

Stabilnost minimalno procesirane jabuke tretirane eteričnim uljem lovora (*Laurus nobilis*)

Brunović, Barbara

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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:159:292491>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-12**



Repository / Repozitorij:

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



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

Barbara Brunović
7965/PT

**STABILNOST MINIMALNO PROCESIRANE JABUKE
TRETIRANE ETERIČNIM ULJEM LOVORA (*Laurus
nobilis*)**

ZAVRŠNI RAD

Naziv znanstveno-istraživačkog ili stručnog projekta: Ovaj rad izrađen je u okviru projekta „Bioaktivne molekule ljekovitog bilja kao prirodni antioksidansi, mikrobiocidi i konzervansi“ (2020 – 2022) financiranog sredstvima Europskog fonda za regionalni razvoj (KK.01.2.1.02.)

Mentor: prof. dr. sc. Branka Levaj

Zagreb, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

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

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za kemiju i tehnologiju voća i povrća

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Stabilnost minimalno procesirane jabuke tretirane eteričnim uljem lovora (*Laurus nobilis*)

Barbara Brunović, 7965/PT

Sažetak: Minimalno procesirana jabuka proizvod je koji postaje sve više popularan zbog jednostavnosti i lakoće konzumiranja. Glavni problem predstavlja posmeđivanje te mikrobiološko kvarenje koje se javlja vrlo brzo nakon procesiranja. Cilj ovog istraživanja bio je istražiti utjecaj eteričnog ulja lovora različitih koncentracija (25, 75, 125 te 175 mg/L) na trajnost minimalno procesirane jabuke pomoću mikrobiološke i senzorske analizu te mjerenja topljive suhe tvari, pH i boje. Utvrđeno je smanjenje broja aerobnih mezofilnih bakterija povećanjem koncentracije eteričnog ulja, te porast njihovog broja tijekom skladištenja. Vrijednosti topljive suhe tvari blago rastu tijekom skladištenja, ali bez većih promjena. Veća koncentracija eteričnog ulja lovora bolje stabilizira pH jabuka. Eterično ulje lovora nema izraziti utjecaj na boju jabuke iako se čini da je koncentracija od 75 mg/L najučinkovitija. Općenito se koncentracija od 75 mg/L može preporučiti obzirom na rezultate mikrobiološke i senzorske analize te rezultate mjerenja topljive suhe tvari, pH i boje.

Ključne riječi: minimalno procesirana jabuka, eterično ulje lovora, posmeđivanje, senzorska analiza, mikrobiološka analiza

Rad sadrži: 33 stranica, 13 slika, 3 tablica, 50 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. Branka Levaj

Pomoć pri izradi: Ana Dobrinčić, mag. ing.

Datum obrane: 18. srpnja 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

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

Department of Food Engineering
Laboratory for Chemistry and Technology of Fruits and Vegetables

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

Stability of Fresh-cut Apple Treated with Laurel Essential Oil (*Laurus nobilis*)

Barbara Brunović, 7965/PT

Abstract: Fresh-cut apple is a product that is becoming more popular due to its simplicity and ease of consumption. The main problem is the browning and microbiological spoilage that occurs very quickly after processing. The aim of this research was to investigate the influence of laurel essential oil using different concentrations (25, 75, 125 and 175 mg/L) on the shelf-life of fresh-cut apples by the microbiological and sensory analysis as well as soluble dry matter, pH and colour measurement. A decrease of the number of aerobic mesophilic bacteria was established with increasing the concentration of essential oil, and their increase during storage. Soluble dry matter increases slightly during storage, but with no remarkable changes. A higher concentration of laurel essential oil better stabilizes the pH of apples. The laurel essential oil has no remarkable influence on the colour although concentration of 75 mg/L seems to be the most effective. Generally, concentration of 75 mg/L could be recommended regarding the results of microbiological and sensory analysis as well as results of soluble dry matter, pH, and colour measurement.

Keywords: minimally processed apple, laurel essential oil, colour, sensory analysis, microbiological analysis

Thesis contains: 33 pages, 13 figures, 3 tables, 50 references

Original in: Croatian

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

Mentor: PhD. Branka Levaj, Full Professor

Technical support and assistance: Ana Dobrinčić, mag. ing.

Thesis defended: 18th July, 2022

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. Jabuka	2
2.1.1. Kemijski sastav jabuke	3
2.1.2. Utjecaj na zdravlje	3
2.2. Minimalno procesirano voće i povrće	4
2.2.1. Minimalno procesirana jabuka	5
2.2.2. Problemi minimalnog procesiranja	6
2.3. Lovor	7
2.3.1. Eterično ulje lovora	8
2.3.2. Upotreba lovora	9
2.4. Primjena eteričnih ulja u proizvodnji minimalno procesirane jabuke	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO	11
3.1. Materijali	11
3.1.1. Sirovine	11
3.2. Metode rada	11
3.2.1. Aparatura i pribor	11
3.2.2. Priprema minimalno procesirane jabuke	11
3.2.3. Mikrobiološka analiza	12
3.2.4. Mjerenje boje metodom CIELAB	12
3.2.5. Mjerenje pH	13
3.2.6. Mjerenje topljive suhe tvari	14
3.2.7. Metoda određivanja senzorskih svojstava	14
4. REZULTATI I RASPRAVA	15
4.1. Mikrobiološka ispravnost	15
4.2. Parametri boje određeni CIELAB metodom	17
4.3. Rezultati mjerenja pH i topljive suhe tvari	19
4.4. Senzorska analiza	21
5. ZAKLJUČCI	27
6. LITERATURA	28

1. UVOD

Minimalno procesirano voće i povrće je svježije voće i povrće koje se obrađuje radi povećanja funkcionalnosti bez primjene topline. Sirovina se najčešće guli i reže na komade te tretira sredstvima radi održavanja kvalitete. Potražnja za ovakvim proizvodima raste sve više u zadnjih nekoliko godina zbog lakoće pripreme jela i same konzumacije. Međutim, takvi proizvodi posebno su podložni enzimskom i mikrobiološkom kvarenju, te se poduzimaju brojna istraživanja u svrhu povećanja njihove stabilnosti.

Jabuka se sve više istražuje u svijetu minimalnog procesiranja jer je dostupna tijekom cijele godine i ima povoljan učinak na zdravlje. Prihvatljiva minimalno procesirana jabuka mora biti karakteristične boje i teksture jabuke, bez stranih mirisa i mikrobiološki ispravna. Kvaliteta i senzorska svojstva jabuke ovise o samoj sorti, načinu procesiranja, pakiranja te skladištenja. Najveći problem predstavlja posmeđivanje te mikrobiološko kvarenje tijekom skladištenja i promjena teksture što se sve kontrolira raznim kemijskim sredstvima te upuhivanjem modificirane atmosfere prilikom pakiranja. Enzimsko posmeđivanje je posljedica reakcija fenolnih spojeva i kisika uz djelovanje enzima do kojih dolazi uslijed mehaničkog oštećenja tkiva što rezultira sintezom smeđih pigmenata tzv. melanoida. Danas se istražuju alternativni načini sprječavanja posmeđivanja poput jestivih filmova koji sadrže razne biljne ekstrakte, ultrazvučno rezanje, primjena UV radijacije i sl.

Eterična ulja raznog bilja se istražuju kao moguće rješenje za povećanje stabilnosti minimalno procesiranih proizvoda zbog svojih antioksidacijskih, ali i antimikrobnih svojstava. Eterično ulje lovora primjer je ulja s antimikrobnim djelovanjem te se koristi kao prirodni konzervans.

Cilj ovog rada je ustanoviti utjecaj različitih koncentracija eteričnog ulja lovora (0, 25, 75, 125 i 175 mg/L) na stabilnost minimalno procesirane jabuke sorte Cripps Pink tijekom skladištenja pri temperaturi između 6-8 °C. Praćeni parametri su boja, pH vrijednost, topljiva suha tvar, broj mikroorganizama te senzorska svojstva.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. Jabuka

Domaća jabuka (*Malus domestica* Borkh) najpoznatija je biljna vrsta iz roda *Malus*, porodice ruža (*Rosaceae*) te se razlikuje više od deset tisuća sorti koje se danas uzgajaju i stavljaju na tržište (Skenderović Babojelić i sur., 2014). Porijeklom je iz centralne Azije gdje je nastala križanjem raznih sorti poput *M. sieversii*, *M. sylvestris* i *M. Orientalis*. Stablo jabuke je listopadno, visine između dva i četiri metara te cvijeta u proljeće, dok plod sazrijeva u kasno ljeto pa sve do zime (Vujević, 2016).

Sorte se razlikuju po obliku, boji, okusu, vremenu dozrijevanja i veličini. Primjerice, Granny Smith je zelene boje, tvrdog mesa te oštrog i kiselkastog okusa. Golden Delicious je konusnog oblika, zelenožute boje i slatkog okusa. Fuji je crvene boje, sočna i izrazito slatka. Bonany i sur. (2013) svojim su istraživanjem pokazali da potrošači preferiraju sorte koje su slatke, srednje ili slabo kisele i imaju tvrđu teksturu (sorte Gold Pink, Fuji, Cripps Pink). Nadalje, sorte Jonagold i Ariane većinom nisu prihvaćene; Jonagold zbog niske slatkoće i slabe tvrdoće, dok je s druge strane Ariane izrazito kisela. Na slici 1 prikazane su razne konvencionalne i tradicionalne sorte jabuka.



Slika 1. Razne sorte jabuka (Lončarić i sur., 2019)

Glavne sorte koje se kultiviraju u Republici Hrvatskoj su Idared, Golden Delicious, Jonagold i Granny Smith. U razdoblju od 2010. do 2021. godine znatno je smanjen opseg proizvodnje jabuka, dijelom i zbog klimatskih uvjeta. Godine 2010. proizvedeno je 106 865 tona jabuka te je idućih nekoliko godina proizvodnja rasla, no od 2018. godine zabilježen je pad proizvodnje s 93 467 tona na 60 788 tona proizvedenih 2021. godine. Površina pod nasadima jabuka također

se smanjuje, s 6 160 ha u 2016. godini na 4 459,09 ha u 2017. godini (DZS, 2022). Većina jabuka namijenjena je domaćem tržištu, dok se dio potrebnih količina uvozi iz drugih država, ponajviše Austrije, Italije i Slovenije. U svijetu, najveći proizvođač jabuka je Kina, zatim slijede SAD i Turska (FAOSTAT, 2020).

Jabuke kroz povijest imaju značajnu simboliku. U kršćanstvu je predstavljena kao „zabranjeno voće“. Latinska riječ za jabuku je *malum*, što znači i zlo. S druge strane, u starogrčkoj kulturi Platon je opisao bacanje jabuke nekome kao znak iskazivanja ljubavi. U grčkoj mitologiji jabuke su simbolizirale plodnost, besmrtnost i znanje (Ferber, 1999). Tijekom 17. stoljeća pad jabuke sa stabla potaknuo je Isaaca Newtona na detaljniji razvitak zakona gravitacije. U današnje vrijeme jabuke su najčešće simbol zdravlja, što najbolje opisuje poslovice „an apple a day keeps the doctor away“ (Briggs i sur., 2013).

2.1.1. Kemijski sastav jabuke

Sastav jabuka znatno ovisi o uvjetima uzgoja poput klimatskog područja, agroekoloških uvjeta, vremena te tehnike sadnje i slično. Prema USDA (2019) prosječni kemijski sastav različitih sorti jabuka prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Prosječni kemijski sastav u 100 g svježih jabuka s korom (USDA, 2019)

Energija	52 kcal
Voda	85,6 g
Proteini	0,26 g
Ukupne masti	0,17 g
Ugljikohidrati	13,8 g
Šećeri	10,4 g
Vlakna	2,4 g

2.1.2. Utjecaj na zdravlje

Jabuka, kao i ostalo voće, vrlo je bitna namirnica čija konzumacija ima dokazan pozitivni

učinak na zdravlje. Tijekom istraživanja Liu i sur. (2005) tretirali su štakore karcinogenim sredstvom te se pokazalo da je grupa koja je svakodnevno konzumirala jabuke imala smanjen broj tumora naspram kontrolne skupine. Doza od jedne jabuke dnevno smanjila je pojavu tumora za 17 %, a doza od šest jabuka dnevno za 44 %. Također, u drugom istraživanju dnevna konzumacija jabuka smanjila je smrt uzrokovanu krvožilnim bolestima za 43% kod žena i 19% kod muškaraca (Boyer i Liu, 2004). Jabuka se pokazala kao hrana bogata flavonoidima koja bi mogla imati zaštitno djelovanje za dijabetičare. U istraživanju Song i sur. (2005) pokazalo se da dnevna konzumacija jabuka smanjuje rizik od dijabetesa tipa 2 za 28 %. Jabuka ima antioksidacijsko djelovanje i u svome sastavu sadrži brojne fitokemikalije koje potencijalno mogu spriječiti mnoge kronične bolesti, no potrebna su daljnja istraživanja kako bi se točno potvrdilo djelovanje i utjecaj konzumacije jabuka.

