ulja (Škevin, 2016).

Tradicionalnim načinom proizvodnje koriste se kameni mlinovi, iako su oni zastarjeli, neekonomični, nepraktični i skupi. Polaganim radom (15 do 20 o/min) kamenih mlinova ne dolazi do stvaranja emulzija, ne zagrijava se tijesto i dolazi do povezivanja malih kapljica ulja u veće nakupine što omogućava bolje izdvajanje ulja (Kovačević, 2018).



Slika 6. Kameni mlin (Lošinj, 2021)

Metalni mlinovi imaju mnogo veće brzine okretanja (1000-3000 o/min čekićari i s diskovima, 400 o/min konusni), što pogoduje formiranju emulzija (Škevin, 2016). Ako se u procesu mljevenja koriste metalni mlinovi maslinovo tijesto mora ići na miješenje, dok je korištenjem kamenih mlinova dobiveno maslinovo tijesto spremno za proces separacije ulja iz maslinovog tijesta (Rajačić, 2018).



Slika 7. Metalni mlin – čekičar (Com-ing trade, 2021)

Cilj operacije miješenja je u što većoj mjeri razbiti emulziju i omogućiti spajanje malih kapljica ulja u veće, time se postiže bolje odvajanje uljne od vodene faze. Tijekom miješenja enzimi sadržani u plodu masline, pektolitički i hemicelulolitički enzimi, razgrađuju stanične stijenke i ovojnice vakuola, čime se olakšava oslobađanje ulja i drugih tvari sadržanih u stanici, unutar vakuola ili na staničnim stijenkama (Rajačić, 2018). Ukoliko tijekom procesa pripreme ploda i izdvajanja ulja temperatura tijesta ne prelazi 28 °C te miješenje traje do 60 min, moguće je proizvesti djevičansko maslinovo ulje visoke kvalitete (Škevin, 2016).

5.1.2. Procesi separacije ulja iz maslinovog tijesta

Postupci izdvajanja ulja ili uljnog mošta iz maslinovog tijesta temelje se na jednom od sljedeća tri principa: primjeni sile pritiska (kod prešanja), razlici u gustoći ulja, vode i krutih čestica (kod centrifugiranja) te razlici u površinskoj napetosti ovih triju komponenti (kod procjeđivanja) (Rajačić, 2018).

Prešanje se provodi na hidrauličkim prešama otvorenog tipa, a princip rada tih preša je Pascalov zakon (tlak se ravnomjerno raspoređuje u tekućini te je pomoću malih sila i povećanje površine klipa moguće dobiti velike pritiske).

Postupak izdvajanja ulja započinje ravnomjernim raspoređivanjem maslinovog tijesta na filtrirajuće slojnice. Tijesto se puni na 4-5 slojnica koje se slažu jedna na drugu, a nakon svakih 5 slojnica ulaže se metalni disk. Prilikom punjenja slojnice se nalaze na kolicima, a nakon što se napune i pripreme za izdvajanje ulja, dovoze se do preše. Primjenjuje se postupno prešanje kroz tri faze uz povećanje tlaka, kako bi ulje koje je viskoznije od biljne vode imalo dovoljno vremena i prostora za izlazak iz filtrirajućih slojnica. Filtracija se postiže zahvaljujući vlaknima iz slojnica i fragmentima koštica.

Sakupljanje smjese ulja i vegetabilne vode (tzv. uljni mošt) vrši se u kadama, nakon toga se prepumpava na krajnje odvajanje ulja i vegetabilne vode u centrifugalnom separatoru.



Slika 8. Tehnološki proces izdvajanja ulja prešanjem (Gugić i Ordulj, 2006)

Tijekom proizvodnje ulja prešanjem volumen otpadne vegetabilne vode je relativno mali. Nedostaci ovog postupka su intenzivan ručni rad, relativno mali kapacitet te začepljenje i onečišćenje filtrirajućih slojnica jer zadržavaju dijelove maslinovog tijesta i ulja, uslijed čega može doći do formiranja i prenošenja neugodnih mirisa i okusa na ulje, do ubrzavanja oksidacije pa i fermentacije. Ovakve pojave moguće je prevenirati čestim pranjem slojnica i njihovom zamjenom nekoliko puta tijekom sezone (Škevin, 2016).



Slika 9. Prešanje (Zadarski list, 2007)

Centrifugiranje (kontinuirana centrifugalna ekstrakcija) je način prerade plodova maslina kod kojeg se za odvajanje kapljevitog od krutog dijela maslinova tijesta koristi centrifugalna sila, pri čemu dolazi do odvajanja pojedinih faza zahvaljujući razlikama specifične mase između komine, vode i ulja. To se postiže primjenom suvremenih centrifugalnih strojeva (dekantera) koji mogu biti različitih izvedbi (Šušnjara, 2017).

