

PROCJENA KOREKCIJSKIH FAKTORA STABILIZACIJE
BOJE JUNEĆEG MESANikolina Kelava, M. Konjačić, T. Jakopović, I. Kos,
A. Ivanković, D. Marenčić

Sažetak

Boja junećega mesa je jedan od temeljnih kvalitativnih obilježja koji značajno utječe na percepciju potrošača o poželjnosti namirnice. Svijetlocrvena boja mesa potrošaču je kvalitativno prihvatljivija, dok tamnocrvena boja mesa potiče nepoželjne asocijacije o kakvoći junećeg mesa, premda često takav stav nema objektivno uporište. Mesu je svojstveno da nakon izlaganja zraku, mioglobin u površinskom sloju mišića određeno vrijeme intenzivno veže kisik mijenjajući svoj oblik, a time i boju površine mišića. Cilj rada je, praćenjem promjena vrijednosti parametara boje junećega mesa (CIE $L^*a^*b^*$) tijekom 60-minutne stabilizacije boje, procijeniti korekcijske faktore parametara. Utvrđeno je da L^* parametar boje junećeg mesa treba najkraće vrijeme stabilizacije i njegova se vrijednost nakon prvog mjerenja ne mijenja značajno. Vrijednost a^* parametra boje junećeg mesa značajno se razlikovala ($p < 0,001$) do trećeg mjerenja (a^*_30), dok se b^* parametar značajno mijenjao ($p < 0,05$) do četvrtog mjerenja (b^*_45). Korekcijski faktori boje junećeg mesa gotovo istodobno ostvaruju nulte vrijednosti (L^*_46 min, a^*_50 min, b^*_50 min). Zaključujemo da za stabilizaciju a^* i b^* parametara boje junećeg mesa treba duže vremensko razdoblje. Faktori korekcije parametra boje mesa izračunati na osnovi razlika prosječnih vrijednosti mjerenja mogu poslužiti u objektiviziranju mjerenja koja trebaju uvažavati kraće vremensko razdoblje od otvaranja mišića do mjerenja boje junećeg mesa.

Ključne riječi: junetina, boja, pH, stabilizacijsko vrijeme, korekcijski faktori

Uvod

Juneće meso jedan je od najvažnijih izvora bjelančevina u ljudskoj prehrani. Potrošači, posebice u gospodarski razvijenijim zemljama, sve su zabrinutiji za proizvodnju sigurnog mesa koje neće imati neželjene efekte na njihovo zdravlje (Andersen i sur., 2005).

Nikolina Kelava, M. Konjačić, I. Kos, A. Ivanković, Agronomski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Svetošimunska 25, 10000 Zagreb

T. Jakopović, Agrokor d.d., Trg D. Petrovića 3, 10000 Zagreb

D. Marenčić, Visoko gospodarsko učilište u Križevcima, Milislava Demerca 1, 48260 Križevci

Razvoj svijesti o učincima mesa na zdravlje potrošača potiče istraživanje biokemijskih procesa u mesu i mesnim proizvodima koji utječu na njegovu kakvoću kao i razmatranje najčešće uvažavanih kvalitativnih pokazatelja. Istraživanja pokazuju da uz genetske i brojni negenetski čimbenici utječu na procese u mesu i njegovu kakvoću, poput postupka prijevoza junadi prema klaonici, razini stresa prije klanja, postupku klanja i obradi trupova nakon klanja (Muchenje i sur., 2009).

Boja mesa je obilježje koje značajno određuje kakvoću junećeg mesa. Boja je prvi vizualni kriterij po kojem potrošači procjenjuju kakvoću mesa. Kvalitetno svježe meso kupci povezuju sa svijetlocrvenom bojom, dok tamnije meso smatraju nepoželjnim. Boja je primarno uvjetovana razinom proteinskog pigmenta mioglobina, pohranjenog u mišiću, ali i brojnim drugim čimbenicima genetske (pasmına) i negenetske prirode (uvjeti prije i poslije klanja, prerada mesa, pakiranje, distribucija, skladištenje i slično; Mancini i Hunt, 2005). Osnovni genetsko-fiziološki čimbenici boje mesa su sadržaj i oblik mioglobina, struktura i fiziološko stanje mišića (Abril i sur., 2001 cit. Confort, 1994; Giddings, 1977). Sadržaj mioglobina uvjetovan je pasminom, klaoničkom dobi, hranidbom te vrstom i tipom mišića. Tri oblika mioglobina, koji određuju boju svježeg sirovog mesa, su: purpurnocrveni deoksimioglobin (Mb²⁺), svijetlocrveni oksimioglobin (MbO₂) i tamnosmeđi metmioglobin (MetMb³⁺). U trenutku izlaganja površine mesa zraku mioglobin se nalazi u obliku deoksimioglobina. Oksigenacijom prelazi u oblik oksimioglobina, koji ovisno o temperaturi mesa, parcijalnom pritisku kisika, pH vrijednosti i drugim u mišiću kompetitivnim respiratornim procesima prodire dublje ili pliće u meso. Ovisno o tim čimbenicima, oksidacijom mioglobina nastaje metmioglobin koji rezultira tamnosmeđom nepoželjnom bojom junećega mesa (Mancini i Hunt, 2005).

