

Utjecaj zamjene junećeg masnog tkiva orahovim uljem i pogačom na parametre kvalitete junećih pljeskavica

Leila Raščić¹, Selma Čorbo¹, Jasna Đinović-Stojanović², Halil Omanović¹,
Adna Hadžimurtezić¹, Munevera Begić¹

Sažetak

U ovom istraživanju, proizvedeno je devet eksperimentalnih skupina junećih pljeskavica kod kojih je juneće masno tkivo zamijenjeno u različitim omjerima: 15 %, 30 %, 45 % i 100 % (JP 1, JP 2, JP 3 i JP 4) s orahovim uljem, odnosno u omjerima 15 %, 30 %, 45 % i 100 % (JP 5, JP 6, JP 7 i JP 8) s orahovom pogačom, pri čemu je bila uključena i kontrolna skupina sa 100 % junećim masnim tkivom (JP KON). Ispitivane juneće pljeskavice nakon termičke obrade podvrgnute su analizi senzornih svojstava, parametara boje i određivanju teksture. Potpuna zamjena junećeg masnog tkiva orahovim uljem i zamjena masnog tkiva s 30 % orahovom pogačom (JP 4 i JP 6) pozitivno je utjecala na sve senzorne parametre pljeskavica, budući da su ova dva uzorka imala najviše senzorne ocjene, više i od kontrolnog uzorka. Najizraženiju mekoću u unutrašnjosti imala je pljeskavica s 15 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 5), a na površini generalno uzorci s dodatkom ulja i to JP 1, JP 3 i JP 4 (15 %, 45 % i 100 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovim uljem). Pljeskavica s 15 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 5) imala je najveću vrijednost L* (svjetloću), a najizraženiju žutu nijansu (b*) kontrolna pljeskavica (JP KON). Pljeskavica s potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 8) imala je najizraženiju narančasto-žučkastu nijansu (h), dok je pljeskavica s 30 % zamijenjenim junećim masnim tkivom orahovom pogačom imala najmanje izraženu narančasto-žučkastu nijansu ali i najveću ukupnu promjenu boje (ΔE), kao i najveći indeks smeđe boje (BI) i odnos crvene i žute boje (R). Prosječno najmanja ukupna promjena boje utvrđena je kod pljeskavice s 30 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovim uljem (JP 2). Provedeno istraživanje potvrđuje da se ovakva vrsta proizvoda može koristiti kao funkcionalna hrana u zamjenu za ovu ili bilo koju drugu animalnu mast, što je veoma značajno prvenstveno sa aspekta primjene zdrave hrane koja će imati pozitivan uticaj na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: juneće pljeskavice, zamjena životinjske masti, orahovo ulje, orahova pogača, senzorna kvaliteta

Uvod

Pljeskavice spadaju u proizvode od usitnjenog oblikovanog mesa (Ganjo, 2017.), te se proizvode na različite načine ovisno o vrsti mesa,

obliku, nutritivnom profilu, cijeni i vjerskim razlozima (Polak i sur., 2018.). Pljeskavice se globalno svakodnevno konzumiraju, a popularne su zbog

¹Leila Raščić, MA prehrambene tehnologije; Selma Čorbo, redovni profesor; Halil Omanović, redovni profesor; Adna Hadžimurtezić, BA prehrambene tehnologije; Munevera Begić, docent; Univerzitet u Sarajevu, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet, Sarajevo, Bosna i Hercegovina

²Jasna Đinović-Stojanović, naučni savjetnik; Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, Srbija

*autor za korespondenciju: leila.rascic@ppf.unsa.ba

povoljnih senzornih svojstava, praktičnosti i visokog sadržaja proteina visoke biološke vrijednosti (Bastos i sur., 2014.). Pljeskavica se često u svijetu naziva „balkanskim hamburgerom“ (Smajić, 2014.) i njen naziv potiče od srpske riječi „pljeskati“ što označava tehniku kojom se meso oblikuje u karakterističan tanki okrugli oblik (Stajić i sur., 2024.). Pri proizvodnji goveđih pljeskavica upotrebljava se nemasna govedina (70-75 %) i masno tkivo (25-30 %) (Polak i sur., 2018.), koje doprinosi karakterističnim senzornim svojstvima tj. željnom stupnju sočnosti, prihvatljivom okusu i teksturi, jer bi u suprotnom tekstura pljeskavica bila gumena (Bastos i sur., 2014.). Goveđe masno tkivo ima visok sadržaj zasićenih masnih kiselina naročito palmitske (Omanović i sur., 2024.), koja je odgovorna za povećanje LDL kolesterola u krvi, čime se povećava rizik od nastanka ateroskleroze, kardiovaskularnih bolesti i moždanog udara (Pećina i Ivanković, 2021.). S druge strane, nezasićene masne kiseline odnosno mononezasićene i polinezasićene imaju pozitivan utjecaj na srce, budući da snižavaju nivo LDL kolesterola a povećavaju nivo HDL kolesterola. Ova ravnoteža pomaže u sprječavanju nakupljanja plaka u arterijama, smanjujući rizik od nastanka ateroskleroze i srčanog udara (Clarke, 2023.). Strategije koje se baziraju na promjeni profila masnih kiselina u mesnim proizvodima, usmjerene su na zamjenu nezdravih masnoća zdravima, koje imaju niži udio zasićenih masnih kiselina i kolesterola, a veći udio nezasićenih masnih kiselina, gdje se uglavnom kao zamjena upotrebljavaju masti iz biljnih ili morskih izvora (Nisa i sur., 2017.). S nutritivnog, zdravstvenog i ekološkog aspekta orahovo ulje i pogača mogli bi biti perspektivna zamjena životinjskoj masti u pljeskavicama. Orahovo ulje (*Juglans regia*) spada u grupu ulja visoke biološke vrijednosti zbog sastava masnih kiselina, pri čemu su najzastupljenije polinezasićene masne kiseline, uglavnom linolna i linolenska koje se smatraju esencijalnim masnim kiselinama (Bošnjak, 2015.). Pored masnih kiselina, orahovo ulje sadrži fenole, sterole, skvalen, melatonin, karotenoide, vitamine topive u mastima te minerale (Zn, Cu, I, Ca, Mg, Fe, P, Co) (Song i sur., 2022.; Popovici i sur., 2014.). Zbog prethodno spomenutog sastava orahovog ulja, ono pokazuje protuupalno, antitumorno, antioksidativno, imunomodulatorno, neuroprotektivno, kardio-protektivno i antidijabetičko djelovanje (Song i sur., 2022.). Proizvodnja orahovog ulja (*Juglans regia*) dovodi do dobivanja djelomično odmašćene poga-

če (Burbano i Correa, 2021.), pri čemu fitosteroli, fenolni spojevi, fosfolipidi i vitamini teško prelaze u ulje nakon mehaničkog prešanja (Cao i sur., 2024.). Orahova pogača sadrži polinezasićene lipide, visok sadržaj proteina, vlakana i minerala, stoga ima potencijal da se koristi kao funkcionalni sastojak (Burbano i Correa, 2021.). S ekološkog aspekta u kontekstu cirkularne ekonomije, nusproizvod odnosno orahova pogača predstavljala bi vrijednu sirovinu za proizvodnju funkcionalnih pljeskavica. Stoga je cilj ovog rada bio ispitati utjecaj zamjene junećeg masnog tkiva orahovim uljem i pogačom na senzornu kvalitetu, parametre boje i teksturu junećih pljeskavica.

Materijal i metode

Materijal

Plodovi oraha korišteni za dobivanje ulja nabavljeni su na području Kantona Sarajevo a uzgojeni su na području Krajine (Bosna i Hercegovina) od sorte Gajzenhajm-139. Proizvodnja orahovog ulja izvedena je u laboratorijskim uvjetima a orasi su prešani na ručnoj pužnoj presi (Piteba, Nizozemska). Kao nusproizvod prešanja orahove jezgre pri proizvodnji ulja, dobivena je orahova pogača. Dobiveno orahovo ulje podvrgnuto je filtriranju, a orahova pogača sušenju na sobnoj temperaturi. Za proizvodnju pljeskavica korišteno je juneće meso (plečka, potplečka i vrat) i juneće masno tkivo koje je nabavljeno neposredno nakon klanja na Malak farmi, Kakanj. Meso i masno tkivo samljeveno je na uređaju za usitnjavanje model MF45020 (Bosch, Njemačka) na promjer od 3,8 mm. Samljeveno juneće meso raspoređeno je u devet jednakih dijelova, a potom je odvagano i dodano mu je masno tkivo ovisno o uzorku. Za proizvodnju pljeskavica odnos mesa i masnog tkiva bio je 80:20. Nakon miješanja smjese mesa i masnog tkiva, dodani su prehrambeni dodaci (mljeveni crni biber (0,10 %), kuhinjska sol (2 %) i soda bikarbona (0,30 %) u jednakim količinama. Nakon ručnog miješanja, smjesa je ponovno propuštena kroz stroj za mljevenje mesa na promjer 3,8 mm radi boljeg sjedinjavanja, te je ostavljena 24 sata na odležavanju u hladnjaku na temperaturi +4 °C. Nakon 24 sata, u smjesu je dodavano orahovo ulje i pogače u različitim količinama ovisno od vrste uzorka (tablica 1.). Zatim su oblikovane kuglice od smjese koje su težile 120-125 g, a karakterističan okrugli oblik pljeskavica postignut je na uređaju za obliko-