Iako jabuka ima povoljno djelovanje na organizam, može uzrokovati i probleme budući da sadrži visok udio FODMAP (fermentable oligosaccharides, disaccharides, monosaccharides and polyols) ugljikohidrata. Fermentiranjem ovakvih ugljikohidrata nastaju plinovi kao nusprodukt te stvaraju osmotski efekt i povlače više vode u tanko crijevo što može uzrokovati probavne tegobe poput grčeva, nadutosti i opstipacije (Halmos, 2013).

2.2. Minimalno procesirano voće i povrće

Minimalno procesirano voće i povrće novija je tehnologija kojom se pokušava održati svježina i zdravstvena ispravnost sirovine, a da je pritom oprana, narezana i zapakirana, ali ne termički tretirana. Cilj je omogućiti jednostavnu konzumaciju bez negativnog utjecaja na kvalitetu. Operacije koje obuhvaćaju pripremu ovakvih proizvoda su one koje se konvencionalno koriste prije blanširanja, npr. pranje, sortiranje, otkoštavanje, guljenje, rezanje itd. Minimalno procesirano voće i povrće ima kraći rok trajanja od svježeg voća i povrća; trajnost treba biti najmanje od 4 do 7 dana pri 4 do 8 °C (Levaj i sur., 2018).

Potražnja za minimalno procesiranim proizvodima raste sve više zbog praktičnosti konzumacije i daljnje pripreme te pozitivne reakcije potrošača na njihovu svježinu. Predviđa se da će u bližoj budućnosti minimalno procesirani proizvodi zastupati do 25 % tržišta hrane (Siddiqui i sur., 2011).

Tehnologija koja se primjenjuje na voću i povrću zasniva se na suzbijanju mikrobiološkog rasta i nepoželjnih reakcija, ponajviše respiracije tj. proizvodnje etilena. Bitno je pravilno provoditi

postupke pripreme sirovine jer mehanička oštećenja mesa uzrokuju povećanu proizvodnju etilena i potom kvarenja. Dezinfekcija je važan korak budući da pranje vodom nije dovoljno kako bi se spriječila mikrobiološka kontaminacija pa se koriste dezinficijensi poput klor dioksida, vodikovog peroksida, ozona itd. Vrlo je bitno održavati dovoljno nisku temperaturu jer smanjenje temperature za 10 °C snižava stopu respiracije za 2-4 puta. Najčešće se primjenjuje hidrohlađenje, direktan kontakt s ledom i vakuum hlađenje (Escobedo-Avellaneda i sur., 2018).

2.2.1. Minimalno procesirana jabuka

Popularnost minimalno procesirane jabuke je u porastu zbog raznolikih načina upotrebe te jer je dostupna tijekom cijele godine (Putnik i sur., 2017).

Prvi korak prilikom pripreme minimalno procesirane jabuke je prijem samih jabuka te skladištenje ukoliko nisu spremne za daljnju obradu. Skladištenje se provodi pri temperaturama ispod 4 °C u hladnjačama. Sve operacije sve provode u hladnim prostorijama (Cantwell i Suslow, 2002). Jabuke se potom peru što je ključni korak jer se tako uklanjaju sve vanjske nečistoće poput zaostalog lišća i dr. Pranje se obično vrši hladnom vodom jer jabuke imaju glatku površinu zbog čega ne dolazi do nakupljanja raznih mikroorganizama tj. nije potrebno koristiti dezinficijense (Garcia i Barrett, 2005). Ovisno o primjeni krajnjeg proizvoda, jabuka se može podvrgnuti guljenju koje se provodi ručno ili posebnim uređajima za guljenje. Za rezanje na manje komade koriste se oštri noževi kako bi se smanjilo mehaničko oštećenje tkiva te se odstranjuje sjemena loža. Nakon rezanja slijedi drugo pranje prilikom kojeg se komadi jabuke uranjaju u ohlađene otopine sredstava protiv posmeđivanja. Sredstva protiv posmeđivanja djeluju na fenole te inaktiviraju enzime. Najčešće se primjenjuju askorbinska kiselina, limunska kiselina, EDTA itd. Jabuke se nakon cijedenja pakiraju obaveznim upuhivanjem modificirane atmosfere koja usporava posmeđivanje, održava teksturu i sprječava razvijanje nepoželjnih mirisa. Djelotvornost modificirane atmosfere ovisi o primjeni niskih temperatura skladištenja (0-4 °C). Minimalno procesirane jabuke se skladište u hladnjacima te se kontroliraju prije distribucije na tržište (Cantwell i Suslow, 2002). Sličan učinak kao s modificiranom atmosferom moguće je postići i pakiranjem u vakuumu (Dite Hunjek, 2020) što ovisi o sirovini.

Glavni parametri koji osiguravaju ispravnost minimalno procesirane jabuke su pravilni uvjeti skladištenja (temperatura i relativna vlažnost), nježno rukovanje radi izbjegavanja mehaničkih

oštećenja te čistoća samih prostorija i uređaja za pripremu proizvoda. Kako bi se osigurala pravilna higijena, potrebno je uvesti Good Manufacturing Practices (GMP) te Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) sustav (Garcia i Barrett, 2005).

2.2.2. Problemi minimalnog procesiranja

Minimalno procesiranje se susreće s mnogim problemima čija se rješenja istražuju na razne načine. Jedan od problema predstavlja klimakterijsko voće kojem je ključno pronaći pravi trenutak berbe radi pravilne pripreme i skladištenja. Voće koje se ubere prekasno brzo propada tijekom skladištenja te nema zadovoljavajući okus. Idući problem predstavlja posmeđivanje koje se posebice javlja kod voća i povrća s visokim sadržajem polifenola poput jabuka, breskvi i krumpira. Trenutačno se posmeđivanje potiskuje antioksidansima i kiselim tvarima. Niske temperature se zajedno s modificiranom atmosferom upotrebljavaju radi usporavanja respiracije i mikrobiološkog rasta. (Cantwell i Suslow, 2002).

Minimalno procesirane jabuke imaju kraću trajnost od ostalih minimalno procesiranih proizvoda zbog veće podložnosti posmeđivanju i mekšanju tkiva. Polifenol oksidaze su grupa enzima koji su odgovorni za posmeđivanje (Garcia i Barrett, 2005). Prilikom oštećenja tkiva uz prisutnost kisika dolazi do pojačanog djelovanja polifenol oksidaza koje oksidiraju fenole u kinone. Kinoni se nakupljaju i formiraju smeđe polimere, melanoide (Jiang i sur., 2016).

Posmeđivanje se kontrolira fizičkim i kemijskim metodama. Fizikalne metode uključuju primjenu niskih temperatura, modificirane atmosfere i jestivih filmova. Kemijske se metode temelje na inhibiciji polifenol oksidaza ili uklanjanju njihovih supstrata (kisik i fenoli). Najčešće se kao kemijska metoda primjenjuje askorbinska kiselina jer reducira kinone, ali pruža privremenu zaštitu jer dolazi do njene oksidacije tijekom reakcije. Ostala sredstva koja se koriste su limunska kiselina, jabučna kiselina i kelirajuća sredstva (EDTA). Posmeđivanje znatno ovisi o samoj sorti jabuke, zrelosti i načinu rezanja (Garcia i Barrett, 2005).

Yuan i sur. (2021) istraživali su utjecaj UV-C radijacije na posmeđivanje minimalno procesiranih Fuji jabuka. Cijele i narezane jabuke bile su podvrgnute radijaciji prije i poslije procesiranja tijekom pet minuta na valnoj duljini od 254 nm. U oba slučaja došlo je do usporavanja posmeđivanja što je bilo uspješnije kada su jabuke bile narezane. UV-C radijacija je poboljšala aktivnost antioksidacijskih enzima, ali nije smanjila aktivnost polifenol oksidaza.

Yildiz i sur. (2019) istraživali su primjenu ultrazvučnog rezanja radi sprječavanja posmeđivanja. Ultrazvučni nož je djelovao frekvencijom od 20 kHz te su korištene amplitude pri 30, 40 te 50 %. Rezultati su pokazali da je tijekom skladištenja tretiranih uzoraka došlo do slabijeg posmeđivanja zbog slabije aktivnosti polifenol oksidaza te je površina jabuka bila znatno glađa, a tekstura je ostala tvrda i hrskava. Rezultati senzorske analize pokazali su pozitivne rezultate za tretirane jabuke.

2.3. Lovor

Lovor (*Laurus nobilis* L.) začinska je vrsta iz porodice *Lauraceae* koja se koristi u ljekovite i aromatične svrhe. Podrijetlo lovora je područje Male Azije i južnog Mediterana gdje se i danas najviše uzgaja. Prema grčkoj mitologiji lovor je nastao metamorfozom Dafne u stablo lovora kako bi pobjegla bogu Apolonu koji je potom proglasio lovor svojim zaštitnim znakom. Lovor je simbol pobjede, slave i mudrosti (Erdoğan i Yılmaz, 2017). Turska je najveći svjetski proizvođač lovora te zastupa gotovo 97 % svjetske proizvodnje (Paparella i sur., 2022). U Hrvatskoj lovor raste uz obalu i na otocima. Mnoga su mjesta nazvana prema biljci poput Lovrana, Lovorja i Lobarika (Ujčić i sur., 2010).

Lovor je dvodomna, zimzelena vrsta koja raste kao grm ili stablo do visine 12 metara. Razvija složen korijenski sustav koji prodire duboko u dno. Listovi su jednostavni, spiralno raspoređeni sa šiljastim vrhovima. Cvjetovi su jednospolni te žute boje, a cvjetanje traje od veljače do svibnja. Plod lovora je crne boje i kuglastog oblika. Pogoduju mu vlažna i svježija područja te je zajedno s crnikom indikator progresivne sukcesije. Može se razmnožavati vegetativno i generativno (Španjol i sur., 2021). Na slici 2 prikazan je lovor tijekom cvata.

Postoje mnogi kultivari poput uskolisne lovorike (*Laurus nobilis* L. var. *angustifolia* Nees), kraljevske lovorike (*Laurus nobilis* L. var. *regalis* hort) i šarene lovorike (*Laurus nobilis* L. „*Foliis variegatis*“ (Španjol i sur., 2010).



Slika 2. Lovor (Patrakar i sur., 2012)

2.3.1. Eterično ulje lovora

Eterično ulje lovora nalazi se u listovima u prosjeku od 1-3 %. U istraživanju Fidan i sur. (2019) analizirani su udjeli spojeva pronađenih u eteričnom udjelu lovora iz Bugarske. Identificirano je 40 spojeva od kojih su glavni 1,8-cineol (41,0 %), α -terpinil acetat (14,4 %), sabinen (8,8 %), metil eugenol (6,6 %) i β -linalool (3,8 %). Udio pojedinih spojeva ovisi o porijeklu i dobu godine. Ženske biljke lovora sadrže više eteričnog ulja i to najviše u ožujku i travnju (0,60 mL/100 g), a najmanje u kolovozu (0,26 mL/100 g). Najveći udio eteričnog ulja podudara se s mjesecima kada lovor cvate i kada prestaje cvasti. Muške biljke najviše eteričnog ulja imaju tijekom veljače, travnja, svibnja i listopada (prosječno 0,33 mL/100 g), a najmanje u kolovozu (0,20 mL/100 g) (Dudaš i Venier, 2009). U tablici 2. prikazane su razlike u udjelu pojedinih spojeva ovisno o podrijetlu biljke lovora.

Tablica 2. Razlike glavnih spojeva eteričnog ulja lovora ovisno o državi uzgoja (Stefanova i sur., 2020; Fidan i sur., 2019)

Kemijski spoj	Bugarska (%)	Grčka (%)	Gruzija (%)
1,8-cineol	41,0	30,8	29,2
α -terpinil acetat	14,4	14,9	22,6
sabinen	8,8	7,9	12,2
metil-eugenol	6,6	3,6	8,1

Eterično ulje se dobiva ekstrakcijom iz lista lovora koja se najčešće provodi destilacijom

vodenom parom. Ostale metode uključuju hladno prešanje, ekstrakciju otapalima te novije metode koje koriste superkritični CO₂ i ultrazvuk (Reyes-Jurado i sur., 2014).