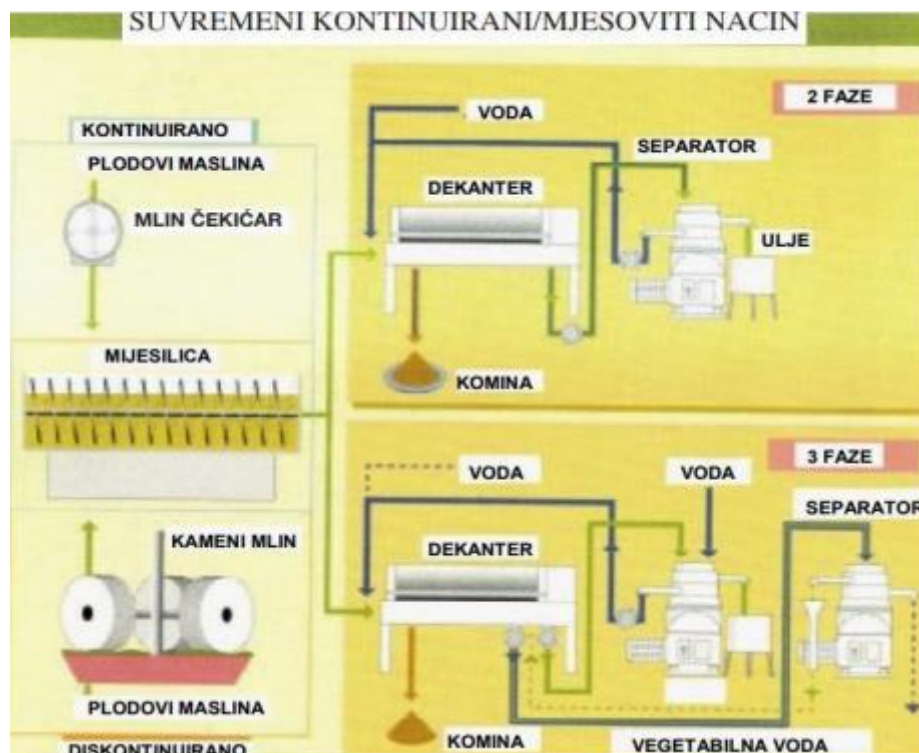
Danas su u uporabi tri osnovna tipa centrifuga: klasične centrifuge s 3 izlaza, integralne centrifuge s 2 izlaza i opsijske centrifuge s 2 ili 3 izlaza.

Klasične centrifuge s 3 izlaza sastoje se od bubnja u kojem se nalazi pužnica koja se okreće manjom brzinom od bubnja, a pomoću hranilice se dovodi maslinovo tijesto u sredinu uređaja. Ulje je faza najmanje specifične težine i odvaja se u središnjem dijelu centrifuge, voda kao druga faza se raspoređuje sa vanjske strane bubnja, a komina se nalazi u konusnom dijelu bubnja. Da bi se proces mogao odvijati potrebno je dodati tople vode, oko 50 do 100 % vode na masu tijesta kako bi se dobilo polutekuće tijesto smanjene viskoznosti. Ovakvim načinom centrifugiranja nastaje velika količina otpadne vode koju treba na adekvatan način zbrinuti te ulje ima manju količinu fenola zbog njihovog „ispiranja“ vodom.

Upravo zbog takvih nedostataka konstruirane su integralne centrifuge s dva izlaza, gdje jednu fazu čini djevičansko maslinovo ulje, a drugu smjesa komine i vegetabilne

vode. U ovom slučaju se ne dodaje voda, ali je veliki problem vlažna komina koju treba dodatno obraditi i zbrinuti.

Daljnijim konstrukcijskim rješenjima nastale su opsijske centrifuge s 2 ili 3 izlaza, iako se najčešće koriste u varijanti s 3 izlaza. Ugradnja prepreka u blizini izlaznih otvora, primjena pužnica s mogućnošću promjene brzine okretanja te promjena oblika konusa riješile su problem velike količine otpadnih voda kao i problem vlažne komine (Kovačević, 2018).



Slika 10. Tehnološki proces izdvajanja ulja centrifugiranjem (Gugić i Ordulj, 2006)

6.1. Nove tehnologije u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja

Napretkom tehnologije, omogućeno je zasnivanje novih metoda u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja. Koristeći ultrazvuk, pulsirajuće električno polje i mikrovalove, moguće je provoditi učinkovitije i ekološki prihvatljivije ekstrakcije, inaktivirati mikroorganizme pa čak i izlučiti određenu količinu ulja koje se inače gubi s vegetabilnom vodom i kominom.

Zajedničko je svim ovim tehnikama da se obrada materijala odvija na sobnoj temperaturi, odnosno da dolazi do neznatnog povišenja temperature kao posljedice

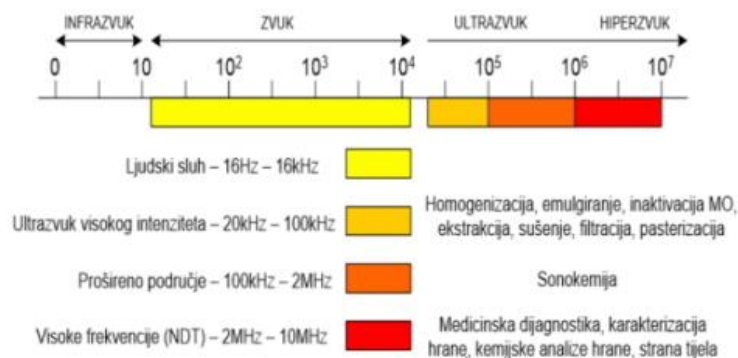
obrade te da sam proces traje kratko i to od jedne do deset minuta (Brnčić i sur., 2009).