Objektivno mjerenje boje mesa temelji se na parametrima trodimenzionalnog spektra boja, korištenjem uređaja koji rade na principu mjerenja stupnja reflektirane svjetlosti od mjerne površine. Referentna metoda mjerenja boje mesa (Honikel, 1998) je ona koja koristi L*, a*, b* spektar boja. Parametar L* je mjera svjetlosti mesa iskazana vrijednostima od 0 do 100 (0 = crno; 100 = bijelo). Vrijednost parametra a* je mjera crvenila mesa iskazana vrijednostima od -60 do 60, a iskazuje spektar od crvene do zelene boje, pri čemu veća vrijednost a* parametra karakterizira crvenije meso. Vrijednost b* parametra ukazuje na spektar nijansi između plave i žute boje, a njegova veća vrijednost označava izraženost žutog dijela spektra (Yiu i sur., 2001).

Jedan od najčešćih problema vezanih za boju mesa je pojava tzv. tamnog, suhog i tvrdog mesa (engl. dry, firm, dark; DFD). Tamno meso dijelom je rezultat djelovanja različitih stresora na životinju prije klanja poput dugotrajnog

putovanja do klaonice, nepovoljne vremenske prilike pri transportu životinja (visoke temperature, visoka relativna vlažnost zraka), miješanje skupina životinja, primjena sile pri manipulaciji i slično. Navedeni nepovoljni čimbenici, pojedinačno ili skupno, rezultiraju trošenjem rezervi glikogena u mišiću (Kreikemeier i sur., 1998). Nakon klanja (usmrćivanja) primjereno tretiranih životinja, glikogen u mišiću se razgrađuje i dovodi do pada pH vrijednosti u mesu (5,4 do 5,7). Izlaganje životinja djelovanju stresora prije klanja dovodi do trošenja glikogena te ga ne ostaje dovoljno u mišiću za postmortalne glikolitičke procese. U takvom stanju konačna pH vrijednost mesa (kpH) ostaje visoka ($> 5,8$), miofibrilarni proteini intenzivnije vežu vodu, nastaje zatvorena i zbijena mišićna struktura koja omogućuje smanjenu refleksiju svjetlosti, što rezultira tamnim, tvrdim i suhim mesom uz jednaku količinu i kemijski sastav mioglobina (Gregory i Grandin, 1998; Littler i House, 2001). Potrebe mišića, ovisno o funkciji i položaju u tijelu životinje, za kisikom zbog intenzivne respiratorne aktivnosti mogu biti jako velike odnosno pri visokoj kpH vrijednosti viši sadržaj vode uzrokuje slabije prodiranje kisika za nastanak oksimioglobina u mesu. U takvim uvjetima nastaje vrlo tanak sloj oksimioglobina u odnosu na deblji sloj ljubičastog mioglobina (Boles i Pegg, 2001).

Na status mioglobina i boju mesa, pored kpH vrijednosti, veliki utjecaj ima izloženost površine mesa kisiku i vrijeme stabilizacije boje (Abril i sur., 2000). Vrijeme stabilizacije podrazumijeva vrijeme oksigenacije mioglobina tijekom kojeg mioglobin intenzivno veže kisik i posljedično prelazi u oblik oksimioglobina, koji rezultira mesom svijetlocrvene boje (Manicini i Hunt, 2005). Ovisno o uvjetima (temperatura, relativna vlažnost zraka) nakon izlaganja zraku i fiziološkom statusu mišića, mioglobin brže ili sporije prelazi u oblik oksimioglobina što rezultira različitim trajanjem stabilizacije boje mesa (Boles i Pegg, 2001). Uočljivo je da različite komponente spektra boja (L^* , a^* , b^*), koje se koriste u referentnoj metodi boje mesa, iziskuju različito vrijeme stabilizacije boje (Wulf i Wise, 1999). U uvjetima industrijske proizvodnje i prerade mesa dugo trajanje stabilizacije boje mesa ograničavajući je čimbenik u praćenju boje. Procjena dinamike stabilizacije parametara boje mesa važna je spoznaja, posebice tijekom uobičajenog praćenja boje mesa u industrijskim pogonima, kada ne postoje preduvjeti poštivanja potpunog stabilizacijskog intervala. Cilj ovog istraživanja je praćenje tijekom stabilizacije boje mesa, određivanje optimalnog vremenskog intervala mjerenja s obzirom na komponente spektra boja te izračun korekcijskih parametara koji uvažavaju vremenski interval od otvaranja mišića do trenutka izmjere.

