

Stabilnost minimalno procesiranog krumpira tretiranog eteričnim uljem lovora (*Laurus nobilis* L.)

Budišćak, Matea

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:159:367123>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-05**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija

Matea Budišćak
0058216373

**STABILNOST MINIMALNO PROCESIRANOG
KRUMPIRA TRETIRANOG ETERIČNIM ULJEM
LOVORA (*Laurus nobilis* L.)**

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. godina.

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 procesiranog krumpira tretiranog eteričnim uljem lovora (*Laurus nobilis* L.)

Matea Budišćak, 0058216373

Sažetak: Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj eteričnog ulja lovora koncentracije 125 mg/L na mikrobiološku ispravnost, boju i senzorska svojstva minimalno procesiranog krumpira (MPK) sorte Lucinda pakiranog u vakuumu tijekom 14 dana skladištenja pri temperaturi od 6-7 °C. Mjeren je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija i boja CIELAB metodom. Senzorska svojstva određena su kvantitativnom deskriptivnom analizom u sirovim, kuhanim i prženim uzorcima MPK-a. Uočen je manji broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima MPK-a tretiranim eteričnim uljem iako se ukupan broj bakterija povećava tijekom skladištenja u svim uzorcima. Rezultati pokazuju pozitivan učinak tretmana s eteričnim uljem koncentracije 125 mg/L na sprječavanje posmeđivanja. Tretman s eteričnim uljem doprinosi izraženom okusu i mirisu lovora u sirovim i kuhanim uzorcima, dok je u prženim uzorcima slabije izražen.

Ključne riječi: eterično ulje lovora, aerobne mezofilne bakterije, minimalno procesirani krumpir, boja, posmeđivanje

Rad sadrži: 29 stranica, 7 slika, 5 tablica, 39 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. preh. inž.

Datum obrane: 29. lipnja 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

The effect of etherical oil of laurel leaf (*Laurus nobilis* L.) on stability of minimally processed potato

Matea Budišćak, 0058216373

Abstract: The aim of this study was to examine the effect of treatment with etherical oil of laurel leaf concentration of 125 mg/L on the microbiological safety, colour and sensory properties of minimally processed potatoes cultivar Lucinda vacuum packed during 14 days of storage at 6-7 °C. The total aerobic mesophilic count and the color by the CIELAB method were determined. The sensory properties were determined by quantitative descriptive analysis in raw, cooked and fried samples of minimally processed potatoes. Decreased number of bacteria was present in samples treated with etherical oil, although by storage the number increases. Results show a positive effect of treatment with etherical oil on the prevention of browning of minimally processed potatoes. Treatment with etherical oil contributes to the taste and odor of laurel in raw and cooked samples, while they are lost by frying potatoes.

Keywords: etherical oil of laurel leaves, aerobic mesophilic bacteria, minimally processed potato, color, browning

Thesis contains: 29 pages, 7 figures, 5 tables, 39 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. preh. tech. aliment.

Thesis defended: 29th June 2022

Sadržaj

1.UVOD.....	1
2.TEORIJSKI DIO	2
2.1. KRUMPIR.....	2
2.1.1. MORFOLOŠKA SVOJSTVA KRUMPIRA	2
2.1.2. KEMIJSKI SASTAV I NUTRITIVNA VRIJEDNOST KRUMPIRA	4
2.2. MINIMALNO PROCESIRANO VOĆE I POVRĆE	6
2.2.1. MINIMALNO PROCESIRANI KRUMPIR.....	6
2.2.2. ENZIMSKO POSMEĐIVANJE	8
2.3. LOVOR	9
2.3.1. IZGLED LOVORA	9
2.3.2. KEMIJSKI SASTAV LOVORA	10
2.3.3. RUKOVANJE LOVOROM NAKON BERBE	10
2.3.4. ANTIMIKROBNO DJELOVANJE	10
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	11
3.1. MATERIJALI.....	11
3.1.1. UZORCI.....	11
3.2. METODE RADA	11
3.2.1. APARATURA I PRIBOR.....	11
3.2.2. PRIPREMA OTOPINE ETERIČNOG ULJA LOVORA	11
3.2.3. PRIPREMA UZORAKA MINIMALNO PROCESIRANOG KRUMPIRA	12
3.2.4. MIKROBIOLOŠKA ANALIZA MINIMALNO PROCESIRANOG KRUMPIRA	13
3.2.5. METODA CIELAB ZA MJERENJE BOJE.....	13
3.2.6. METODA ZA ODREĐIVANJE SENZORSKIH SVOJSTAVA	14
4.REZULTATI I RASPRAVA	16
4.1. MIKROBIOLOŠKA ANALIZA	16
4.2. PARAMETRI BOJE.....	17
4.3 SENZORSKA SVOJSTVA.....	19
5.ZAKLJUČCI.....	25
6.POPIS LITERATURE.....	26

1.UVOD

Minimalno procesirano voće i povrće relativno je novi dio prehrambene industrije koji se u zadnje vrijeme sve više razvija. Takvo je voće i povrće procesirano, ali ostaje sirovo pa ima osobine slične svježem voću i povrću. Budući da se pri minimalnom procesiranju provodi pranje, po potrebi guljenje i rezanje sirovine, a nema termičkog tretmana, te tkivo ostaje živo, takav je proizvod vrlo lako pokvarljiv. Međutim, prednost takvog načina obrade voća i povrća je jednostavna konzumacija svježeg voća i povrća i brza priprema zbog čega je ono vrlo praktično.

Krumpir je jedna od zastupljenijih prehrambenih kultura u svjetskoj proizvodnji te se nastoji istražiti metode minimalnog procesiranja kako bi ta namirnica bila jednostavnija i brža za pripremu. Prilikom minimalnog procesiranja krumpira vrlo je važno da takav proizvod zadrži senzorska svojstva što sličnija neprocesiranom krumpiru te da ostane mikrobiološki ispravan. Krumpir je sirovina u kojoj lako dolazi do promjene boje posebice enzimskog posmeđivanja stoga je bitno odabrati sorte koje su manje sklone posmeđivanju. Kako bi se spriječilo posmeđivanje koriste se inhibitori posmeđivanja poput limunske ili askorbinske kiseline, te njihovih soli čime se postiže niži pH koji inhibira enzime odgovorne za posmeđivanje. Za spriječavanje antimikrobnog učinka mogu se koristiti uz navedena sredstva i različita druga kemijska sredstva npr. na bazi klora iako ona nisu poželjna.

Podizanjem razine svijesti o zdravoj prehrani, u zadnjih nekoliko godina, sve je češća upotreba prirodnih konzervansa koji imaju antioksidacijsko i antimikrobno djelovanje. Kao prirodni konzervansi mogu se koristiti eterična ulja biljaka ili njihovi ekstrakti, međutim oni mogu utjecati na senzorska svojstva gotovog proizvoda, iako to ne mora biti nužno negativno.

Primjeri su prirodnih konzervansa eterična ulja biljaka poput lovora ili ružmarina koja imaju antioksidacijska i antimikrobna svojstva, a i ugodne su arome te se često koriste u kulinarstvu. Lovor (*Laurus nobilis* L.) tradicionalno se koristi kao začim, a antioksidacijska i antimikrobna svojstva posjeduje zahvaljujući sekundarnim metabolitima poput saponina, terpena, flavonoida, alkaloida i polifenola koji se nalaze u sastavu njegovog lišća (Hartanti i sur., 2019). Cilj je ovog rada utvrditi doprinosi li eterično ulje lovora stabilnosti minimalno procesiranog krumpira. Proučavan je utjecaj eteričnog ulja lovora na mikrobiološku aktivnost, boju i senzorska svojstva minimalno procesiranog krumpira sirovog i naknadno termički obrađenog.

2. Teorijski dio

2.1. Krumpir

Prvi je krumpir uzgojen prije 8000 godina na području središnjih peruanskih Andi, gdje su peruanski farmeri razvili četiri priznate vrste krumpira i čak 5000 različitih sorti. Španjolski su kolonizatori u 16. stoljeću donijeli krumpir u Europu te je tada krumpir smatran hranom za siromašne ljude i stoku. Njegova je vrijednost prepoznata tek za vrijeme razdoblja gladi koje je zahvatilo Europu u 18. stoljeću. Usjevi krumpira uspjeli su nahraniti cijelu populaciju ljudi zahvaljujući sposobnosti brzog rasta i jeftinog uzgoja. (Lutaldo i Castaldi, 2009).

Krumpir (*Solanum tuberosum L.*) predstavlja jedan od najvažnijih i najzastupljenijih prehrambenih usjeva nakon žitarica. Raste na području cijeloga svijeta, ali najviše se uzgaja na području umjerene klime. Optimalna srednja dnevna temperatura za rast krumpira iznosi 18 do 20 °C. Općenito, za početak razvoja gomolja potrebne su noćne temperature ispod 15 °C. Za normalan rast gomolja optimalna temperatura tla iznosi 15 do 18 °C. Rast gomolja inhibiran je pri temperaturama ispod 10 °C ili iznad 30 °C (FAO, 2022).