2.3.2. Upotreba lovora

Lovor se stoljećima koristi u različite svrhe. U Grčkoj su se izrađivali vijenci od lovora radi iskazivanja slave i trijumfa te se koristio u kulinarstvu, medicini i aromaterapiji. Dioskorid je opisao upotrebu lovora protiv čireva, upala i uboda škorpiona. Tibul, rimski pjesnik, tvrdio je da konzumacija lovora daje snagu i energiju (Erđinç i Yilmaz, 2017).

Glavne karakteristike eteričnog ulja lovora su njegovo antimikrobno i insekticidno djelovanje zbog čega se koristio kao lijek protiv raznih upala, a danas je najviše zastupljen kao začim prilikom kuhanja, u kozmetičkoj industriji (parfemi, kreme i slično) te se dalje proučava u medicini (Paparella i sur., 2022). Ulje dobiveno iz plodova lovora u mnogim se kulturama koristi radi ublažavanja simptoma reume. U radu Dinsmore i sur. (2018) prikupljeni su podaci utjecaja lovora na razne bolesti. Četiri grupe su 30 dana dobivale kapsule s različitim dozama lista lovora (0,5 g, 1 g, 1,5 g te placebo). Grupe koje su dobivale dozu od 0,5 i 1 g imale su niži LDL kolesterol za 32-40 % te porast HDL kolesterola za 19-29 %. U mnogim državama se lovor zajedno s medom koristi protiv bolova u želucu i grčeva. Prilikom miješanja s medom i kamilicom služio je kao blagi sedativ te se primjenjivao radi poticanja proizvodnje mlijeka kod žena koje su rodile i radi ublažavanja menstrualne boli (Dinsmore i sur., 2018).

Antimikrobni učinak eteričnog ulja lovora pripisuje se prisutnošću monoterpenkih ugljikovodika (sabinen, α -pinen) te oksigeniranih monoterpenkih ugljikovodika (1,8-cineol, linalool) koji djeluju inhibirajuće na bakterije prenosive hranom poput *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* te *Escherichia coli*. Aromatski spojevi odgovorni su za antioksidacijsko djelovanje eteričnog ulja lovora, posebice eugenol koji ima sposobnost neutralizacije slobodnih radikala (eng. radical scavenger) (Ordoudi i sur., 2022). U istraživanju Simić i sur. (2004) antimikrobno djelovanje određivalo se metodama makrodilucije i mikrodilucije te se određivala minimalna inhibitorna koncentracija (MIC) i minimalna fungicidna koncentracija (MFC). Pri visokoj koncentraciji (40 μ L/mL MIC i 50 μ L/mL MFC) eterično ulje lovora pokazalo je antimikrobno djelovanje protiv *Aspergillus* spp., *Penicillium* spp. i *T. viride*.

2.4. Primjena eteričnih ulja u proizvodnji minimalno procesirane jabuke

Sumonsiri i sur. (2020) proveli su istraživanje u kojem su uspoređivali utjecaj eteričnog ulja limuna i slatke naranče na održivost minimalno procesirane jabuke. Komadi jabuke su tretirani jestivim filmovima na bazi pektina, proteinom sirutke te eteričnim uljem. Nakon devet dana skladištenja uzorci tretirani eteričnim uljem limuna i slatke naranče imali su niži indeks posmeđivanja od kontrolne grupe. Najbolji rezultat je pokazala grupa tretirana s 0,10 % eteričnog ulja limuna. Tekstura svih tretiranih uzoraka je nakon skladištenja ostala tvrda i hrskava. Mikrobiološki rast je usporen te nije došlo do znatnog povećanja broja mikroorganizama što dokazuje antimikrobni učinak eteričnog ulja.

U istraživanju Raybaudi-Massilia i sur. (2008) proučavao se utjecaj eteričnog ulja cimeta, klinčića i limunske trave u obliku jestivog filma na minimalno procesirane jabuke sorte Fuji. Jestivi film bio je na bazi alginata i glicerola, a eterična ulja dodana su u koncentraciji od 0,3 i 0,7 %. Uz eterična ulja dodane su i aktivne komponente cimetaldhid, eugenol i citral u koncentraciji 0,5 %. Rezultati su dokazali da većom koncentracijom eteričnih ulja dolazi do veće inhibicije *E. coli* O157:H7 populacije te je eterično ulje limunske trave pokazalo najbolji utjecaj protiv rasta bakterija. Tretirane jabuke su tijekom dvotjednog skladištenja zadržale čvrstoću, no primjenom veće koncentracije eteričnih ulja došlo je do većeg gubitka čvrstoće. Tijekom senzorske analize tretirane jabuke ocijenjene su višim ocjenama nego kontrolna skupina, ali uzorci s eteričnim uljem klinčića dobili su najnižu ocjenu za okus. To upućuje na problem korištenja eteričnih ulja obzirom da ona utječu na okus i miris gotovog proizvoda što ponekad može biti nepoželjno ovisno o vrsti i koncentraciji eteričnog ulja.

Hu i sur. (2017) istraživali su utjecaj 15 različitih eteričnih ulja na mikrobiološku aktivnost minimalno procesirane jabuke sorte Fuji. Antimikrobno djelovanje ispitivalo se obzirom na bakterije *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli* O157:H7. Eterična ulja timijana, cimeta i origana pokazala su najbolje antimikrobno djelovanje sa zonama inhibicije od 12,27 do 24 mm, dok su ostala eterična ulja u prosjeku imala zone inhibicije od 6 do 14,40 mm. Najslabije djelovanje pokazalo je eterično ulje ružmarina. Čvrstoća tretiranih uzoraka nakon skladištenja bila je znatno viših vrijednosti od kontrole te je uzorak tretiran eteričnim uljem timijana imao najvišu čvrstoću.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

3.1.1. Sirovine

Istraživanje je provedeno na jabuci sorte Cripps Pink od koje se pripremila minimalno procesirana jabuka tretirana mješavinom destilirane vode i eteričnog ulja lovora.

Eterično ulje lovora nabavljeno je u tvrtki Ireks Aroma, Zagreb.

3.2. Metode rada

3.2.1. Aparatura i pribor

- Analitička vaga (AX224, OHAUS, Švicarska)
- Cjedilo
- Kolorimetar (Konica-Minolta, Japan)
- Menzura (1 L)
- pH metar (SevenEasy, Mettler Toledo, SAD)
- Pipeta (1 mL)
- Plastične posude s poklopcima
- Refraktometar (Pal-3, Attago Tokyo)
- Rezač za jabuke
- Štapni mikser (Philips ProMix, 650W)
- Tehnička vaga (PS 4500.R2, RADWAG, Poljska)
- Uređaji za vakuumiranje (FFS015-X, FoodSaver, Ujedinjeno Kraljevstvo i V1020, FoodSaver, Ujedinjeno Kraljevstvo)
- Vrećice za pakiranje u vakuum (dvoslojne poliamidne/polietilenske vrećice; rebrasti sloj PA 30 μm /PE 70 μm , glatki sloj PA 30 μm /PE 100 μm , Status d.o.o. Metlika, Slovenija)

3.2.2. Priprema minimalno procesirane jabuke

Jabuke su prvo oprane u vodi te osušene papirnatim ubrusima. Pomoću rezača za jabuke u posudi napunjenoj destiliranom vodom neoguljene jabuke su narezane na kriške pomoću ručnog rezača za jabuke koji jabuku reže na 8 kriški i odvaja sjemenu ložu. Sjemeni loža nije se koristila u istraživanju te je odstranjena.

Otopina kojom su tretirane jabuke pripravljena je miješanjem određene mase eteričnog ulja lovora u jednoj litri destilirane vode. Korištene koncentracije otopine su 0 mg/L (kontrolna skupina), 25 mg/L, 75 mg/L, 125 mg/L te 175 mg/L. Pripadajuće oznake uzoraka su EO-0, EO-25, EO-75, EO-125 te EO-175. Kriške jabuka uronjene su u otopinu u omjeru 1:1, posuda je zatvorena te se sadržaj neprestano lagano miješao 15 minuta. Nakon tretmana jabuke su ocijeđene te pakirane u vrećice koje su vakuumirane pomoću uređaja za vakuumiranje. Uzorci su skladišteni u hladnjaku pri 6-8 °C. Analize su provedene nulti, prvi, treći, sedmi te deseti dan skladištenja te parametri koji su praćeni bili su pH, boja, topljiva suha tvar, mikrobiološka ispravnost te senzorska svojstva.

3.2.3. Mikrobiološka analiza

Mikrobiološka analiza provedena je prema normi HRN EN ISO 4833-1:2013 pomoću koje se odredio ukupni broj aerobnih mezofilnih bakterija (AMB).

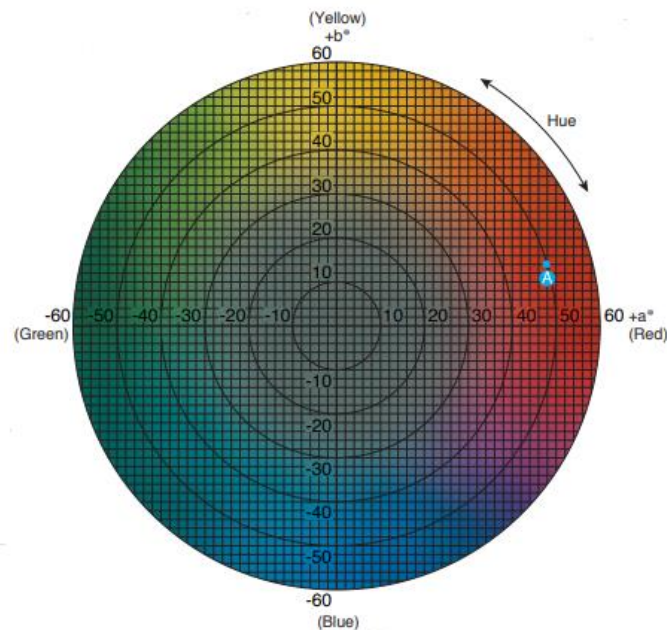
Analiza se provodi miješanjem 10 g uzorka s 90 mL fiziološke otopine peptona u sterilnoj vrećici koja je homogenizirana jednu minutu pomoću Stomacherovog uređaja. Uzorak se primijeni na agar ploču za brojanje mikroorganizama (Biolife, Milan, Italija) koja se inkubira pri 30 ± 1 °C tijekom 72 ± 3 sati. Pomoću brojača kolonija prebrojane su kolonije mikroorganizama, a dobivene vrijednosti se izražavaju kao CFU vrijednosti (eng. Colony-Forming Units).

$$CFU = \frac{\text{broj poraslih kolonija}}{\text{volumen upotrijebljenog uzorka}} \times \text{recipročna vrijednost decimalnog razrijeđenja}$$

3.2.4. Mjerenje boje metodom CIELAB

Određivanje boje provedeno je metodom CIELAB koja se zasniva na trodimenzionalnom sustavu određenom trima koordinatama L^* , a^* i b^* . Koordinata L^* opisuje svjetlinu u vrijednostima od 0 (crno) do 100 (bijelo). Koordinate a^* i b^* opisuju smjerove boja; $+a^*$ u smjeru crvene te $-a^*$ u smjeru zelene i $+b^*$ u smjeru žute te $-b^*$ u smjeru plave boje. Centar sustava je akromatičan te se intenzitet boje povećava udaljavanjem od centra. Na slici 3 predložen je dijagram boja $L^*a^*b^*$ sustava. Pomoću izmjerenih vrijednosti a^* i b^* računa se parametar C^* koji opisuje zasićenost boje te parametar H° koji opisuje nijansu boje. Koristeći parametre L^* , a^* i b^* može se izračunati ΔE^* pomoću kojeg se izražava ukupna razlika

obojenosti (Konica-Minolta, 2007).



Slika 3. $L^* a^* b^*$ dijagram kromatičnosti prostora boje (Konica-Minolta, 2007)

Postupak određivanja:

Kolorimetar je prvo potrebno kalibrirati crnim valjkom te bijelim standardom. Kriške jabuke su prekrivene prozirnom folijom kako bi se spriječio direktan kontakt uređaja i uzoraka. Kriška jabuke se postavi tako da prekrije otvor ploče te se provodi tri mjerenja za svaki uzorak. Iz dobivenih vrijednosti L^* , a^* i b^* računaju se podaci C^* , H° i ΔE^* .

Parametar C^* računa se formulom $C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$.

Parametar H° računa se formulom $H^\circ = \text{tg} \left(\frac{a^*}{b^*} \right)$.

Parametar ΔE^* računa se formulom $\Delta E^* = \sqrt{(L^* - L_{ref}^*)^2 + (a^* - a_{ref}^*)^2 + (b^* - b_{ref}^*)^2}$.