Materijali i metode

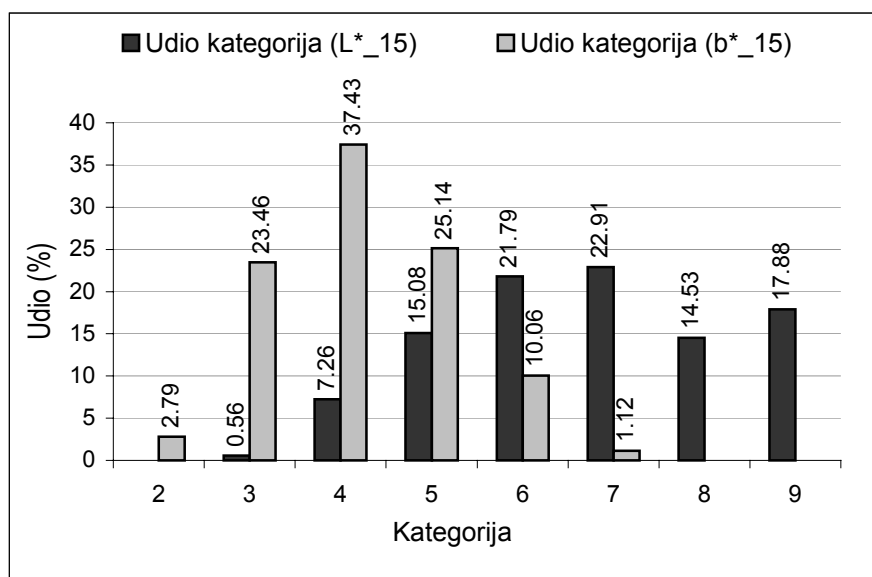
Istraživanje je obuhvatilo praćenje tijeka stabilizacije boje mesa na 179 trupova muške junadi simentalke (Simmental) ($n = 122$) i hereford (Hereford) pasmine ($n = 58$). Prosječna dob pri klanju simentalke junadi iznosila je $16,6 \pm 0,90$ mjeseci odnosno hereford junadi $15,9 \pm 2,93$ mjeseci. Sva je junad držana i hranjena u istim uvjetima. Prijevoz i postupak klanja junadi obavljani su prema važećoj zakonskoj regulativi (NN 20/04, NN 116/05) u ovlaštenoj klaonici. Boja mesa je mjerena uređajem Minolta Chroma Meter CR-410 s 50 milimetarskim dijametarskim područjem mjerenja i standardnom iluminacijom za meso (D65), utvrđenim za spektar boja L^* , a^* , b^* (CIE Lab). Praćenje stabilizacije boje mesa izvršeno je na presjeku m. longissimus dorsi (MLD) između 12. i 13. rebra. Prvom mjerenju pristupilo se 24 sata nakon klanja, unutar jedne minute nakon otvaranja površine MLD-a, a sljedeća četiri mjerenja su uslijedila u intervalima od 15 minuta. Na istom mjestu je određen jonometrijski status mišića ubodnom elektrodom 56/57-SS pomoću pH metra IQ 150. Prikupljeni podaci stabilizacije boje mesa obrađeni su primjenom statističkog paketa SAS V9.1.

Rezultati i rasprava

S obzirom na predložene kategorije boje mesa prema parametru L^* (Wu i Wise, 1999) može se zaključiti da su juneći trupovi, obuhvaćeni ovim istraživanjem, imali poželjnu boju mesa. Od devet predloženih kategorija boje prema L^* parametru, 45 % junećih trupova nalazilo se u šestoj i sedmoj kategoriji, dok se 33% trupova nalazilo u osmoj i devetoj kategoriji - izrazito povoljnim kategorijama boje mesa.

Prosječne vrijednosti parametara boje junećeg mesa L^* , a^* i b^* , izmjerene na presjeku MLD-a između 12. i 13. rebra, u četiri ponovljena mjerenja, prikazane su na tablici 1.

Grafikon 1 – UDIO JUNEĆIH TRUPOVA U KVALITATIVNIM KATEGORIJAMA S OBTIROM NA L*₁₅ I B*₁₅ (PREMA WULF I WISE, 1999).
Graph 1 – BEEF CARCASSES QUALITY CATEGORIES BASED ON L*₁₅ AND B*₁₅ VALUES (WULF AND WISE, 1999)