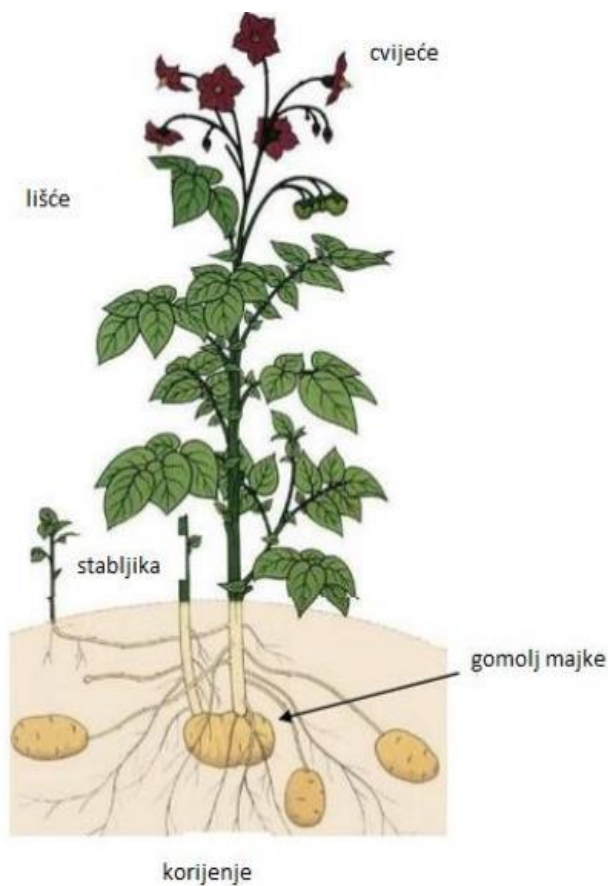
Sorte krumpira mogu se svrstati u rane (vegetacije traje 90 do 120 dana), srednje (vegetacija traje 120 do 150 dana) i kasne (vegetacija traje 150 do 180 dana). Prilikom uzgoja krumpira, bitno je rotirati usjeve na način da se na određenoj poljoprivrednoj površini krumpir sadi na istom mjestu tek svake treće godine. Rotacija usjeva primjenjuje se kako bi se zadržala produktivnost tla i smanjio postotak oštećenja od insekata. Za uspješan rast krumpira potrebno je dobro ocijeđeno, prozračno i porozno tlo pH vrijednosti između 5 i 6 (FAO, 2022).

Krumpir se najvećim dijelom koristi za prehranu ljudi, ali se isto tako koristi i za ishranu životinja te industrijsku preradu. Sorte krumpira namijenjene za prehranu ljudi karakterizira srednji udio škroba u gomoljima i dovoljna zastupljenost bjelančevina, vitamina i minerala. Sorte koje se koriste za ishranu životinja imaju visok sadržaj suhe tvari, posebice škroba. Krumpir s većim udjelom bjelančevina smatra se kvalitetnijim. Sorte namijenjene za industrijsku preradu trebaju zadovoljiti određene uvjete kao što su boja mesa i veličina gomolja. Važno je da sorte krumpira posjeduju određena fizikalno-kemijska svojstva kako bi se mogli odrediti optimalni parametri pri određenom tehnološkom procesu.

2.1.1. Morfološka svojstva krumpira

Krumpir je višegodišnja zeljasta biljka koja se sastoji od nadzemnih i podzemnih dijelova. Nadzemni su dijelovi biljke cima, odnosno nadzemni dio stabljike, cvjetovi i plodovi, kao što

je vidljivo na slici 1, dok su stolon (podzemni dio stabiljke), gomolj i korijen podzemni dijelovi biljke (Vreugdenhil i sur., 2007).



Slika 1. Prikaz biljke krumpira (Anonymous 1., 2022)

Stabljika i stolon

Stabljika, visine između 30 i 150 cm, sastoji se od nadzemnog šupljeg dijela i podzemnog dijela koji nije šuplji, a iz kojeg se razvija stolon duljine 30 do 50 cm i debljine između 2 do 3 mm (Vreugdenhil i sur., 2007).

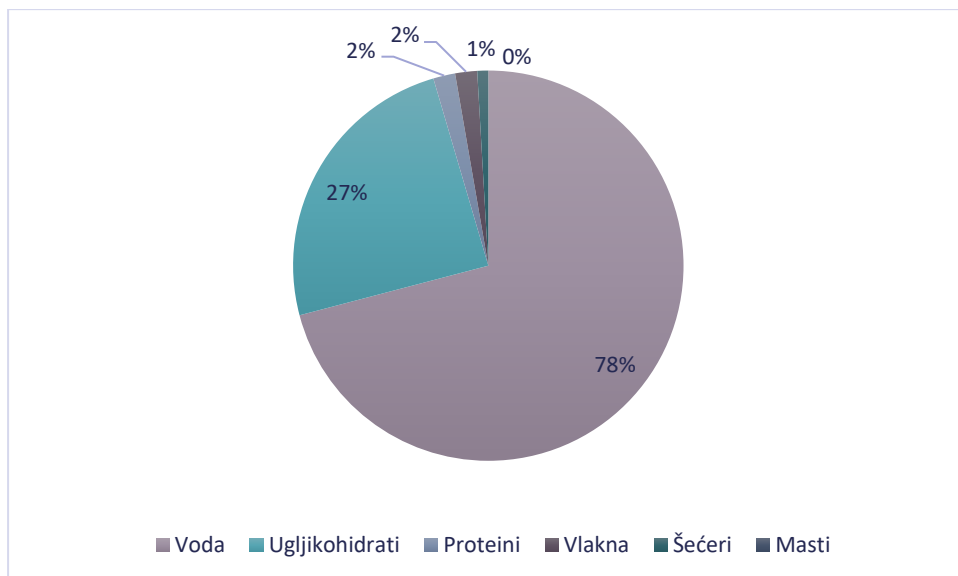
Gomolj

Gomolji variraju u veličini, boji kore i gomolja te teksturi kore. Zreli gomolj prekriven je vanjskom zaštitnom ovojnicom koja se naziva matični periderm. Ispod periderma nalazi se korteks koji je parenhimsko skladište stanica, a ispod korteksa nalazi se prsten vaskularnog tkiva i unutrašnje područje. Unutrašnje područje sastavljeno je od interksilarnog floema i parenhimskog tkiva (Wohleb i sur., 2014).

2.1.2. Kemijski sastav i nutritivna vrijednost krumpira

Kemijski sastav krumpira i omjer hranjivih tvari razlikuju se ovisno o sorti krumpira, načinu pripreme te ekološkim i proizvodnim faktorima kao što su klimatski uvjeti, zemljište i gnojidba (Čosić i sur., 2019).

Na slici 2 prikazan je prosječni kemijski sastav u 100 g svježeg sirovog gomolja krumpira.



Slika 2. Prosječni kemijski sastav u 100 g svježeg sirovog gomolja krumpira (USDA, 2019.)

Svježi sirovi gomolj krumpira sastoji se od 78 % vode i 22 % suhe tvari. U suhoj tvari najzastupljeniji su sastojak ugljikohidrati koje čine 27 % suhe tvari. Također, u suhoj tvari prisutno je 2 % proteina i jednako toliko vlakana. Udio šećera u suhoj tvari gomolja krumpira iznosi oko 1 % dok masti nisu prisutne.

Najzastupljeniji ugljikohidrat u krumpiru je škrob zbog čega se krumpir klasificira kao “škrobno povrće”. Škrob se u krumpiru nalazi u granulama koje su sastavljene od ravnolančanog glukoznog polimera, amiloze, i razgranatog glukoznog polimera, amilopektina (Jansen i sur., 2001). Kuhani je krumpir dobar izvor rezistentnog škroba koji nastaje kristalizacijom amiloze tijekom hlađenja. Rezistentni se škrob ne probavlja u tankom crijevu te dolazi do debelog crijeva gdje fermentira i na taj način proizvodi poželjne kratko-lančane masne kiseline i povećava sintezu probiotika (Sun i sur., 2016).

Dijetetska vlakna u krumpiru nalaze se većinom u peridermi (Lazarov i Werman, 1996). Jedan srednji krumpir s korom sadrži otprilike 2 g dijetetskih vlakana (Slavin, 2008). Ona imaju pogodan utjecaj na zdravlje čovjeka zbog toga što doprinose poboljšanju razine lipida u krvi,

regulaciji glukoze te povećanju sitosti (Lattimer i Haub, 2010). Također, dijetetska vlakna povećavaju broj bifidobakterija i/ili laktobacila (Lazarov i Werman, 1996).

Udio šećera u krumpiru značajno varira, ovisno o sorti i stupnju razvoja gomolja. Od jednostavnih šećera krumpir sadrži glukozu, fruktozu i saharozu. Uslijed enzimske hidrolize škroba tijekom dužeg perioda skladištenja može doći do povećanja koncentracije glukoze i mogućeg nastanka akrilamida koji posjeduje kancerogena svojstva (Watada i Kunkel, 1995).

Proteini

Udio proteina u krumpiru ovisi o sorti i zrelosti. Proteini krumpira sadrže svih devet esencijalnih aminokiselina što mu pridaje visoku biološku vrijednost koja iznosi 90 (referentna vrijednost je 100). Najzastupljenija aminokiselina u krumpiru je asparagin, a ostale aminokiseline koje se nalaze u njemu su: leucin, izoleucin, lizin, glutaminska kiselina i asparaginska kiselina. Metionin i histidin manje su zastupljeni (Zhu i sur., 2010).

Lipidi

Krumpir sadrži vrlo malo lipida te se njihov udjel na 150 g svježeg krumpira kreće oko 0,15 g lipida (Priestley, 2006). Od masnih kiselina prevladavaju palmitinska, linolna i linolenska kiselina (Galliard, 1973).

Mikronutrijenti

Prikaz udjela vitamina i minerala prikazan je u tablici 1.

Nutritivna vrijednost krumpira uvelike ovisi o načinu pripreme. Poželjno je da ga se kuha s korom jer se tako sačuva značajnija količina vitamina i minerala (Čosić i sur., 2019).

Krumpir sadrži značajnu količinu vitamina C koji djeluje kao antioksidans čime pomaže u sprječavanju oštećenja stanica (Gropper i Smith, 2013).

U krumpiru se nalazi nekoliko vitamina B skupine kao što su folna kiselina, niacin, piridoksin, riboflavin i tiamin. Dobar je izvor vitamina B6 koji je važan za ispravno funkcioniranje živčanog sustava te je neophodan u metabolizmu ugljikohidrata i aminokiselina. Vitamin B6 sudjeluje u sintezi aminokiselina i hemoglobina. Smatra se da porcija krumpira od 180 g sadrži više od jedne šestine dnevnih potreba odraslih za vitaminima B1, B6 i folatima (Čosić i sur., 2019).