vanje Hamburgerpers 100 (Maxima, Nizozemska). Pljeskavice su potom ispržene u tavi na indukcijskoj ploči (Easyline, Italija), pri temperaturi 200 °C, uz dodatak suncokretovog ulja u količini od oko 15 ml. Pljeskavice su pržene dok se nije dostigla temperatura u unutrašnjosti od 78 °C, mjerena digitalnim

termometrom. Vrijeme prženja pljeskavica je trajalo otprilike 4 minute, po 2 minute sa svake strane uz stalno okretanje. Ispržene pljeskavice stavljene su u ubruse kako bi se uklonio višak masti, a potom je obavljeno mjerenje senzornih svojstava, parametara boje i teksture junećih pljeskavica.

Tablica 1. Udio zamjene životinjske masti u ispitivanim uzorcima

Table 1 The proportion of animal fat replacement in the tested samples

Uzorak Sample	Životinjska mast (%) Animal fat (%)	Orahovo ulje (%) Walnut oil (%)	Orahova pogača (%) Walnut cake (%)
JP KON-BP CON	100	-	-
JP 1-BP 1	85	15	-
JP 2-BP 2	70	30	-
JP 3-BP 3	55	45	-
JP 4-BP 4	-	100	-
JP 5-BP 5	85	-	15
JP 6-BP 6	70	-	30
JP 7-BP 7	55	-	45
JP 8-BP 8	-	-	100

Metode

Za provođenje senzorne ocjene korištena je 9-bodovna hedonska skala, a ocjenjivana su sljedeća svojstva: vanjski izgled, boja, sočnost, nježnost, žvačnost, aroma i ukupan dojam. Uzorci junećih pljeskavica isječeni su obliku malih kockica pomoću noža, te su posluženi na tanjure. Osigurana je dnevna svjetlost, a kao neutralan zalogaj korištena je voda i komadići kruha. Senzornu ocjenu provelo je deset ocjenjivača. Tekstura junećih pljeskavica određena je pomoću teksturometra – TA.XT2 i Plus Texture Analyse (SMS Stable Micro Systems Texture Analyzer, Surrey, England), a rezultati analize su analizirani pomoću Texture Exponent 32 softvera (verzija 3.0.5.0.). Uzorci junećih pljeskavica su narezani na kocke (1x2x2 cm). Pripremljeni uzorci su stavljeni na radnu površinu a zatim su određeni standardi, tj. potrebna sila da bi cijev teksturometra probila površinu uzorka. Teksturometrom je određena tekstura izražena preko tvrdoće u N (Newton) jedinicama. Mjerenje tvrdoće na površini podrazumijevalo je mjerenje pripremljenog uzorka na površinskoj korici, a u unutrašnjosti mjerenje same sredine. Određivanje tvrdoće junećih pljeskavica u unutrašnjosti i

na površini rađeno je u dva nezavisna ponavljanja. Za mjerenje tvrdoće korišten je nastavak TA-25, sferna kugla $\varnothing 25$ mm, test mode kompresija, pri brzini od 1,0 mm/s i dubini kompresije od 30 % visine uzorka. Metoda određivanja tvrdoće ispitivanih uzoraka junećih pljeskavica izabrana je iz baze podataka teksturometra TA.HD.plus. Instrumentalni parametri boje izmjereni su na površini svakog ispitivanog uzorka junećih pljeskavica pomoću Minolta CR-400 kolorimetra (Minolta Corporation, Osaka, Japan). Parametri boje određeni su u središnjem dijelu svake pljeskavice, u dva nezavisna ponavljanja. Parametri boje uzoraka junećih pljeskavica izraženi su u CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) $L^* a^* b^*$ sistemu koji je zasnovan na tri koordinate kojima se definira boja uzorka: L^* predstavlja svjetloću boje, a^* udio crvene ($+a^*$) i zelene boje ($-a^*$) dok vrijednosti za b^* predstavljaju udio žute odnosno plave boje ($+b^*$ odnosno $-b^*$). Izmjerene vrijednosti $L^* a^* b^*$ su očitane s uređaja neposredno nakon analiziranja. Na osnovu navedenih vrijednosti određene su vrijednosti sljedećih parametara: nijansa boje (h), zasićenost boje (C^*), R (odnos crvene i žute boje), BI (indeks

smeđe boje) i ΔE (ukupna promjena boje), koji su izračunati prema sljedećim formulama (Ergüneş i Tarhan, 2006; Škaljac, 2014.):

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

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

$$R = \frac{a^*}{b^*}$$

$$BI = \frac{100 \times (X - 0,31)}{0,17}$$

$$X = \frac{a^* + 1,75 \times L^*}{5,645 \times L^* + a^* - 3,012 \times b^*}$$

$$\Delta E = \sqrt{(L_0^* - L^*)^2 + (a_0^* - a^*)^2 + (b_0^* - b^*)^2}$$

gdje su:

L_0^* ; a_0^* ; b_0^* - parametri boje nekog standarda

L^* ; a^* ; b^* - parametri boje uzorka

Podaci su statistički obrađeni primjenom programa Past 3.15 (Hammer i sur., 2001.). Kako bi se utvrdio utjecaj količine zamjene animalne masti s orahovim uljem i pogačom na ispitivane parametre junećih pljeskavica, primijenjena je jednofaktorijalna analiza varijance, te u slučaju utvrđivanja statistički signifikantnih razlika korišten je Tukey post-hoc test (nivo signifikantnosti $\alpha=0,05$).

Rezultati i diskusija

Senzorna analiza uzoraka junećih pljeskavica

Rezultati senzorne ocjene za vanjski izgled, boju, sočnost, nježnost, žvačnost, aromu i ukupan dojam ispitivanih pljeskavica prikazani su u tablici 2. Jednofaktorijalnom analizom varijance utvrđeno je da postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora (količina zamjene animalne masti s orahovim uljem i pogačom) na vrijednosti svih senzornih parametara uzoraka junećih pljeskavica ($p < 0,05$). Prosječno su pljeskavice u kojima je dodano orahovo ulje imale bolje senzorne ocjene u odnosu na pljeskavice s dodatkom pogače. Od svih ispitivanih pljeskavica uključujući i kontrolnu, pljeskavica s potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovim uljem (JP 4) imala je najbolje senzorne ocjene za sve ispitiva-

ne parametre, a slijedi je pljeskavica s dodatkom 30 % orahove pogače (JP 6). Pljeskavice s dodatkom 15 %, 45 % i 100 % orahove pogače (JP 5, JP 7 i JP 8) imale su najlošije senzorne ocjene, pri čemu je pljeskavica u kojoj je 15 % junećeg masnog tkiva zamijenjeno orahovom pogačom imala najniže ocjene za svih sedam ispitivanih svojstva, dok je uzorak s dodatkom 45 % orahove pogače imao najlošije ocijenjen vanjski izgled, boju i sočnost. Kod pljeskavice s potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovom pogačom zabilježene su najlošije ocjene samo za sočnost i aromu. U istraživanju Silva i sur. (2020.) najviše senzorne ocjene zabilježene su kod kontrolne goveđe pljeskavice i pljeskavica sa 25 % i 50 % zamjene svinjske masti narančinim albedom, te između njih nisu utvrđene statistički značajne razlike u svim ispitivanim senzornim svojstvima. Međutim, zamjena 75 % i 100 % životinjske masti narančinim albedom rezultirala je nižim senzornim ocjenama i to za boju, izgled okus, teksturu i ukupnu prihvatljivost goveđih pljeskavica. U istraživanju Cittadini i sur. (2021.), nisu utvrđene statistički značajne razlike za vanjski izgled, miris, čvrstoću, sočnost, masni karakter i ukupnu prihvatljivost u kontrolnoj pljeskavici od mesa ždrijebeta i pljeskavicama sa potpunom zamjenom svinjske masti, hidrogelom mješavine avokada i alginog ulja i potpunom zamjenom svinjske masti hidrogelom mješavine ulja sjemenki bundeve i alginog ulja. Pljeskavica s potpunom zamjenom svinjske masti hidrogelom na bazi avokada i alginog ulja imala je statistički značajno najnižu senzornu ocjenu za okus. U istraživanju Vargas-Ramella i sur. (2020.) utvrđeno je da je pljeskavica od mesa jelena u kojoj je svinjska mast potpuno zamijenjena uljem tigrovog oraha imala najviše ocjene za ispitivana senzorna svojstva (vanjski izgled, miris, okus, sočnost, vlaknastost, masni karakter i ukupnu prihvatljivost), i nije se statistički značajno razlikovala od kontrolne pljeskavice i pljeskavice s potpunom zamjenom svinjske masti lanenim uljem. Pljeskavica s potpunom zamjenom svinjske masti chia uljem značajno se razlikovala od ostalih ispitivanih pljeskavica samo po ukupnoj prihvatljivosti. U istraživanju Kirkyol i Akköse (2023.) utvrđeno je da zamjena goveđeg masnog tkiva bademovim brašnom u omjerima od 25 %, 50 %, 75 % i 100 % u goveđim pljeskavicama ne utječe na senzorna svojstva tj. boju, miris, okus, teksturu i ukupnu prihvatljivost. Također, Barros i sur. (2020.) utvrdili su da djelomična ili potpuna zamjena (50 % i 100 %) goveđeg masnog