Primjenom netermičkih tehnologija obrade hrane, u koje se ubrajaju ultrazvuk i pulsirajuće električno polje, moguće je postići očuvanje senzorskih i nutritivnih značajki na dulji rok uz zajamčenu sigurnost proizvoda (Krešić i sur., 2011).

6.1.1. Ultrazvuk

Za procesiranje hrane ultrazvučnim valovima postoji veliko zanimanje zbog toga što je transfer akustične energije do prehrambenog proizvoda trenutačan i prostire se kroz cijeli volumen proizvoda, što znači smanjenje ukupnog vremena procesiranja i manju potrošnju energije. Ultrazvuk se u industrijskim uvjetima rabi pri emulgiranju, inaktivaciji mikroorganizama i enzima, ubrzavanju kemijskih reakcija, čišćenju i odzračivanju tekućina te pospješivanju procesa ekstrakcije (Herceg i sur., 2009).

Ultrazvuk je zvučni val s frekvencijom većom od gornje granice ljudskog sluha (20 kHz). Tri su frekvencijska područja ultrazvuka: relativno niski frekvencijski raspon (20- 100 kHz), srednji frekvencijski raspon, koji koristi se za sonokemijske učinke (100-2000 kHz) i visoki frekvencijski raspon, koji se obično koristi za dijagnostičku sliku (2-10 MHz) (Perić, 2018).



Slika 11. Zvučni spektar s primjenama (Perić, 2018)

Pri nižim frekvencijama energija ultrazvuka u tekućim sustavima izaziva kavitacije koje mogu dovesti do značajnih fizikalnih i kemijskih promjena u sustavu. Općenito, ultrazvuk ima dvije glavne primjene u prehrambenoj industriji: pri niskim intenzitetima (niže od 1 W/cm^2) i visokim frekvencijama koristi se kao analitička metoda te pri visokim intenzitetima (više od 1 W/cm^2) i niskim frekvencijama može se koristiti pri različitim procesima u obradi hrane, a najčešće koriste frekvencije ultrazvuka od 16 do 100 kHz (Brnčić i sur., 2009).

Tijekom prolaska zvučnog vala tekućim medijem (kao longitudinalnog vala), stvaraju se izmjenični pritisak i ekspanzijski vrtlozi. Djelovanjem ekspanzijskih vrtloga u tekućini, stvara se negativan tlak. Kad je taj tlak dovoljno nizak da svlada intramolekularne sile, formiraju se mali mjehurići. Tijekom sljedeće ekspanzije/kompresije vrtloga, mjehurići pare se šire i skupljaju. Formiranje i nastanak mjehurića poznat je kao kavitacija (Herceg i sur., 2009).

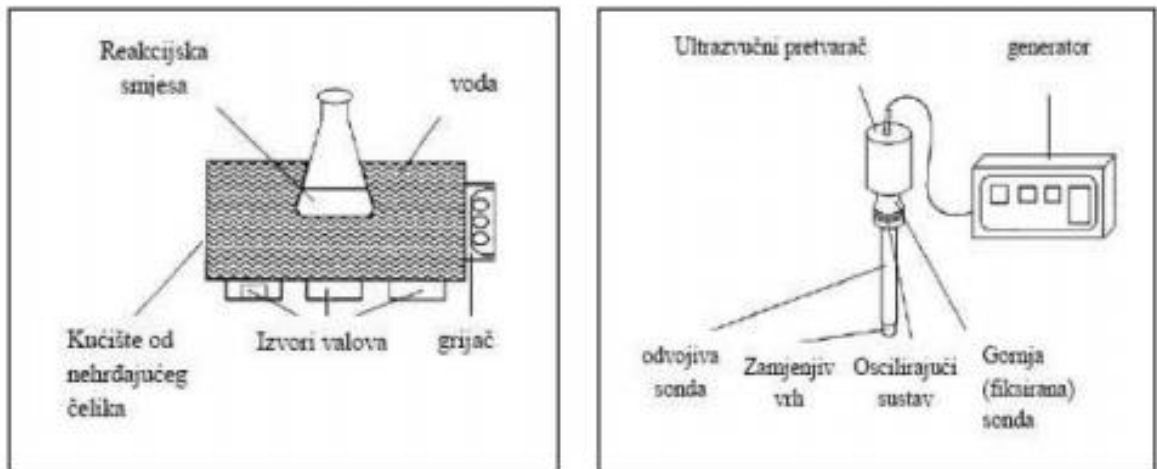
Prolaskom ultrazvuka visokog intenziteta te visoke razine snage kroz tekući medij, veličina mjehurića snažno oscilira. Nakon brojnih ciklusa kompresije i ekspanzije, mjehurići postižu kritičnu veličinu te u sljedećem ciklusu kompresije para iznenada kondenzira i dolazi do implozije mjehurića. Molekule oko mjehurića snažno se sudaraju jedna s drugom, stvarajući mikropodručja s ekstremno visokom temperaturom i visokim tlakom, a to se zove kratkotrajna (prijelazna) kavitacija (Herceg i sur., 2009).

