

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Damjana GRAD

**LASTNOSTI MESA LISASTIH IN RJAVIH BIKOV IZ PROGENEGA
TESTA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**MEAT CHARACTERISTICS OF SIMMENTAL AND BROWN BULLS
FROM PROGENY TEST**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija kmetijstvo – zootehnika. Naloga je bila opravljena na Katedri za znanosti o rejah živali Oddelka za zootehniko Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje Oddelka za zootehniko je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Silvestra Žgura.

Recenzent: doc. dr. Klemen Potočnik

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Andrej LAVRENČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Silvester ŽGUR
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Član: doc. dr. Klemen POTOČNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

Datum zagovora:

Podpisana izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Damjana GRAD

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 636.2:637.5(043)=163.6
KG	govedoreja/biki/pasme/lisasta pasma/rjava pasma/progeni test/meso/lastnosti
KK	AGRIS L01/5214/9702
AV	GRAD, Damjana
SA	ŽGUR, Silvester (mentor)
KZ	SI-1230 Domžale, Groblje 3
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko
LI	2016
IN	LASTNOSTI MESA LISASTIH IN RJAVIH BIKOV IZ PROGENEGA TESTA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 54 str., 18 pregl., 64 vir.
IJ	Sl
JI	sl/en
AI	Namen diplomske naloge je bil analizirati končno pH vrednost in barvo mesa lisastih in rjavih bikov iz progenega testa. V raziskavo smo vključili 707 potomcev rjavih plemenskih bikov, ki so bili spitani na PRC Logatec in zaklani med leti 1996 in 2009 v petih klavnicah. V analizo smo vključili tudi 1686 potomcev lisastih plemenskih bikov, ki so bili do leta 2006 spitani v Rogozi, po tem letu pa se je preizkušnja potomcev preselila v ŽIPO Lenart. Biki so bili zaklani med leti 1999 in 2015 v enajstih klavnicah. Klavne polovice lisastih in rjavih bikov so bile pripeljane na Oddelek za zootehniko, kjer smo na <i>m. longissimus dorsi</i> med 6. in 7. rebrom izmerili pH in barvo mesa. Barvo smo izrazili kot CIE za svetlost L*, rdeč a* in rumen b* ton. V analizi smo za vsako pasmo posebej testirali statistično značilnost posameznih vplivov (sistematski vpliv očeta, meseca zakola, kraj zakola in mase klavnih polovic ali starosti ob zakolu ali deleža loja v klavnih polovicah kot linearno regresijo) na pH vrednost in barvo mesa. Povprečna končna pH vrednost rjavih bikov je bila 5,59, lisastih pa 5,61. Rjavi biki so imeli v povprečju nižje vrednosti za L* (38,32), a* (23,39) in b* (12,38) v primerjavi z lisastimi biki (L* 39,46; a* 26,22 in b* 13,54). Pri rjavih bikih so na pH statistično značilno ($p < 0,05$) vplivali kraj zakola, mesec zakola, oče in delež loja. Pri lisastih bikih so na pH vplivali mesec zakola in očetje. Na vrednost L* so pri rjavih bikih vplivali kraj zakola, oče, starost ob zakolu in delež loja, pri lisastih bikih pa mesec zakola, oče in starost ob zakolu. Na a* in b* vrednosti pri lisastih bikih in na a* vrednost pri rjavih bikih so imeli vsi proučevani vplivi statistično značilen vpliv. Na b* vrednost pri rjavih* ni statistično značilno vplivala masa klavnih polovic in mesec zakola v primeru, ko je bil v model vključen delež loja kot linearna regresija.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 636.2:637.5(043)=163.6
CX cattle breeding/bulls/breed/Simmental/Brown breed/progeny
test/meat/characteristics
CC AGRIS L01/5214/9702
AU GRAD, Damjana
AA ŽGUR, Silvester (supervisor)
PP SI-1230 Domžale, Groblje 3
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Animal Science
PY 2016
TI MEAT CHARACTERISTICS OF SIMMENTAL AND BROWN BULLS FROM
PROGENY TEST
DT Graduation thesis (University study)
NO IX, 54 p., 18 tab., 64 ref.
LA Sl
AL sl/en
AB The aim of this study was to analyse ultimate pH and meat colour of Simmental and Brown bulls from progeny test. The experiment included 707 offsprings of Brown bulls, fattened in the PRC Logatec and slaughtered between 1996 and 2009 in five slaughterhouses. We examined 1686 offsprings of Simmental bulls, who were fattened until 2006 in Rogoza and after that in ŽIPO Lenart. Bulls were slaughtered between 1999 and 2015 in eleven slaughterhouses. The carcasses of Brown and Simmental bulls were brought to the experimental slaughterhouse of Department of Animal Science where measurements of ultimate pH and meat colour were made between the 6th and 7th rib of *m. longissimus dorsi*. Colour measurements were expressed as lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*). In the analysis for each breed, the fixed effect of sire, month of slaughter, place of slaughter and carcass weight, or age at slaughter or carcass fat percentage as covariate were included. The ultimate pH of Brown bulls was 5,59 and of Simmental 5,61. Average values of L* values in Brown bulls (38,32), a* (23,39) and b* (12,38) were lower compared with Simmental (L* 39,46; a* 26,22 and b* 13,54). Place and month of slaughter, sire and carcass fat percentage effected ultimate pH of Brown bulls, whereas month of slaughter and sire effected ultimate pH in Simmental bulls. L* values of Brown bulls were effected by place of slaughter, sire, age at slaughter and carcass fat percentage. On the other hand, significant effect sire, month of slaughter and age at slaughter on L* values were found in Simmental bulls. All the studied effects had significant effect on both a* and b* values in Simmental bulls and a* values in Brown bulls. However, there was no significant effect of carcass weight and moth of slaughter, in the case when carcass fat percentage as covariate was included in the model, on b*values in Brown bulls.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VIII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	IX
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 LASTNOSTI MESA	2
2.1.1 Postmortalna glikoliza	2
2.1.2 Barva	4
2.2 VPLIVI NA LASTNOSTI MESA	6
2.2.1 Pasma, genotip	6
2.2.2 Spol	7
2.2.3 Starost in telesna masa	9
2.2.4 Prehrana	9
2.2.5 Zamaščenost	11
2.2.6 Sezona zakola	12
2.2.7 Postopki z živalmi pred zakolom	13
2.2.8 Ravnanje s klavnimi polovicami po zakolu	18
3 MATERIAL IN METODE	19
3.1 PROGENI TEST	19
3.2 STRUKTURA PODATKOV LISASTIH BIKOV	19
3.3 STRUKTURA PODATKOV RJAVIH BIKOV	19
3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV	20
4 REZULTATI	22
4.1 LISASTA PASMA	22
4.2 RJAVA PASMA	33
5 SKLEPI	45
6 POVZETEK	46
7 VIRI	48
ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Osnovna statistika za lastnosti klavnih polovic in mesa lisastih bikov	22
Preglednica 2: Število živali in povprečne vrednosti izmerjenega pH-ja po posameznih razredih pri lisastih bikih	23
Preglednica 3: Število in povprečne vrednosti za pH, L^* , a^* in b^* po posameznih letih pri lisastih bikih	24
Preglednica 4: Analiza variance za pH vrednost v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih	25
Preglednica 5: Analiza variance za lastnost mesa L^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih	26
Preglednica 6: Analiza variance za lastnost mesa a^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih	28
Preglednica 7: Analiza variance za lastnost mesa b^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih	29
Preglednica 8: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN $\pm$ SEE) za kraj zakola pri lisastih bikih (model 1)	31
Preglednica 9: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN $\pm$ SEE) za mesec zakola pri lisastih bikih (model 1)	32
Preglednica 10: Osnovna statistika za lastnosti klavnih polovic in mesa rjavih bikov	33
Preglednica 11: Število živali in povprečne vrednosti izmerjenega pH-ja po posameznih razredih za pH pri rjavih bikih	34
Preglednica 12: Število in povprečne vrednosti za pH, L^* , a^* in b^* po posameznih letih zakola pri rjavih bikih	35

Preglednica 13: Analiza variance za pH vrednost v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih	36
Preglednica 14: Analiza variance za lastnost mesa L^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih	38
Preglednica 15: Analiza variance za lastnost mesa a^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih	40
Preglednica 16: Analiza variance za lastnost mesa b^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih	41
Preglednica 17: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake ($LSMEAN \pm SEE$) za kraj zakola pri rjavih bikih (model 1)	43
Preglednica 18: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake ($LSMEAN \pm SEE$) za mesec zakola pri rjavih bikih (model 1)	44

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Vpliv starosti ob zakolu na L^* vrednosti pri lisastih bikih (model 1)	27
Slika 2: Vpliv mase klavnih polovic na vrednost a^* (model 2)	28
Slika 3: Vpliv mase klavnih polovic na vrednost b^* (model 2)	30
Slika 4: Vpliv deleža loja na pH vrednost pri rjavih bikih (model 3)	37
Slika 5: Vpliv deleža loja na L^* vrednost pri rjavih bikih (model 3)	39
Slika 6: Vpliv starosti ob zakolu na a^* vrednost pri rjavih bikih (model 1)	40
Slika 7: Vpliv starosti ob zakolu na b^* vrednost pri rjavih bikih (model 1)	42

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ADP	adenozin difosfat
AMP	adenozin monofosfat
ATP	adenozin trifosfat
PFK	fosfofruktokinaza
TČS	temno, čvrsto in suho meso

1 UVOD

Kakovost mesa je za potrošnike zelo pomembna zato v večini držav naraščajo zahteve po kakovostiokusnega, zdravega in varnega mesa (Joo in sod., 2013).

Meso je definirano kot užitni del prečno-progastih mišic živali, ter vsebuje beljakovine, minerale in v manjši meri še maščobe z nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami (Santé-Lhoutellier in Pospiech, 2016).

Kakovost mesa je pod vplivom notranjih in zunanjih dejavnikov. Med notranje lahko prištevamo pasmo oz. genotip in spol, med zunanje telesno maso ob zakolu, starost, način vhljevitve, prehrano, predklavne postopke, ki vključujejo transport, odtegnitev krme in vode pred zakolom, čakanje na zakol, postopek zakola (omamljanje, izkrvavitev, obešanje) kot tudi postopke s klavnimi trupi po zakolu (hlajenje) in kasneje shranjevanje in zorenje mesa (Strydom in sod., 2016).

Senzorično kakovost mesa lahko razdelimo na vizualno kakovost in gastronomsko kakovost. Ob nakupu vplivajo na potrošnikove odločitve barva mesa in maščobe, količina in razmerje med mesom in maščobo, količina intramuskularne, intermuskularne in podkožne maščobe, ter količina izceje. Potrošniki pričakujejo, da se bodo vizualni parametri odražali v prijetni aromi, sočnosti in mehkobi mesa, vendar pogosto vizualna kakovost ni povezana z okusnostjo mesa (Strydom in sod., 2016).

pH vrednost mesa je ena izmed tistih lastnosti, s pomočjo katere ocenjujemo potek postmortalne glikolize in močno vpliva na druge lastnosti mesa, kot npr. barvo mesa, teksturo, mehkobo mesa in sposobnost za vezavo vode. Zato smo se odločili, da v nalogi analiziramo dejavnike, ki vplivajo na končno pH vrednost in barvo mesa pri lisastih in rjavih bikih iz progenega testa.