tkiva emulzijom na bazi tigrovog oraha u goveđim pljeskavicama nije značajno utjecala na ispitivana senzorna svojstva (boja, miris, tekstura, okus, okus masti, ukupnu prihvatljivost), budući da su ispitivane pljeskavice imale veoma slične senzorne ocjene. Isto ukazuju i rezultati u istraživanju Alasalvar i sur. (2022.) gdje je utvrđeno da nije postojala značajna

razlika u svim ispitivanim senzornim karakteristikama (vanjski izgled, boja, okus masti, tekstura, miris, sočnost i ukupna prihvatljivost) između kontrolne goveđe pljeskavice i pljeskavica u kojima je goveđe masno tkivo djelomično (10 %, 25 % i 50 %) zamijenjeno mikrokapsulama lješnjakovog ulja.

Tablica 2. Rezultati senzorne ocjene ispitivanih junećih pljeskavica (n=5)

Table 2 Results of the sensory evaluation of the tested beef patties (n=5)

Uzorak Sample	Vanjski izgled External appearance	Boja Color	Sočnost Juiciness	Nježnost Tender- ness	Žvačnost Chewiness	Aroma Aroma	Ukupan dojam Overall impression
JP KON-BP CON	7,80 ^{d,e} ±0,42	7,80 ^{c,d} ±0,42	6,90 ^b ±0,32	6,80 ^c ±0,40	7,70 ^{d,e} ±0,48	6,90 ^c ±0,32	7,60 ^d ±0,52
JP 1-BP 1	7,60 ^{c,d,e} ±0,52	7,50 ^c ±0,53	7,40 ^{b,c} ±0,52	7,40 ^{c,d} ±0,52	7,80 ^{d,e} ±0,42	7,80 ^d ±0,42	7,70 ^d ±0,48
JP 2-BP 2	7,30 ^{b,c,d} ±0,48	7,50 ^c ±0,53	7,00 ^{b,c} ±0,00	7,00 ^c ±0,47	7,50 ^{c,d,e} ±0,53	7,40 ^{c,d} ±0,52	7,80 ^d ±0,42
JP 3-BP 3	6,70 ^b ±0,48	6,60 ^b ±0,52	7,40 ^{b,c} ±0,52	7,30 ^{c,d} ±0,48	7,00 ^c ±0,47	7,60 ^d ±0,52	6,90 ^c ±0,32
JP 4-BP 4	8,20 ^e ±0,42	8,20 ^d ±0,42	8,50 ^d ±0,53	8,10 ^e ±0,32	8,10 ^e ±0,32	8,60 ^e ±0,52	8,60 ^e ±0,52
JP 5-BP 5	4,60 ^a ±0,52	4,30 ^a ±0,48	5,00 ^a ±0,00	4,90 ^a ±0,32	5,00 ^a ±0,47	4,90 ^a ±0,32	4,90 ^a ±0,57
JP 6-BP 6	8,00 ^e ±0,47	8,20 ^d ±0,42	7,60 ^c ±0,52	7,80 ^{d,e} ±0,42	7,40 ^{c,d} ±0,52	7,40 ^{c,d} ±0,52	7,90 ^d ±0,32
JP 7-BP 7	5,00 ^a ±0,00	4,80 ^a ±0,42	5,60 ^a ±0,52	6,00 ^b ±0,47	6,20 ^b ±0,42	5,90 ^b ±0,32	5,90 ^b ±0,32
JP 8-BP 8	7,10 ^{b,c} ±0,32	6,40 ^b ±0,52	5,50 ^a ±0,53	5,70 ^b ±0,48	6,00 ^b ±0,47	5,20 ^a ±0,42	5,70 ^b ±0,48

*a-e Različita mala slova u kolonama pokazuju statistički značajne razlike u vrijednostima ispitivanih parametara junećih pljeskavica u zavisnosti od količine zamjene animalne masti s orahovim uljem i pogačom. JP KON – 100 % juneće masno tkivo; JP 1 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 2 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 3 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 4 – 100 % orahovo ulje; JP 5 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 6 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 7 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 8 – 100 % orahova pogača.

*a-e Different letters in superscript within columns indicate statistically significant differences in the values of the tested parameters of beef patties depending on the amount of replacement of animal fat with walnut oil and cake. BP CON – 100 % beef fat; BP 1- replacement of 15 % beef fat with walnut oil; BP 2 - replacement of 30 % beef fat with walnut oil; BP 3 - replacement of 45 % beef fat with walnut oil; BP 4 – 100 % walnut oil; BP 5 - replacement of 15 % beef fat with walnut cake; BP 6 - replacement of 30 % beef fat with walnut cake; BP 7- replacement of 45 % beef fat with walnut cake; BP 8 – 100 % walnut cake.

Tekstura (tvrdoća) uzoraka junećih pljeskavica

Rezultati određivanja tvrdoće u unutrašnjosti i na površini ispitivanih junećih pljeskavica prikazani su u tablici 3. Jednofaktorijalnom analizom varijance utvrđeno je da postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora (količina zamjene animalne masti sa orahovim uljem i pogačom) na tvrdoću uzoraka junećih pljeskavica ($p < 0,05$). Na osnovu rezultata određivanja tvrdoće junećih pljeskavica, može se konstatirati da su pljeskavice s dodatkom ulja bile tvrde u unutrašnjosti a mekše na površini, dok su pljeskavice s dodatkom pogače bile mekše u unutrašnjosti a tvrde na površini. Tvrdoća u unutrašnjosti pljeskavice kretala se u rasponu od 3,17 N do

7,09 N, pri čemu je pljeskavica s 45 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovim uljem (JP 3) imala najveću tvrdoću u unutrašnjosti, dok je najveća mekoća u unutrašnjosti utvrđena kod pljeskavice u kojoj je 15 % junećeg masnog tkiva zamijenjeno orahovom pogačom (JP 5). S druge strane, tvrdoća pljeskavica mjerena na površini kretala se u intervalu od 11,07 N do 19,96 N. Generalno su uzorci s dodatkom orahovog ulja imali manje izraženu tvrdoću od kontrolne pljeskavice i pljeskavica koje su formuliране s orahovom pogačom. Konkretno, pljeskavice s dodatkom 15 %, 45 % i 100 % orahovog ulja (JP 1, JP 3 i JP 4) bile su najmekše u unutrašnjosti i statistički

se nisu značajno razlikovale u vrijednostima tvrdoće. Najveće vrijednosti tvrdoće na površini utvrđene su kod pljeskavice s dodatkom 30 % orahove pogače (JP 6). S obzirom da se tvrdoća junećih pljeskavica mjerena na površini kretala od 11,93 N do 19,96, u istraživanju Botella-Martínez i sur. (2022.) utvrđen je manji raspon vrijednosti tvrdoće goveđih pljeskavica (8,36-13,00 N), pri čemu se kontrolna pljeskavica i pljeskavice u kojima je djelomično zamijenjena svinjska mast (25 % i 50 %) emulzijom na bazi chia ulja i amarant brašna i emulzijom ulja konoplje i

amarant brašna, nisu statistički značajno razlikovale po tvrdoći. Također, Alasalvar i sur. (2022.) bilježe veoma sličan raspon vrijednosti tvrdoće goveđih pljeskavica prethodno spomenutog istraživanja, koji se kretao od 9,84 N do 13,08 N, pri čemu je najveću tvrdoću imala pljeskavica s 50 % zamijenjenog goveđeg masnog tkiva s mikrokapsulama lješnjakovog ulja, dok su kontrolna pljeskavica i pljeskavice s djelomičnom zamjenom goveđeg masnog tkiva (10 % i 25 %) imale niže vrijednosti tvrdoće i nisu se u pogledu tvrdoće značajno razlikovale.