Dva najčešća korištena uređaja za stvaranje kavitacije su ultrazvučna kupelj i ultrazvučna sonda. Ovisno o sustavu u kojem se stvara, kavitacijski mjehurić ima različite učinke (Perić, 2018).

Ultrazvučna kupelj je spremnik koji sadržava procesni medij s pretvaračem vezanim na dno (bazu). Većina ultrazvučnih kupelji radi pri frekvenciji od 40 kHz te su male snage, kako bi se izbjegla kavitacija na stijenke spremnika.

U ultrazvučnim sondama (radne frekvencije oko 20 kHz) jedan ili više metalnih klinova vezani su na pretvarač kako bi se osigurao visoki intenzitet ultrazvuka. Klinovi, koji djeluju kao produžetak za transfer akustične energije, moraju rezonirati na istoj frekvenciji kao i pretvarač (Herceg i sur., 2009).

UZV kupelji se češće koriste, no UZV sonde daju učinkovitiji kavitacijski efekt na način da lokaliziraju UZV energiju (Han, 2020).



6.1.1.1. Primjena ultrazvuka u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja

Ekstrakcija potpomognuta ultrazvukom je postupak koji uključuje uporabu zvučnih valova kako bi se učinkovito ekstrahirao uzorak. Najčešće se koristi zvučna proba i ultrazvučna kupelj u koju se uroni uzorak s odgovarajućim otapalom. Prednosti postupka ekstrakcije potpomognute ultrazvukom su njena relativna brzina, jednostavnost, smanjenje čestica analita, ubrzani prijenos mase tvari i relativno povoljni instrumenti, a nedostaci uporaba velikog volumena otapala i to što se često koristi postupak višekratne ekstrakcije. Ekstrakti se nakon završene ekstrakcije moraju filtrirati (Jagić, 2019).

Ultrazvučna (UZV) ekstrakcija ima kavitacijski učinak tako što povisuje temperaturu otapala i strujanje čestica iz biljne stanice disrupcijom stanične stijenke (vibracije ultrazvuka oslabljuju staničnu stijenku i membranu te proširuju pore stanice zbog čega je veća difuzija i osmoza biološki aktivnih spojeva). Kavitacijski učinak ovisi o frekvenciji i intenzitetu ekstrakcije, svojstvima medija/otapala (viskozitet i površinska napetost) te o uvjetima u sustavu (temperatura i tlak) (Han, 2020).

U nekoliko studija pokazano je da je vrlo visok prinos polifenola u ekstraktima dobivenim ultrazvučnom ekstrakcijom i to s kraćim ekstrakcijskim vremenom, u usporedbi s tradicionalnim tehnikama ekstrakcije. Stoga se ultrazvučno ekstrahiranje može predložiti kao učinkovit i brz postupak ekstrakcije bioaktivnih polifenola iz različitih biljnih materijala (Staroveški, 2018).

Ultrazvuk sve više ima potencijala za obradu otpadnih voda maslinovog ulja, a upotrebljava se sonokemijska oksidacija kojom nastaje kavitacija.

Ultrazvučno zračenje učinkovito uništava kontaminante u vodi zbog lokaliziranih visokih koncentracija oksidacijskih vrsta kao što su hidroksilni radikali i vodikov peroksid. Rast i implozija mjehurića su pod utjecajem fizikalnih svojstava plina i tekućine, veličine jezgri prisutnih u tekućini te ultrazvučnoj frekvenciji i intenzitetu. Nakon sloma mjehurića temperatura može dosegnuti do nekoliko tisuća Kelvina. Pod tim uvjetima, organski spojevi se razgrađuju direktno pirolitičkim cijepanjem. S druge strane, hidroksilni radikali koji nastaju pirolizom, također sudjeluju u razgradnji organskih tvari (Perić, 2018).

U samom procesu proizvodnje djevičanskog maslinovog ulja, miješenje je kritična faza i zahtijeva veliki oprez operatera. Obavezno je pažljivo pratiti temperaturu tijesta i vrijeme miješenja, jer o tim parametrima ovisi aktivnost endogenih enzima ploda koji sudjeluju u brojnim biokemijskim reakcijama i direktno utječu na kemijski sastav, a time i na kvalitetu DMU. Miješenje je jedina diskontinuirana faza proizvodnje DMU i pred ovim proizvođačkim sektorom velik je izazov kako inovirati postojeći postupak i unaprijediti ga u potpuno kontinuiran proizvodni proces.

