

Prijelom: 10.03.2015			PRILOGA:
NOB. STR.	PROJ.	IMP. BROJ	
15/1	365/15		

UNIVERZITET U BANJOJ LUCI FAKULTET:TEHNOLOŠKI FAKULTET

IZVJEŠTAJ

o ocjeni urađene doktorske teze

PODACI O KOMISIJI

Odlukom Nastavno-naučnog vijeća Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci broj 15/3.261-5.1, od 13.02.2014. godine imenovani smo u Komisiju za ocjenu i odbranu urađene doktorske disertacije kandidata **mr Gorana Vučića**, pod nazivom „**Uticao tehnoloških postupaka na boju i kvalitet salamurenih proizvoda od mesa**“.

Komisija u sastavu:

1. Dr Jelena Penavin-Škundić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, uža naučna oblast Fizička hemija, predsjednik,
2. Dr Radoslav Grujić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Istočnom Sarajevu, uža naučna oblast Prehrambene tehnologije, član,
3. Dr Meho Bašić, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Tuzli, uža naučna oblast Prehrambene tehnologije, član,

pregledala je dostavljenu doktorsku disertaciju i o svojim zapažanjima i ocjeni ovog rada, Naučno-nastavnom vijeću Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci podnosi sljedeći

IZVJEŠTAJ

1. UVODNI DIO OCJENE DOKTORSKE TEZE

Doktorska disertacija kandidata mr Gorana Vučića, pod nazivom „Uticao tehnoloških postupaka na boju i kvalitet salamurenih proizvoda od mesa“ napisana je latiničnim pismom (Times New Roman; font 12; prored 1,5) pregledno, jasno i jezički korektno, na ukupno 226 strana i sadrži 43 slika, 49 dijagrama i 74 tabela. U disertaciji su korištena 420 literaturna navoda. Disertacija sadrži sedam poglavlja: Uvod, Pregled literature, Hipoteza, cilj i zadaci ispitivanja, Materijal i metode rada, Rezultati ispitivanja i diskusija, Zaključak i Literatura. Osim navedenih poglavlja, disertacija sadrži sažetak na srpskom i engleskom jeziku i prilog.

2. UVOD I PREGLED LITERATURE

U teorijskom dijelu rada, kandidat je u dva poglavlja predstavio **Uvod** (poglavljje 1) i **Pregled literature** (poglavljje 2). U posebnom poglavlju je dao **Hipotezu i opisao ciljeve i zadatke ispitivanja** (poglavljje 3).

U prvom poglavlju – **Uvod** - kandidat je teorijski obrazložio osnovu doktorske disertacije, navodeći da je meso kako u istoriji tako i danas jedna od najvažnijih namirnica u ishrani ljudi. Potrošnja mesa u svijetu raste i trenutno je prosječna godišnja potrošnja mesa 40 kg po glavi stanovnika. Svinjsko meso je vrsta mesa koja se u svijetu najviše proizvodi i najviše troši. Boja je jedan od najvažnijih pokazatelja ukupnog senzornog kvaliteta proizvoda od mesa. Boja mesa je svojstvo proizvoda koje se prvo zapaža od strane potrošača, odnosno ona je svojstvo koje se prvo analizira i na osnovu čije procjene kupci donose odluku o kupovini. Boja mesa je rezultat fizičko-hemijskih procesa koji se odvijaju u sirovom mesu i u proizvodima od mesa. Greške nastale u tehnološkom procesu proizvodnje prvo se mogu uočiti kao nedostatak optimalne i karakteristične boje.

U posljednjih 20 godina u naučnim krugovima se izuzetna pažnja pridaje istraživanjima vezanim za boju prehrambenih proizvoda, posebno mesa i proizvoda od mesa. Za određivanje boje mesa danas se koriste različite hemijske, instrumentalne i senzorne metode. Hemijske metode su komplikovane i skupe, i uglavnom se provode u laboratorijama i u svrhu naučnih istraživanja. Instrumentalne metode su jednostavnije za primjenu, međutim aparati koji se trenutno koriste nisu dostupni svim proizvođačima, a potrošačima skoro nikako. Senzorne metode imaju presudnu ulogu kod potrošača. Bez obzira na njihovu subjektivnost i slabu ponovljivost, senzorne metode se sve više koriste u praksi. U posljednje vrijeme u prehrambenoj industriji paralelno se koriste instrumentalne i senzorne metode, zbog čega se između njih traži korelacija.

Promjena boje u toku tehnoloških procesa prerade mesa je veoma bitna, jer ukazu na uticaj pojedinih faza procesa na boju i ukupni kvalitet gotovog proizvoda. Iako postoji više metoda za mjerenje boje, traže se i nove metode, koje trebaju biti brze, jeftine i dostupne svim proizvođačima, moraju biti jednostavne za korištenje i biti dovoljno tačne i precizne. S obzirom na navedena saznanja, kandidat je odlučio da u svojoj doktorskoj disertaciji razvije nekoliko novih metoda za mjerenje boje mesa, da ispita tačnost i preciznost novih metoda njihovim poređenjem sa spektrofotometrijskom metodom, jednom od najčešće korištenih metoda za određivanje boje i njenim poređenjem sa senzornim metodama koje su dostupne i stručnjacima u industriji i kupcima sirovog mesa i proizvoda od mesa.

U drugom poglavlju – **Pregled literature** – u doktorskoj disertaciji kandidat je citirao brojne navode iz literature. Svi citati su vezani za savremena istraživanja u oblasti doktorske disertacije.

Najveći dio prikazanih podataka je iz strane literature novijeg datuma, odnosno objavljen je u posljednjih 10 godina. Literaturni navodi su grupisani u 37 podpoglavlja:

Tehnologija prerade hrane, pojam tehnološkog procesa i tehnološkog postupka (2.1) – ovdje je dato više definicija pojmova koji će se koristiti tokom pisanja doktorske disertacije. Pod pojmom prehrambena tehnologija smatra se primjena nauke i inženjerstva u proizvodnji, preradi, pakovanju, distribuciji, pripremi i upotrebi hrane, odnosno prehrambena tehnologija je disciplina koja obuhvata prehrambeno inženjerstvo i nauku o ishrani. Sa druge strane prehrambeno inženjerstvo se bavi izučavanjem operacija i procesa u prehrambenoj industriji pomoću kojih se sirovine pretvaraju u gotove proizvode, procesa konzervisanja koji imaju za cilj produženje održivosti hrane i promjenu funkcionalnih i fizičko-hemijskih osobina hrane tokom prerade itd.

Pojam i kvalitet mesa (2.2) – Kvalitet mesa je određen na osnovu hemijskog sastava, nutritivne vrijednosti, tehnoloških i senzornih parametara. Ovi parametri zavise od velikog broja unutrašnjih i vanjskih faktora. Od unutrašnjih faktora na kvalitet mesa utiču genotip i pol životinja, a od spoljnih faktora važni su način uzgoja, ishrane i postupanja sa životinjama. Nakon klanja, na kvalitet mesa značajno utiče način vođenja postupaka hlađenja i prerade mesa (sušenje, salamurenje, dimljenje itd).