Tablica 3. Rezultati određivanja tvrdoće prženih junećih pljeskavica (N) (n=5)

Table 3. Results of the determination of hardness of cooked beef patties (N) (n=5)

Uzorak Sample	Sredina Interior	Kora Surface
JP KON-BP CON	5,52 ^{b,c,d} ±0,06	17,93 ^{b,c} ±0,96
JP 1-BP 1	6,00 ^{c,d} ±0,98	11,93 ^a ±0,40
JP 2-BP 2	4,74 ^{a,b,c} ±0,66	15,48 ^b ±1,46
JP 3-BP 3	7,09 ^d ±0,62	11,73 ^a ±0,60
JP 4-BP 4	3,22 ^{a,b} ±0,72	11,07 ^a ±0,70
JP 5-BP 5	3,17 ^a ±0,12	18,67 ^{b,c} ±0,90
JP 6-BP 6	5,09 ^{a,b,c,d} ±0,49	19,96 ^c ±0,87
JP 7-BP 7	3,89 ^{a,b,c} ±0,67	18,67 ^{b,c} ±0,69
JP 8-BP 8	6,14 ^{c,d} ±0,33	16,82 ^{b,c} ±0,54

*a-d Različita mala slova u kolonama pokazuju statistički značajne razlike u vrijednostima ispitivanih parametara junećih pljeskavica u zavisnosti od količine animalne masti s orahovim uljem i pogačom. JP KON – 100 % juneće masno tkivo; JP 1 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 2 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 3 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 4 – 100 % orahovo ulje; JP 5 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 6 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 7 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 8 – 100 % orahova pogača.

*a-d Different letters in superscript within columns indicate statistically significant differences in the values of the tested parameters of beef patties depending on the amount of replacement of animal fat with walnut oil and cake. BP CON – 100 % beef fat; BP 1- replacement of 15 % beef fat with walnut oil; BP 2 - replacement of 30 % beef fat with walnut oil; BP 3 - replacement of 45 % beef fat with walnut oil; BP 4 – 100 % walnut oil; BP 5 - replacement of 15 % beef fat with walnut cake; BP 6 - replacement of 30 % beef fat with walnut cake; BP 7- replacement of 45 % beef fat with walnut cake; BP 8 – 100 % walnut cake.

Primarni parametri boje uzoraka junećih pljeskavica

U tablici 4. predstavljeni su rezultati određivanja boje (L*, a* i b*) ispitivanih junećih pljeskavica nakon prženja. Jednofaktorijalnom analizom varijance utvrđeno je da postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora (količina zamjene animalne masti sa orahovim uljem i pogačom) na vrijednosti parametara boje L* i b* uzoraka junećih pljeskavica (p<0,05), te da ne postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora na vrijednosti parametra boje a* uzoraka junećih pljeskavica (p>0,05). Vrijednosti L*

(svjetloće) kretale su se u rasponu od 24,68 do 40,96, pri čemu su pljeskavica s 15 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 5) i kontrolna pljeskavica imale najizraženiju svjetloću (JP KON), dok je pljeskavica s dodatkom 30 % orahove pogače (JP 6) bila najtamnija u odnosu na sve pljeskavice. Pljeskavice s dodatkom orahovog ulja prosječno su bile tamnije u odnosu na pljeskavica s dodatkom orahove pogače, s tim da je iz ove grupe pljeskavica, najizraženiju svjetloću imala pljeskavica u kojoj

je 30 % junećeg masnog tkiva zamijenjeno orahovim uljem (JP 2), a najmanje izraženu pljeskavice u kojima je juneće masno tkivo zamijenjeno s 45 % i 100 % orahovog ulja (JP 3 i JP 4). Za razliku od rezultata ovog istraživanja, Summo i sur. (2020.) bilježe veće i ujednačenije vrijednosti L^* govedih pljeskavica u kojima je 50 % i 100 % govedeg masnog tkiva zamijenjeno s gelom na bazi zobene ljuske, koje su se kretale od 47,69 do 48,22, pri čemu nisu utvrđene značajne razlike u svjetloći između ispitivanih pljeskavica. U istraživanju Ali i sur. (2011.) utvrđene su manje L^* vrijednosti govedih pljeskavica koje su se kretale od 29,67 do 33,08, pri čemu je kontrolni uzorak bio najtamniji, a najsvjetliji uzorak koji je imao potpunu zamjenu govedeg masnog tkiva hidratiziranim krumpirovim pahuljicama. Također, Kirkyol i Akköse (2023.) bilježe niže vrijednosti L^* , koje su varirale u rasponu od 28,93 do 31,69, pri čemu nije utvrđena statistički značajna razlika u svjetloći između kontrolnog uzorka i preformuliranih govedih pljeskavica s djelomičnom ili potpunom zamjenom govedeg masnog tkiva bademovim brašnom. Pozitivne vrijednosti a^* prikazane u tablici 4., ukazuju na prisutnost crvene boje koja se nije statistički značajno razlikovala među uzorcima junećih pljeskavica. Vrijednost a^* kretala se u rasponu od 7,67 do 10,68, te su prosječno pljeskavice koje su sadržavale orahovo ulje imale izraženiju crvenu boju u odnosu na pljeskavice koje su sadržavale pogaču. Botella-Martinez i sur. (2021.) bilježe niže vrijednosti a^* govedih pljeskavica kojima je svinjska mast zamijenjena emulzijom orahovog ulja i brašna ljuski kakao zrna u različitim omjerima (50 % i 100 %), koje su varirale od 4,86 do 5,47, te razlika u a^* vrijednostima kao i u ovom istraživanju između svih ispitivanih uzoraka nije bila statistički značajna. U istraživanjima Summo i sur. (2020.), te Kirkyol i Akköse (2023.) raspon vrijednosti a^* (6,09-6,23 i 6,15-6,62) bio je veoma sličan, te u oba istraživanja nisu zabilježene statistički signifikantne razlike između kontrolnih govedih pljeskavica i preformuliranih pljeskavica po pitanju crvenila pljeskavica. Ali i sur. (2011.) zabilježili su manji i ujednačeniji interval vrijednosti a^* govedih pljeskavica (3,50-4,62), s tim da je najizraženiju crvenu nijansu imao kontrolni uzorak, a najmanje izraženu pljeskavica u kojoj je potpuno govede masno tkivo zamijenjeno krumpirovim pahuljicama. Obzirom da se u tablici 4. nalaze sve pozitivne vrijednosti b^* , to ukazuje na prisutnost žutih tonova u boji ispitivanih junećih pljeskavica. Vrijednosti b^* varirale

su intervalu od 14,38 do 19,50, pri čemu je kontrolna pljeskavica (JP KON) imala najizraženiju žutu boju, dok su pljeskavice s potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovim uljem (JP 4), kao i pljeskavice s dodatkom 15 % i 30 % orahove pogače (JP 5 i JP 6), imale najmanje izrađenu žutu boju. Prosječno, pljeskavice koje su sadržavale orahovo ulje imale su veći intenzitet žute boje od pljeskavica koje su sadržavale pogaču. Summo i sur. (2020.) utvrdili su niži raspon b^* vrijednosti od 11,60 do 13,26 govedih pljeskavica, s tim da je najmanje izraženu žutu boju imala pljeskavica u kojoj je 50 % govedeg masnog tkiva zamijenjeno gelom na bazi zobene ljuske, a najviše izraženu kontrolna pljeskavica. Botella-Martinez i sur. (2021.) imali su dosta manje vrijednosti žute boje govedih pljeskavica, koje su se kretale od 9,24 do 11,37, s tim da je najveća vrijednost b^* zabilježena kod kontrolne pljeskavice, dok se pljeskavice s 50 % i 100 % zamijenjene svinjske masti emulzijom orahovog ulja i brašna ljuski kakao zrna u vrijednosti b^* nisu značajno razlikovale. Ali i sur. (2011.), zabilježili su također niži raspon b^* vrijednosti govedih pljeskavica (od 12,62 do 13,93), pri čemu je kontrolna pljeskavica imala najmanju b^* vrijednost, a najvišu goveda pljeskavica u kojoj je 100 % govedeg masnog tkiva zamijenjeno hidratiziranim krumpirovim pahuljicama. Kirkyol i Akköse (2023.) zabilježili su značajno niže i ujednačenije vrijednosti b^* kod govedih pljeskavica u odnosu na ovo istraživanje, koje su se kretale od 8,18 do 9,48 gdje je najveću vrijednost za žutu boju imala kontrolna pljeskavica, dok se po b^* vrijednosti pljeskavice u kojima je govede masno tkivo djelomično ili potpuno zamijenjeno bademovim brašnom nisu značajno razlikovale.