3.2.5. Mjerenje pH

Vrijednosti pH uzoraka određivane su pomoću pH metra. Elektroda se kalibrira pomoću pufera poznatog pH te se između mjerenja drži u čaši napunjenoj destiliranom vodom radi ispiranja. Nekoliko kriški jabuka se samljelo pomoću štapnog miksera te su se u izdvojenom soku mjerile vrijednosti pH. Za svaki uzorak provedena su dva mjerenja.

3.2.6. Mjerenje topljive suhe tvari

Topljiva suha tvar određivala se pomoću refraktometra. Uređaj se prvo kalibrira dodatkom nekoliko kapi destilirane vode. Zatim se na uređaj dodaje nekoliko kapi soka jabuke izdvojenog tijekom mljevenja uzorka. Provedena su dva mjerenja za svaki uzorak.

3.2.7. Metoda određivanja senzorskih svojstava

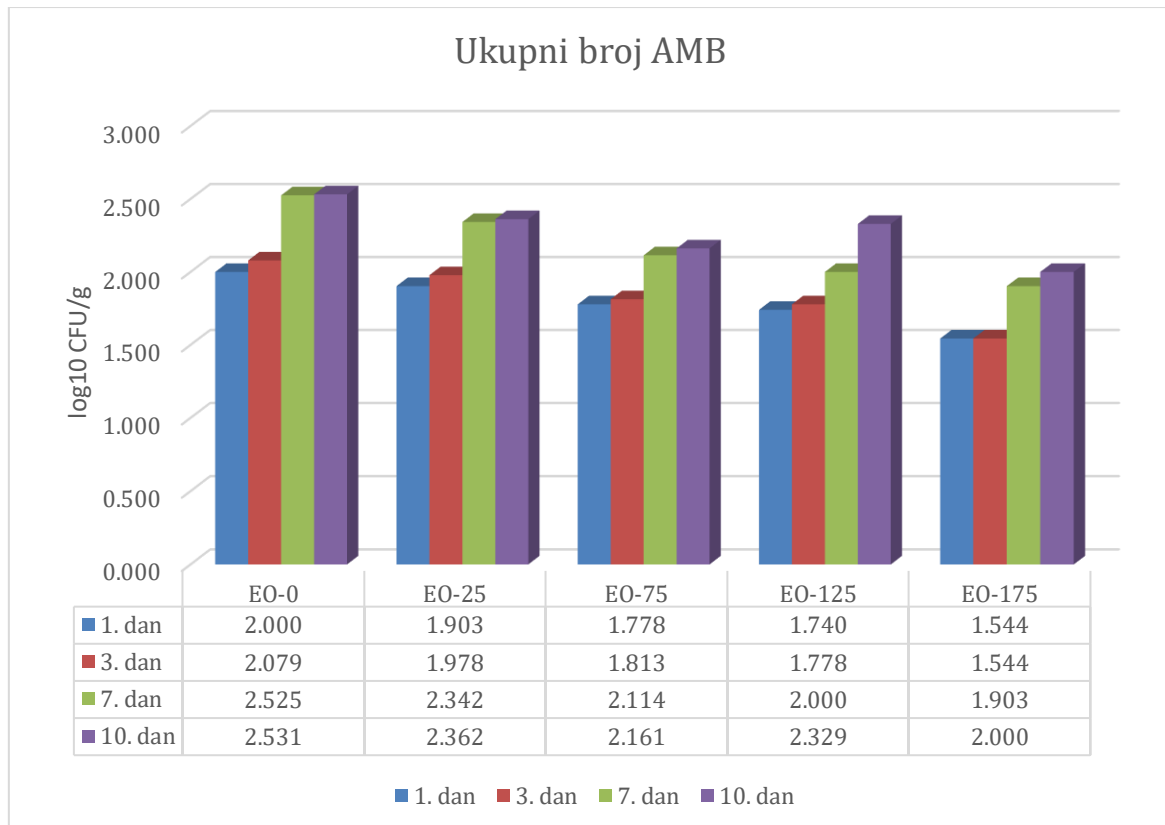
Senzorska analiza provedena je kvantitativnom deskriptivnom metodom kojom se opisuju osjetilna svojstva uzorka pomoću četiri komponente: obilježja (izgled, miris, okus), intenzitet, vremenski aspekt te općeniti dojmovi (ravnoteža okusa i ukupan dojam) (Vahčić i sur., 2000).

Senzorsku analizu provelo je pet panelista različite dobi te su sve bile žene. Ocjenjivala se sirova jabuka tijekom cijelog perioda skladištenja. Korištena skala bila je od 0 do 5 gdje je 0 predstavljala neizraženo svojstvo, 1 jako slabo izraženo svojstvo, 2 slabo izraženo svojstvo, 3 srednje izraženo svojstvo, 4 izraženo svojstvo te 5 jako izraženo svojstvo. Određivana svojstva su boja, miris uzorka točnije miris jabuke, lovora te strani mirisi, tekstura uzorka gdje se ocjenjivala vlažnost, tvrdoća te hrskavost i okus uzorka tj. okus jabuke, lovora, harmoničnost te slatkoća, kiselost i strani okusi. Posljednja ocjena je općenita prihvaćenost uzorka.

4. REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je odrediti utjecaj eteričnog ulja lovora u različitim koncentracijama na održivost minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja. Parametri pomoću kojih je određena uspješnost tretmana su senzorska svojstva, mikrobiološka ispravnost, pH, topljiva suha tvar te boja tj. posmeđivanje uzoraka.

4.1. Mikrobiološka ispravnost



Slika 4. Ukupni broj AMB minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja

Rezultati mikrobiološke analize prema slici 4 pokazuju da primjenom veće koncentracije eteričnog ulja lovora dolazi do smanjenja ukupnog broja aerobnih mezofilnih bakterija (AMB). Nakon prvog dana najviše vrijednosti imao je uzorak EO-0 (2,0 log CFU/g), a EO-175 najniže (1,544 log CFU/g). Iako je inicijalno smanjen ukupni broj AMB primjenom eteričnog ulja lovora, skladištenjem dolazi do njihovog porasta, ali manje u tretiranim uzorcima u odnosu na kontrolne. Svaki uzorak doživio je povećani rast od trećeg do sedmog dana skladištenja te manji od sedmog do desetog dana. Tijekom deset dana vrijednost ukupnog broja AMB kontrolne skupine porasla je s 2,0 log CFU/g na 2,531 log CFU/g, a u EO-175 s 1,544 na 2 log CFU/g tako da je najbolji utjecaj pokazala je upravo primjena koncentracije 175 mg/L gdje je broj AMB manji za 0,531 log CFU/g nakon deset dana skladištenja u odnosu na kontrolnu skupinu.

Ovime se dokazuje da eterično ulje lovora ima antimikrobni učinak, iako pri nižim koncentracijama nešto slabiji. Ipak sve određene vrijednosti manje su u odnosu na graničnu vrijednost propisanu Vodičem za mikrobiološke kriterije za hranu (MPRRR, 2011) koja iznosi 5 log CFU/g. Slične vrijednosti kao u ovom radu određene su i u radu Putnik i sur. (2017) nakon jednog dana skladištenja (vrijednost ukupnog broja AMB iznosila je $2,8 \pm 0,1$ log CFU/g), međutim nakon sedam dana skladištenja došlo je do povećanja ukupnog broja AMB ($4,7 \pm 0,1$ log CFU/g). Takva razlika moguća je posljedica i načina pakiranja jer je u radu Putnik i sur. (2017) jabuka pakirana u modificiranoj atmosferi, a u ovom radu u vakuumu.

Raybaudi-Massilia i sur. (2008) dokazali su da primjenom eteričnog ulja limunske trave na minimalno procesirane jabuke dolazi do inhibicije mikrobiološkog rasta. Prosječni broj *E. coli* O157:H7 na početku istraživanja iznosio je $4,16 \pm 0,01$ log CFU/g. Skladištenje tretiranih uzoraka trajalo je mjesec dana gdje je došlo do postupnog smanjenja broja bakterija. Već sedmi dan prosječni broj iznosio je $2,7 \pm 0,3$ log CFU/g, dok je nakon mjesec dana iznosio <2 log CFU/g. Ispitivano je i antimikrobno djelovanje eteričnog ulja cimeta i klinčića čime je također došlo do smanjenja broja *E. coli* O157:H7, ali sporije. U istraživanju Ru i sur. (2022) određivao se utjecaj eteričnog ulja lovora na mikrobiološku ispravnost minimalno procesirane dinje. Na početku tretmana obje skupine imale su 2,8 log CFU/g. Tijekom cijelog perioda skladištenja kontrolna skupina imala je značajno više vrijednosti ukupnog broja AMB te je nakon osam dana skladištenja vrijednost u kontrolnoj skupini iznosila $9,42 \pm 0,88$ log CFU/g, dok je tretiranoj skupini iznosila $5,14 \pm 0,47$ log CFU/g.

4.2. Parametri boje određeni CIELAB metodom

U tablici 3 prikazani su rezultati mjerenja parametara boje uzoraka pomoću kolorimetra.

Tablica 3. Parametri boje minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja

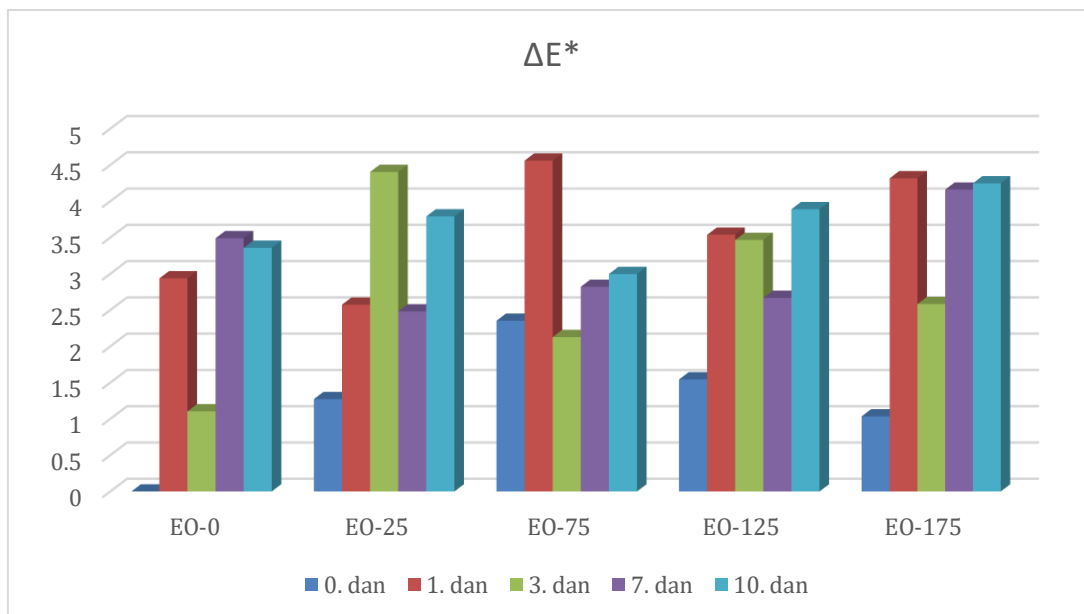
Oznaka uzorka	Parametri boje				
	L^*	a^*	b^*	C^*	H°
EO-0 (0)	73,89±1,14	0,22±0,22	13,82±0,53	13,82±0,53	89,09±0,88
EO-0 (1)	75,98±0,68	1,35±0,19	15,63±0,45	15,69±0,46	85,05±0,66
EO-0 (3)	74,63±1,35	-0,09±0,22	16,45±1,60	16,45±1,60	90,31±0,79
EO-0 (7)	75,25±1,30	1,18±0,13	17,13±0,80	17,17±0,80	86,02±0,52
EO-0 (10)	74,25±1,92	2,17±0,46	15,52±1,51	15,67±1,56	82,08±0,86
EO-25 (0)	75,16±1,55	0,54±0,07	13,55±1,07	13,56±1,07	87,69±0,17
EO-25 (1)	76,05±1,28	0,87±1,13	15,93±0,37	15,98±0,30	86,80±4,15
EO-25 (3)	77,95±0,33	0,77±0,23	16,9±0,40	16,91±0,40	87,38±0,79
EO-25 (7)	76,27±3,09	0,54±0,50	15,99±0,60	16,01±0,62	88,09±1,73
EO-25 (10)	77,50±1,06	0,96±0,40	15,37±0,24	15,40±0,26	86,44±1,42
EO-75 (0)	76,21±0,33	0,89±0,10	14,43±1,18	14,46±1,18	86,45±0,51
EO-75 (1)	76,05±1,28	1,37±0,34	17,28±0,46	17,33±0,48	85,45±1,04
EO-75 (3)	76,02±1,69	0,43±0,18	14,12±0,74	14,12±0,75	88,26±0,65
EO-75 (7)	76,65±0,26	0,70±0,10	14,98±0,78	14,99±0,79	87,32±0,26
EO-75 (10)	76,89±1,24	0,20±0,06	15,15±0,56	15,15±0,56	89,22±0,20
EO-125 (0)	74,50±0,94	1,09±0,17	15,44±0,93	15,48±0,92	85,94±0,76
EO-125 (1)	77,1±0,52	-0,19±0,47	17,47±1,18	17,47±1,17	90,67±1,56
EO-125 (3)	77,32±1,83	-0,07±0,12	15,56±0,98	15,56±0,98	90,27±0,48
EO-125 (7)	76,04±1,16	1,46±0,26	15,08±0,63	15,15±0,65	84,46±0,72
EO-125 (10)	77,78±0,97	0,61±0,27	13,41±0,46	13,42±0,47	87,40±1,05
EO-175 (0)	74,78±1,55	0,01±0,27	16,26±2,16	16,26±2,16	89,92±0,92
EO-175 (1)	74,38±0,67	1,6±0,02	16,92±0,01	16,99±0,01	84,59±0,09
EO-175 (3)	75,37±0,60	0,91±0,43	16,87±2,32	16,90±2,29	86,75±1,81
EO-175 (7)	76,69±0,33	1,49±0,04	16,41±0,17	16,47±0,17	84,8±0,12
EO-175 (10)	78,113±2,18	0,42±0,12	16,21±1,04	16,21±1,04	88,51±0,52

Brojevi u zagradi predstavljaju dane skladištenja. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ± standardna devijacija.