Sastav mesa (2.3) – Hemijski sastav mesa zavisi od vrste životinje, rase, pola, starosti, načina gajenja i ishrane, uhranjenosti i regije trupa sa koje potiče meso. Promjene u hemijskom sastavu mesa su vezane za promjenu sadržaja masti i vode, dok je sadržaj azotnih i mineralnih materija relativno stabilan. **Postmortalni biohemijski procesi – konverzija mišića u meso (2.4)** – Nakon iskrvarenja prekida se snabdjevanje mišića kiseonikom, usljed čega se rezerve kiseonika brzo troše. Time se zaustavljaju aerobni, a započinju anaerobni procesi. Ova promjena toka biohemijskih procesa, mišiće prevodi u meso, odnosno hranu. Intenzitet i priroda tih procesa uslovljavaju promjene tehnoloških i jestivih osobina mesa, odnosno ukupnog kvaliteta mesa. Proces razgradnje ATP-a i glikoliza prelaze u rigor mortis, a nakon rigora mortisa meso ulazi u fazu zrenja. Direktna posljedica tih procesa je promjena pH vrijednosti, sposobnosti vezanja vode, mekoće i boje mesa.

Boja mesa (2.5) – Boja mesa potiče od pigmenta mioglobina, koji je smješten u sarkoplazmi mišićnih vlakana. Osim njega u mišićima se nalaze i drugi pigmenti, ali u veoma malim količinama i hemoglobin, koji je ostao u mišićima poslije iskrvarenja. Na promjenu boje mesa utiče niz postmortalnih faktora, koji nastaju kao posljedica jednog od sljedećih procesa: promjene hemijskog stanja mioglobina ili toka postmortalnih procesa u mišiću. U poglavlju **Pigmenti u mesu (2.6)** dat je pregled i opis pigmenata koji se nalaze u mesu, te opis promjena do kojih može doći post mortem, a u poglavlju **Drugi faktori koji utiču na boju mesa (2.7)** navodi se mnogo drugih faktora koji mogu uticati na postmortalne procese i time boju mesa.

Boja svježeg mesa (2.8) je određena koncentracijom i hemijskom prirodom mioglobina i strukturom mišića. Istovremeno, ona zavisi od promjene temperature i pH vrijednosti mišića, pola i uzrasta životinje, godišnjeg doba, operacije predklanja i niza postmortalnih faktora. Boja mesa je povezana i sa postmortalnom promjenom strukture mišića. Rano post mortem (visok pH) tanki i debeli miofilamenti su maksimalno razdvojeni, odnosno samo se djelimično preklapaju,

pa svjetlost slobodno može prodirati između njih. Kad miofilamenti počnu da se povezuju, mišić prelazi u *rigor mortis*. Vrijednost pH mesa opada, a mišić postaje kompaktniji. Miofilamenti su većim dijelom preklapljeni i međusobno povezani, pa svjetlost ne može prodirati tako duboko kao u mišić prije *rigora mortis*. Sa površine mišića se reflektuje više svjetlosti, pa se on čini svjetlijim. **Boja proizvoda od mesa (2.9)** – razlikuje se boja proizvoda od mesa s obzirom da li je proizvod u stanju: svježeg mesa, kuvanog mesa, sirovog salamurenog mesa ili salamurenog kuvanog mesa. Svi poželjni pigmenti svježeg ili salamurenog mesa su ferokovalentni kompleksi mioglobina sa kiseonikom (oksimioglobin) ili azotmonoksidom (nitrozomioglobin). U poglavljima **Utica j strukture i refleksije svjetlosti na boju mesa (2.8)** i **Optičke osobine svinjskog mesa (2.9)** opisan je uticaj strukture na stepen propuštanja i način refleksije svjetlosti koja pada na površinu komada mesa. Kao posljedica fizioloških promjena u mesu nastaje niz **Nepoželjnih promjena boje mesa (2.10)**. S obzirom na nastale promjene i moguće ekonomske gubitke, veoma je važno da se razviju brze, jednostavne i jeftine metode određivanja boje mesa i mogućnosti da se te primjene uoče na vrijeme *post mortem*.

Utica j pH vrijednosti na boju sirovog mesa (2.11) - pH vrijednost mišićnog tkiva je povezana sa biohemijskim stanjem mišića u trenutku klanja i procesa razvoja mrtvačke ukočenosti. Ova dva faktora utiču na boju mesa i defekte boje koji se mogu pojaviti. Na boju kuvanog mesa mogu uticati: pH, vrsta mesa, uslovi pakovanja, način hlađenja mesa, sadržaj masti, dodati sastojci i način konzervisanja, kao što su zračenje i pritisak. Ovi faktori mijenjaju odnose različitih formi pigmenta mioglobina, koji je glavni faktor odgovoran za konačni izgled i boju mesa. Mjerenje vrijednosti pH je najdirektniji način da se dobiju informacije o svojstvima kvaliteta mesa. Vrijednost pH, kao faktor kvaliteta mesa, je vrlo važna. Ona direktno ili indirektno, utiče na druga svojstva mesa, kao što su: sposobnost vezivanja vode, boja, mekoća, ukus, održivost i dr.

Utica j teksture na boju sirovog mesa (2.12) - Izgled spoljne površine mesa utiče na teksturu mesa. Zbog toga tekstura mesa može da ima uticaj na vizuelnu percepciju boje mesa. Ako je površina mesa manje ili više neravna i hrapava, svjetlosni talasi će se prilikom refleksije manje ili više rasipati. To se svakako odražava na vizuelnu percepciju boje površine mesa.

Tehnološki kvalitet mesa svinja (2.14) - Tehnološka svojstva mesa, kao što su pH vrijednost, sposobnost vezivanja vode (SVV) i masno-kiselinski sastav imaju prioritetni značaj za industrijsku proizvodnju i preradu svinjskog mesa. Prema kriterijumima boje, konzistencije (tvrdoće) i otpuštanje mesnog soka, svinjsko meso se može razvrstati u pet kvalitetnih stanja: CČN/RFN (crvenoružičasto, čvrsto i nevodnjikavo); BMV/PSE (blijedo, mekano i vodnjikavo); TČS/DFD (tamnocrveno, čvrsto i nevodnjikavo); CMV/RSE (crvenoružičasto, mekano i vodnjikavo); BČN/PFN (blijedo, čvrsto i nevodnjikavo).