Sekundarni parametri boje uzoraka junećih pljeskavica

U tablici 5. predstavljeni su rezultati određivanja nijanse boje (h), zasićenosti boje (C^*), odnosa crvene i žute boje (R), indeksa smeđe boje (BI), te ukupne promjene boje (ΔE). Jednofaktorijalnom analizom varijance utvrđeno je da postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora (količina zamjene animalne masti s orahovim uljem i pogačom) na vrijednosti ispitivanih parametara boje uzoraka junećih pljeskavica ($p < 0,05$), te da ne postoji statistički značajan utjecaj oglednog faktora na vrijednosti parametara zasićenosti boje uzoraka junećih pljeskavica ($p > 0,05$). Nijansa boje (h) junećih pljeskavica kretala se od 54,66 do 64,65, te se navedeni

Tablica 4. Rezultati instrumentalnog određivanja parametara boje junećih pljeskavica (n=5)
Table 4. Results of instrumental determination of color parameters of beef patties (n=5)

Uzorak Sample	L*	a*	b*
JP KON-BP CON	38,97 ^c ±2,82	9,37 ^a ±0,21	19,50 ^b ±0,81
JP 1-BP 1	34,03 ^{a,b,c} ±3,16	10,07 ^a ±0,31	17,18 ^{a,b} ±0,45
JP 2-BP 2	35,49 ^{b,c} ±0,65	9,30 ^a ±0,11	16,07 ^{a,b} ±0,54
JP 3-BP 3	28,12 ^{a,b} ±2,53	9,88 ^a ±0,37	17,94 ^{a,b} ±0,08
JP 4-BP 4	28,78 ^{a,b} ±1,65	8,81 ^a ±0,02	14,38 ^a ±0,13
JP 5-BP 5	40,96 ^c ±2,35	9,51 ^a ±1,05	14,57 ^a ±0,26
JP 6-BP 6	24,68 ^a ±2,47	10,68 ^a ±1,82	15,02 ^a ±1,93
JP 7-BP 7	35,18 ^{b,c} ±3,39	8,89 ^a ±0,45	15,51 ^{a,b} ±1,24
JP 8-BP 8	34,17 ^{b,c} ±0,91	7,67 ^a ±0,69	16,20 ^{a,b} ±1,87

*a-c Različita mala slova u kolonama pokazuju statistički značajne razlike u vrijednostima ispitivanih parametara junećih pljeskavica u zavisnosti od količine zamjene animalne masti s orahovim uljem i pogačom. JP KON – 100 % juneće masno tkivo; JP 1 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 2 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 3 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 4 – 100 % orahovo ulje; JP 5 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 6 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 7 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 8 – 100 % orahova pogača.

*a-c Different letters in superscript within columns indicate statistically significant differences in the values of the tested parameters of beef patties depending on the amount of replacement of animal fat with walnut oil and cake. BP CON – 100 % beef fat; BP 1- replacement of 15 % beef fat with walnut oil; BP 2 - replacement of 30 % beef fat with walnut oil; BP 3 - replacement of 45 % beef fat with walnut oil; BP 4 – 100 % walnut oil; BP 5 - replacement of 15 % beef fat with walnut cake; BP 6 - replacement of 30 % beef fat with walnut cake; BP 7- replacement of 45 % beef fat with walnut cake; BP 8 – 100 % walnut cake.

raspon nalazi između crvene i žute boje. Najizraženija narančasto-žućkasta nijansa zabilježena je kod pljeskavice sa 100 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 8), dok je najmanje izražena utvrđena kod pljeskavice s 30 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 6). Iako su najveće i najniže vrijednosti h utvrđene kod pljeskavica s dodatkom orahove pogače, ipak su prosječno pljeskavice s dodatkom orahovog ulja imale izraženiju narančasto-žućkastu nijansu, naročito pljeskavica u kojoj je 45 % junećeg masnog tkiva zamijenjeno orahovim uljem (JP 3). Međutim, kontrolna pljeskavica (JP KON) imala je veće vrijednosti h od svih ispitivanih junećih pljeskavica koje su sadržavale orahovo ulje. Botella-Martínez i sur. (2021.) bilježe sličan raspon vrijednosti h govedih pljeskavica utvrđen ovim istraživanjem, koji se kretao od 59,05 do 66,67, s tim da je kontrolna pljeskavica imala najveće vrijednosti h, dok su niže vrijednosti imale pljeskavice u kojima je 50 % i 100 % svinjske masti zamijenjeno emulzijom orahovog ulja i brašna kakao zrna. U istraživanju Ali i sur. (2011.) utvrđene su veće vrijednosti za nijansu boje govedih pljeskavica (69,88-75,88), pri čemu je najveću h

vrijednost imala pljeskavica s potpunom zamjenom goveđeg masnog tkiva hidratiziranim krumpirovim pahuljicama, a najnižu kontrolna pljeskavica. Rodríguez-Carpena i sur. (2012.) također bilježe veće vrijednosti h svinjskih pljeskavica, koje su varirale od 77,90 do 84,53, s tim da je najveću h vrijednost imala pljeskavica s potpunom zamjenom svinjske masti uljem avokada, a najmanju pljeskavica s potpunom zamjenom svinjske masti suncokretovim uljem. Zasićenost boje (C*) junećih pljeskavica kretala se u rasponu od 16,86 do 21,63. Uzorci u kojima je juneća mast zamijenjena orahovim uljem, prosječno su imali višu zasićenost boje od uzoraka kojima je dodana orahova pogača, odnosno boja im je bila čišća. Sánchez-Zapata i sur. (2010.) bilježe sličan raspon vrijednosti C* svinjskih pljeskavica sa određenim odstupanjima u maksimalnoj vrijednosti (16,15-18,15), pri čemu je najniže zasićenje boje utvrđeno kod pljeskavice u kojoj je 15 % svinjske masti zamijenjeno vlaknima tigrovog oraha, dok su ostale ispitivane pljeskavice imale više prosječne vrijednosti zasićenosti boje i nisu se značajno razlikovale. Botella-Martínez i sur. (2021.) i Ali i sur. (2011.), bilježe niže C* vrijednosti govedih pljeskavica u odno-

su na ovo istraživanje (10,77-12, 40 i 13,43-14,36). U istraživanju Botella-Martínez i sur. (2021.), najveće vrijednosti C* utvrđene su kod kontrolne pljeskavice a najniže kod preformuliranih pljeskavica s djelomičnom ili potpunom zamjenom životinjske masti emulzijom orahovog ulja i brašna ljuski kakao zrna, dok su u istraživanju Ali i sur. (2011.) pljeskavice sa 75 % i 100 % zamijenjene životinjske masti krumpirovim pahuljicama imale najveće vrijednosti C*, dok je najniža utvrđena kod kontrolne pljeskavice. Vrijednost R odnosno odnos crvene i žute boje kretala se od 0,47 do 0,71. Kontrolna pljeskavica (JP KON) i pljeskavica s potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 8) imale su najniže vrijednosti R, dok je najviša utvrđena kod pljeskavice s dodatkom 30 % orahove pogače (JP 6). Prosječno su pljeskavice koje su sadržavale orahovu pogaču imale izraženiji odnos crvene prema žutoj u odnosu na pljeskavice koje su sadržavale orahovo ulje, pri čemu je iz ove grupe pljeskavica najveća R vrijednost utvrđena u pljeskavici sa potpunom zamjenom junećeg masnog tkiva orahovim uljem (JP 4). Indeks

smeđe boje (BI) u ispitivanim junećim pljeskavicama varirao je od 60,48 do 123,40. Promatrano po skupinama, pljeskavice koje su sadržavale orahovo ulje imale su veće BI vrijednosti, odnosno bile su tamnije sa izraženijom smeđom nijansom u odnosu na pljeskavice koje su sadržavale orahovu pogaču. Od svih ispitivanih uzoraka, pljeskavica s 30 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 6) imao je najveće vrijednosti BI, a najniže pljeskavica s 15 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 5). Ukupna promjena (ΔE) boje ispitivanih junećih pljeskavica kretala se od 4,29 do 15,19. Najizraženija ukupna promjena boje utvrđena je kod pljeskavice s 30 % zamijenjenog junećeg masnog tkiva orahovom pogačom (JP 6), dok su pljeskavice u kojima je juneće masno tkivo zamijenjeno s 15 % i 30 % orahovim uljem (JP 1, JP 2), te 15 %, 45 % i 100 % orahovom pogačom (JP 5, JP 7 i JP 8) imali manje izraženu ukupnu promjenu boje i nisu se statistički značajno razlikovali u vrijednostima ΔE . Prosječno su pljeskavice s dodatkom orahove pogače imale izraženiju ukupnu promjenu boje

Tablica 5. Rezultati određivanja sekundarnih parametara boje (n=5)

Table 5. Results of the determination of secondary color parameters (n=5)