2 PREGLED OBJAV

2.1 LASTNOSTI MESA

Lastnosti mesa so odvisne od zgradbe, strukture mišic, kemične sestave, sprememb po zakolu in v času shranjevanja mesa, ter njihovih medsebojnih interakcijah (Joo in sod., 2013). Lastnosti mišičnih vlaken, kot npr. skupno število mišičnih vlaken, velikost prečnega prereza in njihova presnova, vplivajo na potek postmortalnih procesov, ki nato vplivajo na druge lastnosti mesa in s tem na njegovo kakovost.

2.1.1 Postmortalna glikoliza

Z izkrvavitvijo živali se začnejo postmortalne spremembe, ki privedejo do pretvorbe mišice v meso. Te spremembe vključujejo izgubo homeostaze, celično smrt, proteolizo, oksidacijo in druge spremembe. Med naštetimi je najpomembnejša pri pretvorbi mišice v meso ravno izguba homeostatske kontrole. Potek postmortalne glikolize je eden najpomembnejših dejavnikov, ki vplivajo na kakovost mesa (Shen in Du, 2016).

Glikogen ima pomembno vlogo pri homeostatski kontroli koncentracije glukoze v krvi in energijskem ravnovesju v živali (Pethick in sod., 1995) ter je odgovoren za kopičenje laktata v mišicah živali po zakolu (Immonen in sod., 2000). Količina glikogena je odvisna od prehrane, fizične aktivnosti živali in stresnih pogojev. Količinsko se največ glikogena nahaja v jetrih in mišicah živali (Immonen in sod., 2000; Geay in sod., 2001).

Na kratko je glikoliza serija desetih biokemičnih reakcij odgovornih za presnovo molekule s 6 C atomi v dve molekule s 3 C atomi, med katerimi nastaja ATP (adenozin trifosfat). Glikoliza lahko poteka aerobno (ob prisotnosti kisika) ali anaerobno (brez prisotnega kisika) (Ferguson in Gerrard, 2014).

Posmortalna glikoliza poteka brez prisotnosti kisika in je razdeljena v 2 fazi. Prva ali pripravljalna faza vključuje 5 reakcij, ki presnavljajo molekulo s 6 C atomi v en skupni produkt imenovan gliceraldehid-3-fosfat. Drugih 5 reakcij pridobi ATP in ohranja 3 C atome v obliki piruvata. Prvi encim, ki določa hitrost glikolize je fosfofruktokinaza (PFK), ki nepovratno pospešuje spremembo fruktoze-6-fosfata v fruktozo-1,6-bifosfat. Ferguson in Gerrard (2014) navajata, da predstavlja aktivnost PFK najpomembnejšo kontrolno točko v procesu glikolize. Aktivnost PFK se poveča pod vplivom AMP (adenozin monofosfat),

fruktoze-1,6-bifosfat, ADP (adenozin difosfat), fosfata in K^+ . Delovanje PFK pa je zmanjšano ob prisotnosti ATP in citrata. Citrat je proizvod oksidacije maščobnih kislin. Encim piruvat kinaza nepovratno katalizira pretvorbo fosfoenolpiruvata v piruvat. Ob zadostni prisotnosti kisika v celicah je piruvat usmerjen v mitohondrije in nadalje sodeluje v presnovi, ter pomaga vodikovemu ionu prehajati skozi membrane in nato pri sintezi ATP. Ta proces se spremeni v mišicah po zakolu, ko ni dovolj kisika in je poraba ATP-ja večja od njegove sinteze. Takrat piruvat nič več ne vstopa v mitohondrije, ker se transportna veriga elektronov ustavi. To ima za posledico kopičenje vodikovih ionov in laktata, ki je končni produkt anaerobne presnove, pH v mišicah pa se zniža na nivo, ki ga običajno najdemo v normalnem mesu (Ferguson in Gerrard, 2014). Padec pH je na začetku hiter ter se nato upočasni in stabilizira pri vrednosti, ki ji pravimo končni pH (v nadaljevanju pH vrednost) in je dosežen približno od 24 do 48 ur po zakolu. Obseg zmanjšanja pH je v največji meri odvisen od glikogenskih rezerv v mišici pred zakolom (Pethick in sod., 1995; Wulf in sod., 2002; Terlouw, 2016). Normalna pH vrednost govejega mesa se giblje od 5,4 do 5,7 (Škrlep in sod., 2013). Približno 45 mmol glikogena je potrebnih, da se v enem kilogramu mesa pH zniža iz 7,2 na 5,5 (Immonen in Puolanne, 2000).

Hitrost postmortalne glikolize in s tem hitrost zmanjševanja pH vrednosti po zakolu, lahko pomembno vpliva na stopnjo miofibrilarnega krčenja, ter na hitrost in obseg proteolize med kasnejšim zorenjem mesa. Kombinacija hitre postmortalne glikolize in visoke mišične temperature lahko ogrozi integriteto mišičnih beljakovin, kar lahko vodi do zmanjšane vizualne privlačnosti in funkcionalnosti mesa (Ferguson in Gerrard, 2014).

Kadar je raven glikogena ob zakolu zadostna in je s tem posledično pH nizek (pod 5,8), mioglobin ostane v oksigenirani obliki, kar se izraža v svetli češnjevo-rdeči barvi mesa. Poleg tega nizek pH preprečuje spremembo vsega glikogena v mlečno kislino. Ostanek glikogena v mesu po končani postmortalni glikolizi izboljša obstojnost mesa, ker bakterije namesto beljakovin za svojo rast izrabljajo preostali glikogen. Če ostanka glikogena ni, bakterije začnejo razgrajevati in uporabljati beljakovine v mesu, kar privede do nastanka amoniaka in do t.i. slabega vonja mesa. Glikogen je tudi hidrofilna molekula in prispeva k zadrževanju vode v mesu. Pri mesu, ki ima visok pH (nad 5,8), ter malo ali nič ostanka glikogena po postmortalni glikolizi, pride do nastanka metmioglobina, kar se izraža v

nastanku rjave barve mesa. Meso z visokim pH je ne samo temne barve, ima tudi večjo sposobnost za vezavo vode, je bolj suho z gumijasto strukturo in je bolj podvrženo kvarjenju (Tarrant, 1989; Pethick in sod., 1995; Villarroel in sod., 2003). Visok pH v mesu povezujemo s t.i. pojavom temnega, čvrstega in suhega mesa (TČS), ki je neposredno povezan s pomanjkanjem glikogena v mišicah ob zakolu (Wulf in sod., 2002).

Mišice so sestavljene iz različnih tipov mišičnih vlaken, ki pomembno vplivajo na mišično presnovo in s tem tudi na postmortalno glikolizo. V osnovi poznamo tri tipe mišičnih vlaken in jih najdemo v medsebojni kombinaciji v večini mišic. Mišice z več vlaken tipa I so počasi delujoče, imajo nižje koncentracije glikogena in počasnejše zmanjševanje pH vrednosti po zakolu (Pethick in sod., 1995; Ferguson in Gerrard, 2014). Vlakna tipa II so hitro delujoča in se razdelijo na tip IIa in tip IIb. Tip IIa so hitro aktivna vlakna z dobro aerobno aktivnostjo, visoko koncentracijo glikogena in s hitro stopnjo re-sinteze glikogena. Vlakna tipa IIb vsebujejo nižje koncentracije glikogena in imajo počasno stopnjo re-sinteze glikogena. Zaradi visoke aktivnosti glikogen fosforilaze v kombinaciji z nizko aktivnostjo glikogen-sintaze in heksokinaze, vlakna tipa IIb hitro porabijo in obenem počasi obnovijo glikogenske rezerve (Pethick in sod., 1995).

2.1.2 Barva

Barva bolj kot katerakoli druga lastnost vpliva na nakup mesa, ker potrošnik spremembe v barvi enači s svežino in neoporečnostjo mesa. Barvo mesa določa več faktorjev, kot so koncentracija in kemično stanje pigmenta mioglobina, količina intramuskularne maščobe, oksidacija lipidov in struktura mišice (predvsem sestava mišičnih vlaken). Med zgoraj omenjenimi na barvo najbolj vpliva prav mioglobin, na katerega vplivajo genetski in okoljski dejavniki, kot so vrsta živali, pasma, prehrana in telesna aktivnost (Mancini in Hunt, 2005; Joo in sod., 2013).

Mioglobin je globularni v vodi topni hemoprotein, katerega funkcija je skladiščenje in prenos kisika v mišicah. Sestavljen je iz ene polipeptidne verige in ene molekule hema. Polipeptidna veriga vsebuje 153 aminokislinskih ostankov urejenih v osem alfa vijačnic. Mioglobin vsebuje prostetično skupino hem, v kateri se nahaja železov atom, ki je v oksidacijskem stanju +2 in tvori šest vezi. Štiri od teh vezi tvori s porfirinskim obročem, peto vez s histidinom-93 in šesta vez lahko reverzibilno ali ireverzibilno veže ligande.

Prisotnost ligandov in sposobnost vezave železa določa barvo mesa. Zato so različne kemične oblike, v katerih se mioglobin nahaja odgovorne za barvo mesa (Mancini in Hunt, 2005).

Dezoksimioglobin se pojavi, ko ni prisotnega liganda na šesti koordinacijski vezi in je železo v fero obliki (Fe^{2+}). To se kaže v purpurno rdeči ali purpurno roza barvi mesa, ki jo zasledimo npr. pri vakuumsko pakiranem mesu (Mancini in Hunt, 2005).

Oksigenacija je proces, ko je mioglobin izpostavljen kisiku in se kisik veže na železo, kar se odrazi kot razvoj svetlo češnjevo-rdeče barve mesa. Pri oksigenaciji ne pride do spremembe valence železa. Kadar se poveča izpostavljenost kisiku, kisik prodre globlje v površino mesa. Globina do koder prodira kisik v meso in s tem debelina plasti oksimioglobina je odvisna od temperature mesa, parcialnega tlaka kisika, pH in tekmovanja za kisik z drugimi respiratornimi procesi (Mancini in Hunt, 2005).

Do metmioglobina pride, ko poteče oksidacija in se spremeni valenca železa iz fero (Fe^{2+}) oblike v feri (Fe^{3+}) obliko. Metmioglobin oz. tretji pigmenti sloj pod površino mesa se nahaja med oksimioglobinom in dezoksimioglobinom in postopoma postane gostejši in se premika proti površini mesa. To se kaže kot rjava barva mesa. Nastanek metmioglobina je pod vplivom parcialnega tlaka kisika, temperature, pH, zmanjšane aktivnosti mesa in v nekaterih primerih tudi zaradi pojava mikroorganizmov (Mancini in Hunt, 2005).

Obstojnost barve mesa je zelo pomemben dejavnik, saj je v tesni povezavi z rokom uporabnosti mesa. Razbarvanost ter pojav rjave barve mesa se zgodi zaradi oksidacije mioglobina do metmioglobina.