Iz izmjerenih podataka vidljivo je da primjenom eteričnog ulja lovora dolazi do porasta vrijednosti L^* kako 0-ti dan tako i tijekom skladištenja tj. uspješno se sprječava posmeđivanje uzoraka. Uzorci EO-175 i EO-125 imaju najviše vrijednosti L^* i to 10.-og dana skladištenja čime se pokazalo da se povećanjem koncentracije eteričnog ulja lovora bolje kontrolira posmeđivanje. Većina uzoraka ima pozitivnu vrijednost parametra a^* što ukazuje na prisutnost crvenih tonova koji mogu indicirati početak posmeđivanja, no vrijednosti su vrlo niske većinom oko 1 i niže te ne odstupaju znatno od uzoraka mjerenih nulti dan. Rezultati parametra a^* nisu konzistentni u porastu ili padu te variraju ovisno o broju dana skladištenja te koncentraciji eteričnog ulja lovora. Ipak, moglo bi se primijetiti da unatoč oscilacijama u cjelini uzorci pokazuju trend smanjenja osim u EO-0 i EO-25. Vrijednosti parametra b^* također nisu konzistentne, no skupina EO-175 pokazuje minimalne promjene vrijednosti parametra b^* iako su vrijednosti b^* kontrolnog uzorka vrlo slične vrijednostima svih tretiranih uzoraka, tako da se ne može jasno zaključiti o većem utjecaju eteričnog ulja na parametar b^* . Uglavnom u svima je zabilježen blagi porast duljim skladištenjem što također može ukazati na početak posmeđivanja, no budući da jabuke prirodno imaju žućkast ton porast se ne može sa sigurnošću pripisati posmeđivanju. Vrijednosti C^* su niske što označuje nisku zasićenost boje te vrijednosti H° ukazuju na žute nijanse. Većina podataka ne pokazuje kontinuiran trend te se ne može zaključiti konkretan utjecaj eteričnog ulja lovora na boju jabuke. Sličnost rezultata među grupama uzoraka može biti uzrokovana primjenom eteričnog ulja lovora, ali i uvjetima skladištenja (vakuum te temperatura od 4°C).

Općenito, dobivene vrijednosti za parametre boje uglavnom su u skladu s literaturnim podacima. U radu Putnik i sur. (2016) određivana je boja više sorti jabuke i prosječna vrijednost L^* iznosila je $75,47 \pm 0,43$, a^* $0,27 \pm 0,26$ te H^* $90,89 \pm 0,54$, no b^* i C^* vrijednost bile nešto više (b^* $26,60 \pm 0,40$, C^* $26,68 \pm 0,56$).

Kako bi se bolje predočila razlika obojanosti među uzorcima, izračunate su vrijednosti ΔE^* te je kao referentni uzorak korišten EO-0 nultog dana.

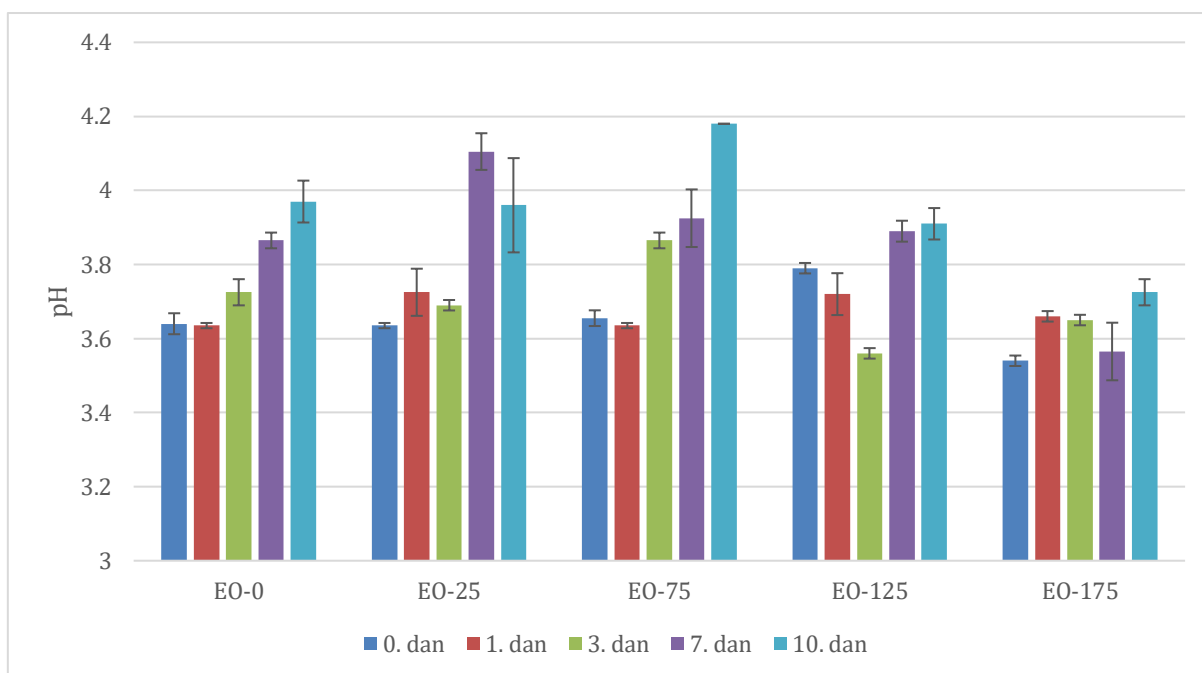


Slika 5. Vrijednost ΔE^* parametra minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja

Najveće promjene u boji prema slici 5 zamijećene su na uzorcima EO-25(3) te EO-75(1). Promjene tijekom deset dana skladištenja nisu konzistentne te variraju ovisno o koncentraciji eteričnog ulja. Svaka skupina uzoraka doživljava nagli porast prvog dana te pad tijekom trećeg ili sedmog dana i ponovni rast. Prema Yang i sur. (2012) ΔE^* koji doseže vrijednosti između 1,5 i 3 opisuje već vidljivu promjenu boje. Svi uzorci osim EO-0(3), EO-125(0) te EO-175(0) nalaze se u spomenutom rangu ili ga nadilaze što bi značilo da primjenom eteričnog ulja lovora ipak dolazi do primjetne promjene boje. Jedino je uzorak EO-75 imao manju ukupnu promjenu boje od kontrolne skupine nakon deset dana skladištenja. Uspoređujući rezultate s podacima istraživanja Putnik i sur. (2016), prosječne vrijednosti ΔE^* bile su više (4,28) uz tretman s kalcijevim askorbatom tijekom 14 dana skladištenja jabuka zapakiranih u modificiranoj atmosferi. Vrijednosti su više od kontrolnog uzorka ovog istraživanja, međutim to se ne može objasniti samo različitim sredstvima protiv posmeđivanja obzirom da je bilo i drugih razlika između ovih istraživanja.

4.3. Rezultati mjerenja pH i topljive suhe tvari

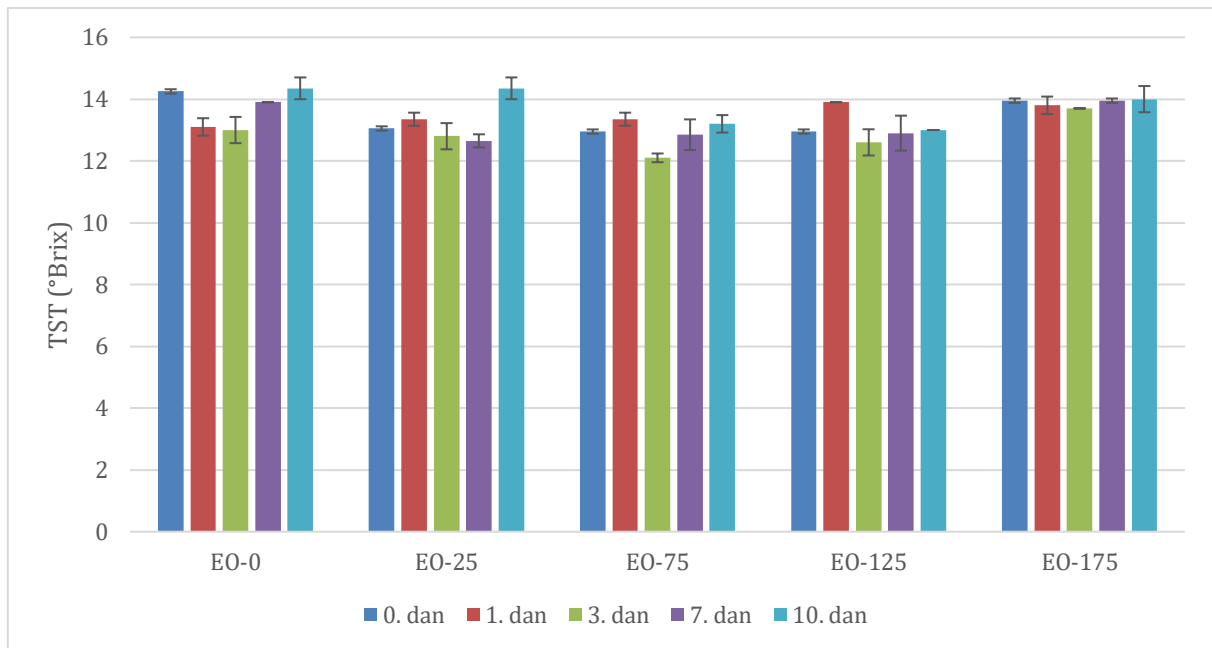
Na slikama 6 i 7 prikazani su rezultati mjerenja pH vrijednosti te topljive suhe tvari (TST) uzoraka.



Slika 6. Rezultati pH vrijednosti minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

Zbog visokog udjela jabučne kiseline jabuke uobičajeno imaju pH u rangu od 3 do 4,5 te vrijednost pH utječe na okus, topljivost ugljikohidrata i proteina (Hou i sur., 2018). Na slici 6 prikazani su rezultati mjerenja pH vrijednosti. Tijekom cijelog perioda skladištenja nije došlo do znatnog prekoračenja uobičajenih pH vrijednosti, no najveći porast je zabilježen na EO-25 te EO-75. Najbolja stabilnost postignuta je primjenom koncentracije 175 mg/L pri kojoj je pH između 3,54 i 3,725. Porast pH može se pripisati tome što su organske kiseline supstrati enzimskih reakcija respiracije (Yaman i Bayoindirli, 2002).

Shahbazi (2018) istraživao je utjecaj eteričnog ulja mente u obliku jestivog filma od hitozana i karboksimetil celuloze na minimalno procesirane jagode. Nakon 12 dana skladištenja došlo je do porasta pH vrijednosti, no uzorci tretirani eteričnim uljem imali su niži pH od kontrolne skupine. Mohammadi i sur. (2020) tretirali su minimalno procesirane jagode eteričnim uljem bosiljka te je nakon skladištenja došlo do porasta pH i tretman nije imao značajan utjecaj na pH vrijednosti u usporedbi s kontrolnom skupinom.