Uzorak Sample	Nijansa boje Hue angle (h)	Zasićenost boje Chroma (C*)	Odnos crvene i žute boje Redness yellowness ratio (R)	Indeks smeđe boje Browning index (BI)	Ukupna promjena boje Total color change (ΔE)
JP KON-BP CON	64,32 ^{c,d} ±1,42	21,63 ^a ±0,64	0,48 ^a ±0,03	85,22 ^{a,b} ±4,50	-
JP 1-BP 1	59,63 ^b ±0,11	19,91 ^a ±0,55	0,59 ^{a,b} ±0,00	90,80 ^{a,b} ±13,90	5,58 ^a ±0,21
JP 2-BP 2	59,93 ^{b,c} ±1,13	18,57 ^a ±0,41	0,58 ^{a,b} ±0,03	78,23 ^{a,b} ±4,17	4,92 ^a ±0,09
JP 3-BP 3	61,17 ^{b,c,d} ±1,03	20,48 ^a ±0,11	0,55 ^{a,b} ±0,02	121,91 ^{a,b} ±15,45	10,97 ^{a,b} ±2,53
JP 4-BP 4	58,52 ^{a,b} ±0,16	16,86 ^a ±0,12	0,61 ^{b,c} ±0,00	89,96 ^{a,b} ±7,41	11,43 ^{a,b} ±1,41
JP 5-BP 5	56,93 ^{a,b} ±2,44	17,40 ^a ±0,79	0,65 ^{b,c} ±0,06	60,48 ^a ±6,91	6,48 ^a ±1,14
JP 6-BP 6	54,66 ^a ±1,16	18,43 ^a ±2,63	0,71 ^c ±0,03	123,40 ^b ±38,30	15,19 ^b ±1,91
JP 7-BP 7	60,17 ^{b,c,d} ±0,75	17,88 ^a ±1,30	0,57 ^{a,b} ±0,02	75,54 ^{a,b} ±2,06	5,66 ^a ±3,18
JP 8-BP 8	64,65 ^d ±0,57	17,92 ^a ±1,98	0,47 ^a ±0,01	79,60 ^{a,b} ±13,86	6,25 ^a ±0,48

*a-d Različita mala slova u kolonama pokazuju statistički značajne razlike u vrijednostima ispitivanih parametara junećih pljeskavica u zavisnosti od količine zamjene animalne masti sa orahovim uljem i pogačom. JP KON – 100 % juneće masno tkivo; JP 1 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 2 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 3 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovim uljem; JP 4 – 100 % orahovo ulje; JP 5 - zamjena 15 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 6 - zamjena 30 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 7 - zamjena 45 % junećeg masnog tkiva orahovom pogačom; JP 8 – 100 % orahova pogača.

*a-d Different letters in supercript within columns indicate statistically significant differences in the values of the tested parameters of beef patties depending on the amount of replacement of animal fat with walnut oil and cake. BP CON – 100 % beef fat; BP 1- replacement of 15 % beef fat with walnut oil; BP 2 - replacement of 30 % beef fat with walnut oil; BP 3 - replacement of 45 % beef fat with walnut oil; BP 4 – 100 % walnut oil; BP 5 - replacement of 15 % beef fat with walnut cake; BP 6 - replacement of 30 % beef fat with walnut cake; BP 7- replacement of 45 % beef fat with walnut cake; BP 8 – 100 % walnut cake.

u odnosu na pljeskavice s dodatkom orahovog ulja. Prema TDC (Total Colour Difference) koja predstavlja ukupnu promjenu boje preformuliranih pljeskavica u odnosu na kontrolni uzorak sve ispitivane pljeskavice se značajno razlikuju od boje kontrolnog uzorka (>3), a naročito pljeskavice u kojima je juneće masno tkivo zamijenjeno s 30 % orahove pogače (JP 6), te 45 % i 100 % orahovog ulja (JP 3 i JP 4) (Sikorska i sur., 2007.). Botella-Martínez i sur. (2021.) ustanovili su niže vrijednosti ΔE preformuliranih govedih pljeskavica u kojima je životinjska mast zamijenjena emulzijom orahovog ulja i brašna ljuski kakao zrna, koje su varirale od 5,50 do 5,94, s tim da se statistički pljeskavice po ukupnoj promjeni boje nisu značajno razlikovale. Također, Botella-Martínez i sur. (2022.) su utvrdili manju ukupnu promjenu boje govedih pljeskavica u kojima je svinjska mast djelomično (25 % i 50 %) zamijenjena emulzijom na bazi brašna amaranta pomiješanog sa chia uljem ili uljem konoplje, koja se kretala od 2,44 do 2,98, s tim da se preformulirane pljeskavice u ΔE nisu statistički značajno razlikovale. Veće vrijednosti ukupne promjene boje govedih pljeskavica bilježe Moghtadai i sur. (2021.) koje su se kretale od 9,30 do 17,94, pri čemu je najveću promjenu boje imala pljeskavica u kojoj je 25 % životinjske masti zamijenjeno etilceluloznim oleogelom, a najmanju pljeskavica s 50 % zamijenjenom životinjskom masti.

Zaključak

Zamjena junećeg masnog tkiva orahovim uljem i pogačom pokazala se opravdanom, s obzirom da je senzorna analiza pokazala da su pljeskavice u kojima je juneće masno tkivo zamijenjeno orahovim uljem (100 %) i pogačom (u količini od 30 %) imale bolje senzorne ocjene od kontrolne pljeskavice. Također, zamjena junećeg masnog tkiva orahovim uljem i pogačom utjecala je na tvrdoću pljeskavica, budući da je pljeskavica s 15 % orahove pogače imala najizraženiju mekoću u unutrašnjosti, dok su generalno pljeskavice s dodatkom orahovog ulja imale mekšu površinu (koru) u odnosu na kontrolnu pljeskavicu, ali i pljeskavice s dodatkom pogače. Kada je riječ o parametrima boje, utvrđeno su značajna odstupanja kontrolne pljeskavice u svjetloći i žutoj boji (L^* i b^*) u odnosu na preformulirane pljeskavice, dok se u crvenoj boji juneće pljeskavice uključujući i kontrolnu nisu značajno razlikovale. S obzirom na povoljan nutritivni sastav i antioksidativna svojstva orahovog ulja i pogače, ovim istraživanjem je utvrđeno da se mogu koristiti kao funkcionalni sastojci, koji će obogatiti, poboljšati senzornu kvalitetu i tehnološka svojstva pljeskavica.

References

- [1] Alasalvar, H., G. Kocer Alasalvar, Z. Yildirim (2022): Effect of partial fat replacement by hazelnut oil microcapsules in beef burger formulations on physicochemical properties, fatty acid composition, and sensory attributes. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(5) (2022), e16644 doi: 10.1111/jfpp.16644
- [2] Ali, R. F., A. M. El-Anany, A. M. Gaafar (2011): Effect of potato flakes as fat replacer on the quality attributes of low-fat beef patties. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(3) (2011), 173-180.
- [3] Barros, J. C., P. E. S. Munekata, F. A. L. de Carvalho, M. Pateiro, F. J. Barba, R. Domínguez, M.A. Trindade, J. M. Lorenzo (2020): Use of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) oil emulsion as animal fat replacement in beef burgers. *Foods*, 9(1) (2020), 44 doi: 10.3390/foods9010044
- [4] Bastos, S. C., M. E. S. G. Pimenta, C. J. Pimenta, T. A. Reis, C. A. Nunes, A.C. M. Pinheiro, L. F. F. Fabrício, R. S. Leal (2014): Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. *J Food Sci Technol*, 51(9) (2014), 2046-2053 doi: 10.1007/s13197-013-1233-2
- [5] Bošnjak, A. (2015): Optimizacija procesa dobivanja orahovog ulja. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Prehrambeno-tehnološki fakultet.
- [6] Botella-Martínez, C., A. Gea-Quesada, E. Sayas-Barberá, J. Á. Pérez-Álvarez, J. Fernández-López, M. Viuda-Martos (2022): Improving the lipid profile of beef burgers added with chia oil (*Salvia hispanica* L.) or hemp oil (*Cannabis sativa* L.) gelled emulsions as partial animal fat replacers. *Lwt*, 161, 113416 doi: 10.1016/j.lwt.2022.113416