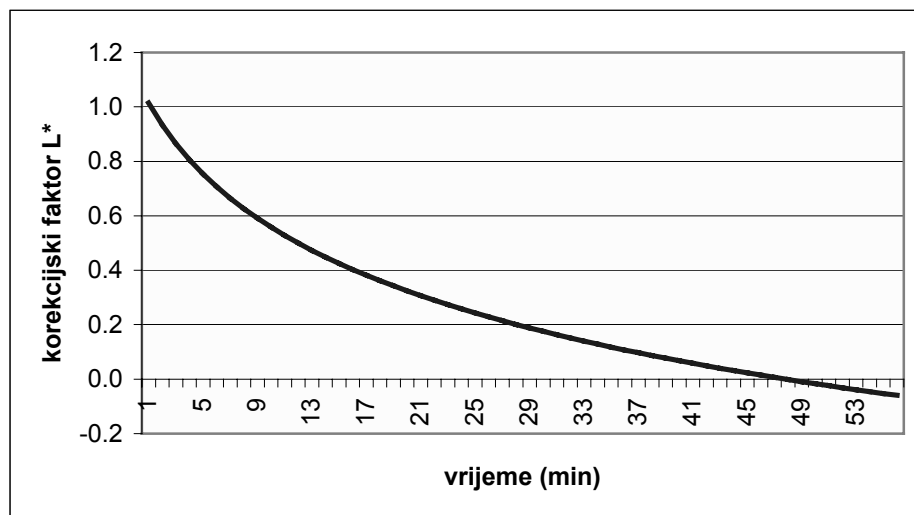
Tablica 1 – PROSJEČNE VRIJEDNOSTI PARAMETARA BOJE MESA (L*, A* I B*) MJERENE NAKON 1, 15, 30, 45 I 60 MINUTA IZLAGANJA POVRŠINE MLD-A ZRAKU
Table 1 – AVERAGE VALUES OF COLORIMETER READINGS (L*A*B*) MEASURED AFTER 1, 15, 30, 45 AND 60 MINUTES OF BLOOM TIME

Pasmina	Vrijednosti parametara boje mesa	Mjerenje				
		1.	2.	3.	4.	5.
		Trajanje stabilizacije (min)				
		1	15	30	45	60
Simmental (n=122)	L*	40,87	42,06	42,47	42,67	42,63
	a*	22,43	25,96	26,82	27,23	27,33
	b*	3,93	8,93	9,88	10,32	10,41
Hereford (n=57)	L*	39,33	40,29	40,79	40,96	40,97
	a*	21,47	24,19	24,96	25,11	24,98
	b*	4,29	8,32	9,21	9,42	9,38
Ukupno (n=179)	L*	40,38*	41,50**	41,93	42,11	42,10
	a*	22,13*	25,40**	26,23	26,54	26,58
	b*	4,04*	8,74*	9,66**	10,03	10,08

* p<0,0001; ** p<0,005

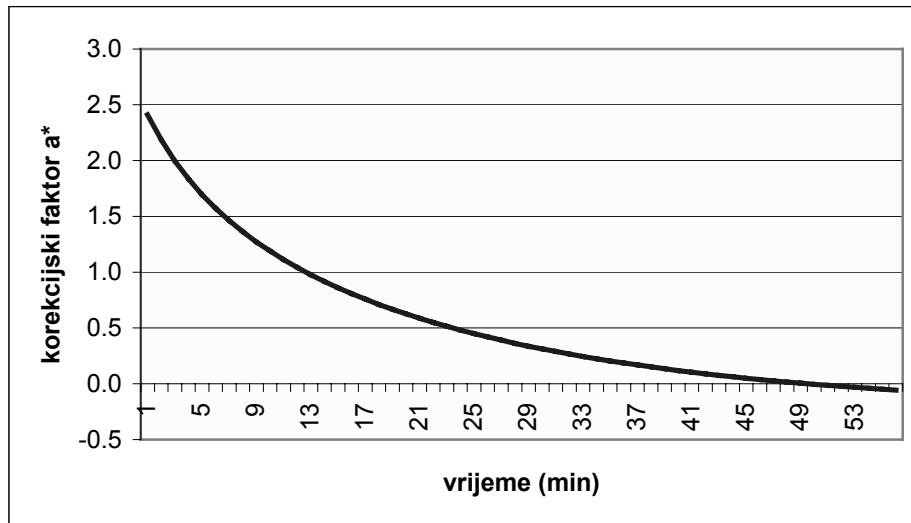
Prosječna vrijednost L^* parametra boje mesa u prvom mjerenju koje je uslijedilo odmah nakon izlaganja površine MLD-a zraku bila je značajno različita ($p < 0,001$) u odnosu na mjerenja koja su uslijedila svakih 15 minuta. Iako je od prvog mjerenja apsolutna vrijednost L^* parametra rasla sve do 45. minute, nije bilo značajne razlike između mjerenja koja su uslijedila.