Primjena ultrazvučne tehnologije osigurava skraćivanje miješenja, što pozitivno djeluje na aktivnost endogenih enzima, a istovremeno poboljšava i iskorištenje postupka proizvodnje DMU. Clodoveo i suradnici već dugo istražuju primjene inovativnih tehnologija u proizvodnji DMU. U svom radu iz 2013. istraživali su primjenu ultrazvuka i pokazali da je primjena ultrazvuka omogućila kraće miješenje i povećala iskorištenje postupka proizvodnje DMU, a ulje iz maslina tretiranih prije mljevenja imalo je veći udio bioaktivnih komponenti od ulja iz maslina tretiranih nakon mljevenja. Bejaoui i suradnici (2016), također su dokazali da primjena ultrazvuka povećava iskorištenje postupka proizvodnje. U njihovom istraživanju ultrazvuk nije imao utjecaj na parametre kvalitete i na bioaktivne komponente DMU, no udio hlapljivih tvari se primjenom ultrazvuka smanjio.

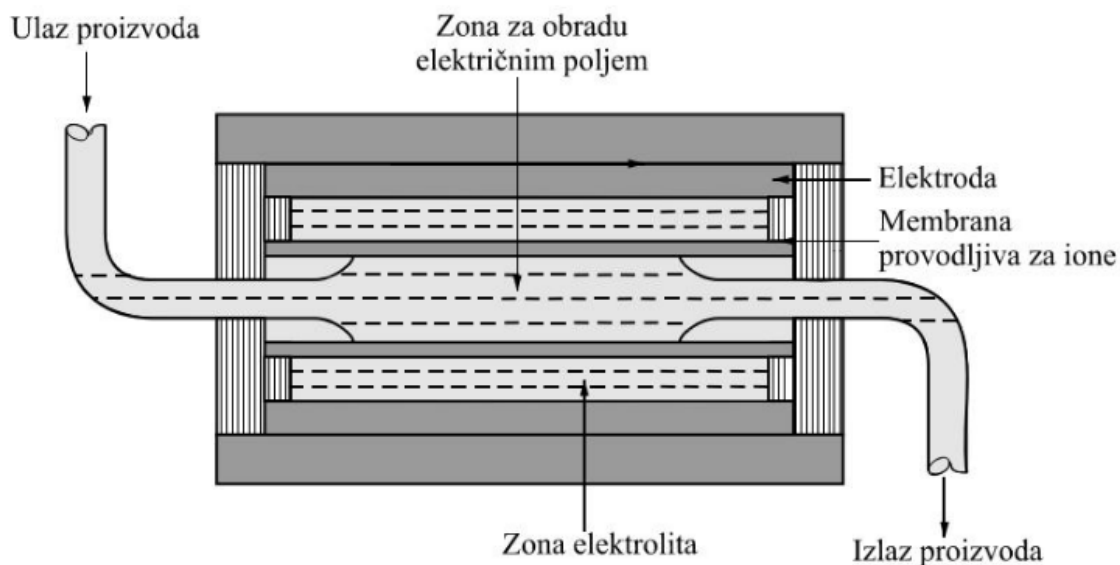
6.1.2. Pulsirajuće električno polje (PEP)

Procesiranje pulsirajućim električnim poljem visokog intenziteta zasniva se na primjeni pulseva visokog napona (obično 20-80 kV/cm) na prehrambeni proizvod smješten između dviju elektroda. Proces se provodi na približno sobnoj temperaturi u trajanju manje od jedne sekunde. Gubici energije zbog zagrijavanja proizvoda su minimalni, dok je kakvoća proizvoda znatno očuvanija u usporedbi s konvencionalnom toplinskom obradom.

Tehnologija primjene pulsirajućeg električnog polja uključuje stvaranje električnog polja visokog intenziteta, izvedbu komore koja omogućuje jednoličnu obradu proizvoda uz minimalno zagrijavanje i elektrode s minimalnim učinkom elektrolize (Lovrić, 2003).

Prije tretmana mogu se upotrijebiti izmjenjivači topline kako bi se predgrijao medij, dok se nakon tretmana temperatura mora smanjiti te se proizvod puni u aseptično pakiranje kako bi se spriječila rekontaminacija.

Jedna od glavnih prednosti tretmana ovom metodom kontinuiranost postupka s kratkim vremenom procesiranja, stoga se takav sustav može lako uklopiti u postojeće proizvodne linije (Herceg i sur., 2009).



Slika 13. Kontinuirani uređaj za obradu tekućeg proizvoda električnim pulsevima (Lovrić, 2003)

Jako električno polje se postiže pohranom velike količine energije u kondenzator (odnosu seriju kondenzatora) iz izvora jednosmjerne struje, koja se otpušta u obliku pulseva visokog napona. Ovaj je proces energetski znatno učinkovitiji nego oni toplinski, pogotovo u slučaju kada se primjenjuju kontinuirani sustavi.

Pulsirajuće električno polje može se primijeniti u vidu eksponencijalno padajućih ili pravokutnih valova, bipolarnih ili oscilirajućih pulseva. Pulsevi pravokutnih valova imaju veći letalni i energetski učinak nego oni eksponencijalnog oblika (Staroveški, 2018).