Senzorni kvalitet mesa svinja (2.15) - Senzorni faktori kvaliteta su odlučujući u potrošnji mesa iako to mnogi potrošači ne priznaju. Senzorni kvalitet mesa je definisan preko sljedećih faktora kvaliteta: boja, mramoriranost, čvrstina, miris, sočnost, mekoća i ukus. Ove faktore kvaliteta je teško izmjeriti objektivno. Senzorni kvalitet mesa se mijenja nakon termičke obrade i u velikoj mjeri zavisi od načina obrade i dostignute temperature. Veliki uticaj na senzorna svojstva mesa imaju: temperatura na površini mesa, temperatura u središnjem dijelu mesa i način prenosa

toplote (direktnim kontaktom, preko vazduha ili preko vodene pare). **Boja kao faktor senzornog kvaliteta svinjskog mesa (2.17)** - Boja je kombinacija vizuelno svaćene informacije sadržane u svjetlosti, koju reflektuje ili rasipa posmatrani predmet. Za senzorno ocjenjivanje boje svježeg svinjskog mesa koriste se analitički deskriptivni testovi (lineane skale) sa različitim brojem nivoa gradacije. Za potrošače je neprihvatljivo blijedo, mekano i vodnjikavo meso (BMV), te tamno, čvrsto i suvo meso (TČS).

Uticaj postupaka sušenja, dimljenja i salamurenja na boju mesa (2.18) – na više stranica kandidat je opisao uticaj svakog od navedenih postupaka tokom izrade gotovih proizvoda na kvalitet i promjenu boje proizvoda od mesa.

U poglavljima od 2.19 (**Svjetlost i boja**) do 2.23 (**Fizička, hemijska i biološka priroda svjetlosti i boje**) data je analiza velikog broja radova u kojima su obavljena istraživanja o uticaju svjetlosti na svojstva hrane i obrnuto. Čovjek opaža boju čulom vida. Različiti ljudi istu nijansu boje mogu opisati na drugačiji način. Ta ocjena se najčešće razlikuje od podatka dobijenih instrumentalnim mjerenjem boje. Instrumentalno mjerenje boje hrane se koristi u skladu sa standardima kvaliteta za boju te vrste proizvoda. Za određivanje boje u praksi se najčešće koriste dvije vrste mjernih instrumenata. To su kolorimetri i spektrofotometri. Njihov rad, tj. mjerenje boje se zasniva na mjerenju intenziteta reflektovane svjetlosti ili na mjerenju apsorbovane, odnosno propuštene svjetlosti. Ljudsko oko ne može značajno razlikovati sljedeće tri karakteristike boje: boju (crveno, žuto, zeleno, plavo itd), nijansu ili zasićenje i svjetloću/tamu. Kolorimetrija, kao metoda za mjerenje boje, tokom određivanja oponaša ljudsko oko, odnosno ima isti način percepcije boje. Evaluacija kolorimetrijskih mjerenja uzima u obzir fiziološke mehanizme percepcije boje u ljudskom oku. **Nauka o boji (kolorimetrija)** razvijena je zbog potrebe za objektivnijim vrednovanjem karakteristika boje, što se ne može postići isključivo čovjekovom percepcijom boje, odnosno potrebe da se boja kvantifikuje i izrazi brojkama. Boja predmeta ne zavisi samo od karakteristika samog predmeta, već zavisi i od svjetlosti kojom se predmet osvjetljava, kao i od samog posmatrača, odnosno, od stanja u kome se nalazi oko posmatrača. Zamor oka utiče na promjenu osjećaja boje. U ljudskom oku postoje čepići koji su specijalizovani za detekciju svetlosnih talasa, čija talasna dužina odgovaraja RGB bojama (**R=crvena; G=zeleno; B=plava**). Pored čepića u oku postoje i štapići koji reaguju na intenzitet svjetlosti. Ovo saznanje je uticalo da sve druge boje predstave kao kombinacija tri primarne boje svjetlosti. Na Maxwell-ovom trouglu boja najbolje se može prikazati odnos primarnih i ostalih boja; vrhovi trougla predstavljaju tri primarne boje (R=crvena; G=zeleno; B=plava), a na stranicama se nalaze ostale boje nastale kombinacijom tri primarne boje.

Mjerenje boje - poglavlja 2.24 do 2.36- Izgled nekog predmeta je manifestacija prirode objekta i materijala kroz vizualne osobine kao što su veličina, oblik, boja, tekstura, sjaj, transparentnost i slično. Postoje različite metode određivanja i mjerenja boje, ali se one sve mogu svrstati u dvije osnovne grupe: vizuelne i instrumentalne. Vizuelno ocjenjivanje boje hrane je subjektivno i može biti izvedeno od strane eksperata koji mogu kontrolisati više parametara boje istovremeno. Vizuelna komparacija boje predstavlja upoređivanje boje sa nekim poznatim fizičkim standardom, koji je prihvaćen kao referentan. Postoje brojni sistemi vizuelne komparacije i

opisivanja boje, ali se najčešće koriste „**kolor atlas**“ ili vizuelni instrumenti za definisanje boje (kolorimetri), koji rade na principu slaganja boje sa nekim referentnim standardom. Za instrumentalno mjerenje boje najčešće se koriste sljedeći uređaji: **tristimulusni kolorimetri i spektrofotometri**. Osnovna razlika između ova dva uređaja je u načinu kako se detektuje izmjerena reflektovana svjetlost. Tristimulusna kolorimetrija se zasniva na trikomponentnoj teoriji vizuelne percepcije boje, odnosno na činjenici da ljudsko oko ima receptore za tri osnovne boje (crvena, zelena i plava) i da sve ostale boje vidi kao kombinaciju ove tri osnovne boje. Princip rada kolorimetara se zasniva na sljedećem, nakon osvjetljavanja uzorka standardnim izvorom svjetlosti, reflektovana svjetlost dolazi u detektor u kome se nalaze filteri za tri osnovne boje (crvena, zelena i plava). Intenzitet svjetlosti se mjeri preko tristimulusnih vrednosti (X, Y i Z) uz pomoć mikroprocesora. Tristimulusne vrijednosti se mogu prevesti u parametre boje nekog od poznatih sistema boja (CIE Yxy; CIE L*a*b*; CIE L*C*h; Hunter-ov Lab sistem boja itd). Instrumentalno mjerenje boje eliminiše greške u maksimalno mogućoj mjeri i daje reproduktivne rezultate mjerenja.

Na osnovu teorije komplementarnih boja **Hunter Lab sistem** je predstavljen kao trodimenzionalni pravougaonik, gdje je „L“ (svjetloća) od 0 (crno tijelo) do 100 (bijelo tijelo), „a“ je crveno-zelena osa gdje pozitivne vrijednosti „a“ predstavljaju crvenu boju, a za negativne vrijednosti „a“ zelenu boju. Žuto-plava boja je predstavljena sa vrijednostima „b“ i za pozitivne vrijednosti „b“ predstavlja žutu boju, dok negativna vrijednost „b“ predstavlja plavu boju. L*, a*, b* vrijednosti, koje se koriste u sistemu, izračunavaju se iz tristimulus vrijednosti (X, Y i Z), a koje se računaju na bazi matematičkih modela. Lokacija boje u CIE kolor prostoru je definisana trodimenzionalnim Kartezijevim (pravouglim) koordinatnim sistemom. Vrijednost „L*“ označava mjeru za svetloću, odnosno koliko je neki predmet svijetao ili taman. „a*“ vrijednost označava poziciju na crveno-zelenom dijelu ose, dok je „b*“ pozicija na žuto-plavom dijelu ose. Kada se vrijednosti L* a* i b* za standardnu boju postave na odgovarajuće pozicije oko te standardne boje dobije se pravougli koordinatni sistem.