Tablica 1. Udio vitamina i minerala (mg, µg) u 100 g svježeg krumpira

Naziv	Količina	Naziv	Količina
Vitamin C	19,7 mg	Željezo	0,81mg
Tiamin	0,081mg	Magnezij	23 mg
Riboflavin	0,032 mg	Fosfor	57 mg
Niacin	1,061mg	Kalij	425 mg
Pantotenska kiselina	0,295 mg	Natrij	6 mg
Vitamin B6	0,298 mg	Cink	0,3 mg
Folat	15 µg	Bakar	0,11 mg
Vitamin E	0,01 mg	Mangan	0,153 mg
Vitamin K	2 µg	Selen	0,4 µg

2.2. Minimalno procesirano voće i povrće

Minimalno procesirano voće i povrće relativno su nov i brzo razvijajući segment prehrambene industrije. IFPA (The International Fresh-cut Produce Association) definira minimalno procesirano voće i povrće kao svježe rezane proizvode koji su nasjeckani ili oguljeni te predstavljaju 100 % upotrebljiv i zapakiran proizvod koji potrošaču nudi visoku nutritivnu vrijednost, praktičnost i dobar okus zadržavajući svoju svježinu. Takvo se voće i povrće reže sirovo, pere, pakira i skladišti u hladnjaku. Iako voće i povrće prolazi kroz proces minimalnog procesiranja, ono ostaje svježe te je spremno za konzumaciju ili kuhanje (Lamikanra, 2002). Problem u industriji minimalno procesiranog voća i povrća predstavlja propadanje tkiva čime je skraćeno vrijeme skladištenja proizvoda. Naime, mehaničke operacije rezanja i guljenja mogu uzrokovati oslobađanje staničnog sadržaja zbog oštećenja tkiva što pogoduje rastu (patogenih) mikroorganizama i kvarenja proizvoda (Ali, 2017).

2.2.1 Minimalno procesirani krumpir

Prilikom proizvodnje minimalno procesiranog krumpira vrlo je važan odabir sorte budući da o tome velikim dijelom ovisi kvaliteta gotovog proizvoda (Laurila i sur., 1998, Hunjek i sur., 2020). Krumpir treba zadovoljiti određene kriterije kako bi mogao biti podvrgnut minimalnom procesiranju. Primjerice, trebaju biti zadovoljene određene kemijske karakteristike poput udjela suhe tvari, reducirajućih šećera i škroba. Također, trebaju biti zadovoljene morfološke

karakteristike kao što su veličina i oblik, dok od organoleptičkih karakteristika trebaju biti zadovoljeni okus, tekstura i boja (Rocculi i sur., 2009).

Prvi je korak prilikom proizvodnje minimalno procesiranog krumpira čišćenje gomolja od zaostataka tla, blata i pijeska (Ahvenainen, 2000). Taj je korak bitan kako bi se spriječila kontaminacija prilikom mehaničkih operacija rezanja i guljenja.

Sljedeći je korak pranje krumpira koje se provodi u nekoliko faza. Grubo pranje može se provoditi u bazenima s vodom, a zatim se oprani krumpir transporterima iznosi iz bazena. Fino se pranje može provoditi prskanjem (Levaj, 2018). Voda koja se koristi za pranje mora biti mikrobiološki ispravna i zadovoljavajućih senzorskih karakteristika s poželjnom temperaturom ispod 5 °C (Rocculi i sur., 2009).

Idući korak guljenja može se provoditi na dva načina: mehaničkim putem pomoću noževa ili karborunduma. Guljenje se može provoditi i kemijskim putem (Ahvenainen, 2000). Najčešće primjenjivan načina guljenja u industriji je guljenje pomoću abrazivnog materijala karborunduma. Takvim guljenjem dolazi do udaranja krumpira u karborundum prilikom centrifugiranja budući da se abrazivni materijal nalazi na obodu centrifuge (Laurila i Ahvenainen, 2002). U istraživanju koje su proveli Laurila i sur. (1998) moguće je očuvati adekvatnu kvalitetu cijelih, oguljenih krumpira sedam dana bez korištenja sredstava protiv posmeđivanja u slučaju ručno provedenog guljenja s oštrim noževima što je vrlo bitno kako bi se minimizirala oštećenja tkiva.

U operaciji rezanja također je vrlo bitno koristiti oštre noževe. Nakon što je krumpir oguljen i narezan dolazi do ispiranja hladnom vodom u svrhu uklanjanja mikroorganizama i staničnih sokova kako bi se smanjila mogućnost enzimske oksidacije i rasta mikroorganizama (Laurila i Ahvenainen, 2002).

Nakon rezanja moguće je provesti tretiranje otopinama protiv posmeđivanja. Preporučljivo je uklanjanje vode nakon tretmana zato što višak vode u pakiranju može izazvati brzo kvarenje uzrokovano bakterijama (Solomos, 1994). Za uklanjanje viška vode i sušenje koristi se centrifugiranje, no vrijeme i brzinu okretaja treba pažljivo odabrati kako ne bi došlo do oštećenja tkiva (Bolin i Huxsoll, 1991). Sušenje se može provoditi i zrakom u tunelskoj sušari (Varoquaux i Mazollier, 2002).

Posljednji je korak u procesu proizvodnje minimalno procesiranog krumpira pakiranje. Pakiranje se provodi pri temperaturi od 1-2 °C. Prostorija u kojoj se provodi pakiranje mora biti čista i odvojena od prostorije u kojoj se odvija pranje (Varoquaux i Mazollier, 2002).

2.2.2. Enzimsko posmeđivanje

Enzimsko se posmeđivanje događa zbog izloženosti tkiva voća i povrća zraku nakon rezanja ili mehaničkih oštećenja prilikom transporta ili odmrzavanja skladištenih namirnica. Polifenol oksidaza i peroksidaza glavni su enzimi odgovorni za posmeđivanje. Oksidaciju fenolnih spojeva u *o*-kinone uzrokuje polifenol-oksidaza pri čemu nastaju melanoidi koji daju smeđu boju u hrani. Peroksidaza je odgovorna za nepoželjne promjene teksture, okusa, boje i nutritivne kvalitete hrane. Razina polifenol-oksidaze i peroksidaze u hrani varira ovisno o zrelosti voća i povrća te omjeru vezanih i topivih enzima (Singh i sur. 2018).

Severini i sur. (2003) istraživali su utjecaj otopina natrijeva i kalcijeva klorida, mliječne kiseline i vremena tretmana na narezan krumpir blanširan u kipućoj otopini. Svi su tretmani bili učinkoviti pri inaktivaciji polifenol oksidaze. Prateći boju minimalno procesiranog krumpira, upotreba otopina kalcijeva klorida je već pri niskim koncentracijama imala bolji učinak na spriječavanje posmeđivanja nego otopina natrijeva klorida. Najbolji učinak na spriječavanje posmeđivanja imale su otopine kalcijeva klorida i mliječne kiseline pri niskim koncentracijama s kratkim vremenom tretiranja (Severini i sur., 2003).

Liu i sur. (2019) ispitivali su utjecaj ekstrakta tušta (*Portulaca oleracea* L.) kao sredstva za spriječavanje posmeđivanja minimalno procesiranog krumpira tijekom skladištenja. Dobiveni su rezultati pokazali da vodeni ekstrakt tušta učinkovito inhibira posmeđivanje minimalno procesiranog krumpira. Vodeni je ekstrakt tušta inhibirao aktivnost fenilalanin amonijak liaze, peroksidaze i polifenol oksidaze tijekom 8 dana skladištenja pri 4 °C. Također je došlo i do manjeg porasta ukupnih fenola pri većim koncentracijama ekstrakta.

Prilikom tretiranja sirovih krišaka krumpira otopinama aminokiselina različitih koncentracija utvrđeno je da su najbolje aminokiseline za spriječavanje posmeđivanja valin pri niskim koncentracijama (0.1 mM) i cisten pri visokim koncentracijama (1 M). Obje su aminokiseline skoro u potpunosti spriječile posmeđivanje krumpira tijekom 4 dana skladištenja, a zatim se stupanj posmeđivanja povećao za 30-31 % nakon 6 dana. Najmanje učinkovitom aminokiselinom za spriječavanje posmeđivanja se pokazao glicin (Ali i sur., 2016)

Amoroso i sur. (2018.) istraživali su konzervirajući učinak 5 %-tnog eteričnog ulja ružmarina na minimalno procesirani krumpir skladišten 12 dana pri 2-4 °C u vakuumski zatvorenim vrećicama. Prisutnost eteričnog ulja ružmarina u uzorcima nije utjecala na boju i dovela je do smanjenog rasta mezofilnih bakterija i *Enterobacteriaceae* uspoređujući s uzorcima tretiranim destiliranom vodom.

2.3. Lovor

Lovor (*Laurus nobilis*, L.) zimzeleno je drvo ili grm koji pripada porodici *Lauraceae*. Potječe iz južnih dijelova Europe i područja Mediterana. Suho lišće lovora i njegovo eterično ulje koriste se kao dragocjeni začin u kulinarstvu i prehrambenoj industriji (Cazzola, 2014). Lišće lovora koristilo se u narodnoj Iranskoj medicini za liječenje epilepsije, neuralgije i parkinsonizma (Khorasani, 1992). Zabilježeno je da lišće i plodovi posjeduju aromatska, stimulirajuća i narkotička svojstva (Dahab i sur., 2014). Ozcan i sur. (2014) zaključili su kako eterično ulje lovora posjeduje antimikrobna i antioksidacijska svojstva. Ova se biljka koristi kao narodni lijek protiv želučanih bolesti, a svoja antioksidacijska svojstva pripisuje fenolnim spojevima i visokom udjelu terpena u svom sastavu. Klinička istraživanja pokazuju kako lovor smanjuje razinu glukoze u krvi i poboljšava profil lipida pacijenata koji boluju od dijabetesa tipa 2 (Cazzola, 2014). Eterično ulje lovora također se često koristi u industriji parfema i sapuna (Kosar i sur., 2005).



Slika 3. Biljka lovor (Anonymous 2., 2022)

2.3.1. Izgled lovora

Lovor je biljka u obliku grma s više grana visine 6-8 m i deblom promjera 15-40 cm. Kora mu je tanka, glatka i smeđa (Patrakar i sur., 2012). Listovi su naizmjenično postavljeni, kopljasti i dvoperasti s glatkim i ostrim rubovima, kao na slici 3, dužine 29-30 cm.