Grafikon 2 – PROMJENA FAKTORA KOREKCIJE ZA L^* PARAMETAR BOJE JUNEĆEG MESA
Graph 2 – CHANGE OF ADJUSTMENT FACTOR FOR L^* VALUE DURING 60 MINUTE BLOOM TIME



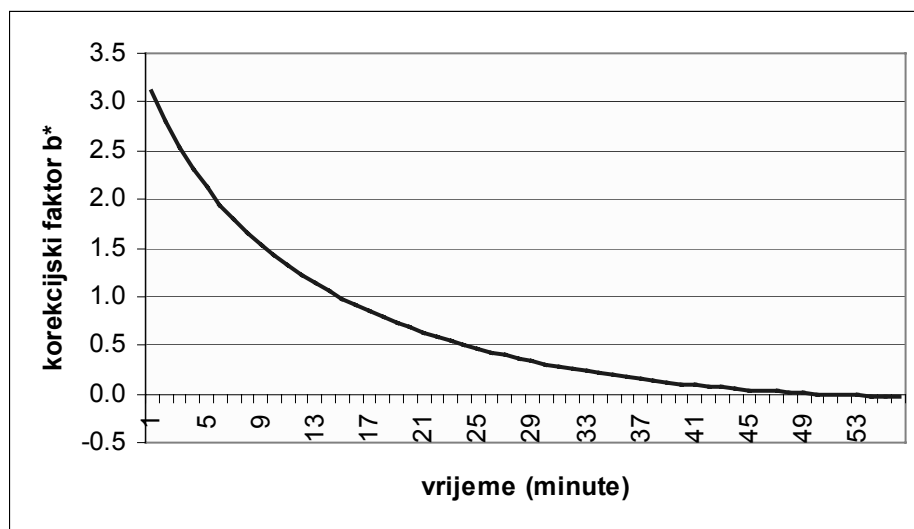
Vrijednost a^* parametra boje mesa rasla je do 60. minute od izlaganja površine MLD-a zraku. Utvrđena je značajna razlika između prosječne vrijednosti prvog ($p < 0,0001$) i drugog mjerenja ($p < 0,001$) u odnosu na ostala mjerenja. Značajna razlika prosječnih vrijednosti a^* parametra boje nije postojala nakon 15 minuta stabilizacije,

Grafikon 3 – PROMJENA FAKTORA KOREKCIJE ZA A* PARAMETAR BOJE JUNEĆEG MESA
 Graph 3 – CHANGE OF ADJUSTMENT FACTOR FOR A* VALUE DURING 60 MINUTE BLOOM TIME



Vrijednosti prvog i drugog mjerenja b* parametra bile su značajno različite u odnosu na ostala mjerenja ($p < 0,0001$). Treće mjerenje se razlikovalo od vrijednosti prvog i drugog mjerenja za razinu značajnosti $p < 0,0001$, a od četvrtog i petog mjerenja za razinu značajnosti $p < 0,05$. Apsolutne prosječne vrijednosti b* parametra su rasle tijekom čitavog praćenja. Međutim, nakon trećeg mjerenja (30 minuta) nije bilo značajnih razlika između prosječnih b* vrijednosti parametara mesa.

Grafikon 4: PROMJENA FAKTORA KOLEKCIJE ZA B* PARAMETAR BOJE JUNEĆEG MESA
 Graph 4: CHANGE OF ADJUSTMENT FACTOR FOR B* VALUE DURING 60 MINUTE BLOOM TIME



Praćenjem stabilizacije boje unutar pasmine nisu utvrđene značajnije razlike u stabilizaciji boje mesa. Utvrđeno je da se vrijednost prvog mjerenja L* parametra simentalke junadi značajno ($p < 0,01$) razlikovala u odnosu na ostala mjerenja. Između ostalih mjerenja nije bilo značajne razlike, iako je prosječna vrijednost L* parametra rasla do 45. minute. Vrijednost a* parametra boje mesa nije se značajno mijenjala nakon drugog mjerenja. Za vrijednost b* parametra utvrđene su značajne razlike ($p < 0,05$) prosječnih vrijednosti do trećeg mjerenja. Za juneće trupove hereford pasmine utvrđeno je da se vrijednost L* parametra boje značajno razlikovala ($p < 0,005$) u odnosu na treće, četvrto i peto mjerenje, dok se vrijednost a* parametra do drugog mjerenja značajno razlikovala ($p < 0,01$) u odnosu na ostala mjerenja. Vrijednost b* parametra boje mesa hereford junadi u drugom mjerenju značajno se razlikovala ($p < 0,0001$) u odnosu na ostala mjerenja.

Utvrđene su značajne razlike vrijednosti parametara boje mesa junadi istraživanih pasmina. Tako su vrijednosti L* i a* parametra boje mesa simentalke junadi za razinu značajnosti $p < 0,0001$ i b* parametar za razinu značajnosti $p < 0,005$ razlikovale u odnosu na junad hereford pasmine (tablica 2).