Konvencionalni optički spektrofotometri će biti zamijenjeni novijim optičkim analitičkim metodama: DCA analizom kolor fotografija i CVS kompjuterskim vizuelnim sistemima koji koriste **digitalne i video kamere**. Takvi analizatori mogu da mjere boju računajući tristimulus vrijednosti (X, Y i Z) sa dobijenim spektrom, a dobijeni XYZ podaci mogu biti prevedeni u različite kolor podatke i baze podataka. **Digitalne kolor kamere** su uglavnom bazirane na pojedinačnim fotosjetljivim elementima smještenim na CCD čipu (Charge-Coupled Device), koji ima filtere za crvenu, zelenu i plavu boju i koji može relativno lako podešavati intenzitet bijele boje. Digitalne kolor fotografije su predstavljene u RGB formatu sa tri komponente po pikselu i uglavnom su smještene u osam bita po boji. Ovakvi sistemi ne nude samo mogućnost mjerenja boje, već se njima mogu odrediti i neki drugi parametri hrane, što otvara mogućnost brzog snimanja i detaljne analize parametara boje i drugih karakteristika kvaliteta hrane.

Pošto je boja u korelaciji sa drugim fizičkim, hemijskim i senzornim indikatorima kvaliteta hrane više autora smatra da se mjerenjem boje određuje i kvalitet hrane. Mjerenje boje se koristi kao **indikator kvaliteta sirovina** (stepen zrelosti i stepen kvarenja tokom transporta,

skladištenja, održivosti). Mjerenje boje služi kao indeks kvaliteta sirovina ili gotovih proizvoda u kontroli kvaliteta, određivanju podesnosti kvaliteta sa navedenom specifikacijom i za analizu promjene kvaliteta kao rezultata prerade hrane i skladištenja. Kontrola kvaliteta uključuje procjenu promjene boje, koja se može izvesti na nekoliko načina. Potrošači se isključivo oslanjaju na svoju procjenu kvaliteta boje proizvoda. Žbog toga što se percepcija boje razlikuje u zavisnosti od osobe koja je ocjenjuje, te od osvjetljenja i brojnih drugih faktora, mnoge industrije kombinuju senzornu ocjenu boje sa instrumentalnom ocjenom.

Ključni problem koji sprečava da se dobiju tačni i reproduktivni rezultati mjerenja boje je u tome što većina uzoraka hrane nema uniformnu površinu i homogen sastav, što prilično utiče na refleksiju svjetla i percepciju boje. Prehrambena industrija i potencijalni potrošači traže analitičke metode koje su brze, lako dostupne i koje omogućavaju brzu analizu kvaliteta proizvoda.

Sistemi za mjerenja boje su prilagođeni za mjerenje i praćenje u širokom spektru prehrambenih proizvoda. To uključuje svježe voće i povrće, proizvode od voća i povrća, mliječne proizvode, meso i proizvode od mesa (uključujući ribu i piletinu), začine i zaslađivače, cerealije i žitarice, ulja, sirupe, šećer i napitke. U poljoprivrednoj i prehrambenoj industriji, najpopularniji numerički kolor sistem je $L^*a^*b^*$, koji je takođe predstavljen kao CIELAB koordinatni sistem. Mjerenje boje prerađene hrane može biti odlučujući alat u kontroli kvaliteta. Isto tako rezultati mjerenja boje mogu biti indikator kvaliteta ulaznih sirovih materijala i komponenata koje se koriste za proizvodnju. Prerađivači voća i povrća obično donose odluku o početku branja na osnovu rezultat mjerenja boje voća i povrća. Proizvođači mesa koriste rezultate mjerenja boje kako bi ocijenili kvalitet svojih proizvoda. Mjerenje opsega crvene i smeđe boje su dobri indikatori svježine mesa.

Dokumentovanje boje u obliku digitalnih fotografija mesa je danas veoma važan faktor u istraživanjima o boji mesa. Crvena boja, koja je dominantna u mesu, je veoma zahtjevna za reprodukciju u fotografiji. Nadalje, uzimanje realne fotografije mesa i različitih stepeni degradacije je zaista veliki izazov. Potrebna je posebna oprema za pakovanje, rasvjetu, kamera, oprema za obradu i štampanje fotografije.

Na kraju teoretskog dijela (poglavlje 2.37. **Senzorna ocjena boje mesa**), kandidat je dao pregled senzornih metoda koje se mogu koristiti kao vizuelna tehnika za određivanje boje. Metodologija senzornog ocjenjivanja uključuje veliki broj različitih vrsta i tipova testova koji mogu da se koriste za analizu. Kao pomoćni alat za senzornu ocjenu karakteristika boje mesa izrađeni su standardni kolor atlas koji ocjenjivačima služe kao mjera za upoređivanje boje mesa.

U uslovima okruženja, koja vladaju u proizvodnji, teško je osigurati da su geometrijski uslovi reproduktivni, i zato se traže alternativni metodi za određivanje i mjerenje boje.

U poglavlju 3 (**Hipoteza, cilj i zadaci rada**) kandidat navodi da je boja jedno od najznačajnijih svojstava kvaliteta sirovog mesa i proizvoda od mesa, te da je boja svojstvo koje potrošači prvo zapažaju i ocjenjuju i na osnovu te ocjene donose odluku o kupovini. Boja mesa zavisi od velikog broja unutrašnjih i vanjskih faktora. Tehnološki postupci kojima se podvrgava sirovo

meso (salamurenje, dimljenje, sušenje, dodavanje aditiva) utiču na procese u mesu, koji vode ka promjeni boje proizvoda od mesa, kao jednog od najvažnijih parametara kvaliteta.

Boja sirovog mesa se danas uglavnom određuje instrumentalno, uz pomoć kolorimetara ili spektrofotometara različite izvedbe. Rezultati koji se dobiju mjerenjem boje na ovakav način predstavljaju numerički izraženu vrijednost parametara boje. Ovakav način izražavanja boje u nekom od prihvaćenih CIE color sistema, nije dostupan i dovoljno prihvaćen od strane prosječnog kupca, odnosno potrošača mesa. U poslednjih nekoliko godina pažnju istraživačke javnosti su privukle i neke druge mogućnosti (digitalna fotografija) za mjerenje boje životnih namirnica, pa time i mesa.

Da bi se uspjelo u namjeri da se ostvari visok i stalan kvalitet proizvoda od mesa, od nauke se traži da obezbijedi odgovarajuće metode za utvrđivanje boje mesa i proizvoda od mesa, te da te metode imaju potrebnu tačnost, preciznost i ponovljivost, te da ne koštaju mnogo i da se do rezultata može doći relativno brzo.