- [7] Botella-Martinez, C., R. Lucas-González, J. M. Lorenzo, E. M. Santos, M. Rosmini, N. Sepúlveda, A. Teixeira, E. Sayas-Barberá, J. A. Pérez-Alvarez, J. Fernandez-Lopez, M. Viuda-Martos (2021): Cocoa coproducts-based and walnut oil gelled emulsion as animal fat replacer and healthy bioactive source in beef burgers. *Foods*, 10(11) (2021), 2706 doi: 10.3390/foods10112706
- [8] Burbano, J. J., M. J. Correa (2021): Composition and physicochemical characterization of walnut flour, a by-product of oil extraction. *Plant Foods Hum Nutr*, 76(2) (2021), 233-239 doi: 10.1007/s11130-021-00898-4
- [9] Cao, S., F. Xiang, S. Li, X. Ma, H. Hu, Q. Guo, B. Jiao, D. Agyei, Q. Wang, A. Shi (2024): Characteristics of walnut oil and the residual cake prepared using various pretreatment and extraction methods. *LWT*, 206, 116596 doi: 10.1016/j.lwt.2024.116596
- [10] Cittadini, A., P. E. Munekeata, M. Pateiro, M. V. Sarriés, R. Domínguez, J. M. Lorenzo (2021): Physicochemical composition and nutritional properties of foal burgers enhanced with healthy oil emulsion hydrogels. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(12) (2021), 6182-6191 doi: 10.1111/ijfs.15087
- [11] Clarke, L. (2023): Health benefits of incorporating unsaturated fats in diet. *Afr. J. Food Sci. Technol*, 14(7) (2023), 01-02 doi: 10.14303//ajfst.2023.035
- [12] Ergüneş, G., S. Tarhan (2006): Color retention of red peppers by chemical pretreatments during greenhouse and open sun drying. *Journal of Food Engineering*, 76(3) (2006), 446-452. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2005.05.046
- [13] Ganjgo, I. (2017): Uticaj različitih koncentracija NaCl-a na kvalitet pilećih pljeskavica. Master rad. Univerzitet u Sarajevu. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- [14] Hammer, Ø., D. A. T. Harper, P. D. Ryan (2001): PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1) (2001), 1-9.
- [15] Kirkyol, M., A. Akköse (2023): Effects of animal fat replacement with almond flour on quality parameters of beef patties. *Food Science & Nutrition*, 11(11) (2023), 7091-7099 doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.3633>
- [16] Moghtadaei, M., N. Soltanizadeh, S. A. H. Goli, S. Sharifimehr (2021): Physicochemical properties of beef burger after partial incorporation of ethylcellulose oleogel instead of animal fat. *Journal of Food Science and Technology*, 58(12) (2021), 4775-4784 doi: 10.1007/s13197-021-04970-4
- [17] Nisa, A.U., N. Zahra, S. Hina, S. Masood, A. Javed, S. ManzarInam (2017): Development of Meat-based Functional Foods: A review. *J App Biol Biotech*, 5(03) (2017), 086-092 doi: 10.7324/JABB.2017.50314
- [18] Omanović, H., S. Čorbo, M. Begić, M. Brka, E. Mujić (2024): Proizvodnja i kvalitet mesa i prerađevina. Federalno Ministarstvo poljoprivrede, vodoprivrede i šumarstva Ured za koordinaciju projekata - PCU. Sarajevo, BiH, 2024.
- [19] Pečina, M., A. Ivanković (2021): Candidate genes and fatty acids in beef meat, a review. *Italian Journal of Animal Science*, 20(1) (2021), 1716-1729 doi: 10.1080/1828051X.2021.1991240.
- [20] Polak, T., M. Lušnic-Polak, G. Sok, L. Demšar (2018): The effect of technological procedure of making burgers on their physico-chemical parameters and sensory properties. *Meso: Prvi hrvatski časopis o mesu*, 20(2) (2018), 122-128 doi: 10.31727/m.20.2.5
- [21] Popovici, C., P. Alexe, E. Dmitrieva, O. Deseatnicova (2014): The influence of natural and synthetic antioxidants on the oxidation stability of heat treated walnut oil (*Juglans Regia* L.). *Proceedings of the Modern Technologies in the Food Industry*, Chisinau, Republic of Moldova. pp. 261-267.
- [22] Rodríguez-Carpena, J. G., D. A. V. I. D. Morcuende, M. A. R. I. O. Estévez (2012): Avocado, sunflower and olive oils as replacers of pork back-fat in burger patties: Effect on lipid composition, oxidative stability and quality traits. *Meat science*, 90(1) (2012), 106-115 doi: 10.1016/j.meatsci.2011.06.007
- [23] Sánchez-Zapata, E., C. M. Muñoz, E. Fuentes, J. Fernández-López, E. Sendra, E. Sayas, C. Navarro, J.A. Pérez-Alvarez (2010): Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. *Meat science*, 85(1) (2010), 70-76 doi: 10.1016/j.meatsci.2009.12.006
- [24] Sikorska, E., F. Caponio, M. T. Bilancia, C. Summo, A. Pasqualone, I. V. Khmelinskii, M. Sikorski (2007): Changes in colour of extra-virgin olive oil during storage. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 57 (4C) (2007), 495-498.
- [25] Silva, L. B. F., C. N. Miranda, M. dos Santos, P. A. P. Pereira, L. R. da Cunha, S. M. Vieira, K. M. B. Gandra (2020): Orange albedo flour as a fat replacer in beef burgers: adding value to citrus industry by-products. *Research, Society and Development*, 9(10) (2020), e1599108298. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8298
- [26] Smajić, A. (2014): Prerada mesa. Univerzitet u Sarajevu. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- [27] Song, H., Z. Cong, C. Wang, M. He, C. Liu, P. Gao (2022): Research progress on Walnut oil: Bioactive compounds, health benefits, extraction methods, and medicinal uses. *J Food Biochem*, 46(12) (2022), e14504 doi: 10.1111/jfbc.14504
- [28] Stajić, S., N. Stanišić, N. Miletić, M. Petković, V. Heinz, I. Tomasević, V. Kurćubić (2024): Instrumental colour, texture and sensory properties of pljeskavica (traditional serbian meat product) affected by addition of freshly extracted *Allium ursinum* L. *J Microbiol Biotech Food Sci*, 14(3) (2024), e11040-e11040 doi: <https://doi.org/10.55251/jmbfs.11040>
- [29] Summo, C., D. De Angelis, G. Difonzo, F. Caponio, A. Pasqualone (2020): Effectiveness of oat-hull-based ingredient as fat replacer to produce low fat burger with high beta-glucans content. *Foods*, 9(8) (2020), 1057 doi: <https://doi.org/10.3390/foods9081057>
- [30] Škaljac, S. (2014): Uticaj različitih tehnoloških parametara na formiranje boje tradicionalne fermentisane kobasice (Petrovačka kobasica) tokom standardizacije bezbednosti i kvaliteta. Doktorska disertacija. Tehnološki fakultet Univerziteta u Novom Sadu. Srbija.
- [31] Vargas-Ramella, M., P. E. Munekeata, M. Pateiro, D. Franco, P. C. Campagnol, I. Tomasevic, R. Domínguez, J. M. Lorenzo, (2020): Physicochemical composition and nutritional properties of deer burger enhanced with healthier oils. *Foods*, 9(5) (2020), 571 doi: <https://doi.org/10.3390/foods9050571>

Impact of beef fat replacement with walnut oil and cake on quality parameters of beef patties

Abstract

In this study, nine experimental groups of beef patties were produced in which beef fat was replaced in different proportions: 15 %, 30 %, 45 % and 100 % (BP 1, BP 2, BP 3 and BP 4) with walnut oil, as well as 15 %, 30 %, 45 % and 100 % (BP 5, JP 6, BP 7 and BP 8) with walnut cake, which a control group was also included with 100 % beef fat (BP CON). The analyzed beef patties after heat treatment were subjected to analysis of sensory characteristics, color parameters and determination of texture. The complete replacement of beef fat with walnut oil and the 30 % replacement of fat with walnut cake (BP 4 and BP 6) had a positive effect on all the sensory parameters of the patties, since these two samples had the highest sensory ratings, more than the control. The most pronounced softness in the interior was found in the patty with 15 % of the beef fat replaced with walnut cake (BP 5), and on the surface, in general, in the samples with added oil, namely BP 1, BP 3 and BP 4 (15 %, 45 % and 100 % replacement of beef fat with walnut oil). The patty with 15 % of the beef fat replaced with walnut cake (BP 5) had the highest L^* value (lightness), and the control patty had the most pronounced yellow hue (b^*). The patty with the complete replacement of beef fat with a cake (BP 8) had a more pronounced orange-yellowish hue (h), while the patty with 30 % of the beef fat replaced with a cake (BP 6) had the least pronounced orange-yellowish hue, but also the largest overall color change (ΔE), as well as the highest browning index (BI) and the ratio of red to yellow color (R). On average, the smallest overall color change was found in the patty with 30 % beef fat replaced by walnut oil (BP 2). The conducted research confirms that this kind of product can be used as a functional food, substituting this or any other animal fat, which is highly significant, primarily from the aspect of healthy food usage that will have a positive effect on human health.