2.3.2. Kemijski sastav lovora

Lišće lovora ima oštar i gorak okus. Razlike u mirisu i aromi prisutne su zbog eteričnih ulja koja se nalaze u lišću i drugim dijelovima biljke. Biljka lovora sadrži flavonoide, tanine, limunsku kiselinu, eugenol, ugljikohidrate, steroide, alkaloidne, triterpenoide i eterično ulje. Fenolni spojevi u ekstraktu lovorova lišća imaju antioksidacijska svojstva. Udio svakog od navedenih kemijskih sastojaka u biljci varira u ovisnosti o vrsti (Sumono, 2008).

Lišće lovora sadrži nizak udio masti što znači da ima nisku kalorijsku vrijednost. Smatra se dobrim izvorom vitamina A, a od ostalih minerala sadrži željezo, kalcij i malu količinu kalija (Biondi i sur, 1993).

Sjemenke lovora bogate su dijetetskim vlaknima. Spojevi poput eugenola, metil-eugenola i elemicina imaju značajnu ulogu u tvorbi specifične arome lišća lovora, a važni su i u određivanje kvalitete lišća (Biondi i sur, 1993).

Udio eteričnog ulja u lišću varira između 0,8 i 3 % (Bartool i sur., 2020).

2.3.3. Rukovanje lovorom nakon berbe

Svježe lišće lovora gorkog je i trpkog okusa i upravo se zbog toga nakon ubiranja treba osušiti prije upotrebe, a suši se 48 do 72 sata. Osušeno lišće lovora boljeg je i punijeg okusa (Bartool, 2020). Najbolja je metoda za sušenje lovorovog lišća sušenje na zraku pri temperaturi 60 °C. Eterično ulje dobiva se destilacijom lišća (Bozan i Karakaplan, 2007).

2.3.4. Antimikrobno djelovanje

Eterično ulje lovora i metanolni ekstrakt ulja sjemenki lovora pokazali su antibakterijsko djelovanje. Međutim, metanolni ekstrakt ulja sjemenki pokazao je jače antibakterijsko djelovanje od eteričnog ulja (Ozcan i sur., 2010).

Derwich i sur. (2009) zaključili su da eterično ulje lovora pokazuje dobru antibakterijsku aktivnost pri koncentracijama od 0,35 mg/L i 0,56 mg/L. Antibakterijsko djelovanje ispitivano je na sljedećim bakterijama: *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis* i *Staphylococcus intermedius* (Derwich i sur., 2009).

Antimikrobno djelovanje lovora (*Laurus nobilis* L.) ispitivano je na 7 različitih hranjivih podloga naciepljenima mikroorganizmima u Petrijevim zdjelicama pri koncentracijama od 50, 125 i 250 µg/mL. Najznačajniji antimikrobni učinak uočen je za plijesan *Botrytis cinerea* pri koncentraciji od 250 µg/mL (Patrakar, 2012).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. Materijali

3.1.1. Uzorci

Za pripremu uzoraka korišten je krumpir sorte Lucinda kupljen u travnju 2022. godine te eterično ulje lovora.

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

3.2. Metode rada

3.2.1. Aparatura i pribor

- tehnička vaga (PS 4500.R2, RADWAG, Poljska)
- analitička vaga (AX224, OHAUS, Švicarska)
- kolorimetar (Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Japan)
- pipeta
- uređaji za vakuumiranje (V1020, FoodSaver, Ujedinjeno Kraljevstvo i FFS015-X, FoodSaver, Ujedinjeno Kraljevstvo)
- vrećice za pakiranje u vakuumu
- nož za guljenje
- rezač za povrće
- plastične posude
- menzura volumena 1L
- cjedilo
- štednjak
- pinceta
- termometar
- posude za kuhanje i prženje
- laboratorijska čaša

3.2.2. Priprema otopine eteričnog ulja lovora

Za pripremu otopine eteričnog ulja lovora u laboratorijskoj čaši izvagana je određena masa eteričnog ulja lovora na analitičkoj vagi koja je zatim pomiješana s određenim volumenom destilirane vode kako bi se dobila koncentracija otopine eteričnog ulja lovora od 125 mg/L.

3.2.3. Priprema uzoraka minimalno procesiranog krumpira

Cilj istraživanja bio je pratiti utjecaj eteričnog ulja lovora na mikrobiološku aktivnost, boju i senzorska svojstva minimalno procesiranog krumpira sirovog i naknadno termički obrađenog. U to svrhu pripremljen je minimalno procesirani krumpir tako da je jedan dio tretiran samo destiliranom vodom (dalje u tekstu vodom) u svrhu kontrole, a drugi dio otopinom eteričnog ulja lovora koncentracije 125 mg/L (dalje u tekstu eteričnim uljem).

Krumpir je oguljen, opran i narezan na ploške debljine 5 mm pomoću rezača za povrće. Ploške krumpira uronjene su u vodu odnosno otopinu eteričnog ulja, u plastičnim posudama, u omjeru 1:1, poklopljene poklopcem i lagano miješane tijekom 15 minuta. Nakon provedenog tretmana krumpir je ocijeđen, a uzorci tretirani vodom i uzorci tretirani eteričnim uljem pakirani su u vrećice za pakiranje u vakuumu pomoću uređaja za vakumiranje i skladišteni u hladnjaku pri temperaturi 6-7 °C. Pripremljeni uzorci testirani su na dan pripreme uzoraka te 0., 3., 6., 9., i 14. dan skladištenja. Praćena je mikrobiološka ispravnost, boja te senzorska svojstva sirovog, te naknadno kuhanog i prženog krumpira (tablica 2). Mikrobiološka i senzorska analiza praćene su na sirovim, kuhanim i prženim uzorcima. Boja je mjerena na sirovim uzorcima.

Kuhani uzorci krumpira pripremani su na način da su ploške krumpira stavljene u kipuću destiliranu vodu i kuhane 15 minuta. Nakon 15 minuta krumpir je ocijeđen i stavljen na tanjur obložen papirnatim ubrusima kako bi se uklonio višak vode.

Tablica 2. Pregled istraživanja

Dani skladištenja	Tretman	Analize		
		Sirovi	Kuhani	Prženi
0	Voda	Aerobne mezofilne bakterije	Senzorsko ocjenjivanje	Senzorsko ocjenjivanje
	Eterično ulje			
3	Voda			
	Eterično ulje			
6	Voda	Boja CIELAB metodom		
	Eterično ulje			
9	Voda	Senzorsko ocjenjivanje		
	Eterično ulje			
14	Voda			
	Eterično ulje			

Prženi uzorci krumpira pripremljeni su tako da su ploške krumpira stavljene u suncokretovo ulje temperature 170 °C i pržene 3-5 minuta. Prženi krumpir stavljen je na tanjur obložen papirnatim ubrusom kako bi se uklonio višak ulja.

3.2.4. Mikrobiološka analiza minimalno procesiranog krumpira

Mikrobiološka analiza provedena je prema normi HRN EN ISO 4833-1: 2013 (ISO 4833-1: 2013, EN ISO 4833-1: 2013), a određivan je broj aerobnih mezofilnih bakterija.

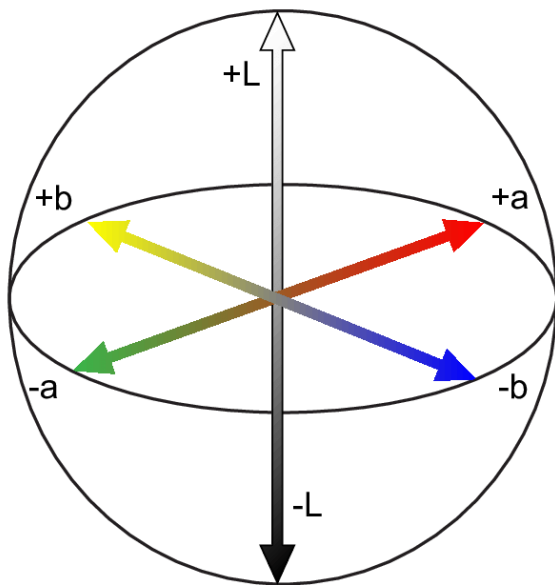
Za provedbu analize pomiješano je 10 g uzorka s 90 mL fiziološke otopine peptona. Miješanje je provedeno u sterilnoj vrećici nakon čega je mješavina uzorka i fiziološke otopine homogenizirana jednu minutu pomoću Stomacher uređaja. Nakon homogenizacije uzorci su razrijeđeni u peptonskoj vodi. Za nacjepljivanje uzoraka korištena je agar ploča (eng. Plate Count Agar, Biolife, Milan, Italy), dok se inkubacija odvijala na 30±1 °C tijekom 72±3 h. Nakon 72±3 h prebrojane su kolonije poraslih mikroorganizama pomoću brojača kolonija, a dobivene se vrijednosti izražene kao log CFU/g vrijednosti (eng. Colony-Forming Units). Mikrobiološka analiza MPK-a provođena je 0., 3., 6., 9. i 14. dan skladištenja.

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

3.2.5. Metoda CIELAB za mjerenje boje

Princip metode

CIELAB je trodimenzionalni prostor boja čije koordinate odgovaraju teoriji suprotnih parova što znači da se određeni tonovi boja ne mogu percipirati zajedno. Trodimenzionalni prostor sastoji se od dvije kromatske osi, a* i b*, koje su okomite jedna u odnosu na drugu i predstavljaju ton boje. Treća, akromatska os L*, koja predstavlja svjetlinu, okomita je na ravninu kojoj pripadaju osi a* i b*. Svjetlina može imati vrijednosti od nula, što predstavlja crnu boju, do 100 za bijelu boju. Svaka os može imati pozitivne ili negativne vrijednosti pri čemu a*(-) označava zastupljenost zelene boje, a parametar a*(+) zastupljenost crvene boje. Zastupljenost plave boje označava b*(-), dok zastupljenost žute boje označava b*(+). C vrijednost odnosi se na zasićenost boje koja se može izračunati iz a i b koordinata, dok H⁰ vrijednost predstavlja ton boje (Weatherall, I. L., i Coombs, B. D., 1992).