Tako hitrost padanja pH vrednosti, kot končna pH vrednost in temperatura vplivajo na barvo mesa (Przybylski in sod., 2016). Barva v mišici temelji na odboju svetlobe od proste vode. Kadar je pH visok, beljakovine močneje vežejo vodo in ne pride do iztiskanja odvečne vode v medcelični prostor, prostor med vlakni je majhen in govorimo o zaprti mikrostrukturi mesa. Takšno meso odbija manj svetlobe, zato je temnejše barve. Tako so Page in sod. (2001) izračunali negativne korelacije med barvo (L^* -0,40; a^* -0,58 in b^* -0,56) in pH vrednostjo. Abril in sod. (2001) navajajo, da je barva mesa temnejša (L^* vrednosti, izmerjene neposredno po zakolu) v mesu z višjo pH vrednostjo. Opazili so tudi nižje vrednosti L^* , a^*

in b^* v večini meritev (0 min, 15 min, 5 h in 2, 6 in 9 dni po zakolu) pri mesu s $\text{pH} \geq 6,1$ v primerjavi z mesom, ki je imelo $\text{pH} < 6,1$. Tudi Węglarz (2010) je poročal o korelaciji med pH in barvo mesa. Vrednosti so bile za L^* -0,24, a^* -0,29 in b^* -0,24, kar dokazuje da višji pH mesa povzroči poslabšanje barve mesa. Kadim in sod. (2004) pa so ugotovili še višje korelacije med pH mesa in barvo; pri L^* vrednosti -0,46, a^* -0,73 in b^* -0,51 v poletnem času in -0,47, -0,49 in -0,30 v zimskem obdobju. Poleg tega so pri visokem pH encimi, ki pri svojem delovanju porabljajo kisik, bolj aktivni, kar vodi do zmanjšanja koncentracije oksimioglobina na račun večje koncentracije dezoksioglobina in posledično temnejšega mesa (Page in sod., 2001).

2.2 VPLIVI NA LASTNOSTI MESA

Dejavnike, ki vplivajo na lastnosti mesa, lahko razdelimo na tiste, ki jih povezujemo z živaljo (genotip, pasma, spol, starost in telesna masa), okoljem (sezona, prehrana), postopki z živalmi pred zakolom (nakladanje, transport, čakanje na zakol, omamljanje) in postopki s klavnimi polovicami po zakolu (izkrvavitev, obešanje, hlajenje).

2.2.1 Pasma, genotip

Pasma goveda vpliva na barvo mesa. Tako so Hocquette in sod. (2016) ugotovili razlike v barvi mesa med pozno zreliimi pasmami (mesni tip) in zgodaj zreliimi pasmami (mlečni tip). Mladi blonde d'aquitane bikci so imeli svetlejše meso v primerjavi s pasmama, kot sta montbeliard in holštajn.

Pri bikih belgijsko belo plave pasme so Cuvelier in sod. (2006) ugotovili svetlejše (L^* 41,9) in manj rdeče (a^* 15,0) meso, pri aberdeen angus bikih pa temnejše (L^* 37,4) in bolj rdeče (a^* 17,6) meso. Limuzin biki so imeli v njihovi raziskavi L^* in a^* vrednosti med belgijsko belo plavimi in aberdeen angus biki. Poročajo še, da pri preučevanju belgijsko belo plavih, aberdeen angus in limuzin bikih pasma ni vplivala na pH .

Dunne in sod. (2004) so pri bikih irske frizijske pasme ugotovili manj rumeno meso (manjše b^* vrednosti) kot pri bikih novozelandske frizijske pasme in križancih belgijsko belo plave in holštajn-frizijske pasme. Križanci so imeli tudi najmanjšo koncentracije hem pigmentov. Belgijsko belo plava pasma ima večji delež t.i. belih vlaken in nižjo vsebnost mioglobina (Wegner in sod., 2000). Dunne in sod. (2004) so ugotovili tudi, da je na pH vplivala telesna

masa ob zakolu. Težje živali (telesna masa 659 kg) so imele višjo pH vrednost (5,58) kot lažje (530 kg) živali (5,51).

Pri preučevanju prirasta bikov od rojstva do zakola in priraste zadnjih 90 dni pred zakolom, so Žgur in sod. (2003) ugotovili, da je bil vpliv očeta statistično značilen pri preučevanih lastnostih intramuskularne maščobe, pH in barve mesa.

Pratt in sod. (2013) so predstavili izsledke svoje raziskave, kjer so proučevali fenotipske in genetske korelacije za barvo (merjeno 48 ur po zakolu) in okusnost mesa pri bikih. V raziskavo je bilo vključenih 1066 potomcev desetih različnih pasem. Ocenili so nizek dednostni delež za L^* vrednost ($0,09 \pm 0,087$), medtem ko sta bila dednostna deleža za a^* vrednost ($0,29 \pm 0,115$) in b^* vrednost ($0,28 \pm 0,120$) visoka. Nasprotno pa so King in sod. (2010) pri vzorcih mesa, ki so bili 6 dni izpostavljeni zraku, ocenili višji dednostni delež za L^* vrednost ($0,40 \pm 0,16$) v primerjavi z rezultati, do katerih so prišli Pratt in sod. (2013), ter nižja dednostna deleža za vrednosti a^* ($0,14 \pm 0,12$) in b^* ($0,13 \pm 0,12$). Pratt in sod. (2013) so zabeležili pozitivne genetske korelacije med vrednostjo a^* (0,43) in vrednostjo b^* (0,44), ter mehkobo mesa in tudi med a^* (0,80) in b^* (0,79) in aromo mesa. Statistično značilne ($p < 0,05$) pozitivne fenotipske korelacije so bile zabeležene med L^* vrednostjo (0,18) in mehkobo mesa ter med a^* (0,15) in b^* (0,09) in jakostjo arome. King in sod. (2010) so v svoji raziskavi proučevali tudi genetske vplive na vsebnost mioglobina in ugotovili, da je vsebnost mioglobina dedna, saj so z genetskimi faktorji pojasnili 85 % variabilnosti v vsebnosti mioglobina (ocena dednostnega deleža za koncentracijo mioglobina je znašala $0,85 \pm 0,18$). Z genetskimi faktorji pa niso pojasnili variabilnosti v pH vrednosti (dednostni delež za pH je znašal $0,06 \pm 0,10$).

2.2.2 Spol

Spol živali bistveno vpliva na klavno kakovost in kakovost mesa. V primerjavi s telicami imajo klavne polovice bikov večjo vsebnost mesa in hkrati manjšo vsebnost maščobe (Węglarz, 2010). Vendar je meso bikov pogosteje povezano z visokim pH in temnejšo barvo, kar negativno vpliva na tehnološke lastnosti in omejuje primernost za nadaljnjo predelavo (Mach in sod., 2008).

Voli so mirnejšega temperamenta v primerjavi z biki in tako manj pod vplivom stresnih dejavnikov ter s tem posledično lahko ohranjajo več glikogena v mišicah v primerjavi z biki. Dunne in sod. (2004) so ugotovili, da so imeli bikci križanci med belgijsko belo plavo in holštajn-frizijsko pasmo višji pH (5,84) kot voli križanci (5,57). Enak pojav so zabeležili pri irski frizijski pasmi, medtem ko pri novozelandski frizijski pasmi ni bilo razlik v pH med biki in voli. Biki imajo tudi nižji delež intramuskularne maščobe, ter večje koncentracije pigmenta kot voli (Tarrant, 1989). Ker so bolj dovzetni za stres med prevozom, vhljevitvijo v klavnice pred zakolom, Mushi in sod. (2007) trdijo, da je stres vzrok za slabšo kakovost mesa bikov v primerjavi z voli in tudi telicami. Biki so tudi bolj nagnjeni k TČS, predvsem kadar pride do mešanja skupin pred zakolom, ko zaradi vzpostavljanja socialne hierarhije prihaja do večje fizične aktivnosti, kar privede do porabe in posledično pomanjkanja glikogena v mišicah pred zakolom (Warris in sod., 1994). Razlike med spoli se pokažejo tudi pri dovzetnosti na temperaturne spremembe in tako so Marenčič in sod. (2012) zabeležili, da so imeli biki pH v vseh letnih časih višji od telic, ravno tako so imeli višje vrednosti a^* , vendar manjše vrednosti L^* in b^* v primerjavi s telicami.

Gatellier in sod. (2005) so ugotovili, da spol vpliva na barvo mesa, saj so pri volih zabeležili večje L^* (svetlost) vrednosti kot pri kravah in telicah. Ta rezultat je verjetno v povezavi z nižjimi vrednostmi hem železa (prostetične skupine) pri volih v primerjavi z ženskimi živalmi. Tudi Page in sod. (2001) navajajo višje vrednosti za barvo mesa pri volih v primerjavi s telicami. Pri volih so bile vrednosti za L^* 39,6, a^* 25,2 in b^* 11,0, medtem ko so imele telice vrednosti L^* 39,2, a^* 24,8 in b^* 10,8, ob tem pa niso ugotovili razlik v pH vrednostih. Pri bikih pa so izmerili najnižje vrednosti za barvo mesa in najvišji pH. Pri tem je potrebno omeniti, da je bilo proučevanih samo 5 bikov, medtem ko je bilo na drugi strani v raziskavo vključenih 680 volov in 315 telic.

Čas shranjevanja mesa ima velik vpliv na rdečo barvo mesa (a^*). Gatellier in sod. (2005) so opravili obsežno raziskavo, kjer so vključili šarole krave, ter vole in telice, ki so bili oboji mlajši od 36 mesecev. Ena skupina živali je bila 100 dni na paši, druga pa 100 dni v hlevu in krmljena s koruzno silažo in senom. Vse živali so dobile še dodatek v obliki koncentrata, ki je vseboval koruzo, pesne rezance, lan, ter mineralno-vitaminsko mešanico. Vzorce so vzeli 24 ur po zakolu (*m.longissimus dorsi*) jih vakuumsko zapakirali in shranili na

temperaturi 4 °C 14 dni. Po 14 dneh so vzorce položili na pladenj in jih prevlekli s folijo, ki je prepuščala zrak, ter jih nato shranili v temen prostor za največ 6 dni pri temperaturi 4 °C. Barvo mesa so izmerili po 2 urah in po 2 in 6 dneh shranjevanja na zraku. Ne glede na prehrano in spol živali, je bilo pri vseh (volih, kravah in telicah) opaziti znižanje a^* vrednosti med shranjevanjem mesa na zraku. Vpliv krme s koruzno silažo na a^* vrednost je bil opazen samo pri telicah, kjer je a^* vrednost znatno upadla po 6 dneh. Po dveh urah izpostavljenosti zraku, so opazili večje b^* vrednosti pri živalih krmljenih s koruzno silažo, še posebej pri kravah in telicah. Po 6 dneh na zraku, so bile b^* vrednosti manjše pri kravah in telicah krmljenih s koruzno silažo. V zaključku raziskave avtorji poročajo, da je vpliv prehrane na obstojnost barve odvisen od kategorije živali. Pri telicah, ki so se pasle, se je izboljšala obstojnost barve v primerjavi s telicami krmljenimi s koruzno silažo, vendar tega niso mogli potrditi pri kravah in volih.