S obzirom na naprijed navedena saznanja, odlučeno je da se u ovoj doktorskoj disertaciji izuči mogućnost uvođenja novih brzih metoda za određivanje boje sirovog mesa i proizvoda od mesa, te da se te metode upotrijebe za praćenje uticaja tehnološkog postupka izrade trajnih i polutrajnih proizvoda od mesa goveda, svinja i brojlera na boju proizvoda.

Pored toga, odlučeno je da se u okviru istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji izradi više proizvoda od mesa i da se modelovanjem tehnologije izrade proizvoda utvrdi uticaj tih faktora na formiranje odgovarajućeg kvaliteta i boje, kao jednog od najznačajnijih parametara kvaliteta. Tokom ispitivanja potrebno je koristiti novorazvijene metode za praćenje promjene boje proizvoda.

U cilju ispitivanja prethodno navedenog postavljene su sljedeće hipoteze:

HIPOTEZA 1: Boja svježeg sirovog mesa i proizvoda od mesa može se određivati softverskom obradom digitalnih fotografija na kompjuteru.

HIPOTEZA 2: Sirovo svinjsko meso mijenja svoju početnu boju u toku tehnološke prerade u proizvode od mesa.

3. MATERIJAL I METODE RADA

U poglavlju 4 - **Materijal i metode rada** obuhvaćen je dio doktorske disertacije u kome je dat pregled metodologije istraživanja, način izvođenja eksperimenta i način obrade dobijenih rezultata. Materijal i metode rada su prikazana u dva potpoglavlja: **Materijal rada** (4.1) i **Metode rada** (4.2).

Prilikom planiranja istraživanja, te izbora materijala i metoda, kandidat je imao u vidu postavljene zadatke rada, kao i rezultate sličnih istraživanja. Ispitivanje u ovoj doktorskoj disertaciji je podijeljeno u dvije faze: određivanje parametara boje korištenjem različitih metoda i praćenje promjene boje *post mortem* i praćenje promjene boje tokom procesa izrade gotovih

salamurenih proizvoda od mesa. Tokom ispitivanja korišteni su različiti uzorci mesa. **Ispitivanje je provedeno na tri vrste mesa: svinjsko meso, govede meso i meso brojlera.** Za mjerenja parametara boje svinjskog mesa uzimani su uzorci dugog leđnog mišića (*M. Longissimus dorsi*) i mišića buta (*M. Semimembranosus*). Parametri boje govedeg mesa su mjereni na mišiću *M. Longissimus dorsi*. Za mjerenja parametara boje u mesu brojlera odabran je *Pectoralis major*, mišić sa grudi.

Klanje i iskrvarenje životinja je obavljeno na način koji se uobičajeno provodi u klaničnoj industriji. Nakon obrade, svinjske polutke, govede polutke i trupovi brojlera su hladeni 24 časa, dok nije postignuta temperatura od +4° C i niže. U sva tri slučaja hlađenje je provedeno u komorama sa rashlađenim vazduhom. Nakon hlađenja polutke svinja i goveda su rasijecane i sa njih su tom prilikom izdvojeni mišići *M. Longissimus dorsi* i *M. Semimembranosus*. Nakon hlađenja trupovi brojlera su mašinski rasijecani i sa njih je odvojen grudni mišić *Pectoralis major*. Izdvojeni mišići su u samoj fabrici pakovani u vakuumu. Zatim su u rashladnim komorama u veoma kratkom vremenu preneseni u laboratoriju, gdje su čuvani 24 časa na temperaturi 4° C. Poslije 24 časa, mišići su ručno pomoću noža sječeni na određene dimenzije. Uzorci za mjerenje parametara boje su uzimani iz srednjeg dijela mišića. Sječenje mesa je vršeno u pravcu prostiranja mišićnih vlakana. Debljina uzoraka je iznosila 2,5 cm sa površinom od 10x10 cm na kojoj je mjerena boja. Uzorci za analizu su odmah nakon sječenja smješteni u bijele polistirenske ladice u kojima su prije mjerenja držani najmanje sat vremena na temperaturi 4° C ($\pm 1^\circ$ C). Tom prilikom uzorci su bili prekriveni sa PVC folijom, koja je bila propustljiva za kiseonik. Na taj način je postignuta stabilizacija boje mesa na površini na kojoj je mjerena. Prilikom mjerenja boje PVC folija je uklanjana sa površine mesa. Ukupno je pripremljeno pet uzoraka navedenih mišića na čijoj je površini obavljeno mjerenje boje. Mjerenje boje na površini jednog od uzorka je obavljeno na četiri mjesta, pri čemu je mjerenje na svakom mjestu ponovljeno tri puta. Isti uzorci mesa su korišteni za mjerenja boje spektrofotometrom, fotografisanjem, skeniranjem i vizuelnom ocjenom boje.

Prilikom izrade gotovih proizvoda od mesa na kojima će se pratiti uticaj faza procesa na boju, korišteno je svinjsko meso. Uzorci su uzimati sa polutki svinja rase P 76 križanaca (podloga jorkšir landras). Prosječna masa svinja prije klanja je bila oko 120 kg, starost 7-8 mjeseci. Svinje su uzgajane na istoj farmi pod identičnim uslovima smještaja i ishrane. Sve životinje su prije klanja tretirane na isti način. Proces klanja i iskrvarenja životinja je obavljen pod istim uslovima i na uobičajen način, koji se primjenjuje u klaničnoj industriji.

Nakon klanja i iskrvarenja životinja, te obrade trupova, isti su sječeni na dvije polutke, koje su hladene do temperature od +4° C u sredini buta. To je trajalo najmanje 24 časa. Rashlađene polutke su rasiječene na osnovne dijelove. Tom prilikom je sa 120 polutki odvojen je *M. Longissimus dorsi*, koji je dalje korišten za izradu suvomesnatih proizvoda i ispitivanje promjene boje. Mišići sa lijevih polutki su korišteni za određivanje parametara kvaliteta i hemijskog sastava sirovog mesa, a mišići sa desnih polutki su korišteni za izradu gotovih proizvoda. Sa istih polutki sa butova je odvojen mišić *M. Semimembranosus*, koji je kasnije korišten za izradu salamurenih polutrajnih proizvoda (stiješnjena šunka).

U radu su pripremljena tri gotova proizvoda od svinjskog mesa: suva svinjska pečenica (trajni proizvod), svinjska pečenica (polutrajni proizvod) i stiješnjena šunka (polutrajni proizvod). Postupak izrade je proveden kao standardni proces koji se koristi u fabrici za preradu mesa. Nakon toga, gotovi proizvodi su do momenta ispitivanja čuvani u skladištu pogona u kojem je obavljena proizvodnja. Nakon toga, sa gotovih proizvoda su uzeti uzorci za ispitivanje. Mjerenje boje na presjeku proizvoda je vršeno u samoj fabrici. Presjeci su pravljani na 10 slučajno odabranih proizvoda, za svaki proizvod je načinjeno po 5 presjeka, na rastojanju od 3 cm. Na svakom presjeku je izvršeno deset mjerenja instrumentalnih parametara boje.