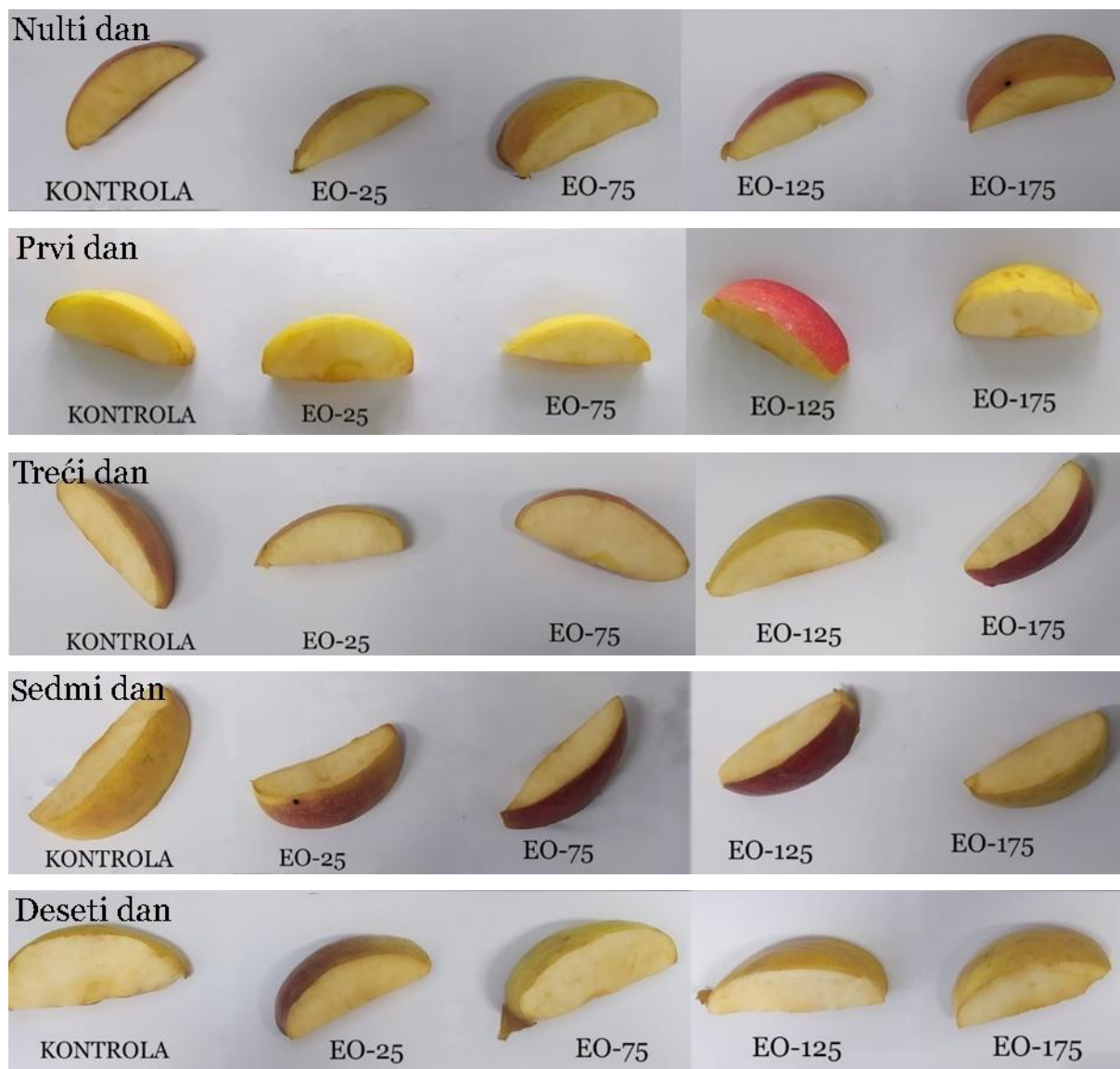
Slika 7. Vrijednosti topljive suhe tvari minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja. Rezultati su prikazani kao srednja vrijednost \pm standardna devijacija.

TST je bitan parametar prilikom određivanja svježine te kvalitete voća budući da diktira okus tj. slatkoću voća (Kusumiyati i sur., 2020). Prema slici 7 vidljivo je da se udio TST nije znatno mijenjao tijekom skladištenja. Svaka skupina uzoraka tijekom trećeg dana doživjela je blagi pad vrijednosti TST te kasnije ponovni porast. Skupina EO-175 imala je najviše vrijednosti TST koje su tijekom skladištenja bile vrlo stabilne. Vrijednost TST u istraživanju Levaj i sur. (2020) minimalno procesirane jabuke tretirane otopinama askorbinske i limunske kiseline tijekom sedam dana kretale su se od $12,1 \pm 0,3$ do $14,1 \pm 0,3$ °Brix što je slično vrijednostima izmjerenim u ovom istraživanju u kojem se vrijednosti kreću od $12,1 \pm 0,14$ do $14,35 \pm 0,35$. U navedenom istraživanju također je došlo do porasta TST tijekom skladištenja.

U radu Chiabrando i Giacalone (2015) istraživao se utjecaj primjene kombinacija eteričnih ulja kao jestivih filmova na minimalno procesiranoj jabuci te je tijekom sedam dana skladištenja došlo do blagog porasta TST. Slični rezultati postignuti su u istraživanju Ru i sur. (2022) gdje je primjenom eteričnog ulja lovora u obliku nanoemulzije došlo do porasta TST nakon skladištenja minimalno procesirane dinje.

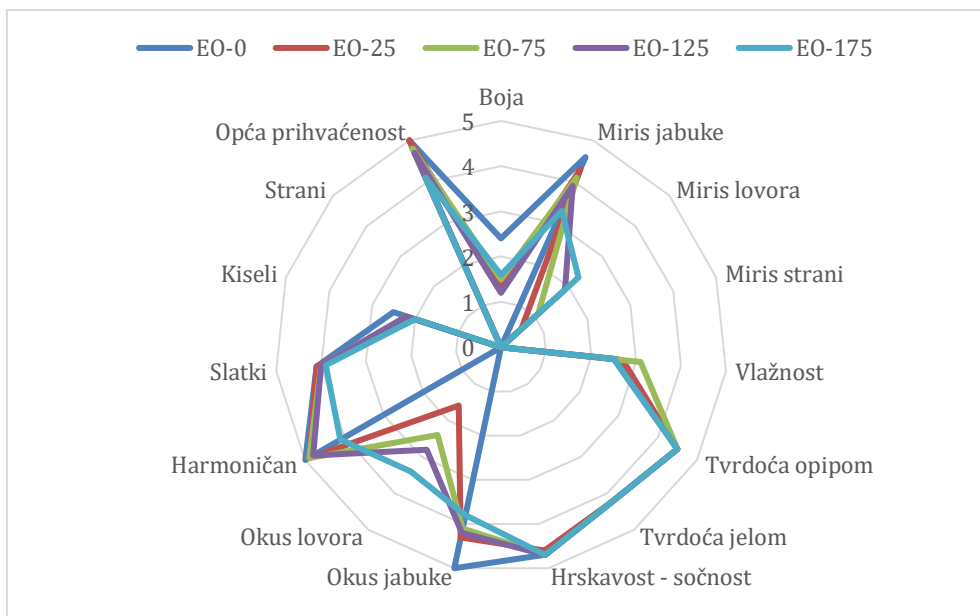
4.4. Senzorska analiza

Na slici 8 su prikazane fotografije kriški jabuka tijekom deset dana skladištenja.



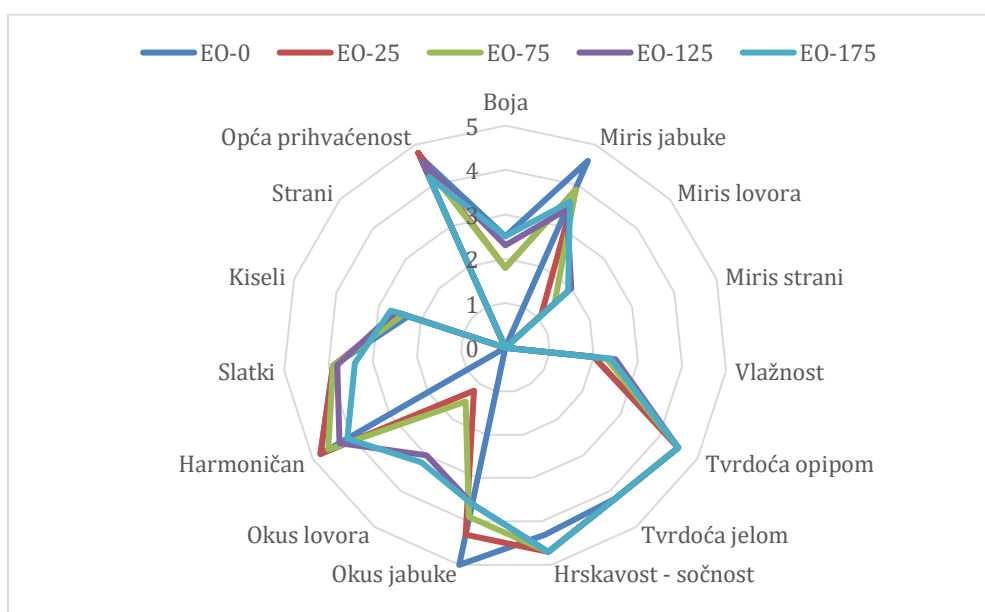
Slika 8. Kriške minimalno procesirane jabuke tijekom deset dana skladištenja (vlastita fotografija)

Nakon deset dana skladištenja uzoraka nije došlo do znatne promjene boje. Primjena eteričnog ulja lovora nije uzrokovala primjetno posmeđivanje, no najveća je promjena zapažena na uzorcima EO-125 te EO-25 čije su ocjene 3,7 te 3,5 nakon deset dana. Boja uzorka EO-75 najbolje je ocijenjena s 2,7, dok su uzorci EO-0 i EO-175 na drugom mjestu s ocjenom 3,4. Uspoređujući ocjene senzorske analize s izmjerenim podacima parametara boje rezultati su sukladni budući da je skupina EO-75 doživjela najmanju ukupnu promjenu boje nakon deset dana. To je uglavnom vidljivo i iz priloženih fotografija kriški jabuka.



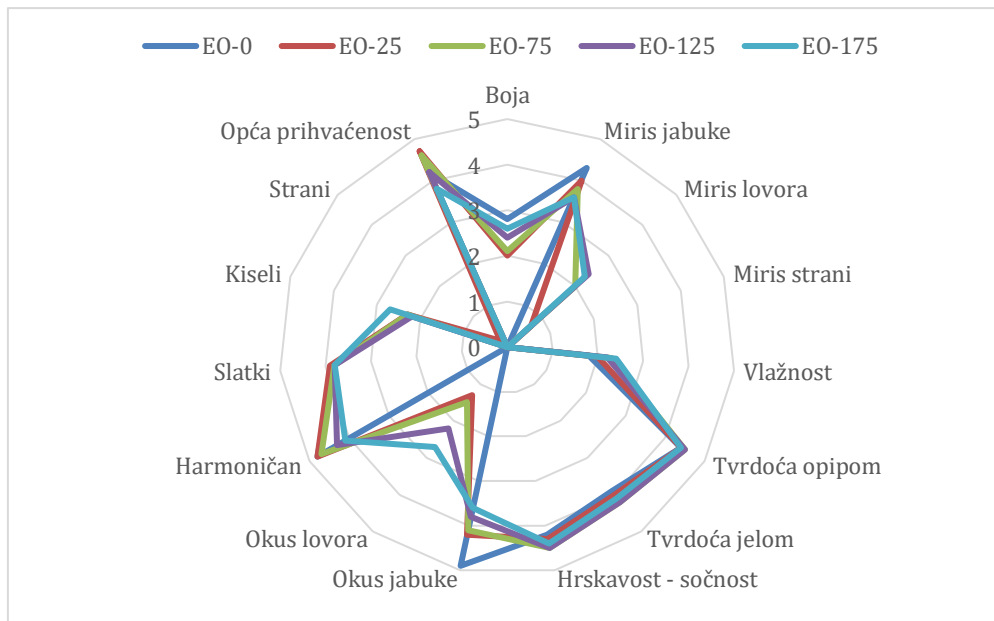
Slika 9. Rezultati senzorske analize minimalno procesirane jabuke nultog dana skladištenja

Prema slici 9, nulti dan tj. odmah nakon primijenjenih tretmana uzorci su bili najviše ocijenjeni. Svi uzorci zadržali su karakteristični miris jabuke te je uzorak EO-175 imao je najvišu ocjenu za miris lovora što je smisleno zbog visoke koncentracije eteričnog ulja. Svi uzorci bili su izrazito tvrdi i hrskavi te im je okus pozitivno ocijenjen. Visoke koncentracije eteričnog ulja nisu škodile ocjeni okusa; svim uzorcima harmoničnost je vrlo visoko ocijenjena te su jabuke bile poprilično slatke i slabe kiselosti.