2.2.3 Starost in telesna masa

Mehkoba mesa upada s kronološko starostjo živali (Mushi in sod. 2007), koncentracija pigmenta (mioglobina) pa s kronološko starostjo paralelno narašča (Geay in sod., 2001) in zato imajo starejše živali posledično temnejše meso kot mlade živali (npr. teleta). Intenzivnost barve signifikantno narašča med 9. in 13. mesecem starosti živali in med 13. in 17. mesecem starosti (Hocquette in sod., 2016). Lin-qiang in sod. (2011) so raziskovali vpliv starosti na kakovost mesa pri qinchuan bikih (starost ob zakolu med 3 in 15 mesecev) in pri barvi ugotovili, da se je vrednost a^* s starostjo povečevala, medtem ko se je vrednost L^* s starostjo zmanjševala. Pri vrednosti b^* niso opazili sprememb. Nasprotno pa Guzek in sod. (2013) navajajo nižje vrednosti za a^* ($p < 0,05$) pri starejših živalih (starostni razpon proučevanih živali je bil med 25 in 27 meseci). Tudi Węglarz (2010) poroča o razlikah v starosti pri barvi mesa, kjer je pri telicah in kravah ugotovil razlike predvsem pri vrednosti L^* . Ugotavlja, da je bilo meso telic (38,75) svetlejše od mesa krav (36,81) merjenih v poletni sezoni. Ko je avtor primerjal svetlost mesa pri živalih zaklanih v zimskem času, je zabeležil še večjo razliko v svetlosti mesa (L^* vrednost) med kravami (36,47) in telicami (41,41).

2.2.4 Prehrana

S prehrano lahko vplivamo na koncentracijo mioglobina. Pri živalih, ki so bile na paši, so Geay in sod. (2001) določili večjo koncentracijo pigmentov in bolj intenzivno barvo kot pri živalih, krmljenih s koncentratom. Vendar je takšen rezultat lahko povezan s tem, da paša

pripomore k večji fizični aktivnosti živali in posledično večjega števila oksidativnih mišičnih vlaken, kar vodi do bolj rdeče barve mesa (Vestergaard in sod., 2000).

V raziskavi, ki so jo opravili Pethick in sod. (1995), so ugotovili nižje koncentracije glikogena pri pašnih volih (na paši so bili v mesecu decembru v Avstraliji) v primerjavi z dvema različno vhranjenima (individualni boksi in skupinsko pitališče) skupinama volov, krmljenih s peleti (seno:ječmen:bob). To sovпада z ugotovitvami, do katerih so prišli French in sod. (2001), ki so za pH ugotovili, da je imela skupina, spitana izključno na paši, višji pH v primerjavi z vsemi ostalimi preučevanimi skupinami (skupine so bile krmljene z obroki, kjer so se razmerja med pašo in koncentratu razlikovala). Podobne rezultate pri volih navajajo Muir in sod. (1998), ki so tudi zabeležili višji pH pri volih na paši, vendar sklepajo, da je to posledica večje dovzetnosti na stres volov na paši, zaradi manjše navajenosti na rokovanje in zapiranje v bokse v postopkih pred zakolom.

Voli, krmljeni s koncentratu, so običajno tudi bolj zamaščeni in imajo večjo količino podkožnega loja. To po zakolu vodi do počasnejšega ohlajanja, ki v kombinaciji z nižjim pH mesa privede do povečane denaturacija beljakovin (Bruce in sod., 2004). Isti avtorji poročajo o pozitivni korelaciji med debelino podkožnega loja in barvo izmerjeno dan po zakolu (L^* , $r=0,63$; a^* , $r=0,60$; b^* , $r=0,67$) ter negativni korelaciji med debelino podkožnega loja in pH vrednostjo ($r=-0,82$).

Vestergaard in sod. (2000) poročajo, da pri bikih restriktivno krmljenje voluminozne krme lahko spodbudi oksidativno presnovo bolj kot anaerobna mišična presnova in s tem zmanjša zaloge glikogena, povzroči višji pH in temnejšo barvo mesa v primerjavi z biki, krmljenimi po volji s koncentratu. Podobno Immonen in sod. (2000) poročajo, da je povečanje zaloge glikogena v mišici (≤ 25 mmol/kg, od 25,1 do 49,9 mmol/kg, ≥ 50 mmol/kg) zmanjšalo a^* vrednosti (19,9 vs. 18,5 vs. 17,3) in povečalo b^* vrednosti (10,0 vs. 8,5 vs. 7,8).

Lynch in sod. (2002) poročajo, da je bila a^* vrednost signifikantno ($p<0,05$) višja pri telicah, krmljenih s silažo in koncentratu v hlevih (november - marec) kot pri telicah na paši (april – oktober). Gatellier in sod. (2005) pa so zabeležili višje L^* vrednosti pri telicah in kravah, ki so bile na paši, kjer so dobivale še koncentrat (koruza, pesni rezanci, lan in mineralno-vitaminsko mešanico), v primerjavi s telicami in kravami, krmljenimi s koruzno silažo,

senom in koncentratom. Ravno nasprotne rezultate so opazili pri enakem načinu krmljenja volov, kjer je skupina, krmljena s koruzno silažo, imela višje vrednosti za L^* kot tista s paše.

2.2.5 Zamaščenost

Zamaščenost živali je zelo pomembna lastnost, ki predstavlja tudi osnovo za plačilo klavnih polovic rejcem. Zato običajno zakoljemo živali, ko dosežejo optimalno zamaščenost. Vendar pa je ta optimalna zamaščenost na različnih trgih različna. V Ameriki ali Avstraliji so npr. živali ob zakolu v povprečju veliko bolj zamaščene kot pri nas v Evropi. Za razliko od nas, je tam zelo pomembno merilo kakovosti zaklanih živali količina intramuskularne maščobe, marmoriranost. Zaželeno je čim večja marmoriranost, ker pozitivno vpliva na druge lastnosti mesa, od barve do mehkobe in drugih senzoričnih lastnosti mesa. To pa hkrati pomeni, da so tudi klavne polovice bistveno bolj zamaščene in imajo večji delež loja. Večja zamaščenost klavnih polovic in predvsem večja količina podkožnega loja vpliva tudi na hitrost hlajenja klavnih polovic in s tem posledično tudi potek postmortalne glikolize in na lastnosti mesa. Klavni trupi z večjim deležem podkožne in intramuskularne maščobe se ohlajajo počasneje (Park in sod., 2007) kot klavni trupi z manjšim deležem maščob. Podkožni loj, ki ga povezujemo predvsem z mehkobo mesa, varuje mišico pred počasnim zmanjšanjem pH v kombinaciji s hitrim ohlajanjem, da prepreči hladno krčenje mišice in tako vzdržuje mišično temperaturo (Geay in sod., 2001).

Park in sod. (2007) so pri primerjavi živali z normalnim pH ($<5,8$) in povišanim pH ($>5,8$) ugotovili, da so živali z normalnim pH imele več podkožne maščobe, večjo maso klavnih polovic in višjo oceno za marmoriranost. Težji klavni trupi, z večjo vsebnostjo intramuskularne in podkožne maščobe se ohlajajo počasneje, zato so avtorji zabeležili višjo temperaturo 24 ur po zakolu pri skupini, ki je imela pH v normalnih razponih. Page in sod. (2001) navajajo negativno korelacijo ($-0,11$) med debelino podkožnega loja in pH. Pri klavnih trupih, ki so imeli izmerjeno debelino podkožnega loja manjšo od 0,76 cm, je bil pH visok in barva mesa temnejša. Normalen pH in svetlejšo barvo mesa pa so zabeležili pri klavnih trupih, ki so imeli debelino podkožnega loja večjo od 0,76 cm. Navajajo še, da je bila korelacija med vrednostjo b^* in količino podkožnega loja največja (0,21), medtem ko je bila korelacija med vrednostjo L^* in količino podkožnega loja najmanjša (0,12).

Wulf in sod. (2002) so navedli, da so imeli klavni trupi (pH 6,06) klasificirani kot TČS za 23 % manj intramuskularne maščobe kot normalni klavni trupi (pH 5,46). Bruce in sod. (2004) so ugotovili, da so imeli voli, krmljeni z žiti, več podkožnega loja (12,7 mm) v primerjavi z voli, spitanimi na paši (6,4 mm). Navajajo, da so se klavne polovice volov, ki so bili krmljeni z žiti, ohlajale počasneje zaradi večje količine podkožnega loja in meso je imelo višje L^* , a^* in b^* vrednosti (41,5; 22,4; 12,3) v primerjavi z voli na paši (L^* 37,7; a^* 20,2; b^* 10,5). pH pa je bil pri obeh skupinah podoben. Podobno Muir in sod. (1998) poročajo o svetlejšem mesu pri živalih, ki so imele večje količine intramuskularne maščobe in posledično boljšo oceno za marmoriranost.

2.2.6 Sezona zakola

Sezonske spremembe v temperaturi lahko povzročijo pretirano razburjenje, stradanje in stres pri živalih, kar privede po prevelike porabe glikogena v mišicah in to vpliva na pH in barvo, ter posledično na kakovost mesa (Abril in sod., 2001; Węglarz, 2010).

Węglarz (2010) je v svoji raziskavi ugotovil višje vrednosti pH pri bikih mlajših od 24 mesecev (kategorija A) in bikih starejših od 24 mesecev (kategorija B) predvsem v poletnem času. Skoraj 30 % mladih bikov (kategorija A), zaklanih v poletnem času, je imelo pH vrednosti višje od 6,2, kar nakazuje na pojav TČS. V zimski sezoni pa je bil pH nižji pri obeh kategorijah bikov. Pri telicah je v poletnem in zimskem času zabeležil normalne vrednosti pH, pri kravah pa je bila pH vrednost višja od 5,8 neodvisno od sezone zakola. Višji pH pri bikih med poletnim časom je posledica tega, da so biki bolj občutljivi na različne stresne dejavnike, kot je npr. višja temperatura zraka. Do podobnih rezultatov so prišli tudi Kadim in sod. (2004), ki so ugotovili, da je okolje znatno vplivalo na kakovost mesa bikov ($p < 0,05$). pH vrednost je v zimskem obdobju znašala 5,54, medtem ko je bila v poletnem času povečana (6,24). Ravno tako so Mounier in sod. (2006) ugotovili, da je bil pH višji pri bikih, kadar je bila zunanja temperatura med transportom do klavnice višja od 18 °C. Kim in sod. (2003) pa so pri bikih korejske avtohtone pasme ugotovili, da so imeli najvišje pH vrednosti izmerjene v poletni sezoni (5,44) in najnižje v pomladni sezoni (5,37).