Korištene metode: Instrumentalno određivanje parametara boje tri vrste sirovog mesa i gotovih proizvoda od mesa je obavljeno na tri načina: mjerenjem pomoću spektrofotometra Minolta CM 2600d, te obradom digitalnih fotografija dobijenih pomoću 5 različitih digitalnih kamera i pomoću 3 skenera. Za obradu digitalnih fotografija korišten je softverski program Adobe Photoshop CS3 Extended version 10.0 (1990 -2007 Adobe Systems Incorporated, USA). Nakon otvaranja fajlova digitalnih fotografija očitavanje vrijednosti parametara boje je vršeno nakon prebacivanja očitavanja vrijednosti RGB parametara na L^* , a^* , b^* . Označene su površine koje su odgovarala površini kruga prečnika 8 mm i mjerena je prosječna vrijednost parametara boje iz 20 očitavanja.

Radi efikasnijeg vizuelnog određivanja površine boje mesa napravljen je **vlastiti atlas boja**, koji je štampan na papiru bez sjaja. Nijanse boja su određene eksperimentalnim mjerenjima tri različite vrste mesa (pilećeg, govedeg, svinjskog mesa). Svaka kocka na atlasu je predstavljena sa prosječnom vrijednosti izmjerenih parametara boje L^* , a^* , b^* . Preko spektrofotometrijski izmjerenih vrijednosti parametara boje na kockama atlasa boja i uzoraka mesa uspostavljena je veza između vrijednosti senzorne ocjene boje uzoraka mesa i vrijednosti parametara boje sa atlasa boja.

Određivanje hemijskog sastava uzoraka mesa je obavljeno pomoću standardnih ISO metoda. Vršene su slijedeće analize:

- ISO 936:1998 Meat and meat products - Determination of total ash (Meso i proizvodi od mesa – Određivanje ukupnog pepela)
- ISO 937:1978 Meat and meat products - Determination of nitrogen content (Reference method) (Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja azota – Referentna metoda)
- ISO 1442:1997 Meat and meat products - Determination of moisture content (Reference method) (Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja vlage – Referentna metoda)
- ISO 1443:1973 Meat and meat products - Determination of total fat content (Meso i proizvodi od mesa – Određivanje sadržaja ukupnih masti)

U odnosu na planirani obim istraživanja iz prijave doktorske disertacije, nije bilo promjena. Sprovedena su predviđena fizičko-hemijska i senzorna ispitivanja i rezultati istraživanja adekvatno statistički obrađeni. Ispitivani parametri daju dovoljno elemenata za pouzdano istraživanje. Rezultati su jasno prikazani grafički i tabelarno.

4. REZULTATI I NAUČNI DOPRINOS DISERTACIJE

Rezultati dobijeni tokom ispitivanja u ovoj doktorskoj disertaciji su prikazani u petom poglavlju zajedno sa diskusijom rezultata. Poglavlje je podijeljeno u nekoliko cjelina: određivanje boje svježeg pilećeg mesa, određivanje boje svježeg svinjskog mesa, određivanje boje svježeg goveđeg mesa i određivanje boje proizvoda od mesa. Unutar svakog podpoglavlja odvojeno su prikazani i analizirani rezultati određivanja boje dobijeni mjerenjem parametara boje (L^* , a^* , b^*) upotrebom spektrofotometra, više digitalnih kamera, skenera i senzornom metodom. Nakon analize pojedinačnih rezultata, međusobno su poređeni rezultati dobijeni različitim metodama, a u cilju da se utvrdi preciznost i tačnost drugih postupaka u odnosu na mjerenje pomoću spektrofotometra, koji se smatra standardnom metodom.

U disertaciji su odvojeno prikazani rezultati spektrofotometrijskog mjerenja boje (korišten je spektrofotometr Minolta CM 2600d) pilećeg, svinjskog i goveđeg mesa. Vrijednosti dobijene za parametre boje pilećeg mesa (*Pectoralis major*) su se kretale u slijedećim vrijednostima: parametar boje L^* od 51,93 do 57,54 (prosječna vrijednost 54,57). Minimalna vrijednost za parametar boje a^* iznosila je -0,45 dok je maksimalna izmjerena vrijednost bila 0,54. Prosječna izmjerena vrijednost parametra a^* je iznosila 0,034. Izmjerene vrijednosti parametra boje b^* za pileće meso su se kretale od 7,98 (minimalna vrijednost) do 10,76 kao maksimalna izmjerena vrijednost. Prosječna vrijednost parametra boje b^* iznosila je 9,28. Izmjerene vrijednosti parametra boje L^* za teleće meso kretale su se od 45,64 do 49,69 (sa prosječnom vrijednošću 47,31). Izmjerene vrijednosti parametra boje a^* imale su vrijednosti između 7,01 do 9,23 sa prosječnom vrijednošću od 8,17. Prema rezultatima prikazanim u istoj tabeli vrijednosti parametra boje b^* za teleće meso iznosile su od 10,98 do 13,86 (prosječna vrijednost 12,41). Vrijednosti parametra boje L^* za svinjsko meso (*M. Longissimus dorsi*) prema CIE L^* , a^* b^* koordinatnom sistemu su se kretale u granicama od 51,74 do 55,58 (prosječna vrijednost 53,94). Izmjerene vrijednosti za parametar boje a^* kretale su se u intervalu od 4,96 do 9,27 (prosječna vrijednost 7,47). Prosječna vrijednost parametra boje b^* u ovom slučaju je iznosila 15,21, dok su izmjerene vrijednosti parametra boje b^* bile u intervalu između 12,92 do 17,35. Ovako dobijeni rezultati su bili u okviru rezultata koje su objavili drugi autori. Istovremeno, rezultati dobijeni mjerenjem pomoću ovog aparata kandidatu su poslužili kao referentne vrijednosti za poređenje sa rezultatima koje je dobio upotrebom alternativnih metoda (određivanje parametara boje na osnovu analize fotografija dobijenih pomoću digitalnih kamera i skenera).

U 14 tabela su predstavljeni rezultati mjerenja vrijednosti (prosječna vrijednost mjerenja, standardna devijacija, minimalna i maksimalna vrijednosti) parametara boje L^* , a^* i b^* za tri različite vrste mesa, koje su dobijene očitavanjem parametara boje L^* , a^* i b^* sa digitalnih fotografija, koje su dobijene pomoću pet digitalnih kamera, a u 8 tabela rezultati dobijeni mjerenjem parametara boje upotrebom tri različita skenera. Fotografije su analizirane u Adobe Photoshop CS3 kompjuterskom programu, koji je namijenjen za obradu digitalnih fotografija.

Poređenjem rezultata dobijenih primjenom alternativne metode za mjerenje parametara boje (praktično novih metoda koje je kandidat razvio u svojoj disertaciji), posebno one koje koriste digitalne fotografije dobijene skeniranjem i digitalnim kamerama, vidi se da su rezultati bili precizni za svaku pojedinačnu metodu, ali da nisu bili dovoljno tačni u odnosu na spektrofotometrijsku metodu. Korekcijom uslova snimanja, prije svega povećanjem rezolucije kamera i poboljšanjem sistema osvjetljenja, nove metode mogu biti definisane i razvijene u praktični sistem mjerenja parametara boje.