Tablica 2 – ODNOS PARAMETARA BOJE JUNEĆEG MESA IZMEĐU SIMMENTALSKE I HEREFORD PASMINE
 Table 2 – COLORIMETER READINGS (L*A*B*) OF SIMMENTAL AND HEREFORD YOUNG BULLS

Pasma	Vrijednost parametara boje mesa		
	L*	a*	b*
Simmental	42,14 ^a	25,95 ^a	8,68 ^b
Hereford	40,47 ^a	24,14 ^a	8,12 ^b

a - $p < 0,0001$; b - $p < 0,005$

Između pojedinih parametara boje mesa postoje visoke do srednje visoke korelacije (tablica 3). Vrijednosti L* parametra boje mesa izmjerene za različito trajanje stabilizacije su bile u visokoj korelaciji ($p < 0,0001$), dok s vrijednostima a* i b* parametara pokazuju značajne ($p < 0,0001$) srednje visoke korelacije. Vrijednosti a* parametara izmjerene pri različitom trajanju stabilizacije također su bile u visokoj korelaciji ($p < 0,0001$), a s vrijednostima L* i b* parametara su imale srednje visoke korelacije. Vrijednost b* parametra prvog mjerenja je imala niske korelacije kako s drugim b* vrijednostima tako i s vrijednostima L* i a* parametara. Naime, kako za stabilizaciju b* parametra treba duže vremena, početna vrijednost ima značajan ($p < 0,001$), ali najniži stupanj korelacije kako s ostalim b* mjerenjima tako i s vrijednostima ostalih parametara.

Na tablici 3. prikazane su korelacije krajnje pH (kpH) vrijednosti i vrijednosti parametara boje mesa (L*, a*, b*). Utvrđeno je da je vrijednost b* i L* parametara boje mesa u većoj korelaciji s kpH vrijednosti nego vrijednost korelacije a* i kpH junećeg mesa. Iako vrlo niske, korelacije između kpH vrijednosti te L* i a* parametara boje mesa su signifikantne ($p < 0,1$; $p < 0,005$).

U ranijim istraživanjima utvrđen nelinearan odnos između završne pH vrijednosti i parametra boje mesa (Wulf i Wise, 1999; Wulf i sur., 1997), potvrđen je ovim istraživanjem. U skladu s ranijim istraživanjima utvrđeno je da su b* i L* parametri boje u većoj korelaciji s kpH vrijednosti nego a* parametar (Wulf i sur., 1997; Orcutt i sur., 1984). Pri tome korelacije poprimaju negativne vrijednosti te se apsolutne vrijednosti ovih parametara nalaze u obrnuto proporcionalnom odnosu prema apsolutnoj kpH vrijednosti. U odnosu na ranije rezultate (Wulf i sur., 1997; Orcutt i sur., 1984) iako značajne ($p < 0,01$; $p < 0,05$), utvrđene su vrlo niske vrijednosti korelacija između kpH vrijednosti i parametara boje mesa. Naime, zbog nelinearnog odnosa između ovih kvalitativnih odlika mesa, jednostavna korelacija ne opisuje najbolje njihov odnos. Utvrđeno je da se pri povoljnoj boji i kpH vrijednosti mesa (5,3-5,7), vrijednosti L* i b* parametra boje mesa variraju znatno više, dok kpH vrijednost varira jako malo. No za tvrdo, suho, tamno meso svojstveno je znatno veće variranje kpH vrijednosti (5,8-6,8), a vrijednosti parametara boje mesa ostaju niske i ne variraju značajnije (Wulf i Wise, 1999).

Tablica 3 – KORELACIJE PROSJEČNIH VRIJEDNOSTI LATA I B PARAMETARA BOJE MESA
MJESENIH PRI RAZLIČITOV TRAJANJIMA

STABILIZACIJE

TABLE 3 – CORRELATION BETWEEN AVERAGE LAMB VALUE OF THE MEASUREMENT
DIFFERENT RIDDING TIME

	L_0	L_5	L_30	L_45	L_60	a_0	a_45	a_60	b_0	b_5	b_15	b_30	b_45	b_60	Kel
L_0	1														0,161***
L_5	0,97*	1													0,151***
L_30	0,89**	0,97*	1												0,163***
L_45	0,87**	0,95*	0,97*	1											0,175**
L_60	0,86**	0,94**	0,96**	0,97*	1										0,161***
a_0	0,77**	0,82**	0,85**	0,86**	0,87**	1									0,150
a_45	0,75**	0,80**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1								0,122***
a_60	0,74**	0,79**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1							0,125***
b_0	0,73**	0,78**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1						0,125***
b_5	0,72**	0,77**	0,80**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1					0,125***
b_15	0,71**	0,76**	0,79**	0,80**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1				0,125***
b_30	0,70**	0,75**	0,78**	0,79**	0,80**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1			0,125***
b_45	0,69**	0,74**	0,77**	0,78**	0,79**	0,80**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1		0,125***
b_60	0,68**	0,73**	0,76**	0,77**	0,78**	0,79**	0,80**	0,81**	0,82**	0,83**	0,84**	0,85**	0,86**	1	0,125***

*p<0,0501 **p<0,01 ***p<0,005

Na osnovi pet ponovljenih mjerenja boje izračunati su faktori korekcije L^* , a^* , b^* parametara za 60-minutnu stabilizaciju boje junećeg mesa (tablica 4). Nulta vrijednost faktora korekcije L^* parametra boje mesa utvrđena je za vrijeme stabilizacije u trajanju od 46 minuta. Nulte vrijednosti faktora korekcije a^* i b^* parametara utvrđene su pri stabilizaciji u trajanju od 50 minuta što dovodi do zaključka da je to vrijeme za koje bi ovi parametri trebali ostvariti potpunu stabilizaciju. Utvrđeno je da faktori korekcije za L^* i a^* parametre nakon 60 minuta stabilizacije poprimaju negativne vrijednosti. Wulf i Wise (1999) ukazuju na temelju 90-minutnog praćenja stabilizacije boje mesa na potrebu osiguranja dužeg minimalnog vremena stabilizacije (33 minute za L^* ; 78 minuta za a^* i b^*).