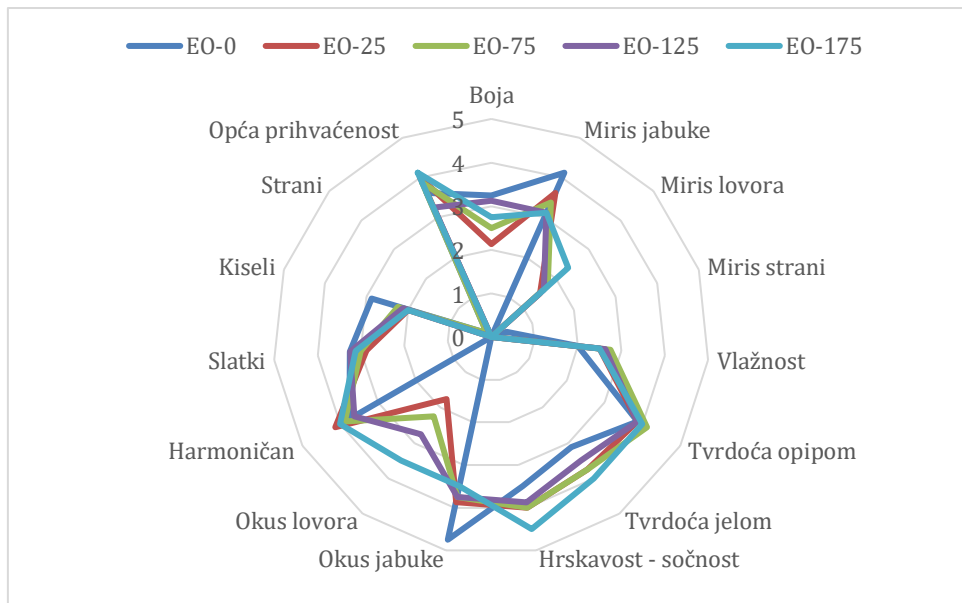
Slika 10. Rezultati senzorske analize minimalno procesirane jabuke prvog dana skladištenja
Na slici 10 prikazani su rezultate senzorske analize nakon prvog dana skladištenja. Između

nultog i prvog dana nije došlo do znatne promjene ocjena. Najveća razlika očituje se na boji uzoraka te okusu lovora gdje je EO-25 poprimio jači okus lovora, a uzorci EO-125 i EO-175 imali su najznačajniji porast ocjene boje s 1,2 na 2,3 te s 1,6 na 2,5. Tekstura je ostala nepromijenjena. Jabuke su i dalje ocijenjene vrlo visokom ocjenom za opću prihvaćenost.



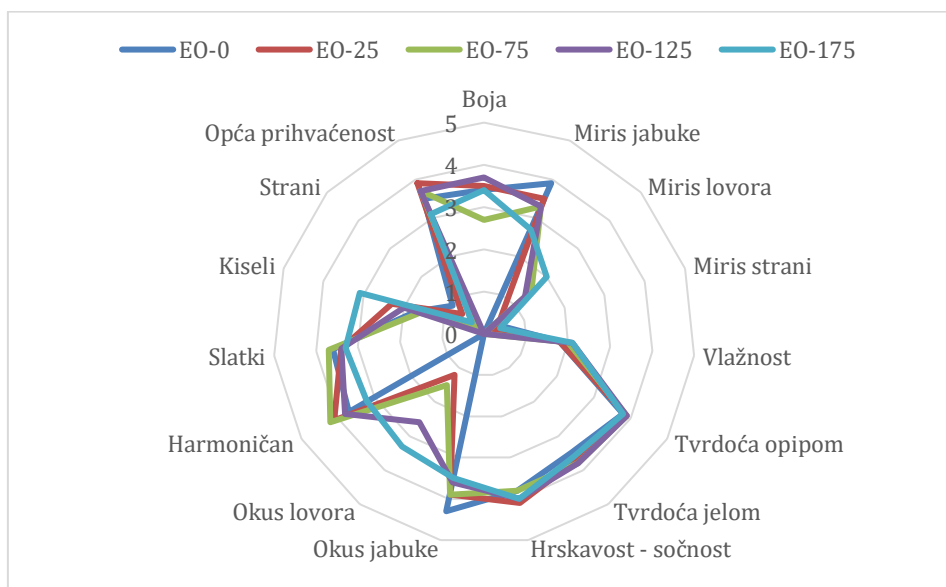
Slika 11. Rezultati senzorske analize minimalno procesirane jabuke trećeg dana skladištenja

Na slici 11 prikazani su rezultate senzorske analize nakon trećeg dana skladištenja. Nakon tri dana skladištenja svi parametri većinom su slični onima ocijenjenih prvog dana, no uzorci su počeli pokazivati blagi pad kiselosti što se može pripisati početku reakcija respiracije. Miris i okus jabuke i dalje je snažan te nema pojave stranih okusa i mirisa. Opća prihvaćenost uzoraka niža je za 0,4-0,5 ovisno o koncentraciji eteričnog ulja lovora. Niža prihvaćenost je uzrokovana slabijom tvrdoćom i jačanjem arome lovora, no uzorci su i dalje visoko ocijenjeni.



Slika 12. Rezultati senzorske analize minimalno procesirane jabuke sedmog dana skladištenja

Na slici 12 prikazani su rezultate senzorske analize nakon sedmog dana skladištenja. Nakon sedam dana skladištenja očituje se najveća razlika između uzoraka. Glavne promjene uključuju jače posmeđivanje, posebice na uzorcima EO-0 te EO-125 čije su ocjene narasle za 0,45 te 0,725. Nije došlo do pojave stranih mirisa ni okusa. Svaki uzorak je između trećeg i sedmog dana doživio porast u vlažnosti te se nastavlja trend pojačanog mirisa i okusa lovora. Opća prihvaćenost pada ispod 4 te varira između 3,6 i 4,1.



Slika 13. Rezultati senzorske analize minimalno procesirane jabuke desetog dana skladištenja

Na slici 13 prikazani su rezultate senzorske analize nakon desetog dana skladištenja. Deseti dan

očitanje su najveće promjene na uzorcima. Boja je znatno slabije ocijenjena te uzorci EO-25 i EO-175 pokazuju najveći skok s 2,215 i 2,75 na 3,4. Najbolje ocijenjeni uzorci prema općoj prihvaćenosti su EO-25 i EO-125 koji nisu razvili strane mirise ni okuse, nemaju vrlo izražen okus lovora te su relativno dobro zadržali tvrdoću i hrskavost. Okus jabuke pada povećanjem koncentracije eteričnog ulja lovora. Miris lovora je tijekom skladištenja doživio porast, no nakon sedam dana se znatno smanjio. U usporedbi s kontrolnom skupinom, boja tretiranih uzoraka uglavnom je isto ili slabije ocijenjena izuzev EO-75 čija je ocjena znatno bolja od ostalih uzoraka. Parametri vlažnosti, tvrdoće i hrskavosti vrlo su slično ocijenjeni u odnosu na kontrolnu skupinu. EO-0 zadržala je miris i okus jabuke te je došlo do minimalne pojave stranih mirisa i okusa. Smanjila se kiselost, slatkoća i harmoničnost okusa kontrolne skupine, no ocjene su i dalje vrlo visoke.

Tretman eteričnim uljem lovora pomogao je u zadržavanju izvorne teksture te uzorci nisu doživjeli znatnu promjenu boje tj. posmeđivanje. Gubitak kiselosti bio je minimalan što ukazuje na dobro inhibiranje enzima i samih reakcija kojima su kiseline supstrati. Pad slatkoće također nije znatan te je sukladan promjeni vrijednosti TST. Duljim skladištenjem dolazi do slabljenja mirisa i okusa jabuke. Miris i okus lovora je jačao na svim uzorcima do sedmog dana te je nakon deset dana skladištenja doživio nagli pad.

U istraživanju Mohammadi i sur. (2020) provedena je senzorska analiza minimalno procesirane jagode tretirane eteričnim uljem bosiljka. Tretirani uzorci dobili su više ocjene za boju nego kontrolna skupina. Iako nije došlo do znatne promjene boje tijekom skladištenja, tretirani uzorci više su ocijenjeni zbog sjaja uzrokovanog jestivim slojem.

Raybaudi i sur. (2008) ocjenjivali su minimalno procesirane jabuke tretirane eteričnim uljem limunske trave, klinčića i cimeta. Boja, tekstura, okus i kiselost tretiranih uzoraka bolje je ocijenjena nego kontrolna skupina nulti dan. Nakon 15 dana skladištenja boja kontrolne skupine slabije je ocijenjena u usporedbi s tretiranim uzorcima. Primjena eteričnih ulja znatno je utjecala na okus i miris uzoraka. Uzorak tretiran eteričnim uljem klinčića dobio je najnižu ocjenu za okus. Eterično ulje limunske trave najbolje je ocijenjeno nakon skladištenja prema svim parametrima.

Iz navedenog istraživanja zaključuje se da vrsta eteričnog ulja ima značajan utjecaj na senzorska svojstva jabuka. Prema našem istraživanju eterično ulje lovora nije narušilo senzorska svojstva minimalno procesirane jabuke što je vidljivo iz visokih ocjena za harmoničnost. Prvog je dana najveću ocjenu za harmoničnost imao EO-25, a desetog dana EO-75. Također, svi su uzorci bili ocijenjeni visokim ocjenama za opću prihvaćenost, većinom je to bio EO-25.

5. ZAKLJUČCI

1. Primjenom veće koncentracije eteričnog ulja lovora dolazi do smanjenja broja aerobnih mezofilnih bakterija i unatoč porastu tijekom deset dana skladištenja vrijednosti ne prelaze broj AMB u kontrolnom uzorku. Vrijednosti kontrolne skupine kretale su se od 2,0 do 2,531 log CFU/g, dok su se vrijednosti u tretiranim uzorcima kretale od 1,544 do 2,362 log CFU/g što je sve ispod granica prema Vodiču za mikrobiološke kriterije za hranu (5 log CFU/g). Koncentracija od 175 mg/L je pokazala najbolji učinak protiv rasta ukupnog broja AMB, jer je vrijednost i nakon deset dana skladištenja bila samo 2,0 log CFU/g.
2. Tretman eteričnim uljem lovora nema jasan utjecaj na promjenu boje budući da su kontrolna skupina i tretirani uzorci ostali vrlo slični prije i poslije skladištenja, no koncentracija 75 mg/L ipak je pokazala najbolje očuvanje boje tijekom skladištenja.
3. Tijekom skladištenja pH uglavnom pokazuje trend porasta, u kontrolnom uzorku od 3,64 – 3,92, a ukupno u tretiranim se mijenja od 3,54 (EO-175 nultog dana) do 4,18 (EO-75 desetog dana). Uz primjenu koncentracije 175 mg/L pH se najmanje mijenjao.
4. Tretiranje minimalno procesirane jabuke eteričnim uljem lovora dovodi do blagog smanjenja topljive suhe tvari tako da su svi tretirani uzorci nultog dana imali niže vrijednosti od kontrolnog uzorka. Tijekom skladištenja u svim uzorcima zamjećuje se trend porasta iako ne kontinuiranog. Ukupno vrijednosti su se kretale od 12,1 (EO-25 sedmog dana) do 14,35 °Brix (EO-0 desetog dana). Uz primjenu koncentracije 175 mg/L topljiva suha tvar se najmanje mijenjala.
5. Primjenom veće koncentracije eteričnog ulja lovora dolazi do jačanja mirisa i okusa lovora u minimalno procesiranoj jabuci te smanjenja okusa jabuke, ali harmoničnost je u svim uzorcima visoko ocjenjena s tim da su uglavnom u svim danima koncentracije 25 mg/L i 75 mg/L imale najvišu ocjenu. Ti su se uzorci pokazali najboljima i prema ostalim senzorskim svojstvima te posebno EO-75 obzirom na boju. Eterično ulje lovora pozitivno je utjecalo i na teksturu.
8. Općenito, eterično ulje lovora moglo bi se preporučiti u pripremi minimalno procesirane jabuke obzirom na činjenicu da se time dobiva novi proizvod interesantnog, harmoničnog i osvježavajućeg okusa, a uzevši u obzir sve dobivene rezultate može se preporučiti koncentracija 75 mg/L.