6.1.2.1. Primjena pulsirajućeg električnog polja u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja

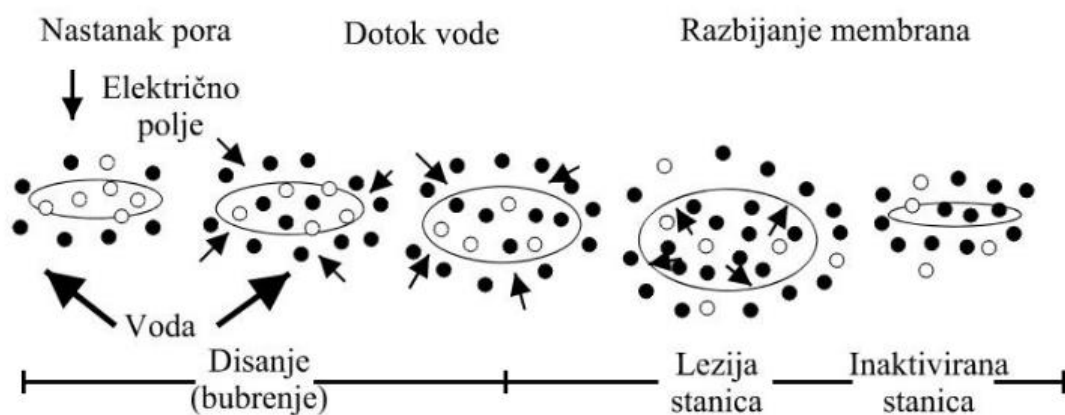
Tretiranje PEP-om inaktivira većinu patogenih mikroorganizama i mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje, ali uz visoki intenzitet električnog polja (15-80 kV/cm) i znatan unos energije (40-1000 kJ/kg).

Stoga, PEP može naći primjenu u konzerviranju tekućih proizvoda kao što je djevičansko maslinovo ulje (Herceg i sur., 2009).

Predložena su dva moguća mehanizma inaktivacije mikroorganizama PEP-om:

- 1) razaranje stanične stijenke zbog nametnute razlike potencijala
- 2) elektroporacija

Elektroporacija je pojava u kojoj se izlaganjem pulsevima električnog polja visokog napona destabilizira lipidno-proteinski međusloj staničnih stijenki, koje postaju propusne za male molekule, što uzrokuje bubrenje i eventualno kidanje stijenke te na taj način dolazi do inaktivacije mikroorganizama (Lovrić, 2003).



Slika 14. Elektroporacija stanične membrane (Lovrić, 2003)

Prema Božac (2018), ekstrakcija bioaktivnih komponenti iz biljnih materijala, konkretno ekstrakcija fenolnih spojeva iz komine maslina, može se povoditi i nekonvencionalnim metodama, kojima priprada i pulsirajuće električno polje. Ova metoda ekološki je prihvatljivija zbog smanjene uporabe sintetskih i organskih otapala, kraćeg trajanja procesa te boljeg iskorištenja i kvalitete ekstrakta.

PEP može povećati propusnost i lom staničnih membrana s posljedičnim pozitivnim rezultatom na ekstraktivnost i kvalitetu ulja. Navedeni učinci PEP-a potvrđeni su u istraživanju kojeg su proveli Veneziani i suradnici (2019). Ulja iz maslina tretiranih PEP-om nakon miješenja imala su bolje iskorištenje proizvodnje ulja te veći udio ukupnih fenola i derivata oleuropeina.

6.1.3. Mikrovalovi

Ekstrakcija pomoću mikrovalova temelji se na zagrijavanju polarnih otapala u kontaktu s krutim uzorcima te razdjeljivanju željenih komponenti između uzorka i otapala pomoću energije mikrovalova. Prednosti ove metode u odnosu na konvencionalne metode su uporaba manjeg volumena otapala, brža ekstrakcija, bolje iskorištenje te očuvanje termolabilnih komponenti. Naime, mikrovalovi dovode do zagrijavanja materijala uslijed ionske kondukcije i rotacije dipola. Ionska kondukcija odnosi se na gibanje iona, a rotacija dipola na zakretanje polarnih molekula (molekula koje posjeduju dielektrična svojstva) uslijed djelovanja promjenjivog elektromagnetskog polja. Tim gibanjem molekula dolazi do zagrijavanja materijala. Taj efekt dovodi do razaranja staničnih stjenki u biljnom materijalu te do izlaska staničnog sadržaja iz stanice (Božac, 2018).

Zagrijavanje mikrovalovima koristi elektromagnetske valove vrlo visoke frekvencije, najčešće između 915 MHz i 2450 MHz (Lovrić, 2003).

Postoje dvije vrste komercijalno dostupnih sustava za mikrovalno potpomognutu ekstrakciju, a to su ekstrakcija u zatvorenim sustavima pri kontroliranom tlaku i temperaturi te u otvorenim sustavima pri atmosferskom tlaku. Moderni uređaji za mikrovalno potpomognutu ekstrakciju imaju vrlo dobru kontrolu tlaka i temperature, čime je poboljšana preciznost i ponovljivost ekstrakcijske metode (Jagić, 2016).