Slika 4. CIELAB spektar boja (Anonymous 3., 2022)

Postupak određivanja

Prije početka mjerenja, kolorimetar (Spectrophotometer CM-700d, Konica Minolta, Japan) kalibriran je pomoću bijele i crne pločice. Nakon kalibracije slijedi mjerenje boje sirovih uzoraka ploški krumpira. Ploča kolorimetra stavljena je na plošku krumpira, a za svaki uzorak napravljena su dva mjerenja L^* , a^* i b^* parametra, a C i H° su naknadno izračunati prema formulama. U rezultatima su prikazane srednje vrijednosti \pm standardna devijacija.

$$C^* = \sqrt{(a^{*2}) + (b^{*2})}$$

$$H^\circ = \arctan \frac{b^*}{a^*}$$

3.2.6. Metoda za određivanje senzorskih svojstava

Princip metode

Senzorska analiza sastoji se od skupa metoda koje utvrđuju odnose između ljudske percepcije i karakteristika hrane pri čemu se nastoje opisati kvalitativna i kvantitativna svojstva hrane (Lawless i Heymann, 1999). Vanjski izgled hrane poput boje, oblika, arome, okusa i teksture u ustima predstavljaju kvalitativna svojstva, dok se kvantitativna svojstva odnose na intenzitet

pojedine karakteristike. Za analizu dobivenih podataka koriste se statističke metode kojima se analiziraju prikupljene numeričke vrijednosti (Marković i sur., 2017).

Postupak određivanja

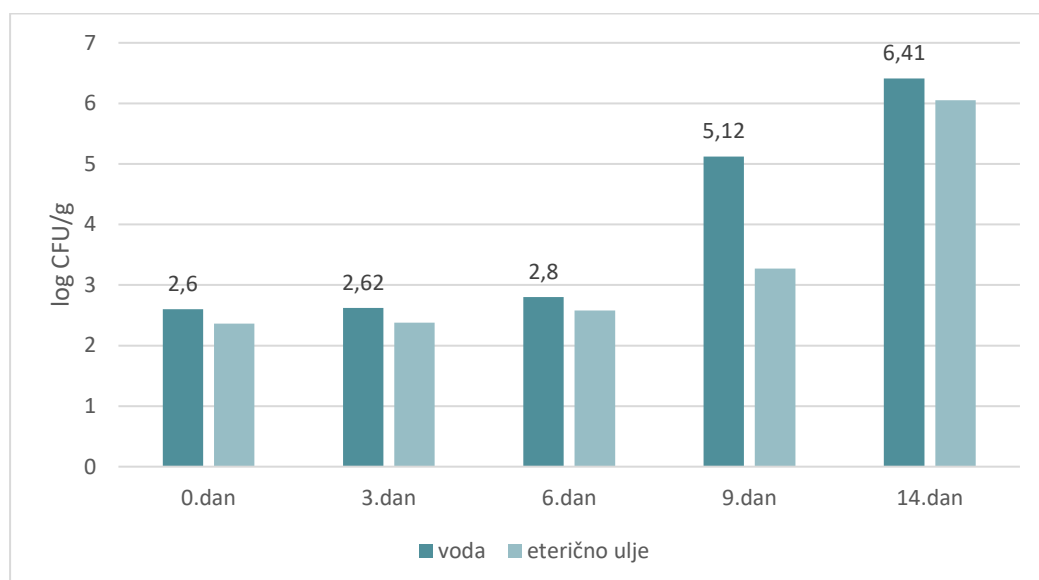
Senzorskom analizom kvantitativnom deskriptivnom metodom ocjenjivani su boja (prisutnost posmeđivanja), miris krumpira, miris lovora i prisutnost stranog mirisa sirovog krumpira. U kuhanom krumpiru ocjenjivani su boja (prisutnost posmeđivanja), miris krumpira i miris lovora, okus krumpira i okus lovora te prisutnost kiselog i stranog okusa. Prilikom senzorske analiza prženog krumpira ocjenjivani su boja (prisutnost karakteristične boje prženog krumpira), miris krumpira i miris lovora, zatim okus krumpira i lovora te prisutnost kiselog i stranog okusa. Ocjenjivanim svojstvima/opisima dodjeljivane su ocjene od 0 do 5. Ocjena 0 označava neizraženo svojstvo, a ocjena 5 označava jako izraženo svojstvo. U ovoj senzorskoj analizi sudjelovalo je 5 panelista, a rezultati su prikazani kao srednja vrijednost ocjena svih panelista.

4.REZULTATI I RASPRAVA

Cilj ovog rada bio je pratiti utjecaj eteričnog ulja lovora na mikrobiološku ispravnost, boju i senzorska svojstva minimalno procesiranog sirovog krumpira, te naknadno kuhanog i prženog. Navedena svojstva praćena su 0., 3., 6., 9., i 14. dan skladištenja, a uzorci su skladišteni u hladnjaku pri temperaturi od 6-7 °C. Radi usporedbe pripremljen je i uzorak tretiran vodom. U analizama nije prikazan uzorak tretiran vodom za 14. dan skladištenja jer je propao.

4.1 Mikrobiološka analiza

Slika 5 prikazuje rezultate mikrobiološke analize minimalno procesiranog krumpira u kojoj je određivan ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija 0., 3., 6., 9., i 14. dan skladištenja.



Slika 5. Broj (log CFU/g) aerobnih mezofilnih bakterija u uzorcima krumpira tretiranim vodom i eteričnim uljem lovora 0., 3., 6., 9. i 14. dan skladištenja

Analiza je provedena na uzorcima krumpira koji su tretirani vodom i na uzorcima koji su tretirani eteričnim uljem. Uzorci tretirani eteričnim uljem imaju manji broj ukupnih aerobnih mezofilnih bakterija nego uzorci tretirani vodom. Uočeno je da tijekom skladištenja raste ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija na svim uzorcima i najveći pozitivan učinak eteričnog ulja primjećen je 9. dan.

Özogul i sur. (2022) istraživali su antimikrobni učinak nanoemulzije eteričnog ulja lovora na patogene koji se nalaze u hrani i na bakterije koje uzrokuju kvarenje ribe. Zaključeno je da

nanoemulzija eteričnog ulja lovora ima antimikrobni učinak na gram-pozitivne bakterije poput *S.aureus* i *E. faecalis*. Također, eterično ulje lovora pokazalo je odličan bakteriocidni učinak na patogene u hrani kao i na bakterije odgovorne za kvarenje ribe kao što su *S. aureus*, *K. pneumoniae*, *S. paratyphi A*, *P. damsela* i *P. luteola*.

Rezultati istraživanja Nabila i sur. (2020) pokazala su da je inhibitorno djelovanje eteričnog ulja lovora na rast *Streptococcus faecalis* i *Staphylococcus aureus* prisutno pri minimalnoj inhibitornoj koncentraciji od 0,25 mg/L. Inhibitorno djelovanje na rast *Pseudomonas aeruginosa* i *Escherichie coli* postignuto je pri koncentraciji eteričnog ulja od 0,75 i 0,5 mg/L zbog čega je zaključeno da eterično ulje ima bakteriocidni učinak na patogene mikroorganizme.

4.2. Parametri boje

U tablici 2 prikazani su rezultati boje za uzorke sirovog minimalno procesiranog krumpira tretiranog vodom i za uzorke tretirane eteričnim uljem. Rezultati su dobiveni kolorimetrijskim mjerenjem. Zbog propadanja uzoraka nije provedeno mjerenje boje za uzorke tretirane vodom na 14. dan skladištenja. Rezultati prikazuju srednju vrijednost dvaju mjerenja \pm standardnu devijaciju.

Tablica 3. Vrijednosti parametara boje minimalno procesiranog krumpira tretiranog vodom i eteričnim uljem lovora tijekom 14 dana skladištenja

Dani	Tretman	Parametri boje				
		L*	a*	b*	C	H°
0	voda	70,26 \pm 0,58	-0,65 \pm 0,28	10,94 \pm 1,13	10,96 \pm 1,15	93,32 \pm 1,1
	eterično ulje	74,42 \pm 0,21	-1,52 \pm 0,01	15,35 \pm 0,12	15,42 \pm 0,12	95,68 \pm 0,09
3	voda	73,64 \pm 1,37	-1,94 \pm 0,06	12,45 \pm 1,46	12,59 \pm 1,44	98,94 \pm 1,28
	eterično ulje	71,27 \pm 0,74	-1,79 \pm 0,18	13,47 \pm 2,11	13,59 \pm 2,11	97,65 \pm 0,41
6	voda	70,9 \pm 2,14	-1,56 \pm 0,02	11,75 \pm 0,42	11,85 \pm 6,85	97,64 \pm 0,38
	eterično ulje	71,99 \pm 0,12	-1,83 \pm 0,01	13,22 \pm 0,57	13,34 \pm 0,57	97,92 \pm 0,31
9	voda	71,785 \pm 1,44	-0,49 \pm 0,47	13,01 \pm 1,48	13,01 \pm 1,46	92,31 \pm 2,35
	eterično ulje	71,4 \pm 0,91	-2,02 \pm 0,06	14,73 \pm 0,57	14,87 \pm 0,57	97,85 \pm 0,08
14	eterično ulje	68,97 \pm 1,06	-1,84 \pm 0,28	14,92 \pm 0,88	15,03 \pm 0,91	97,03 \pm 0,69

Iz dobivenih rezultata uočava se da najmanju vrijednost parametra L^* ima uzorak tretiran eteričnim uljem 14. dan skladištenja, dok najveću vrijednost ima uzorak također tretiran eteričnim uljem 0. dan skladištenja, a vrijednosti su slične onima u istraživanju Dite Hunjek i sur. (2020). U uzorcima tretiranim vodom ne uočava se ni trend stalnog porasta niti pada L^* vrijednosti. U uzorcima tretiranim eteričnim uljem između 3. i 9. dana L^* vrijednosti se nisu zamjetno mijenjale, dok se 3. i 14. dan primijetio veći pad. Općenito, eterično ulje je doprinijelo stabilnijoj boji ploški tijekom skladištenja. U istraživanju koje su proveli Cantos i sur. (2002) zaključeno je kako je parametar L^* najbolji indikator za uočavanje posmeđivanja. Dite Hunjek i sur. (2021) uočili su da na parametar L^* osim tretmana sredstvima protiv posmeđivanja utječe i starost gomolja, ali na način da je starenje gomolja smanjilo vrijednosti L^* što znači da je stariji krumpir bio podložniji posmeđivanju.