Vizuelna ocjena parametara boje je korištena kao jedna od metoda za određivanje boje površine sirovog mesa i proizvoda od mesa. Rezultati dobijeni vizuelnom ocjenom parametara boje L^* , a^* i b^* sirovog pilećeg, svinjskog i junećeg mesa su prikazani tabelarno i grafički. Ocjena parametara boje je rezultat vizuelne ocjene od strane panela od sedam ocjenjivača, pri čemu su oni boju površine mesa poredili sa nijansom srvene koje iz atlasa boja. Panel ocjenjivača je ocijenio parametar boje L^* pilećeg mesa (*Pectoralis major*) sa prosječnom vrijednošću 58,70 (interval od 57,90 do 59,56). Parametar boje a^* za pileće meso je imao prosječnu vrijednost 15,01 sa prilično velikom standardnom devijacijom ($\pm 3,95$). Parametar boje b^* pilećeg mesa (*Pectoralis major*) je prema ocjeni panela imao prosječnu vrijednost 6,71. Vrijednosti parametra boje b^* su se kretale od minimalne 6,05 do maksimalne vrijednosti 8,69. Može se uočiti da je standardna devijacija kod parametra boje b^* ($\pm 1,17$) znatno manja od one kod parametra boje a^* za pileće meso. Ova činjenica može biti rezultat vizuelnog utiska površine pilećeg mesa koja daje osjećaj dominantno žute boje, što olakšava ocjenu parametar boje b^* , koji je u osnovi parametar žuto ili plave boje CIE Lab koordinatnog sistema.

Rezultati vizuelne ocjene boje svinjskog mesa (*M. Longissimus dorsi*) su pokazali da je parametar boje L^* je imao najmanju standardnu devijaciju kao i kod pilećeg mesa što znači da je procjena tog parametra boje bile prilično ujednačena od strane panela ocjenjivača. Parametri boje a^* i b^* za svinjsko meso su imali prilično velike razlike u vrijednostima i imaju stoga i velike standardne devijacije $\pm 4,49$ za parametar boje a^* , te $\pm 3,67$ za parametar boje b^* . Moguće je da su rezultati procjene ova dva parametra boje kod svinjskog mesa posljedica toga što nijedan od njih nije dominantan, kao što je parametar boje b^* dominantan kod pilećeg mesa.

Nešto drugačija situacija je kod ocjene parametara boje junećeg mesa na mišićnom tkivu *M. Longissimus dorsi*. Parametar boje b^* ima veću standardnu devijaciju ($\pm 2,28$) u odnosu na parametar boje a^* ($\pm 1,14$) koji je dominantniji kod ove vrste mesa. Ovakav rezultat navodi na činjenicu da je kod junećeg mesa parametar boje b^* teže procijeniti vizuelno u odnosu na parametar boje a^* . Interesantno je da je standardna devijacija parametra boje L^* junećeg mesa znatno veća u odnosu na isti parametar boje pilećeg i svinjskog mesa.

Statističkom analizom utvrđeno je da je faktor korelacije između vrijednosti za parametar boje L^* senzorne ocjene i instrumentalno određene vrijednosti parametra boje L^* imao vrijednost 0,8380. Istovremeno je faktor korelacije za vrijednosti parametara boje a^* (0,6469) i b^* (0,3332) bio znatno niži. To znači da je parametar boje L^* najbliži senzorno ocijenjenoj boji mesa. Ovakav rezultat je u skladu sa literaturnim podacima. Slični rezultati su dobijeni i kod druge dvije vrste mesa.

Rezultati istraživanja u ovoj disertaciji potvrdili su neke ranije objavljene rezultate koji se odnose na vrijednost komponente boje L^* i njegov korelaciju sa vizuelnim ocjenjivanjem boje, tj. čovjek i instrument su najčešće u velikoj korelaciji u slučaju određivanja tamnog i svijetlog. Naime, veća odstupanja su uočena kod senzorne ocjene vrijednosti a^* i b^* nego kod vrijednosti komponente boje L^* u odnosu na instrumentalno određene vrijednosti.

Promjene parametara boje L^* , a^* , b^* sirovog svinjskog mesa (*M. Longissimus dorsi*, *M. Semimembranosus*) 72 sata post mortem predstavljene su na tri dijagramima. Iz ovog dijela istraživanja kandidat je zaključio da je parametar boje L^* svinjskog mesa (*M. Longissimus dorsi*) jedan sat post mortem imao vrijednost od 44,15. Do četvrtog sata post mortem meso je postalo tamnije i dostiglo vrijednost L^* od 38,82. Nakon tog vremena vrijednost parametra L^* je rasla, tj. svinjsko meso je postalo svjetlije, da bi nakon 72 sata post mortem vrijednost parametra L^* bila 53,65. Kandidat zaključuje da procesi koji se dešavaju u mesu postmortem utiču na promjenu pH mesa i najvažnije strukture mesa, što se odražava na količinu reflektovane svjetlosti sa površine mesa. Mjerenje parametra boje L^* to najbolje potvrđuje. U svojoj diskusiji i zaključcima kandidat predlaže da se mjerenje parametara boje, posebno parametra L^* , uzme kao indikator za utvrđivanje kvaliteta svinjskog mesa, odnosno da se na osnovu ove vrijednosti objektivno može utvrditi izmjenjeni kvalitet svinjskog mesa.

Odabir svinjskog mesa, odnosno *M. Semimembranosus*, za proizvodnju kuvane šunke može se obaviti na osnovu krajnje vrijednosti parametra boje L^* . Svijetli dijelovi *M. Semimembranosus* imaju vrijednosti $L^* \geq 50$. Postupci sa mesom tokom skladištenja, posebno način hlađenja, nemaju značajan uticaj na CIE Lab komponente boje a^* i b^* mesa.

Mjerenje parametara boje je od izuzetne važnosti za industriju prerade mesa. Mjerenje boje i praćenje njenih promjena tokom procesa može da započne već na liniji iskrvarenja. Na osnovu boje trupova vrši se klasifikacija trupova u kvalitetne klase. Dijelovi trupova koji će se upotrijebiti za preradu u visoko kvalitetne proizvode od mesa (na primjer, butovi za pršut) mogu da se odvoje od trupova koji nemaju poželjna tehnološka svojstva. U industrijskim uslovima, analize se moraju obaviti velikom brzinom i u otežanim uslovima (povećana ili snižena temperatura, povećana vlaga, itd). Stoga korištenje spektrofotometra za mjerenje boje nije uvijek najbolje rješenje za potrebe industrije. Cijena ovih instrumenata je takođe limitirajući faktor za njihovo intenzivno korištenje u industrijskim uslovima. Iz tih razloga je u ovoj disertaciji ispitano korištenje digitalnih aparata (kamera i skenera) i senzorne ocjene, kao brzih, jeftinih i analitički ponovljivih metoda za mjerenje boje mesa i njihova primjena u klasifikaciji trupova na liniji klanja i obrade trupova.