6. LITERATURA

Artes F, Allende A (2005) Minimal fresh Processing of Vegetables, Fruits and Juices. U: Sun D W (ured.) Emerging Technologies for Food Processing, 2 izd., Elsevier Academic Press, San Diego/London, str. 677-716.

Ayala-Zavala JF, González-Aguilar GA, Del-Toro-Sánchez L (2009) Enhancing safety and aroma appealing of fresh-cut fruits and vegetables using the antimicrobial and aromatic power of essential oils. *J Food Sci* **74**(7), 1-8. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2009.01294>

Boyer J, Liu R. H (2004) Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutr J* **3**(1): 1-15. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>

Briggs A. D, Mizdrak A, Scarborough, P (2013) A statin a day keeps the doctor away: comparative proverb assessment modelling study. *Bmj* **347**, 1-2. <https://doi.org/10.1136/bmj.f7267>

Cantwell M, Suslow T (2002) Postharvest handling systems: Fresh-cut fruits and vegetables., U: Kader AA (ured.) Postharvest Technology of Horticultural Crops, 3. izd., University of California Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, str. 445-464.

Chiabrando V, Giacalone G (2015) Effect of essential oils incorporated into an alginate-based edible coating on fresh-cut apple quality during storage. *Qual Assur Saf Crops Foods*, **7**(3), 251–259. <https://doi.org/10.3920/QAS2013.0337>

Dinsmore S, Grams M K, Couris R R (2018) Bay Leaf: Leaf of the European Laurel: An Overview of Potential Benefits and Safety. *Nutr Today* **53**(1), 47-55. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000256>

Dite Hunjek D, Repajić M, Ščetar M, Karlović S, Vahčić N, Ježek D i sur. (2020) Effect of anti-browning agents and package atmosphere on the quality and sensory of fresh-cut Birgit and Lady Claire potato during storage at different temperatures. *J Food Process Preserv* **44**(4), 1-15. <https://www.doi.org/10.1097/NT.0000000000000256>

Dudaš S, Venier L (2009) Varijabilnost sadržaja eteričnog ulja u listovima lovora *Laurus nobilis* L., *Glasnik zaštite bilja* **32**(6), 46-54

DZS (2022) Proizvodnja povrća, voća i grožđa u 2021. – privremeni podaci. DZS – Državni zavod za statistiku, <https://podaci.dzs.hr/2021/hr/10118>. Pristupljeno 1. svibnja 2022.

Erdoğan N, Yılmaz Ö (2017) Mythos concerning daphne and its medicinal usage. U: *I. International Congress on Medicinal and Aromatic Plants, "Natural and healthy life"* Proceedings book, Mayıs, Turska, str. 528-530

Escobedo-Avellaneda Z, Guerrero-Beltrán, J.Á., Tapia, M.S., Barbosa-Cánovas, G.V. Welti-Chanes, J. (2018) Minimal Processing of Fruits. U: Rosenthal A, Deliza R, Welti-Chanes J, Barbosa-Cánovas GV (ured.) *Fruit Preservation*, Springer, New York, NY, str. 67-92. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3311-2>

FAOSTAT (2022) Crops and livestock products. FAOSTAT – Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Pristupljeno 1. svibnja 2022.

Ferber M (1999) *A dictionary of literary symbols*, 2. izd., Cambridge University Press, Cambridge/New York/Melbourne/Madrid/Cape Town/Singapore/São Paulo, str. 10-12.

Fidan H, Stefanova G, Kostova I, Stankov S, Damyanova S, Stoyanova A i sur. (2019) Chemical Composition and Antimicrobial Activity of *Laurus nobilis* L. Essential oils from Bulgaria. *Molecules* **24**(4), 1-10. <https://www.doi.org/10.3390/molecules24040804>

Garcia E, Barrett DM, (2005) Fresh-cut fruits. U: Barrett DM, Somogyi L, Ramaswamy HS (ured.) *Processing fruits*, 2. izd., CRC Press, Boca Raton, str. 53-72. <https://doi.org/10.1201/9781420040074>

Halmos E P (2013) Role of FODMAP content in enteral nutrition-associated diarrhea. *J Gastroenterol Hepatol (Australia)* **28**(S4), 25–28. <https://www.doi.org/10.1111/jgh.12272>

Hou J, Zhang Y, Sun Y, Xu N, Leng Y (2018) Prediction of firmness and pH for “golden delicious” apple based on elasticity index from modal analysis. *J Food Sci* **83**(3), 661-669. <https://www.doi.org/10.1111/1750-3841.14071>

Jiang Y, Duan X, Qu H, Zheng S (2016) Browning: Enzymatic Browning. U: Caballero B, Finglas PM, Toldrá F (ured.) *Encyclopedia of Food and Health*, Elsevier Academic Press, str. 508-514. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00090-8>

Konica-Minolta (2007) *Precise color communication*. Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka

Kusumiyati, Hadiwijaya Y, Putri I E, Mubarak S, Hamdani J S (2020) Rapid and non-destructive prediction of total soluble solids of guava fruits at various storage periods using handheld near-infrared instrument. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **458**(1), 1-7. <https://www.doi.org/10.1088/1755-1315/458/1/012022>

Levaj B, Repajić M, Galić K, Dite D (2018) Proizvodnja i čimbenici kvalitete minimalno procesiranog krumpira (*Solanum tuberosum*). *Glasnik zaštite bilja* **41**(6), 23-31.

Levaj B, Matijević B, Zorić Z, Dragović-Uzelac V, Bursać Kovačević, D., Lončarić i sur. (2020) The perspectives of fresh-cut fruits and vegetables on the Zagreb market. *Glasnik Zaštite Bilja* **43**(4), 76-85.

Lončarić A, Skendrović Babojelić M, Kovač T, Šarkanj B (2019) Pomological properties and polyphenol content of conventional and traditional apple cultivars from Croatia. *Hrana u zdravlju i bolesti* **8**(1), 19-24.

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja Republike Hrvatske (2011) Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu, 3. izmijenjeno izdanje.

<http://veterinarstvo.hr/default.aspx?id=4548> Pristupljeno 12. srpnja 2022.

Mohammadi L, Ramezani A, Tanaka F, Tanaka F (2021) Impact of Aloe vera gel coating enriched with basil (*Ocimum basilicum* L.) essential oil on postharvest quality of strawberry fruit. *J Food Meas Charact* **15**(1), 353–362. [https://www.doi.org/10.1007/s11694-020-00634-](https://www.doi.org/10.1007/s11694-020-00634-7)

Ordoudi S A, Papapostolou M, Nenadis N, Mantzouridou F T, Tsimidou M Z (2022) Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.) essential oil as a food preservative source: Chemistry, quality control, activity assessment, and applications to olive industry products. *Foods* **11**(5), 752. <https://doi.org/10.3390/foods11050752>

Paparella, A, Nawade B, Shaltiel-Harpaz L, Ibdah M (2022) A Review of the Botany, Volatile Composition, Biochemical and Molecular Aspects, and Traditional Uses of *Laurus nobilis*. *Plants* **11**(9), 1-24. <https://doi.org/10.3390/plants11091209>

Patrakar R, Mansuriya M, Patil P (2012) Phytochemical and pharmacological review on *Laurus nobilis*. *Int J Pharm Chem Sci* **1**(2), 595-602.

Putnik P, Bursać Kovačević D, Herceg K, Roohinejad S, Greiner R, Bekhit AEDA i sur. (2017) Modelling the shelf-life of minimally-processed fresh-cut apples packaged in a modified atmosphere using food quality parameters. *Food Control* **81**, 55–64. <https://www.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.05.026>

Putnik P, Bursać Kovačević D, Herceg K, Levaj B (2016) Influence of antibrowning solutions, air exposure, and ultrasound on color changes in fresh-cut apples during storage. *J Food Process Preserv* **41**(6), 1-12. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13288>

Raybaudi-Massilia RM, Rojas-Graü MA, Mosqueda-Melgar J, Martín-Belloso O (2008) Comparative study on essential oils incorporated into an alginate-based edible coating to assure the safety and quality of fresh-cut Fuji apples. *J Food Prot* **71**(6), 1150-1161. <https://www.doi.org/10.4315/0362-028x-71.6.1150>

Reyes-Jurado F, Franco-Vega A, Ramírez-Corona N, Palou E, López-Malo A (2015) Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extraction Methods, and Their Modeling. *Food Eng Rev* **7**(3), 275–297. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9099-2>

Ru Q, Hu Q, Dai C, Zhang X, Wang Y (2022) Formulation of *Laurus nobilis* Essential Oil Nanoemulsion System and Its Application in Fresh-Cut Muskmelons. *Coatings* **12**(159), 1-11. <https://doi.org/10.3390/coatings12020159>

Sarengaowa, Hu W, Jiang A, Xiu Z, Feng K (2018) Effect of thyme oil–alginate-based coating on quality and microbial safety of fresh-cut apples. *J Sci Food Agric* **98**(6), 2302–2311. <https://doi.org/10.3390/coatings12020159>

Shahbazi Y (2018) Application of carboxymethyl cellulose and chitosan coatings containing *Mentha spicata* essential oil in fresh strawberries. *Int J Biol Macromol* **112**, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.186>

Siddiqui MW, Chakraborty I, Ayala-Zavala JF, Dhua RS (2011) Advances in minimal processing of fruits and vegetables: a review. *J Sci Ind Res* **70**, 823-834.

Simić A, Soković MD, Ristić M, Grujić-Jovanović S, Vukojević J, Marin PD (2004) The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. *Phytother Res* **18**(9), 713-717. <https://www.doi.org/10.1002/ptr.1516>

Skenderović-Babojelić M, Korent P, Šindrak Z, Jemrić T (2014) Pomološka svojstva i kakvoća ploda tradicionalnih sorata jabuka. *Glasnik zaštite bilja* **37**(3), 20-27.

Song Y, Manson JE, Buring JE, Sesso HD, Liu S (2005) Associations of dietary flavonoids with risk of type 2 diabetes, and markers of insulin resistance and systemic inflammation in women: a prospective study and cross-sectional analysis. *J Am Coll Nutr* **24**(5), 376-384. <https://www.doi.org/10.1080/07315724.2005.10719488>

Stefanova G, Girova T, Gochev V, Stoyanova M, Petkova Z, Stoyanova A, Zheljazkov VD (2020) Comparative study on the chemical composition of laurel (*Laurus nobilis* L.) leaves from Greece and Georgia and the antibacterial activity of their essential oil. *Heliyon* **6**(12), 1-6. <https://www.doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05491>

Sumonsiri N, Danpongprasert W, Thaidech K (2020) Comparison of sweet orange (*Citrus sinensis*) and lemon (*Citrus limonum*) essential oils on qualities of fresh-cut apples during storage. *Scientific Study & Research. Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry* **21**(1), 47-57.

Španjol Ž, Dorbić B, Vučetić M (2021) Planika (*Arbutus unedo* L.) i lovor (*Laurus nobilis* L.) –značajne (važne) vrste našeg mediteranskog krša. *Vatrogastvo i upravljanje požarima* **11**(2), 29-71.

Ujčić I, Brozović G, Karlović K (2010) Analiza zastupljenosti lovora na području Opatije. *Glasnik zaštite bilja* **4**, 46-51.

USDA (2019) Apples, raw, with skin. USDA – United States Department of Agriculture, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/171688/nutrients>. Pristupljeno 1. svibnja 2022.

Vujević B (2016) Pomološke značajke plodova starih sorata jabuke s područja Bjelovarsko-bilogorske županije (diplomski rad), Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.

Yaman Ö, Bayoindirli L (2002) Effects of an edible coating and cold storage on shelf-life and quality of cherries. *LWT - Food Sci Technol* **35**(2), 146–150. <https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0827>

Yang Y, Ming J, Yu N (2012) Color image quality assessment based on CIEDE2000. *Adv Multimedia* **2012**, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2012/273723>

Yildiz G, Palma S, Feng H (2019) Ultrasonic Cutting as a New Method to Produce Fresh-Cut Red Delicious and Golden Delicious Apples. *J Food Sci* **84**(12), 3391–3398. <https://www.doi.org/10.1111/1750-3841.14798>

Yuan J, Wang H, Li Y, Chen L, Zheng Y, Jiang Y i sur. (2022) UV-C irradiation delays browning of fresh-cut “Fuji” apples. *J Food Process Preserv*, e16338, 1-9. <https://www.doi.org/10.1111/jfpp.16338>

Izjava o izvornosti

Ja Barbara Brunović izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Vlastoručni potpis