Vrijednosti parametra a^* u svim uzorcima negativne su što ukazuje na zastupljenost zelene boje i da nije došlo do izrazitijeg posmeđivanja. U uzorcima tretiranim eteričnim uljem prisutnija je zelena boja nego u uzorcima tretiranim vodom što upućuje na sposobnost eteričnog ulja lovora da smanji posmeđivnje minimalno procesiranog krumpira. U istraživanju koje su proveli Dite Hunjek i sur. (2020) krumpir je tretiran otopinom natrijeva klorida (1 %) i natrijeva askorbata (2 %) te skladišten na zraku, u vakuumu i modificiranoj atmosferi 8 dana pri 10 °C. Vrijednosti parametra a^* bile su nešto više nego u ovom istraživanju, ali su i dalje bile blizu 0 tj. u dijelu spektra zelenkastih boja.

Vrijednosti parametra b^* veće su u uzorcima tretiranim eteričnim uljem, iako se tijekom skladištenja lagano smanjuju, što znači da su ti uzorci duže vrijeme zadržali karakterističnu žutu boju krumpira. Osim o tretmanu b^* parametar jako ovisi i o sorti. Tako postoje žuće sorte (npr. Brigit i Lady Claire) koje imaju b^* i više od 30 (Dite Hunjek i sur., 2020) i sorte sa slabije izraženom žutom bojom (npr. Russet Burbank) s b^* vrijednosti oko 10 (Calder i sur., 2011) što je slično vrijednostima u ovom istraživanju.

Parametar C^* označava zasićenost boje, a može se izračunati iz parametara a^* i b^* . Uočen je sličan trend promjene kao i za parametar b^* . Budući da su vrijednosti parametra a^* niske, nisu imale velik utjecaj na iznose parametra C^* . Također, b^* vrijednost je dosta niska, što znači da je bliža središtu bojene kugle nego obodu, a boje bliže središtu manje su zasićene, tj. pastelnije su. Relativno niske vrijednosti za C^* upravo upućuju na manje jarku boju svih uzoraka. Najveću zasićenost boje ima uzorak tretiran eteričnim uljem 0. dan skladištenja te ona iznosi 15,42, dok najmanju zasićenost boje od 11,85 ima uzorak tretiran vodom 6. dan skladištenja.

Amaral i sur. (2011) istraživali su utjecaj vode i limunske kiseline na boju različitih vrsta krumpira prije i nakon 2, 9 i 16 dana skladištenja. Navode kako početne vrijednosti parametra C variraju, ovisno o sorti, između 22,36, za Agata sortu krumpira, i 29,26 za sortu Agria. Tijekom skladištenja vrijednosti parametra C varirale su za sve uzorke, bilo da su tretirani vodom ili limunskom kiselinom. Intenzivnija boja krumpira uočena je u uzorcima krumpira vrste Agria, a ostalim vrstama izmjerene su slične vrijednosti. Manje vrijednosti za parametar C izmjerili su Cabezas-Serrano i suradnici (2009), a njihove vrijednosti kretale su se između 17,1 i 28,3, bliže vrijednostima ovog istraživanja.




























Parametar H^0 predstavlja ton boje te se iz dobivenih rezultata može uočiti da su sve vrijednosti za ton boje nešto više od 90^0 što predstavlja područje žutih tonova koji tek približavanjem 120^0 prelaze u zelene tonove (II kvadrant bojenog kruga). Više vrijednosti od 90^0 u skladu su s negativnim a^* vrijednostima (II kvadrant bojenog kruga). Uglavnom su nešto više u uzorcima tretiranim eteričnim uljem, a tijekom skladištenja se smanjuju što znači da se gubi svježja primjesa zelenkastog tona i da su prisutniji žući tonovi. Također, Silveira i sur. (2017) zaključili su da je vrijeme skladištenja utjecalo na smanjenje vrijednosti parametra H^0 , a da na to utječu i sredstva protiv posmeđivanja uočeno je u istraživanju Dite Hunjek i sur. (2020). Naime, ploške krumpira tretirane natrijevim askorbatom imale su veće vrijednosti parametra H^0 od onih tretiranih natrijevim kloridom (Dite Hunjek i sur., 2020).

4.3. Senzorska svojstva

U tablici 4 prikazane su fotografije sirovog, kuhanog i prženog minimalno procesiranog krumpira 0., 3., 6., 9. i 14. dan skladištenja. Uzorak tretiran vodom propao je 14. dan skladištenja pa ta fotografije nisu prikazane.

U tablici 5 prikazane su senzorske ocjene sirovog krumpira tretiranog vodom i eteričnim uljem. Na slici 4 prikazane su senzorske ocjene kuhanog krumpira, a na slici 5 prikazane su senzorske ocjene prženog krumpira.

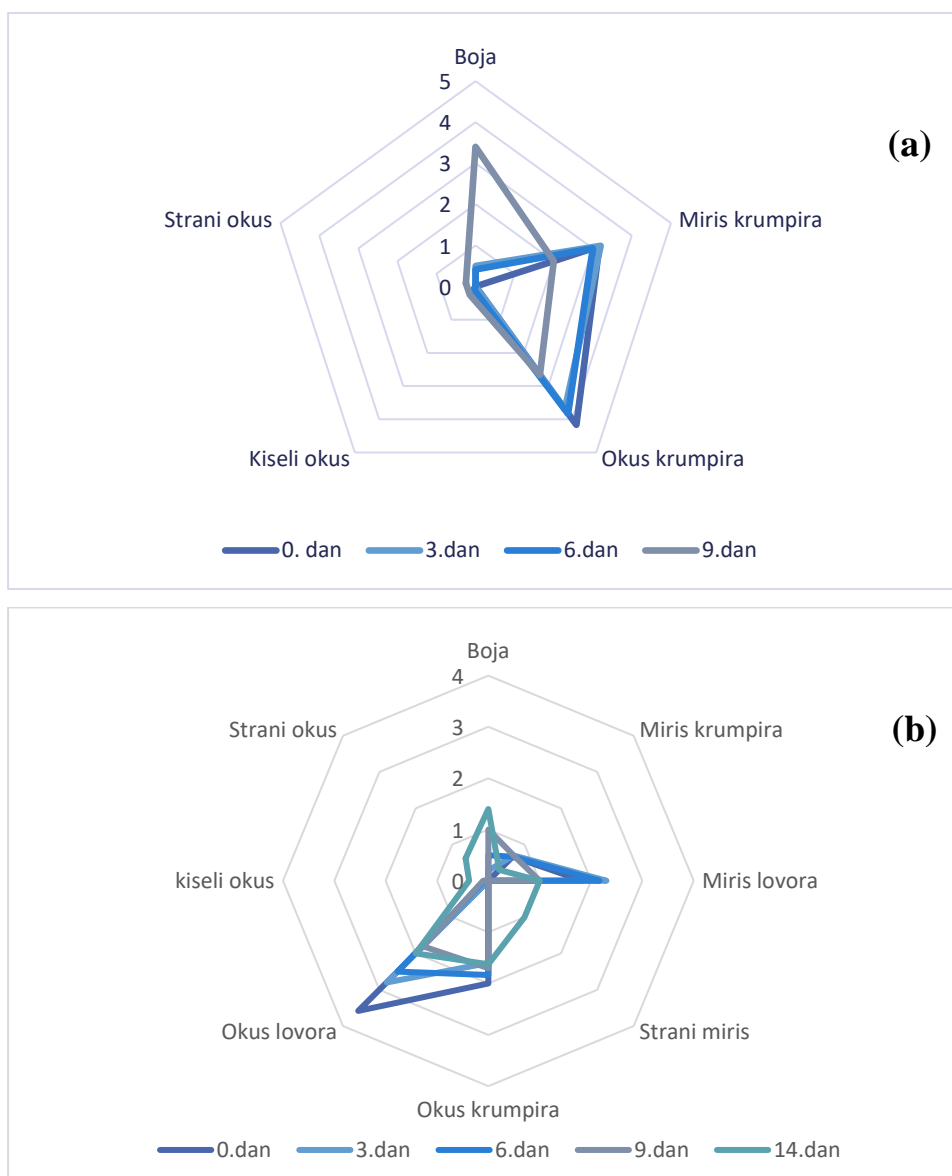
Tablica 4. Fotografije sirovog, kuhanog i prženog minimalno procesiranog krumpira tijekom skladištenja

DAN	TRETMAN	SIROVI	KUHANI	PRŽENI
0	voda			
	eterično ulje			
3	voda			
	eterično ulje			
6	voda			
	eterično ulje			
9	voda			
9	eterično ulje			
14	eterično ulje			

Tablica 5. Senzorske ocjene sirovog krumpira tretiranog vodom i eteričnim uljem tijekom 14 dana skladištenja

Dani	Tretman	Boja	Miris krumpira	Miris lovora	Miris strani
0	Voda	0	1,67	0	0
	Eterično ulje	0	0,5	3,33	0
3	Voda	0,5	0,6	0	0
	Eterično ulje	0	0,5	3,1	0
6	Voda	1,08	1,25	0	0
	Eterično ulje	1	0,33	2,83	0
9	Voda	3,6	0,8	0	0,4
	Eterično ulje	1,5	0,1	2,4	0,2
14	Eterično ulje	2,8	0	2	1,8