Procesi koji se dešavaju u tokom sušenja, skladištenja i distribucije izazivaju promjene fizičkih, hemijskih i/ili bioloških svojstava mesa, što utiče na strukturu i izgled proizvoda i na njihovu prihvatljivost od strane potrošača. Ako se u vidu ima činjenica da je u proizvodima od mesa (salamurenim, sušenim i dimljenim) sadržaj vode niži od onog u sirovom mesu, onda je logično da proizvodi od mesa budu tamniji od sirovog mesa. Struktura proizvoda od mesa je samim tim kompaktnija, suvlja i manje reflektuje svjetlost koja pada na površinu. Drugi faktor koji utiče na promjenu boje proizvoda od mesa u odnosu na sirovo meso je svakako denaturacija proteina koja

se dešava zato što je sirovo meso bilo izloženo povišenoj temperaturi (kuvanje, sušenje, pečenje). Pri zagrijavanju boja mesa postaje sivosmeđa ili potpuno smeđa. Razlog ove promjene se krije u oksidaciji mioglobina i oksimioglobina u metmioglobin.

Na osnovu svih rezultata dobijenih u ovom radu, kandidat je predstavio **sljedeće zaključke**:

A) Kao potvrda prve hipoteze, izvode se sljedeći zaključci:

1. Mjerenje boje sirovog mesa i proizvoda od mesa prilično je zahtjevna i još uvijek nedovoljno istražena oblast naučnih istraživanja.
2. Na osnovu određivanja parametara boje mesa putem analize digitalnih fotografija, dokazano je da ova metoda ima dobre rezultate u karakterizaciji boje mesa. Iako su vrijednosti izmjerene digitalnim kamerama pokazale statistički značajnu razliku ($p < 0,05$) u odnosu na spektrofotometrijski mjerene vrijednosti, eksperimentalno je dokazano da metoda ima dobru ponovljivost, da su rezultati precizni kod upotrebe istog aparata i da ona posjeduje određene prednosti u odnosu na druge metode,
3. Senzorna ocjena boje mesa i proizvoda od mesa je prihvatljiva kao subjektivna metoda za određivanje boje mesa i proizvoda od mesa. Visok stepen korelacije sa instrumentalnom metodom mjerenja boje je pokazali su rezultati dobijeni instrumentalnim mjerenjem komponente boje L^* (). U slučaju komponenti boje a^* i b^* (0,6469) dobijen je niži stepen korelacije (0,8380; 0,3332, respektivno).

B) Za potvrdu druge postavljene hipoteze navode se sljedeći zaključci:

1. Najveće promjene boje i pH vrijednosti svinjskog mesa se dešavaju u prva dva sata *post mortem*. To je rezultat velikih promjena kako u organizmu zaklane životinje tako i u njenoj okolini (pad temperature, biohemijski procesi u anaerobnim uslovima, promjene pigmentata boje)
2. Boja proizvoda od svinjskog mesa zavisi od parametara tehnološkog postupka koji je primijenjen
3. Na osnovu izmjerenih vrijednosti komponenti boje L^* , a^* i b^* sirovog svinjskog mesa i proizvoda od mesa, može se zapaziti da najveći uticaj na promjenu boje imaju postupci dimljenja i sušenja. Tom prilikom su uočene najveće promjene kod vrijednosti parametara boje a^* i L^* , dok su promjene parametra boje b^* bile znatno manje

ZAKLJUČAK I PRIJEDLOG

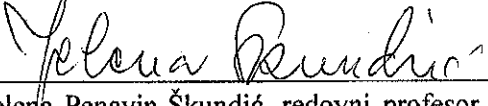
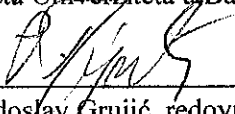
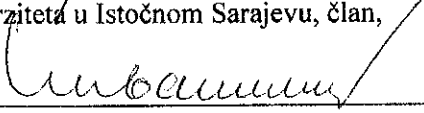
Doktorska disertacija kandidata **mr Gorana Vučića** pod naslovom „**Uticaj tehnoloških postupaka na boju i kvalitet salamurenih proizvoda od mesa**“ urađena je u skladu sa prijavljenim i prihvaćenim obrazloženjem teme. Naučna vrijednost ove doktorske disertacije se zasniva na činjenici da je utvrđen uticaj više faktora na boju mesa tokom postmortalnih procesa i

tokom procesa izrade trajnih i polutrajnih proizvoda od mesa. Naučni doprinos se odnosi na identifikaciju i kvantifikaciju vanjskih faktora koji utiču na boju proizvoda od svinjskog, govedeg mesa i mesa brojlera. Pored toga, kandidat je razvio dvije nove metode za identifikaciju i mjerenje boje, pri čemu je predložio upotrebu jednostavnih i relativno jeftinih digitalnih kamera i skenera, koji su dostupni svakom proizvođaču proizvoda od mesa i svakom kupcu mesa i proizvoda od mesa. Ovi aparati se mogu upotrijebiti u industrijskim uslovima, pa su preporučeni za praćenje boje proizvoda od mesa na proizvodnoj liniji i u toku skladištenja proizvoda. Tačnost, preciznost i ponovljivost predloženih metoda su provjereni poređenjem rezultata mjerenja sa druge dvije tehnike koje se najčešće koriste u praksi: poređenjem dobijenih rezultata sa rezultatima dobijenim pomoću spektrofotometra utvrđeno je područje tačnosti rezultata, a poređenjem sa vizuelnom ocjenom boje utvrđeno je da se komponenta boje L^* (svjetloća) dobro slaže sa rezultatima senzorne ocjene boje. Kandidat je razvio vlastite color atlase za svinjsko i govede meso i meso brojlera. Rezultati ove disertacije su aplikativni i mogu se primijeniti u klaonicama, fabrikama za preradu mesa, skladištima hrane i u trgovini hranom, što dodatno doprinosi značaju dobijenih rezultata.

Na osnovu ukupnog sagledavanja disertacije, koja predstavlja originalni naučni rad, Komisija daje **pozitivnu ocjenu** doktorske teze „**Uticaj tehnoloških postupaka na boju i kvalitet salamurenih proizvoda**“ i predlaže Nastavno-naučnom Vijeću Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci i Senatu Univerziteta u Banjoj Luci da prihvati pozitivnu ocjenu doktorske disertacije kandidata **mr Gorana Vučića** i odobri javnu odbranu.

U Banjoj Luci, 10.03.2014.

POTPISI ČLANOVA KOMISIJE:

- 
1. Dr Jelena Penavin-Škundić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Banjoj Luci, predsjednik,
- 
2. Dr Radoslav Grujić, redovni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Istočnom Sarajevu, član,
- 
3. Dr Meho Bašić, vanredni profesor Tehnološkog fakulteta Univerziteta u Tuzli, član