Barva mesa je povezana s sezono zakola, oziroma s temperaturnimi spremembami, ki jih prinašajo različni letni časi in njihov vpliv na živali. Tako je na primer Węglarz (2010) ugotovil višje L^* vrednosti v zimski sezoni pri mladih bikih (kategorija A), bikih (kategorija

B) in telicah. Pri kravah pa so bile vrednosti L^* višje v poletni sezoni. Razlike v L^* vrednostih med sezonama kot tudi interakcija med kategorijo živali in sezono so bile statistično značilne ($p < 0,05$). Proučevane vrednosti a^* in b^* so bile ravno tako višje v zimskem času, predvsem pri bikih. V zaključku študije avtor ugotavlja, da je bilo meso živali, zaklanih v zimskem obdobju bolj svetlo rdeče barve in je imelo višje vrednosti za a^* in b^* v primerjavi z mesom pridobljenim v poletnem času. Nasprotno pa Kim in sod. (2003) poročajo, da so bile vrednosti za L^* , a^* in b^* statistično značilno ($p < 0,05$) najnižje v zimski sezoni pri vseh živalih (biki, krave in voli) korejske avtohtone pasme, kar nakazuje, da je bilo meso pozimi zaklanih živali temnejše v primerjavi z mesom pridobljenim v ostalih sezonah. Biki v njihovi raziskavi so imeli statistično značilno ($p < 0,05$) najtemnejše meso pozimi (L^* 34,07) in najsvetlejša poleti (L^* 34,49), b^* vrednost je bila poleti najvišja (8,75) in najnižja pozimi (7,58), a^* vrednost pa je bila najnižja pozimi (21,68) in najvišja jeseni (23,07).

Marenčič in sod. (2012) so ugotovili boljše rezultate za lastnosti pH, a^* in b^* pri bikih zaklanimi spomladi v primerjavi s poletjem in zimo, medtem ko so imele telice, zaklane poleti, slabše rezultate kot telice, zaklane v ostalih sezonah.

2.2.7 Postopki z živalmi pred zakolom

Stres pred zakolom lahko vodi do porabe in pomanjkanja glikogena v mišicah in posledično zmanjša tvorbo mlečne kisline po zakolu. Posledica tega je višji pH mesa in možen pojav TČS (Kenny in Tarrant, 1987a). Dovzetnost za stres se razlikuje med različnimi kategorijami živali. Ženske živali in mlajše živali so bolj dovzete za stres kot moške in starejše živali (Adzitey, 2011). Schaefer in sod. (2001) so ugotovili, da je za preprečevanje stresa pomembna dobra transportna oprema, mirno rokovanje z živalmi, optimalna gostota naselitve živali na vozilu, optimizacija dolžine transporta in čakanja na zakol, socialna skladnost med živalmi in prehrana, ki živalim omogoča prilagoditev na stres.

2.2.7.1 Nakladanje živali

Nakladalna infrastruktura bi morala biti primerno vzdrževana. Betonska ali kovinska rampa bi morala imeti neprosojne stranske ograje, da bi se živalim med natovarjanjem odvrčala pozornost za okolico (María in sod., 2004). Na ta način je natovarjanje živali bolj učinkovito in gladko, živali so mirnejše ter manj pod stresom. To je še posebej pomembno, kadar mora

prevoznik natovarjati živali iz različnih hlevov (Miranda-de la Lama in sod., 2014). Slovenska zakonodaja določa, da naklon rampe za nakladanje ne sme biti večji od 20° , višina stranske ograje pa ne sme biti manjša od 1,6 m za odraslo govedo (Pravilnik o zaščiti..., 2000). Villarroel in sod. (2001) so ugotovili, da je hitrost nakladanja tudi pod vplivom vremena. Kadar so vremenske razmere slabe (dež, sneg), se hitrost nakladanja upočasni, kar je možno preprečiti z uporabo strehe.

Nekateri rejci imajo s svojimi živalmi ves čas vzreje zelo pristen odnos. Svoje živali poimenujejo, jih kličejo, jim prigovarjajo in se jih veliko dotikajo. Ko so Mounier in sod. (2006) v svoji raziskavi proučevali natovarjanje živali, so ugotovili, da je bilo natovarjanje bikov težje, kadar so rejci, ki so imeli s svojimi živalmi pristen odnos, prisostvovali pri nakladanju (prigovarjali bikom, se jih dotikali in klicali po imenu). To pojasnjujejo s tem, da so biki težje vodljivi, kadar imajo preveč kontakta z rejci, saj izgubijo strah pred ljudmi. V njihovi raziskavi se je izkazalo, da je bilo natovarjanje živali bolj učinkovito in hitrejšo, kadar kmetje oziroma rejci, ki so imeli dober odnos z živalmi, niso prisostvovali pri nakladanju.

Ko se živali natovori na prevozno sredstvo, jim je potrebno zagotoviti zadosten prostor. Previsoka in prenizka gostota naseljevanja na vozilu lahko vpliva na pojavljanje poškodb, zato se priporoča povprečna gostota. Prostor, ki ga živali potrebujejo med transportom, lahko izrazimo na tri načine: površina tal na določeno telesno maso ($\text{m}^2/100 \text{ kg}$), ali telesna masa živali na m^2 (kg/m^2), ali površina tal na žival ($\text{m}^2/\text{žival}$) (Miranda-de la Lama in sod., 2014). V Sloveniji je za govedo težje od 700 kg priporočena površina na prevoznem sredstvu večja od $1,60 \text{ m}^2/\text{žival}$, za govedo povprečne telesne mase 500 kg med 1,30 in $1,60 \text{ m}^2/\text{kg}$ in za govedo povprečne telesne mase 325 kg med 0,95 in $1,30 \text{ m}^2/\text{kg}$ (Pravilnik o zaščiti..., 2000). Ne samo gostota naseljevanja, tudi prisotnost rogov, spol, starost, pasma in temperament živali lahko vplivajo na pojavljanje incidentov in resnost poškodb pri živalih (Strappini in sod., 2009). Pri govedu so biki bolj nagnjeni k poškodbam (Jarvis in sod., 1995).

2.2.7.2 Transport

Čeprav se transport živali zdi nepomemben v primerjavi s trajanjem pitanja, pa neprimerno ravnanje z živalmi med transportom lahko povzroči velike ekonomske izgube (Villarroel in

sod., 2003). Torej ves čas, trud, denar in znanje, ki smo ga vložili v pitanje živali, lahko uničimo v zelo kratkem času.

Villarroel in sod. (2003) so preučevali vpliv transporta (trajanje od 30 minut do 6 ur) na pH in senzorične lastnosti mesa ter vpliv pH na senzorične lastnosti. Pri pH niso ugotovili statistično značilnih razlik med različnimi dolžinami transporta. Ugotovili pa so, da spremembe v pH vrednosti vplivajo na mehkobo mesa. Mehkoba mesa lahko upade, če pH vrednost naraste iz 5,5 na 6,1. Po tej vrednosti (6,1) pa mehkoba mesa spet narašča. V zaključku ugotavljajo, da se je kot optimalna dolžina vožnje z vidika mehkobe mesa izkazala 3-urna dolžina vožnje, zaradi časa »počitka« v času vožnje, ki so ga živali deležne med natovarjanjem in raztovarjanjem. Ugotavljajo namreč, da kratkotrajne vožnje (30 minut) tega vmesnega počitka ne nudijo. Dolgotrajne vožnje (6 ur) pa povzročijo, da so živali bolj izčrpane, kar posledično vpliva na mehkobo mesa.

Marenčič in sod. (2012) so ugotovili, da so imeli biki, zaklani pozimi, nižje pH vrednosti pri daljšem trajanju transporta (265 min) kot pri krajšem trajanju transporta (92 min). Ravno obratno pa je bilo poleti. Podobno velja tudi za barvo mesa. Razlike so bile statistično značilne ($p < 0,05$), vendar v absolutnem smislu zelo majhne. Pri telicah pa trajanje transporta ni vplivalo na pH vrednost mesa. Do podobnih rezultatov so prišli tudi María in sod. (2003) v svoji raziskavi, kjer so ugotavljali vpliv transporta na barvo mesa in ugotovili, da dolžina transporta (od 30 minut do 6 ur) ni vplivala na vrednosti L^* , a^* in b^* .

Kenny in Tarrant (1987b) sta ugotovila, da so se socialne interakcije (prerivanje, odrivanje, simulirani pretepi) pri volih pojavljale, kadar je bilo transportno vozilo v mirovanju in da do teh interakcij ni prišlo, kadar je bilo vozilo v gibanju. Opazila sta tudi povečano iztrebljanje med transportom pri volih. Do podobnih ugotovitev sta Kenny in Tarrant (1987a) prišla pri mladih bikih. Poročata, da do socialnih interakcij, kot so npr. naskakovanje, polaganje glave, lažni pretepi in butanje z glavami, ni prišlo, kadar je bilo vozilo v gibanju. Na podlagi povišane koncentracije kortizola sta ugotovila še, da je bila za mlade bike najbolj stresna sama omejitev (zaprtost) na vozilu med vožnjo. Sledi ji omejitev na mirujočem vozilu. Visoke koncentracije kortizola pri bikih sta ugotovila tudi med mešanjem različnih skupin v čakalnih boksih.

Tarrant (1990) je proučeval vpliv različnih dogodkov med transportom na odstotek izgube ravnotežja pri volih, kar ima lahko za posledico padce, zlome, zvine in v najslabših primerih tudi smrt zaradi zadušitve. Ugotovil je, da je prišlo do izgube ravnotežja v 26 % primerov pri zaviranju vozila, v 16 % primerov pri ovinkih na poti in največja (35 % primerov) kadar sta dva dogodka sovpadala med vožnjo (npr. zaviranje pred ovinki). Pri teletih pa avtor ugotavlja, da se stres med transportom odraža tudi v večjem poginu med prevozom zaradi dehidracije, driske in pljučnice.

Pri raztovarjanju živali so Mounier in sod. (2006) opazili, da je bilo raztovarjanje bikov najhitrejšje, kadar je bila dolžina transporta kratka ob visoki zunanji temperaturi. To pojasnjujejo s tem, da so živali ob visokih zunanjih temperaturah bolj razdražene in si želijo vozilo zapustiti čim hitreje.

2.2.7.3 Čakanje na zakol

V večini večjih klavnic živali vsaj nekaj časa čakajo na zakol. Takrat so navadno vhlevljene v ogradah ali boksih. Počitek pred zakolom služi tudi okrevanju živali po transportu (Adzitey, 2011). Tudi čas počitka pred zakolom poveča možnost za nastanek poškodb pri govedu. Warris (1990) je ugotovil, da 18 do 24 urno čakanje v ogradi na zakol poveča možnost za nastanek poškodb dvakrat bolj kot 12 do 18 urno čakanje, kar nakazuje, da so poškodbe dostikrat posledica tveganih dejavnikov v klavnicah, kot so, slabše ravnanje z živalmi, visoka gostota naselitve, mešanje nepoznanih živali, slaba oprema in poslopja (Marahrens in sod., 2011). Lahucky in sod. (1999) so v svoji raziskavi dokazali prisotnost emocionalnega in fizičnega stresa pri mešanju nepoznanih živali pred zakolom, kar je rezultiralo v nizkih koncentracijah glikogena merjenih po zakolu in višjem pH. Biki, ki so bili preko noči v klavnici neprivezani, so imeli za polovico nižjo ($33,31 \mu\text{mol/g}$) koncentracijo glikogena v mišicah takoj po zakolu v primerjavi z biki, ki so bili privezani ($60,85 \mu\text{mol/g}$). pH, ki je bil merjen 48 ur po zakolu, je pri privezanih bikih znašal 5,66, pri neprivezanih bikih pa 6,70. Avtorji so ugotovili tudi negativno korelacijo (-0,67 in -0,73) med koncentracijo glikogena merjeno takoj in eno uro po zakolu ter pH, merjenim 48 ur po zakolu.