Slika 15. Zatvoreni sustav za ekstrakciju potpomognutu mikrovalovima (Jagić, 2016)

Mikrovalno potpomognuta ekstrakcija smanjuje vrijeme postupka ekstrakcije i količinu potrebnog otapala. Primjenom mikrovalnog zračenja može se izbjeći razgradnja uzorka zbog visoke temperature, a energija mikrovalova olakšava desorpciju analita iz matrice. Nedostaci ove metode su zahtjevno razdvajanje ekstrakta od uzorka dekantiranjem, filtriranjem ili centrifugiranjem i hlađenje ćelije za ekstrakciju na sobnu temperaturu (Jagić, 2016).

6.1.3.1. Primjena mikrovalova u tehnologiji djevičanskog maslinovog ulja

Prema Jurković (2017), povećanjem snage mikrovalova povećava se i udio ekstrahiranih fenolnih spojeva iz komine masline, što dokazuje da povećanje snage mikrovalova ima pozitivan utjecaj na ekstraktibilnost fenolnih spojeva. Nakon provedenog eksperimenta, zaključeno je da vrijeme ekstrakcije također ima pozitivni utjecaj na ekstraktibilnost fenola jer je kroz 9 minuta ekstrahirano 60% više fenolnih spojeva u odnosu na 3 minute te 20% više u odnosu na 6 minuta.

Mikrovalno potpomognuta ekstrakcija koristi se za uklanjanje pigmenata i tokoferola koji uzrokuju interferencije pri analizi policikličkih aromatskih ugljikovodika u maslinovom ulju (Jagić, 2016).

Istraživanje koje su 2014. proveli Tamborrino i suradnici pokazalo je mnoge prednosti korištenja mikrovalova u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja. Ispitali su kako na kvalitetu DMU utječe postupak u kojem je miješenje zamijenjeno tretmanom maslinovog tijesta mikrovalovima. Pokazalo se da je tako proizvedeno DMU imalo bolju oksidacijsku stabilnost i višu koncentraciju hlapljivih spojeva te niži udio fenola koji doprinose gorčini i pikantnosti, u odnosu na DMU proizvedeno konvencionalno, uz miješenje. U oba slučaja iskorištenje procesa bilo je podjednako. Stoga autori predlažu da se konvencionalna metoda zamijeni ovom koja koristi mikrovalove, a kao prednosti ističu brzo vrijeme prerade i visoku kvalitetu djevičanskog maslinovog ulja.

Koristeći mikrovalove u obradi djevičanskog maslinovog ulja, također je moguće inaktivirati mikroorganizme i to kroz dva mehanizma:

- 1) djelovanjem topline (denaturacija enzima, proteina i dr. te oštećenje stanica)
- 2) netermičkim učincima poput elektroporacije, razaranja staničnih membrana transmembranskim potencijalom i izlaženje staničnog soka te uništenje stanica djelovanjem magnetskog polja na bitne molekule unutar stanice (Herceg i sur., 2009). Ovo bi se možda moglo primijeniti pri pripremi začinskih ulja u kojima se ponekad, zbog propusta u konzerviranju začinskih biljaka ili začina, mogu naći mikroorganizmi.

3. ZAKLJUČAK

1. Cilj primjene novih tehnologija spomenutih u ovom radu (ultrazvuka, pulsirajućeg električnog polja i mikrovalova) je proizvesti djevičansko maslinovo ulje visoke kvalitete te pritom očuvati senzorska obilježja proizvoda u što većoj mjeri i kroz što duži period.
2. U samom postupku proizvodnje DMU, nove tehnologije se kombiniraju s miješenjem ili ga čak potpuno zamjenjuju.
3. Primjena ultrazvuka u postupku proizvodnje DMU omogućava skraćivanje procesa miješenja i povećanje iskorištenja postupka proizvodnje.
4. Pulsirajuće električno polje povećava poroznost stanične stijenke tkiva masline te tako povećava iskorištenje postupka proizvodnje. Zabilježen je i porast fenola u ulju iz maslina tretiranih ovom tehnologijom.
5. Mikrovalovi u proizvodnji DMU povećavaju oksidacijsku stabilnost ulja i udio hlapljivih spojeva, a na iskorištenje postupka proizvodnje ne djeluju.

4. POPIS LITERATURE

Bejaoui M.A., Beltran G., Paz Aguilera M., Jimenez A. (2016) Continuous conditioning of olive paste by high power ultrasounds: Response surface methodology to predict temperature and its effect on oil yield and virgin olive oil characteristics. *LWT- Food Science and Technology* **69**:175-184.

Božac N. (2018) Nove tehnologije izolacije fenolnih spojeva iz komine maslina (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Brnčić M., Tripalo B., Penava A., Karlović D., Ježek D., Vikić Topić D., Karlović S., Bosiljkov T. (2009) Primjena ultrazvuka visokog intenziteta pri obradi hrane. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* **4**: 32-37.

Clodoveo M.L., Durante V., La Notte D. (2013) Working towards the development of innovative ultrasound equipment for the extraction of virgin olive oil. *Ultrasonics Sonochemistry* **20**: 1261-1270.