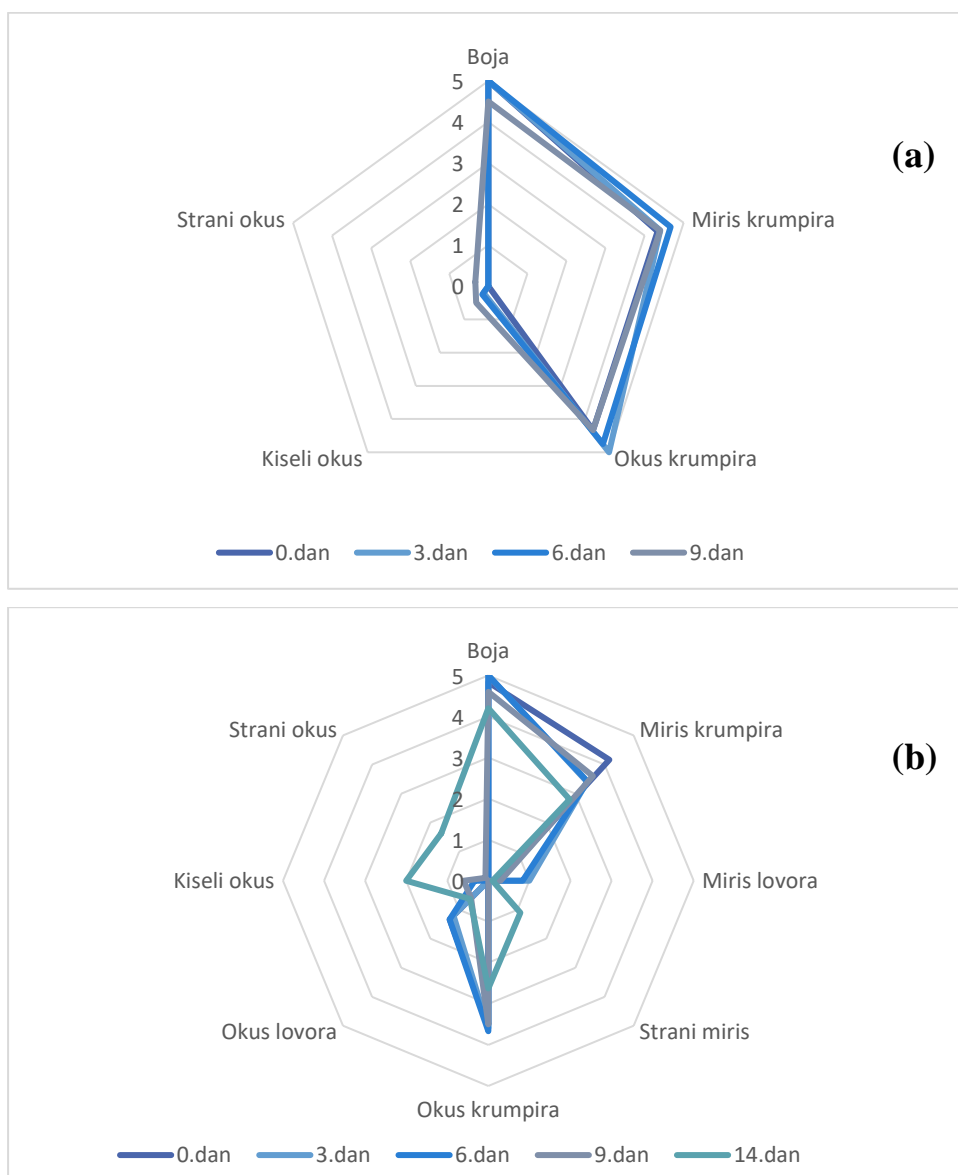
U tablici 5. prikazani su rezultati senzorskih ocjena sirovih uzoraka. U sirovim uzorcima tretiranim vodom i u uzorcima tretiranim eteričnim uljem došlo je do posmeđivanja tijekom skladištenja što je vidljivo i na odgovarajućim fotografijama u tablici 4 kao i iz tablice 5. Što je skladištenje duže trajalo to je posmeđivanje bilo izraženije, iako je posmeđivanje u uzorcima tretiranim eteričnim uljem bilo manje nego u uzorcima tretiranim vodom. Miris krumpira osjetio se u oba uzorka, iako nije bio previše izražen. Više se osjetio u uzorcima tretiranim vodom, budući da je u uzorcima tretiranim eteričnim uljem bio izraženiji miris lovora koji se smanjivao prolaskom vremena skladištenja. U uzorcima tretiranim vodom osjetio se slabo izražen strani miris 9. dan skladištenja koji je bio još slabije izražen u uzorcima tretiranim eteričnim uljem istog dana skladištenja. Strani miris jače je izražen u uzorcima tretiranim eteričnim uljem 14. dan skladištenja.



Slika 6. Grafički prikaz senzorskih ocjena minimalno procesiranog kuhanog krumpira tretiranog vodom (a) i eteričnim uljem lovora (b) tijekom 14 dana skladištenja

Na slici 6 prikazani su rezultati senzorskih ocjena kuhanih uzoraka. Srednja ocjena za boju (intenzitet posmeđivanja) za uzorke tretirane vodom 9. dan skladištenja iznosi 3,4, dok je srednja ocjena za uzorke tretirane eteričnim uljem 14. dan skladištenja 1,4. Trend posmeđivanja vidljiv je i na odgovarajućim fotografijama u tablici 4. Miris se krumpira u oba uzorka smanjuje tijekom skladištenja, a jače je izražen u uzorcima tretiranim vodom. Miris lovora smanjuje se tijekom skladištenja, međutim 3. i 6. dan skladištenja uočen je jači miris lovora nego što je to bilo ostalih dana. U uzorcima tretiranim eteričnim uljem 14. dan skladištenja zapažen je slabo

izražen strani miris. Okus krumpira u oba uzorka smanjivao se tijekom skladištenja, a jače je izražen u uzorcima tretiranim vodom. Također, uz okus smanjivao se i miris tijekom skladištenja. U uzorcima tretiranim vodom i eteričnim uljem pojavila se prisutnost kiselog okusa 6. dan skladištenja te je iznosila 0,83. Tijekom skladištenja prisutnost kiselog okusa u oba uzorka postala je izraženija. Kiseli okus jače je izražen u uzorcima tretiranim vodom 9. dan skladištenja nego u uzorcima tretiranim eteričnim uljem isti dan skladištenja. Strani okus pojavio se u uzorcima tretiranim vodom 6. dan skladištenja s iznosom 0,25, a u uzorcima tretiranim eteričnim uljem tek 14. dan skladištenja.



Slika 7. Grafički prikaz senzorskih ocjena minimalno procesiranog prženog krumpira tretiranog vodom (a) i eteričnim uljem lovora (b) tijekom 14 dana skladištenja

Karakterističnu boju prženog krumpira uglavnom su imali svi uzorci tijekom skladištenja bez većeg utjecaja tretmana što je vidljivo na odgovarajućim fotografijama u tablici 4. Na slici 7 prikazani su rezultati senzorskih ocjena prženih uzoraka. Za uzorke tretirane vodom 9. dan skladištenja prosječna ocjena karakteristične boje iznosi 4,5, dok za uzorke tretirane eteričnim uljem isti dan skladištenja iznosi 4,6. Prosječna ocjena za uzorke tretirane eteričnim uljem 14. dan skladištenja iznosi 4,2 što znači da je došlo samo do blage promjene boje. Miris prženog krumpira u oba uzorka pada tijekom skladištenja, a izraženiji je u uzorcima krumpira tretiranim vodom. U uzorcima tretiranim eteričnim uljem uočeno je kako miris lovora slabo prisutan, a postaje još slabije izražen tijekom skladištenja. Slabo izražen strani miris uočen je u uzorcima tretiranim eteričnim uljem tek 14. dan skladištenja. Okus krumpira u uzorcima tretiranim vodom 0. i 9. dan skladištenja iznosi 4,33, dok 3. dan skladištenja iznosi 5, a 6. dan skladištenja 4,75. U uzorcima tretiranim eteričnim uljem okus krumpira općenito slabije je izražen i intenzitet okusa pada s vremenom skladištenja. Okus lovora slabo je izražen i uglavnom pada tijekom skladištenja iako je prosječna ocjena za uzorke tretirane eteričnim uljem 0. i 6. dan skladištenja jednaka i iznosi 1,33. Kiseli okus zamijećen je u oba uzorka i raste s vremenom skladištenja, a izraženiji je u uzorcima tretiranim eteričnim uljem. Strani okus u oba uzorka uočen je 9. dan skladištenja i izraženiji je u uzorcima tretiranim vodom. U uzorcima tretiranim vodom 9. dan skladištenja strani okus izraženiji je nego u uzorcima tretiranim eteričnim uljem istog dana i iznosi 0,33.

Temeljem ukupne senzorske procjene može se primijetiti da je na nepoželjna svojstva kao strani i kiseli okus tretman eteričnim uljem lovora imalo pozitivan utjecaj tako se strani miris u sirovim uzorcima tretiranim vodom i eteričnim uljem pojavio 9. dan skladištenja, ali manje je izražen u uzorcima tretiranim eteričnim uljem. Kiseli okus kuhanog krumpira pojavio se u oba uzorka 6. dan skladištenja, ali manje je izražen u uzorcima tretiranim eteričnim uljem. Strani okus uočen je u uzorcima tretiranim vodom 9. dan skladištenja, a u uzorcima tretiranim eteričnim uljem 14. dan skladištenja. Kiseli okus prženog krumpira tretiranog vodom zapažen je 3. dan skladištenja, a u uzorku tretiranom eteričnim uljem 6. dan skladištenja. Strani okus oba uzorka uočen je 9. dan skladištenja, a manje je izražen u uzorku tretiranom eteričnim uljem.