Mounier in sod. (2006) poročajo, da prisotnost poznanih živali v klavnici (npr. več živali iz istega hleva) lahko zmanjša dovzetnost na stres pri bikih.

Čepin (2000) ugotavlja, da 24-urno čakanje na zakol ne pomeni počitka, temveč dodaten stresni dejavnik, zato predlaga, da gredo živali po transportu neposredno v zakol, vendar samo, kadar prevožena razdalja ne presega 500 km. Kadar je ta razdalja daljša, pa predlaga več kot 3 dnevni počitek za obnovo glikogenskih rezerv. Mounir in sod. (2006) ugotavljajo, da se je 40 urno čakanje na zakol odrazilo v pH nižjem od 6,0, medtem ko je bil pri bikih, ki so čakali na zakol od 1 ure do 17 ur, pH mesa višji od 6,0. V slovenski zakonodaji je zapisano, da se mora živali, ki niso zaklane takoj po prihodu, namestiti v hleve, kjer morajo imeti ves čas na voljo vodo. Kadar traja čakanje na zakol več kot 12 ur jim je potrebno omogočiti tudi dostop do krme (Pravilnik o zaščiti..., 2000).

Kadar so klavnice zasnovane tako, da se morajo živali iz prostorov za začasno namestitve obrniti za 90 °, da pridejo v prehod, so Jarvis in sod. (1995) opazili večjo pojavnost zdrsov in padcev. Ugotovili so tudi večjo pojavnost padcev in zdrsov v samem prostoru za omamljanje zaradi spolzkih tal. Isti avtorji so v klavnici zabeležili večjo pojavnost poškodb na zadnjem delu telesa živali, kjer so z zapiranjem vrat v koridorjih želeli doseči premikanje živali naprej proti območju za omamljanje. Zato za znižanje pojava takih poškodb priporočajo, preoblikovanje prostorov in oblazinjenje vrat.

Vogel in sod. (2011) so na podlagi meritev metmioglobina ugotovili, da so bile krave bolj dovzetne za oksidacijo pigmenta in s tem zmanjšano stabilnost barve mesa, če so bile prikrajšane do dostopa vode in hrane pred zakolom (18 in 36 h). Živali so bile razdeljene v tri skupine. Prva skupina je imela na voljo vodo ves čas (ad libitum), druga skupina je imela vodo na voljo prvih 18 ur, naslednjih 18 ur pred zakolom pa so vodo odvzeli, medtem ko tretja skupina vseh 36 ur pred zakolom ni imela dostopa vode. Vse skupine tudi niso imele dostopa do hrane. Opazili so večje zmanjšanje vrednosti L*, a* in b* pri kravah, ki niso imele dostopa do vode 36 ur, v primerjavi z ostalima preučevanima skupinama. pH je bil v skupini, ki je bila brez vode 36 ur 5,81, pri ostalih dveh skupinah pa je bil pH 5,92. Pri skupini, ki je bila brez vode 36 ur pred zakolom, so opazili, da se je telesna masa znižala in pojavila se je mišična dehidracija. Izmerili so tudi nižji odstotek vode (74,0) v mesu pri skupini, ki je bila brez vode 36 ur v primerjavi s skupino, ki je imela vodo ves čas na voljo (75,3). Avtorji so poudarili, da je odtegnitev vode vplivala na kakovost mesa, še posebej če je odtegnitev trajala več kot 18 ur.

Tarrant (1990) je ugotovil, da sama odtegnitev krme pred zakolom ni neposredno vplivala na pojav TČS pri govedu, vendar so opazili znižanje glikogenskih rezerv, zaradi česar so bile živali, ob dodatnih stresnih dejavnikih, bolj dovzetne za pojav TČS. Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Jones in sod. (1988), ki pravijo da dolžina posta (do 72 ur) v njihovi raziskavi ni vplivala na pH in barvo mesa.

2.2.8 Ravnanje s klavnimi polovicami po zakolu

Postopki po zakolu vključujejo ravnanje s klavnimi polovicami vse do končnega porabnika (Mushi in sod., 2007). Ravnanje s klavnimi polovicami se začne v klavnici takoj po zakolu in se nadaljuje z obdelavo mesa v različne proizvode vse do končnega porabnika. Pomanjkljivosti, kot so TČS meso, blede, mehko in vodeno meso, krvni madeži, modrice, odrgnine in poškodbe, zlomljene kosti ali odmrli deli, so v klavnem postopku odstranjeni, kar zmanjša končni izplen in kakovost mesa (Adzitey in Huda, 2012).

Hitrost ohlajanja klavnih polovic po zakolu vpliva na kakovost mesa. Hlajenje vpliva na hitrost in razpon postmortalne glikolize, ter na hitrost zmanjševanja pH (Przybylski in sod., 2016) prek tvorbe mlečne kisline. Če se pospeši proces hlajenja, se lahko zmanjša razvoj mikroorganizmov na površini klavnih polovic, omeji se izhlapevanje in posledična izguba mase, zmanjša se pojavnost bledega, mehkega in vodenega mesa ter izboljša barva mesa in sposobnost za vezavo vode (Adzitey in Huda, 2012). To velja predvsem za prašiče. Pri govedu prehitro hlajenje ni zaželeno, zaradi možnosti nastanka hladnega skrčenja.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 PROGENI TEST

Progeni test oziroma preizkušnja potomcev ima glavni cilj pridobiti podatke za oceno plemenskih vrednosti plemenskim bikom z namenom ocene plemenske vrednosti. V kolikor progeni test izvajamo v izenačenih pogojih reje (na testni postaji), lahko na manjšem številu testiranih živali ocenimo plemenske vrednosti z večjo točnostjo (Lynch in Walsh, 1998).

Teleta, potomce plemenskih bikov, izberejo selekcijske službe območnih zavodov. Vhlevimo od 8 do 10 živali na boks v sistemu proste reje na globokem nastilju. Po pred testnem obdobju, ki traja najmanj 28 dni in ko je dosežena najmanjša telesna masa 150 kg, teleta preselimo v skupinske bokse za pitanje z rešetkastimi tlemi. Takšna ureditev ostaja nespremenjena do konca testa. Teleta v pred testnem obdobju krmimo s senom in krmno mešanico za odstavljen teleta, kasneje dobivajo seno, krmno mešanico za pitance in koruzno silažo. Ob prihodu na testno postajo in naslednji dan teleta stehtamo. Do telesne mase 150 kg tehtanje ponovimo 1× mesečno. Nadaljnja tehtanja si sledijo na 2 meseca, v zadnjem obdobju pitanja pa bike ponovno tehtamo 1× mesečno. Zadnje tehtanje bikov opravimo ob oddaji živali v zakol (Janžekovič in sod., 2009).

3.2 STRUKTURA PODATKOV LISASTIH BIKOV

Proučevali smo 1686 potomcev plemenskih bikov lisaste pasme. Progeni test za lisasto pasmo je do leta 2006 potekal v Rogozi, po tem letu pa v ŽIPO Lenart d.d. (Janžekovič in sod., 2009). Zaklani so bili med leti 1999 in 2015 v Kamniku, Novi Gorici, Zalogu, Škofji Loki, Sečovljah, Košakih, Slovenski Bistrici, Murski Soboti, Postojni, Šentjurju in Ptuj. Večina živali (1509) je bila zaklana v Košakih, Zalogu in Kamniku, v preostalih osmih klavnicah pa skupno 177 živali. Zato smo za analizo variance teh 8 klavnic združili v en razred.

3.3 STRUKTURA PODATKOV RJAVIH BIKOV

V raziskavo smo vključili 707 potomcev rjavih plemenskih bikov, ki so bili spitani do končne telesne mase v Pedagoško raziskovalnem centru Logatec. Za rjavo pasmo se je progeni test končal leta 2008. Biki so bili zaklani v klavnicah Kamnik, Nova Gorica, Škofja Loka, Sečovlje in Postojna med leti 1996 in 2009.

Klavne polovice lisastih in rjavih potomcev plemenskih bikov (v nadaljevanju lisasti in rjavi biki) so bile pripeljane v šolsko klavnico in razsekovalnico Oddelka za zootehniko, kjer smo na prerezu mišice *m. longissimus dorsi* med 6. in 7. rebrom izmerili pH s pH metrom z vbodno elektrodo in barvo mesa. Barvo mesa smo izmerili z MINOLTA kromometrom CR300 v treh ponovitvah, izračunali povprečje in jo izrazili kot CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) za svetlost L^* , rdeč a^* in rumen ton b^* . Delež maščobnega tkiva smo izračunali po razrezu klavnih polovic na posamezna tkiva. Vsota vseh tkiv razsekane polovice je predstavljala maso razsekane polovice. Maso razsekane polovice smo pri obdelavi podatkov označili kot maso klavne polovice. Starost ob zakolu pa smo izračunali kot razliko med datumom zakola in datumom rojstva. Izločili smo tiste plemenske bike, ki so imeli 3 ali manj potomcev.

3.4 STATISTIČNA OBDELAVA PODATKOV

Za analizo variance proučevanih lastnosti pH, L^* , a^* in b^* , smo uporabili proceduro PROC GLM (general linear model) iz statističnega paketa SAS/STAT 9.3 (SAS, 2011). Ocenjene srednje vrednosti smo ocenili z metodo najmanjših kvadratov (LSM).

Statistični model

Za vsako pasmo posebej smo za lastnosti mesa pH, L*, a* in b* preizkusili več različnih statističnih modelov (v nadaljevanju model). Med sistematske vplive smo vključili kraj zakola, leto zakola, mesec zakola, ter očeta bikov. Kot neodvisno spremenljivko pa smo vključili ali starost ob zakolu ali maso klavnih polovic ali delež loja v klavnih polovicah. Vpliv leta zakola in očeta sta se prekrivala, saj se potomci po posameznem očetu koljejo največ v dveh zaporednih letih. Zaradi večjega deleža pojasnjene variabilnosti z vplivom očeta v primerjavi z letom zakola, smo se odločili, da v statistični model vključimo vpliv očeta. Preizkusili smo tudi kvadratno regresijo, ki pa ni bila statistično značilna ($p > 0,05$), zato smo v modelu obdržali samo linearen člen. Tako smo se na koncu izbrali naslednji model:

$$y_{ijkl} = \mu + K_i + M_j + O_k + b * x_{ijkl} + e_{ijkl} \quad \dots(1)$$

Kjer je:

y_{ijkl} – odvisna spremenljivka: lastnost (pH/L*/a*/b*)

μ - ocenjena srednja vrednost

K_i – sistematski vpliv kraja zakola (rjavi 1,2,3,4,5; lisasti 1,2,3,4)

M_j – sistematski vpliv mesec zakola (1 – 12)

O_k – sistematski vpliv očeta

b – linearni regresijski koeficient

x_{ijkl} – neodvisna spremenljivka: starost ob zakolu / masa klavne polovice / delež loja v klavnih polovicah

e_{ijkl} – naključna napaka

Pri rezultatih analize variance smo v model 1 vključili starost ob zakolu kot linearno regresijo, v model 2 maso klavnih polovic in v model 3 delež loja v klavni polovici.