Keywords: beef patties, animal fat replacement, walnut oil, walnut cake, sensory quality

Einfluss des Ersatzes von Rinderfettgewebe durch Walnussöl und Walnuss-Presskuchen auf Qualitätsparameter von Rindfleisch-Pattys

Zusammenfassung

In dieser Untersuchung wurden neun experimentelle Gruppen von Rindfleisch-Pattys hergestellt, bei denen das Rinderfettgewebe in unterschiedlichen Anteilen ersetzt wurde: zu 15 %, 30 %, 45 % und 100 % (JP 1, JP 2, JP 3 und JP 4) durch Walnussöl bzw. zu 15 %, 30 %, 45 % und 100 % (JP 5, JP 6, JP 7 und JP 8) durch Walnuss-Presskuchen. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe mit Rinderfettgewebe zu 100 % (JP KON) einbezogen. Die Rindfleisch-Pattys wurden nach der thermischen Behandlung hinsichtlich sensorischer Eigenschaften, Farbparameter und Texturbestimmung untersucht. Der vollständige Ersatz des Rinderfettgewebes durch Walnussöl sowie der Ersatz des Fettgewebes zu 30 % durch Walnuss-Presskuchen (JP 4 und JP 6) wirkten sich positiv auf alle sensorischen Parameter der Pattys aus; diese beiden Proben erzielten die höchsten sensorischen Bewertungen – sogar höhere als die Kontrollprobe. Die ausgeprägteste Weichheit in der Mitte zeigte das Patty mit 15 % durch Walnuss-Presskuchen ersetzttem Rinderfettgewebe (JP 5), während an der Oberfläche im Allgemeinen die mit Öl angereicherten Proben, nämlich JP 1, JP 3 und JP 4 (15 %, 45 % bzw. 100 % Ersatz durch Walnussöl), am zartesten waren. Das Patty mit 15 % durch Walnuss-Presskuchen ersetzttem Rinderfettgewebe (JP 5) wies den höchsten L^* -Wert (Helligkeit) auf, während die Kontrollprobe (JP KON) den stärksten Gelbton (b^*) zeigte. Das Patty mit vollständigem Ersatz des Rinderfettgewebes durch Walnuss-Presskuchen (JP 8) zeigte den deutlichsten orange-gelblichen Farbton (h), wohingegen das Patty mit 30 % Ersatz durch Walnuss-Presskuc-

hen den am wenigsten ausgeprägten orange-gelblichen Farbton, jedoch die größte Gesamtfarbänderung (ΔE) sowie den höchsten Brown-Index (BI) und das höchste Verhältnis von Rot zu Gelb (R) aufwies. Die im Durchschnitt geringste Gesamtfarbänderung wurde beim Patty mit 30 % Ersatz des Rinderfettgewebes durch Walnussöl (JP 2) festgestellt. Die durchgeführte Untersuchung bestätigt, dass diese Art von Produkt als funktionelles Lebensmittel anstelle dieses oder eines beliebigen anderen tierischen Fettes verwendet werden kann, was überaus wichtig ist vor Allem im Hinblick auf eine gesundheitsfördernde Ernährung, die positive Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit haben wird.

Schlüsselwörter: Rindfleisch-Pattys, Ersatz von Rinderfettgewebe, Walnussöl, Walnuss-Preiskuchena, sensorische Qualität

Influencia de la sustitución del tejido graso bovino por aceite y torta de nuez en los parámetros de calidad de hamburguesas de carne de res

Resumen

En esta investigación se produjeron nueve grupos experimentales de hamburguesas de carne de res, en los cuales el tejido graso bovino fue reemplazado en diferentes proporciones: 15 %, 30 %, 45 % y 100 % (JP 1, JP 2, JP 3 y JP 4) con aceite de nuez, y en proporciones del 15 %, 30 %, 45 % y 100 % (JP 5, JP 6, JP 7 y JP 8) con torta de nuez, incluyendo un grupo de control con 100 % de tejido graso bovino (JP KON). Las hamburguesas fueron sometidas a un tratamiento térmico y posteriormente analizadas en cuanto a sus propiedades sensoriales, parámetros de color y determinación de textura. La sustitución total del tejido graso bovino por aceite de nuez, así como la sustitución del 30 % del mismo por torta de nuez (JP 4 y JP 6), tuvo un efecto positivo en todos los parámetros sensoriales de las hamburguesas, ya que estas dos muestras obtuvieron las puntuaciones sensoriales más altas, incluso mayores que la muestra de control. La mayor ternura interior se observó en la hamburguesa con un 15 % de sustitución del tejido graso por torta de nuez (JP 5), mientras que en la superficie, en general, las muestras con adición de aceite (JP 1, JP 3 y JP 4; 15 %, 45 % y 100 % de sustitución) mostraron mayor ternura. La hamburguesa con un 15 % de sustitución de grasa por torta de nuez (JP 5) presentó el valor más alto de L^* (luminosidad), mientras que la muestra de control (JP KON) mostró la tonalidad amarilla más pronunciada (b^*). La hamburguesa con sustitución total del tejido graso por torta de nuez (JP 8) presentó la tonalidad más pronunciada de color naranja-amarillento (h), mientras que la hamburguesa con un 30 % de sustitución (JP 6) tuvo la tonalidad naranja-amarilla menos expresada, pero la mayor variación total de color (ΔE), así como el mayor índice de color marrón (BI) y la mayor relación entre los colores rojo y amarillo (R). La menor variación total de color se registró en la hamburguesa con un 30 % de sustitución por aceite de nuez (JP 2). La investigación realizada confirma que este tipo de producto puede utilizarse como alimento funcional en sustitución de esta u otra grasa animal, lo cual es muy significativo, principalmente desde el punto de vista de la aplicación de alimentos saludables que tendrán un impacto positivo en la salud humana.

Palabras claves: hamburguesas de carne de res, sustitución de grasa animal, aceite de nuez, torta de nuez, calidad sensorial

Impatto della sostituzione del tessuto adiposo bovino con olio e pannello di noci sui parametri di qualità delle *pljeskavice* bovine

Riassunto

In questa ricerca, sono stati prodotti nove gruppi sperimentali di *pljeskavice* bovine¹ in cui il tessuto adiposo bovino è stato sostituito in diverse proporzioni: 15%, 30%, 45% e 100% (rispettivamente JP 1, JP 2, JP 3 e JP 4) con olio di noce, e nelle proporzioni del 15%, 30%, 45% e 100% (rispettivamente JP 5, JP 6, JP 7 e JP 8) con pannello di noce, compreso anche un gruppo di controllo con 100% tessuto adiposo bovino (JP KON). Le *pljeskavice* bovine, sottoposte a trattamento termico, sono state analizzate per le proprietà sensoriali, i parametri di colore e la determinazione della texture. La sostituzione completa del tessuto adiposo bovino con olio di noce e la sostituzione per il 30% con pannello di noce (JP 4 e JP 6) hanno influito positivamente su tutti i parametri sensoriali delle *pljeskavice*, giacché questi due campioni hanno ottenuto i punteggi sensoriali più alti, persino superiori a quelli del campione di controllo. La morbidezza più pronunciata è stata riscontrata al cuore della *pljeskavica* il cui tessuto adiposo bovino è stato sostituito per il 15% con pannello di noce (JP 5), mentre nei campioni con aggiunta di olio, ossia JP 1, JP 3 e JP 4 (nei quali il tessuto adiposo bovino è stato sostituito con olio di noce per il 15%, 45% e 100%), la morbidezza maggiore è stata riscontrata in generale sulla superficie. La *pljeskavica* il cui tessuto adiposo bovino è stato sostituito con pannello di noce per il 15% (JP 5) ha presentato il valore più alto di L* (luminosità), mentre la tonalità gialla (b*) più marcata è stata rilevata nella *pljeskavica* di controllo (JP KON). La *pljeskavica* in cui il tessuto adiposo bovino è stato completamente sostituito con pannello di noce (JP 8) ha mostrato la tonalità più accentuata arancio-giallastra (h), mentre quella il cui tessuto adiposo bovino è stato sostituito per il 30% con pannello di noce, ha fatto registrare la tonalità arancio-giallastra meno evidente ma anche la maggiore variazione complessiva di colore (ΔE), così come il più alto indice di imbrunimento (BI) e il rapporto tra colore rosso e giallo (R). La minore variazione complessiva media di colore è stata riscontrata nella *pljeskavica* in cui il tessuto adiposo bovino è stato sostituito per il 30% con olio di noce (JP 2). La ricerca condotta conferma che questo tipo di prodotto può essere utilizzato come alimento funzionale in sostituzione di questo o di qualsiasi altro grasso animale, il che acquista particolare rilievo soprattutto dal punto di vista dell'applicazione di alimenti salutari che avranno un impatto positivo sulla salute umana.

Parole chiave: *pljeskavice* bovine, sostituzione del grasso animale, olio di noce, pannello di noce, qualità sensoriale

¹Sorta di polpetta a forma d'hamburger diffusa nei Balcani (NdT).