Com-ing trade (2021) Prerada u uljarstvu. < <https://com-ing.hr/uljarstvo/>> Pristupljeno 1. lipnja 2021.

Franulović L. (2020) Osjetljivost sorti masline na pojavu gljivičnih bolesti plodova masline tijekom berbe i skladištenja (završni rad), Kemijsko-tehnološki fakultet, Sveučilište u Splitu, Split

Go Dubrovnik (2021) Zašto je sve bolje uz nekoliko kapljica maslinovog ulja? <<https://www.godubrovnik.com/hr/gastro/maslina-hraniteljica>> Pristupljeno 25. svibnja 2021.

Gugić A., Ordulj I. (2006) Prerada plodova maslina i kvaliteta djevičanskog maslinovog ulja. *Glasnik zaštite bilja* **29**: 15-25.

Han L. (2020.) Optimizacija ekstrakcije polifenola iz lista masline i procjena antimikrobne aktivnosti (diplomski rad), Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Herceg Z., Režek Jambrak A., Rimac Brnčić S., Krešić G. (2009.) Procesi konzerviranja hrane (Novi postupci) Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb, 53-87.

Jagić K. (2016.) Primjena ekstrakcijskih metoda za jestiva ulja (završni rad), Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Jurković (2017) Izolacija fenolnih spojeva iz komine masline (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Kantoci D. (2006) Maslina. *Glasnik zaštite bilja* **29**: 15-25.

Kovačević A. (2018) Usporedba tradicionalnog i modernog pristupa u proizvodnji djevičanskog maslinovog ulja (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Krešić G., Lelas V., Režek Jambrak A., Herceg Z. (2011.) Primjena visokog tlaka u postupcima obrade hrane. *Kemija u industriji*. **60**: 11-19.

Lovrić T. (2003) Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 262-274.

Lošinj (2021) Stari mlin za masline – Torać. <: <https://www.visitlostinj.hr/hr/stari-mlin-za-masline-torac.aspx>> Pristupljeno 1. lipnja 2021.

Ministarstvo poljoprivrede (2013) Vrste i primjene tresaća u maslinarstvu. < <https://www.savjetodavna.hr/2013/10/28/vrste-i-primjena-tresaca-u-maslinarstvu/>> Pristupljeno 27. svibnja 2021.

Modrave Murter - Betina (2021) Maslinarstvo. <<https://modrave-murter-betina.hr/maslinarstvo/>> Pristupljeno 26. svibnja 2021.

Perić K. (2018.) Napredne oksidacijske metode u obradi otpadne vode iz proizvodnje maslinovog ulja (diplomski rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Rajačić M. (2018) Utjecaj stupnja zrelosti ploda masline na sastav djevičanskog maslinovog ulja iz mješanih sorti maslina (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Ročak T. (2005) , Osnovne kemijske analize kakvoće Istarskih maslinovih ulja, Diplomski rad, Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb

Sito S., Strikić F., Bilandžija N., Fabijanić G., Bernobich Veronese A., Martinec J., Arar M. (2013) Suвременa tehnika u berbi maslina. *Glasnik Zaštite Bilja*. **36**: 44-50.

Staroveški I. (2018) Zelena otapala u netoplinskim ekstrakcijama (završni rad), Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Škevin D. (2016) Interna skripta iz Procesa prerade i maslina i kontrola kvalitete proizvoda, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb

Šušnjara M. (2017) Utjecaj temperature i vremena miješanja te vremena skladištenja na oksidacijsku stabilnost maslinova ulja dobivenog iz plodova masline sorte oblica, Završni rad, Kemijsko-tehnoški fakultet Sveučilišta u Splitu, Split

Tamborrino A., Romaniello R., Zagaria R., Leone A. (2014) Microwave-assisted treatment for continuous olive paste conditioning: Impact on olive oil quality and yield. *Biosystems Engineering* **127**: 92-102.

Uredba Komisije (EEZ) br. 2568/91 o karakteristikama maslinovog ulja i ulja komine maslina te o odgovarajućim metodama analize (1991) Službeni list europske unije 248, Strasbourg

Veneziani G., Esposito S., Taticchi A., Selvaggini R., Sordini B., Loreface A., Daidone L., Pagano M., Tomasone R., Servili M. (2019) Extra-Virgin Olive Oil Extracted Using Pulsed Electric Field Technology: Cultivar Impact on Oil Yield and Quality. *Frontiers in Nutrition. (online)* **6**: 134 <<https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00134>> Pristupljeno 1. rujna 2021.

Zadarski list (2007) Bibinjsko zlato još teče iz stare uljare.
<<https://www.zadarskilist.hr/clanci/11122007/bibinjsko-zlato-jos-tece-iz-stare-uljare>>
Pristupljeno 1. lipnja 2021.

Žura K. (2020) Biološke karakteristike i prehrambeni značaj masline (*Olea europaea* L.) (završni rad), Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Splitu, Split.

Zadnja stranica završnog rada

Izjava o izvornosti

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

Ana Svirčević

ime i prezime studenta