4 REZULTATI

4.1 LISASTA PASMA

Preglednica 1 prikazuje osnovne statistične parametre lisastih bikov. Starost ob zakolu je pri 1686 lisastih bikih znašala povprečno 507 dni, kar je za 13 % nižja starost kot pri rjavih bikih, ki so bili ob zakolu stari povprečno 577 dni (preglednica 10). Najvišja dosežena starost ob zakolu lisastih bikov je znašala 653 dni, pri rjavih pa je bil najstarejši bik zaklan pri 730 dnevih starosti. Povprečna masa klavnih polovic lisastih bikov je znašala 177 kg. Ti biki so imeli višji delež loja (12,35 %) v primerjavi z rjavimi biki. Lisasti biki so imeli tudi v povprečju svetlejšo meso kot rjavi biki, ravno tako sta bili a^* in b^* vrednost višji pri lisastih bikih v primerjavi z rjavimi (preglednica 10), kar nakazuje, da so imeli lisasti biki bolj rdečo barvo mesa in bolj rumen ton mesa. pH je pri lisastih bikih znašal 5,6 in se ne razlikuje od povprečnega izmerjenega pH pri rjavih bikih.

Preglednica 1: Osnovna statistika za lastnosti klavnih polovic in mesa lisastih bikov

Lastnosti	Povprečje	SD	Najmanj	Največ
Starost ob zakolu	507,87	50,669	368	653
Masa klavnih polovic	177,09	19,853	129,89	251,84
Delež loja	12,35	2,424	5,91	23,26
pH ₂₄	5,61	0,172	5,00	6,61
L^*	39,46	3,044	27,84	50,56
a^*	26,22	3,189	10,42	37,15
b^*	13,54	1,800	3,53	18,89

SD - standardni odklon

Preglednica 2: Število živali in povprečne vrednosti izmerjenega pH-ja po posameznih razredih pri lisastih bikih

	Št. živali	Delež živali, %	Povprečje	SD
pH<5,8	1496	88,73	5,58	0,138
5,8≤pH≤6,0	156	9,25	5,85	0,044
6,0≤pH≤6,2	25	1,48	6,06	0,046
pH>6,2	9	0,53	6,37	0,129

SD – standardni odklon

Med 1686 lisastimi biki (preglednica 2) jih je samo 0,5 % doseglo pH, ki je bil višji od 6,2, medtem ko je skoraj 11 % ali 181 živali imelo pH med 5,8 in 6,2. Vse vrednosti, ki se gibljejo med 5,8 in 6,0, že kažejo na možnost pojava TČS, pri vrednostih višjih od 6,0 pa že govorimo o nastanku TČS pri bikih. Večina oziroma skoraj 89 % živali pa je imelo pH manjši od 5,8, kar nakazuje, da je imela večina lisastih bikov ob zakolu zadostno koncentracijo glikogena v mišicah in tako ni prišlo do pojava TČS.

V preglednici 3 so prikazane povprečne vrednosti za pH, L*, a* in b* med leti 1999 in 2015 za lisaste biki. V nobenem letu povprečna vrednost izmerjenega pH ni presegala vrednosti 5,8, kar nakazuje, da so živali imele normalni pH. Najvišji pH smo zabeležili leta 2015, ki je znašal 5,83. Pri standardnem odklonu za pH vrednost med leti ni bilo veliko razlik, odstopa le leto 2010, ko je standardni odklon za pH vrednost 5,73 znašal 0,20. Vrednost L* je bila najvišja povprečno izmerjena leta 2008 in je dosegla vrednost 41,28, kar nakazuje na zelo svetlo meso bikov zaklanih v omenjenem letu. Najnižja L* vrednost je bila zabeležena v letu 2010 pri 109 bikih in je znašala 37,47. Leta 1999 smo izmerili še najnižje vrednosti za a* (21,63) in za b* (11,57). Živali v letu 1999 so imele relativno visoko pH vrednost (5,72) in obenem najnižje vrednosti za a* in b*. Najvišja povprečno izmerjena vrednost za proučevano lastnost a* je bila izmerjena leta 2012 in je znašala 28,74, leta 2009 pa je bila izmerjena najvišja vrednost za b* (14,55), čeprav je bila visoka vrednost za lastnost b* tudi leta 2012 in je znašala 14,45. V povprečju je leto 2012 izstopalo po visokih vrednostih za lastnosti a* in b* v primerjavi z ostalimi leti.

Preglednica 3: Število in povprečne vrednosti za pH, L*, a* in b* po posameznih letih pri lisastih bikih

Leto	pH			L*		a*		b*	
	N	Povp.	SD	Povp.	SD	Povp.	SD	Povp.	SD
1999	30	5,72	0,13	38,00	2,63	21,63	2,33	11,57	1,29
2000	91	5,70	0,15	37,97	2,90	24,70	3,80	12,74	2,12
2001	91	5,48	0,14	37,53	3,98	26,07	2,98	13,35	1,90
2002	123	5,55	0,16	38,25	2,88	25,80	2,70	13,53	1,61
2003.5	252	5,48	0,13	40,53	2,79	24,99	2,44	13,34	1,45
2005	130	5,48	0,18	40,06	2,58	24,46	2,37	12,98	1,35
2006	115	5,66	0,16	40,85	2,29	25,36	3,12	13,63	1,70
2007	128	5,60	0,10	40,93	2,67	27,56	2,29	14,18	1,40
2008	112	5,57	0,12	41,28	2,61	26,96	2,88	14,03	1,47
2009	63	5,62	0,15	39,49	2,42	28,39	2,37	14,55	1,34
2010	109	5,73	0,20	37,47	2,61	25,89	4,23	12,83	2,73
2011	111	5,69	0,11	39,50	2,59	27,44	2,76	13,94	1,63
2012	95	5,70	0,06	39,13	3,28	28,74	2,52	14,45	1,40
2013	77	5,77	0,10	39,11	2,95	27,53	2,84	13,83	1,87
2014	91	5,66	0,09	38,60	2,31	27,56	3,15	13,68	2,02
2015	68	5,83	0,11	38,58	2,99	26,70	2,56	13,13	1,79

V preglednicah 4, 5, 6 in 7 so rezultati za posamezno analizirano lastnost za vsakega od treh statističnih modelov. Navedene so p-vrednosti za posamezen vpliv ter delež s statističnim modelom pojasnjene variance.

Na pH vrednost lisastih bikov (preglednica 4) sta v vseh treh modelih statistično značilno vplivala sistematska vpliva mesec zakola in oče bikov, medtem ko kraj zakola ni bil statično značilen v nobenem od proučevanih modelov ($p=0,432$, $p=0,466$ in $p=0,423$). Regresiji starost ob zakolu in masa klavnih polovic nista bili statistično značilni, medtem ko je bil delež loja malo nad mejo statistične značilnosti ($p=0,058$). Z modelom 2 smo pojasnili najmanjši delež variabilnosti (0,570).

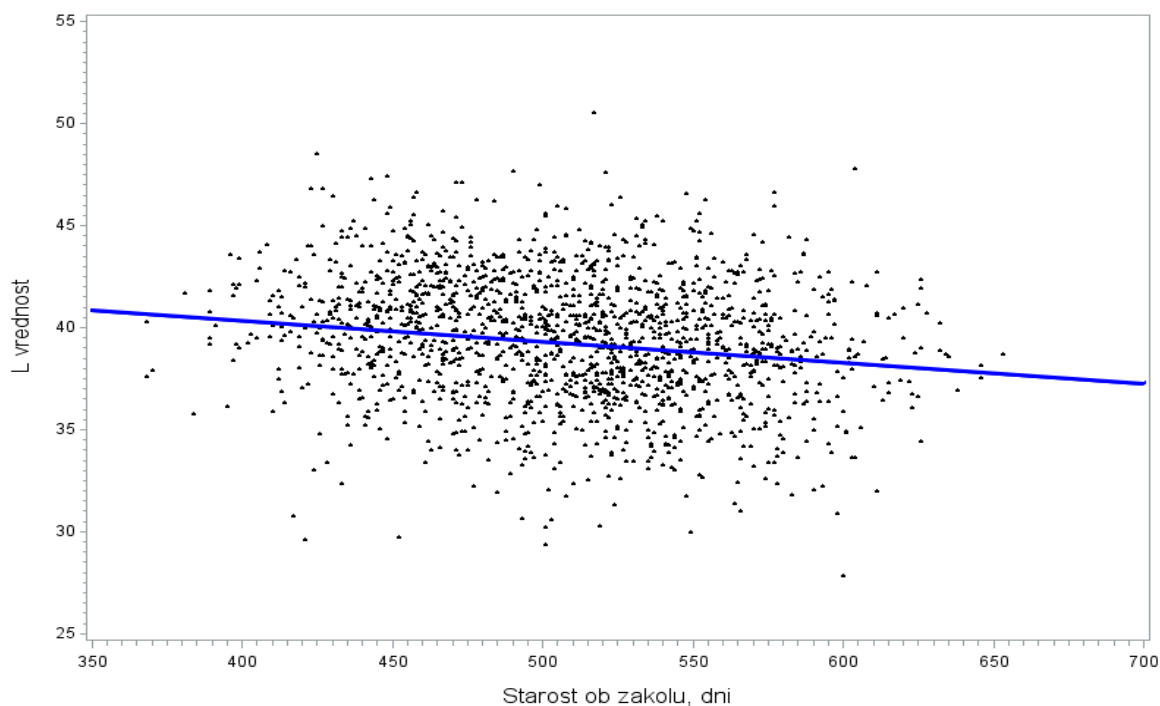
Preglednica 4: Analiza variance za pH vrednost v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	0,432	0,466	0,423
Mesec zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	0,089	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,243	/
Delež loja	/	/	0,058
R ²	0,571	0,570	0,571

Preglednica 5: Analiza variance za lastnost mesa L* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	0,063	0,088	0,103
Mesec zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	<.0001	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,809	/
Delež loja	/	/	0,168
R ²	0,421	0,412	0,412

Pri L* vrednosti (preglednica 5) sta bila tako kot pri pH statistično značilna sistematska vpliva mesec zakola in oče bikov v vseh modelih. Kraj zakola ni bil statistično značilen v modelih 2 in 3, medtem ko je pri modelu 1 statistična značilnost malo presegala mejno vrednost ($p=0,063$). Linearna regresija starosti je bila statistično značilna, ocenjeni regresijski koeficient za starost znaša $-0,010$ (slika 1), medtem ko masa klavnih polovic in delež loja nista bili ($p=0,809$ in $p=0,168$). Z modelom 1 (0,421) smo pojasnili za 1 % večji delež variabilnosti kot z modeloma 2 in 3.