Tablica 4 – FAKTORI KOREKCIJE L^* , A^* , B^* PARAMETARA ZA 60-MINUTNU STABILIZACIJU BOJE JUNEĆEG MESA

Table 4 – ADJUSTMENT FACTORS FOR $L^*A^*B^*$ COLORIMETER READINGS FOR 60 MINUTE BLOOM TIME OF BEEF

Vrijeme stabilizacije (minuta)	Faktor korekcije			Vrijeme stabilizacije (minuta)	Faktor korekcije		
	L^*	a^*	b^*		L^*	a^*	b^*
5	1.0	2.4	3.1	33	0.2	0.3	0.3
6	0.9	2.2	2.8	34	0.2	0.3	0.3
7	0.9	2.0	2.5	35	0.2	0.3	0.3
8	0.8	1.8	2.3	36	0.2	0.3	0.3
9	0.8	1.7	2.1	37	0.1	0.2	0.2
10	0.7	1.6	1.9	38	0.1	0.2	0.2
11	0.7	1.5	1.8	39	0.1	0.2	0.2
12	0.6	1.4	1.7	40	0.1	0.2	0.2
13	0.6	1.3	1.5	41	0.1	0.2	0.2
14	0.6	1.2	1.4	42	0.1	0.2	0.1
15	0.5	1.1	1.3	43	0.1	0.1	0.1
16	0.5	1.0	1.2	44	0.1	0.1	0.1
17	0.5	1.0	1.1	45	0.1	0.1	0.1
18	0.4	0.9	1.1	46	0.0	0.1	0.1
19	0.4	0.9	1.0	47	0.0	0.1	0.1
20	0.4	0.8	0.9	48	0.0	0.1	0.1
21	0.4	0.8	0.9	49	0.0	0.1	0.1
22	0.4	0.7	0.8	50	0.0	0.0	0.0
23	0.3	0.7	0.7	51	0.0	0.0	0.0
24	0.3	0.6	0.7	52	0.0	0.0	0.0
25	0.3	0.6	0.6	54	0.0	0.0	0.0
26	0.3	0.5	0.6	55	0.0	0.0	0.0
27	0.3	0.5	0.5	56	0.0	0.0	0.0
28	0.3	0.5	0.5	57	0.0	0.0	0.0
29	0.2	0.4	0.5	58	0.0	0.0	0.0
30	0.2	0.4	0.4	59	0.0	0.0	0.0
31	0.2	0.4	0.4	60	-0.1	-0.1	0.0
32	0.2	0.4	0.4				

^a Faktori korekcije za 60-minutnu stabilizaciju boje su izračunati prema slijedećim regresijskim jednadžbama:

- L^* faktor korekcije = $1,7345 + 0,000797 \cdot \text{vrijeme stabilizacije} - 1,0358 \cdot \log_{10} \text{ vrijeme stabilizacije}$
- a^* faktor korekcije = $4,4540 + 0,0145 \cdot \text{vrijeme stabilizacije} - 3,0265 \cdot \log_{10} \text{ vrijeme stabilizacije}$
- b^* faktor korekcije = $6,0170 + 0,0283 \cdot \text{vrijeme stabilizacije} - 4,3549 \cdot \log_{10} \text{ vrijeme stabilizacije}$.

S obzirom na specifičnost stabilizacije parametara boje mesa, kategorizacija prema L^* parametru se smatra pouzdanijom. Naime, L^* vrijednost je znatno manje ovisna o vremenu stabilizacije te stoga predstavlja pouzdaniji pokazatelj boje junećeg mesa koji će ovisno o različitim uvjetima pri mjerenju pokazati manji stupanj variranja i odstupanja između različitih proizvodnih pogona (Wulf i Wise, 1999). Duže vrijeme stabilizacije potrebno je za a^* i b^* parametar boje mesa. Vidljivo je da značajna odstupanja apsolutnih vrijednosti postoje do 30. minute kada se vrijednosti ovih parametara počinju stabilizirati. Stoga Wulf i Wise (1999) smatraju da je za a^* i b^* parametre boje mesa potrebo vrijeme stabilizacije i do 70 minuta.