5.ZAKLJUČCI

1. Rezultati mikrobiološke analize pokazuju da je ukupan broj aerobnih mezofilnih bakterija tijekom cijelog perioda skladištenja manji u uzorcima tretiranim eteričnim uljem lovora koncentracije 125 mg/L nego u uzorcima tretiranim destiliranom vodom.
2. Prema parametrima boje (L^* , a^* , b^* , C^* i H^0) i senzorskom ocjenjivanjem te temeljem fotografija uočeno je manje posmeđivanje u uzorcima tretiranim eteričnim uljem lovora nego u uzorcima tretiranim destiliranom vodom.
3. U sirovim uzorcima rezultati senzorske analize pokazali su da se miris krumpira smanjuje tijekom skladištenja u uzorcima tretiranim destiliranom vodom dok je miris krumpira manje izražen u uzorcima tretiranim eteričnim uljem lovora.
4. Tretman eteričnim uljem lovora u kuhanim uzorcima doveo je do manjeg stupnja posmeđivanja. Miris i okus krumpira manje su izraženi u uzorcima tretiranim eteričnim uljem u kojima se osjeća ugodan miris lovora. Miris i okus krumpira kao i miris i okus lovora smanjuju se tijekom skladištenja.
5. Prženi uzorci tretirani destiliranom vodom i eteričnim uljem lovora imali su karakterističnu boju tijekom cijelog perioda skladištenja. Miris i okus prženog krumpira u uzorcima tretiranim destiliranom vodom i eteričnim uljem lovora ostali su izraženi tijekom 14 dana skladištenja, iako su izraženiji u uzorcima tretiranim destiliranom vodom. Miris i okus lovora u prženim uzorcima blago su izraženi na početku skladištenja.
6. Tretman eteričnim uljem lovora ima povoljan utjecaj na senzorska svojstva minimalno procesiranog krumpira kao što je npr. očuvanje boje, dok se negativna svojstva poput stranog mirisa te stranog i kiselog okusa uočavaju nešto kasnije i slabije su izražena u usporedbi s uzorcima koji su tretirani destiliranom vodom.
7. Tretman eteričnim uljem pogoduje dugotrajnijem zadržavanju karakteristika i svojstava svježeg krumpira te odgađa kvarenje minimalno procesiranog krumpira, ali maksimalno do 9 dana pri 6-7 °C . Također, tretman eteričnim uljem lovora obogatio je krumpir svojom ugodnom aromom i mirisom što su svi senzorski ocjenjivači pozitivno ocijenili.

6. POPIS LITERATURE

- 1) Abu-Dahab, R.; Kasabri, V.; Afifi, F.U. (2014) Evaluation of the volatile oil composition and antiproliferative activity of *Laurus nobilis* L. (Lauraceae) on breast cancer cell line models, 8(2): 136–147.
- 2) Ahvenainen R. (2000) Minimal processing of fresh produce. In: Alzamora SM, Lopez-Malo A, Tapia MS (Eds) *Minimally Processed Fruits and Vegetables*, Aspen Publisher Inc, Gaithersburg, Maryland, 277-290.
- 3) Ali, A., Yeoh, W. K., Forney, C., Siddiqui, M. W. (2017). Advances in postharvest technologies to extend the storage life of minimally processed fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(15): 2632-2649.
- 4) Ali, H. M., El-Gizawy, A. M., El-Bassiouny, R. E. I., & Saleh, M. A. (2016). The role of various amino acids in enzymatic browning process in potato tubers, and identifying the browning products. *Food Chemistry*, 192: 879–885.
- 5) Anonymous 1 (2022) Planting tips. Edmonton potato growers Ltd, < <https://www.trees.com/bay-laurel-trees> >. Pristupljeno 20.5.2022.
- 6) Anonymous 2 (2022), Bay Laurel Trees for Sale - Buying & Growing Guide
- 7) Anonymous 3 (2022) Model of CIELab Color Space: 3-D representation of perceptible color change. Research Gate, < https://www.researchgate.net/figure/Model-of-CIELab-Color-Space-3-D-representation-of-perceptible-color-change_fig5_235005211 > Pristupljeno 16.5.2022.
- 8) Aqili Khorasani, M.S. (1992) Collection of Drugs (Materia Media), Enqelab-e-Eslami
- 9) Batool, S., Khera, R. A., Hanif, M. A., & Ayub, M. A. (2020). Bay Leaf. *Medicinal Plants of South Asia*, 63–74.
- 10) Biondi, D., Cianci, P., Geraci, C., Ruberto, G., Piattelli, M. (1993) Antimicrobial activity and chemical composition of essential oils from Sicilian aromatic plants. *Flavour and Fragrance Journal* 8(6): 331-337
- 11) Bolin, H.R., Huxsoll, C.C. (1991) Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *Journal of Food Science* 56(1): 60-62
- 12) Bozan, B., Karakaplan, U. (2007) Antioxidants from laurel (*Laurus nobilis* L.) berries: influence of extraction procedure on yield and antioxidant activity of extracts. *Acta Alimentaria* 36(3), 321-328.
- 13) Cazzola, R., & Cestaro, B. (2014). Antioxidant Spices and Herbs Used in Diabetes.

Diabetes: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants, 89–97.

14) Čosić, Z., Repajić, M., Pelaić, Z., Pedisić, S., Levaj, B. (2019) Nutritivna vrijednost krumpira i njegov utjecaj na ljudsko zdravlje. *Glasnik Zaštite Bilja*, 42(6): 20-28.

15) Day, B.P.F. (1996) High oxygen modified atmosphere packaging for fresh prepared produce. *Postharvest News and Information*, 7(3) :31-34.

16) Derwich, E., Benziane, Z., Boukir, A. (2009) Chemical composition and antibacterial activity of leaves essential oil of *Laurus nobilis* from Morocco. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 71(3): 3818-3824.

17) FAO (2022), Potato: Land and Water. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rim, < <https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/potato/en/>>. Pristupljeno 19. svibnja 2022.

18) Hartanti, L., Kasih Yonas S. M., Mustamu, J. J., Wijaya, S., Kurnia Setiawan, H, Soegianto, L. (2019) Influence of extraction methods of bay leaves (*Syzygium polyanthum*) on antioxidant and HMG-CoA Reductase inhibitory activity. *Heliyon* 5: 4

19) Kemp, W.M., Twilley, R.R., Stevenson, J., Boynton, W., Means, J. (1983) The decline of submerged vascular plants in upper Chesapeake Bay: summary of results concerning possible causes. *Marine Technology Society Journal* 17(2): 78-89.

20) Kosar, M.; Tunalier, Z.; Özek, T.; Kürkcüoğlu, M.; Can Baser, K.H. (2005) A simple method to obtain essential oils from *Salvia triloba* L. and *Laurus nobilis* L. by using microwave-assisted hydrodistillation. *Z. Naturforsch C*, 60(5): 501–504.

21) Lamikanra, O. (2002) Fresh-cut Fruit and Vegetables, Science, Technology and Market. Boca Raton SAD: CRC Press.

22) Laurila, E., Ahvenainen, VTT Biotechnology, Espoo (2002) Minimal processing in practice: fresh fruits and vegetables. U: Ohlsson, T., Bengtsson, N. ur., Minimal processing technologies in the food industry, Cambridge: Woodhead Publishing

23) Laurila, E., Kervinen, R., Ahvenainen, R. (1998) The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. *Postharvest News and Information*, 9(4): 53-66.

24) Lešić R., Borošić J., Buturac I., Čustić M., Poljak M., Romić D. (2002) Povrćarstvo, 2. izd., Zrinski d.d. Čakovec, str. 333-367.

25) Levaj, B., Repajić, M., Galić, K., Dite, D. (2018) Proizvodnja i čimbenici kvalitete minimalno prerađenog krumpira (*Solanum tuberosum*). *Glasnik Zaštite Bilja*, 41(6): 23-31.

26) Lisińska, G, Leszczyński W. (1989) Potato Science and Technology: Potato tubers as a Raw Material for Processing and Nutrition. U: Potato Science and Technology, Elsevier, Wrocław,

str. 12.

- 27) Liu, X., Yang, Q., Lu, Y., Li, Y., Li, T., Zhou, B., & Qiao, L. (2019). Effect of purslane (*Portulaca oleracea* L.) extract on anti-browning of fresh-cut potato slices during storage. *Food Chemistry*, **283**: 445-453.
- 28) Lutaladio, N., Castaldi, L. (2009) Potato: The hidden treasure. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(6): 491-493.
- 29) McCance and Widdowson's The Composition of Foods, 2002, 6th summary edition. Food Standards Agency. Cambridge: Royal Society of Chemistry.
- 30) Ozcan, B.; Esen, M.; Sangun, M.K.; Coleri, A.; Caliskan, M. (2010) Effective antibacterial and antioxidant properties of methanolic extract of *Laurus nobilis* seed oil. *J. Environ. Biol.*, 31(5): 637–641.
- 31) Patrakar, R., Mansuriya, M., Patil, P. (2012) Phytochemical and pharmacological review on *Laurus nobilis*. *International Journal of Pharmaceutical and Chemical Sciences*. Publishing and Educational Organization: Teheran, Iran, 624–630.
- 32) Severini, C., Baiano, A., De Pilli, T., Romaniello, R., & Derossi, A. (2003). Prevention of enzymatic browning in sliced potatoes by blanching in boiling saline solutions. *LWT - Food Science and Technology*, **36**(7), 657-667.
- 33) Singh, B., Suri, K., Shevakni, K., Kaur, A., Kaur, A., Singh, N. (2018). Enzymatic Browning of Fruit and Vegetables: A Review. *Enzymes in Food Technology*, 63-78.
- 34) Solomos, T. (1994) Some biological and physical principles underlying modified atmosphere packaging. In: Wiley RC (Ed) *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, Chapman & Hall Inc, London, UK, 183-225.
- 35) Sumono, A. (2008) The use of bay leaf (*Eugenia polyantha* Wight) in dentistry. *Dental Journal* 41(3): 147-150.
- 36) Varoquaux, P., Mazollier, J. (2002) Overview of the European fresh-cut produce industry. In: Lamikanra O (Ed) *Fresh-cut Fruits and Vegetables- Science, Technology and Market*, CRC Press, CRC Press, Boca Raton, FLA, 21-44.
- 37) Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Mackerron, D. K. L., Tylor M. A., Ross H. A., (2007) *Potato Biology and Biotechnology: Above- Ground and Below Ground Plant Development*. U:Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives, 1.izd. (Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Mackerron, D. K. L., Tylor M. A., Ross H. A., ured.), Elsevier, Amsterdam, str. 229., 232., 233.
- 38) Wohleb, C. H., Knowles, N. R., Pavek, M. J. (2014) *Plant Growth and Development*. U:

The Potato: botany, production and uses, (Navarre, R., Pavek, M., ured.), CAB International, Boston, str. 64-83.

39) Žibrik, N. (1991). Problemi ekonomike proizvodnje merkantilnogkrumpira. *Agronomski glasnik*, 53:(1-2), 57-67, <<https://hrcak.srce.hr/178423>>. Pristupljeno 21.svibnja 2022.

Izjava o izvornosti

Ja Matea Budišćak 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