Rezultati ovog istraživanja pokazali su sukladnost s ranijim istraživanjima glede stabilizacije parametara boje mesa. Naime, potvrđeno je da vrijednost L^* parametra boje mesa pokazuje najmanji stupanj variranja pri različitom trajanju stabilizacije. S obzirom da između prosječnih vrijednosti L^* parametra ne postoje značajnije razlike nakon prvih 10-tak minuta stabilizacije, ovaj parametar može poslužiti kao pouzdan pokazatelj boje mesa u različitim uvjetima. Za stabilizaciju a^* i b^* parametara potrebno je više vremena. U klaonicama gdje proizvodni proces ne dozvoljava veće vremenske intervale praćenja (otvaranje mišića – mjerenje), ovi parametri nisu iskoristivi kao pouzdani pokazatelji procjene boje mesa. Moguće je preporučiti da minimalno vrijeme stabilizacije boje bude oko 10 minuta, jer su tada najveće vrijednosti koeficijenata determinacije između razlika prosjeka zadnjeg i prethodnih mjerenja (Wulf i Wise, 1999). U sustavu ocjene goveđih trupova, USDA preporučuje upravo 10 minuta kao minimalno vrijeme stabilizacije (CRF, 1997).

LITERATURA

1. Abril, M., Campo, M.M., Önenç, A., Sañudo, C., Albertí, P., Negueruela, A.I. (2001): Beef colour evaluation as a function of ultimate pH. *Meat Science* 58: 69-78.
2. Andersen, H.A., Oksbjerg, N., Young, J.F., Therkildsen, M. (2005): Feeding and meat quality – a future approach. *Meat Science* 70: 543–554.
3. Boles, J.A., Pegg, R. (2001): Meat Color. Montana State University and Saskatchewan Food Product Innovation Program.
4. Conforth, D. (1994): Color: Its basis and importance. U: Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products (ed. Pearson, A.M., Dutson, T.R.). *Advances in meat research series* (str. 35-77). Blackie Academic & Professional. Glasgow.

5. CRF (1997): Code of Federal Regulations. Revised January 1, Title 7, vol. 3, sect. 54.13, paragraph B.
6. Giddings, G. G. (1977): Symposium: the basis of quality in muscle foods. The basis of color in muscle foods. *Journal of Food Science*, 42(2):288-297.
7. Gregory, N.G., Grandin, T. (1998): *Animal welfare and meat science*. CABI Publishing.
8. Honikel, K.O. (1998): Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science* 49: 447–457.
9. Kreikemeier, K.K., Unruh, J.A., Eck, T.P. (1998): Factors affecting the occurrence of dark-cutting beef and selected carcass traits in finished beef cattle. *Journal of Animal Science* 76: 388-395.
10. Littler, B., House J. (2001): *Dark cutting-what it is? Agnote DAI-244* (first edition).
11. Mancini, R.A., Hunt, M.C. (2005): Current research in meat color. *Meat Science* 71: 100-121.
12. Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Hugo, A., Raats, J.G. (2009): Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chemistry* 112:279–289.
13. Orcutt, M.W., Dutson, T.R., Cornforth, D.P., Smith, G.C. (1984): Factors affecting the formation of dark, coarse band ("heat-ring") in bovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science* 58: 1366-1375.
14. USDA (1997): *Official United States standards for grades of carcass beef*. Agric. Marketing Serv., USDA, Washington DC.
15. Wulf, D.M., O'Connor, S.F., Tatum, J.D., Smith, G.C. (1997): Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. *Journal of Animal Science* 75: 684-692.
16. Wulf, D.M., Wise, J.W. (1999): Measuring muscle color on beef carcasses using the L*a*b* color space. *Journal of Animal Science* 77: 2418-2427.
17. Yiu, H., Wai-Kit, N., Rogers, R. (2001): *Meat Science and Applications*. CRC Press.

ASSESSMENT OF CORRECTION FACTORS OF BEEF COLOUR STABILIZATION

Summary

Beef colour is one of the most important quality factors that determine whether a meat cut will be purchased. Consumers find light red meat colour acceptable, while dark purple colour of meat is associated with doubtful quality and freshness. In meat, shortly after opening the surface to air, myoglobin has the ability to intensively bind oxygen resulting in changing myoglobin status and meat colour. The aim of this work was to estimate adjustment factors for beef meat colour readings (CIE $L^*a^*b^*$) during 60 minute bloom time. Relative differences among carcasses in L^* value did not change after 15 minutes, while a^* values changed up to 30 minute after bloom time. The b^* values continued to increase up to 60 minutes of bloom time. According to adjustment factors, L^* , a^* and b^* values stabilized after approximately the same time (L^*_46 min, a^*_50 min, b^*_50 min). According to mean differences in L^* , a^* and b^* values adjustment factors for beef colorimeter readings were calculated. They can be used for more objective determination of beef colour measured at different time intervals.

Key words: beef, colour, pH, stabilization time, adjustment factors

Primljeno: 16.12.2008.