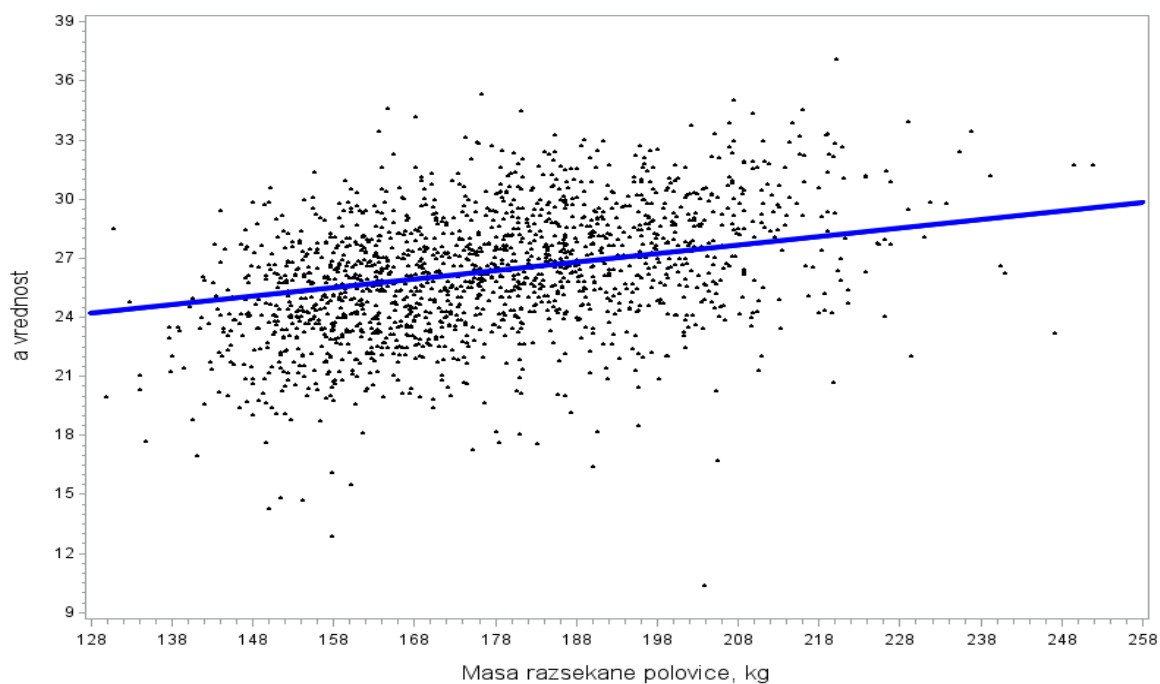


Slika 1: Vpliv starosti ob zakolu na L* vrednosti pri lisastih bikih (model 1)

Kot je razvidno iz preglednice 6, so vsi trije modeli v vseh vplivih statistično značilno vplivali na vrednost a^* . Kraj zakola je bil torej statistično značilen na a^* , medtem ko pri pH in L^* vrednosti le-ta ni bil značilen. Statistično značilne so bile tudi vse tri regresije, kar pomeni, da je pri lisastih bikih na a^* vrednost vplivala starost ob zakolu kot tudi masa klavnih polovic in delež loja v klavni polovici. Ocenjeni regresijski koeficient za maso klavnih polovic je znašal 0,043 (slika 2). Z modelom 2 smo pojasnili največji delež variabilnosti (0,432) v primerjavi z ostalima modeloma.

Preglednica 6: Analiza variance za lastnost mesa a^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	0,001	0,000	0,001
Mesec zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	<.0001	/	/
Masa klavnih polovic	/	<.0001	/
Delež loja	/	/	0,000
R^2	0,414	0,432	0,413

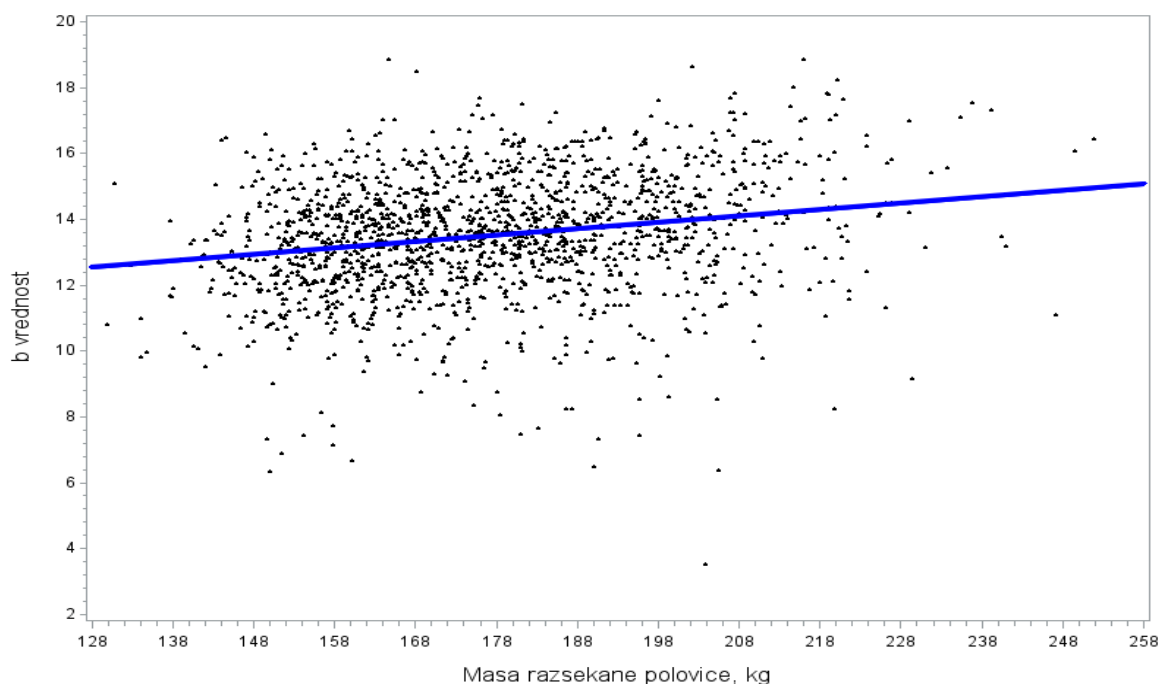


Slika 2: Vpliv mase klavnih polovic na vrednost a^* (model 2)

Enako kot pri vrednosti a^* so bili tudi pri vrednosti b^* (preglednica 7) vsi modeli v vseh vplivih statistično značilni. Na b^* vrednost pri lisastih bikih so tako vplivali vsi sistematski vplivi kot tudi vse tri regresije. Ocenjeni regresijski koeficient za maso klavnih polovic je bil 0,019 (slika 3). Z modelom 2 smo pojasnili največji delež variabilnosti (0,369).

Preglednica 7: Analiza variance za lastnost mesa b^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri lisastih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Mesec zakola	0,0048	0,0043	0,0018
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	0,0318	/	/
Masa klavnih polovic	/	<.0001	/
Delež loja	/	/	<.0001
R^2	0,356	0,369	0,362

Slika 3: Vpliv mase klavnih polovic na vrednost b^* (model 2)

Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake za kraj zakola pri lisastih bikih so prikazane v preglednici 8. Ocenjene srednje vrednosti smo naredili s pomočjo modela 1, kjer so bili sistematski vplivi poleg kraja zakola še mesec zakola in oče bikov, starost ob zakolu pa je bila linearna regresija. Vpliv kraja zakola je bil statistično značilen na vrednosti a^* in b^* , medtem ko na pH in L^* vrednost kraj zakola ni statistično značilno vplival. Najvišje vrednosti za a^* ($26,82 \pm 0,374$) so bile v kraju zakola številka 2, kjer je bilo zaklanih 7,9 % vseh lisastih bikov. Najvišja ocenjena vrednost za b^* je bila, tako kot za a^* vrednost, zabeležena v kraju zakola številka 2 in je znašala $14,11 \pm 0,221$.

Preglednica 8: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN $\pm$ SEE) za kraj zakola pri lisastih bikih (model 1)

Kraj zakola	% zakola	pH	L*	a*	b*
1	10,5	5,61 $\pm$ 0,015	38,63 $\pm$ 0,307	25,29 $\pm$ 0,324	12,76 $\pm$ 0,192
2	7,9	5,60 $\pm$ 0,017	39,52 $\pm$ 0,354	26,82 $\pm$ 0,374	14,11 $\pm$ 0,221
3	11,7	5,59 $\pm$ 0,014	39,31 $\pm$ 0,290	26,81 $\pm$ 0,306	13,49 $\pm$ 0,181
4	69,9	5,62 $\pm$ 0,005	39,58 $\pm$ 0,109	26,26 $\pm$ 0,115	13,62 $\pm$ 0,068

Ocenjene srednje vrednosti za mesec zakola (preglednica 9), so ravno tako, kot za vpliv kraj zakola, narejene s pomočjo modela 1. Mesec zakola je statistično značilno vplival na pH in vrednosti L*, a* in b*. Najvišja ocenjena srednja vrednost za pH je bila v mesecu septembru in je znašala 5,66 $\pm$ 0,013. L* vrednost je bila najvišja v novembru (40,15 $\pm$ 0,304) in najnižja v maju (38,48 $\pm$ 0,318). Pri vrednosti a* smo zabeležili najvišjo ocenjeno srednjo vrednost v mesecu maju in je znašala 27,19 $\pm$ 0,335. Najnižja ocenjena srednja vrednost za b* pa je bila v mesecu septembru in je znašala 13,14 $\pm$ 0,172. Najnižji vrednosti za a* (25,09 $\pm$ 0,300) in b* (12,97 $\pm$ 0,177) sta bili zabeleženi v mesecu oktobru. Podobno navajajo Kim in sod. (2003), ki so pri bikih zabeležili nižje vrednosti za a* in b* v zimskem času.

Preglednica 9: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN $\pm$ SEE) za mesec zakola pri lisastih bikih (model 1)

Mesec	pH	L*	a*	b*
1	5,65 $\pm$ 0,016	39,73 $\pm$ 0,339	25,62 $\pm$ 0,358	13,18 $\pm$ 0,212
2	5,64 $\pm$ 0,017	39,45 $\pm$ 0,359	26,75 $\pm$ 0,378	13,70 $\pm$ 0,224
3	5,55 $\pm$ 0,016	39,38 $\pm$ 0,341	26,49 $\pm$ 0,360	13,53 $\pm$ 0,213
4	5,60 $\pm$ 0,016	38,92 $\pm$ 0,347	27,22 $\pm$ 0,366	13,96 $\pm$ 0,217
5	5,54 $\pm$ 0,015	38,48 $\pm$ 0,318	27,19 $\pm$ 0,335	13,89 $\pm$ 0,198
6	5,58 $\pm$ 0,012	38,74 $\pm$ 0,263	26,33 $\pm$ 0,277	13,49 $\pm$ 0,164
7	5,59 $\pm$ 0,011	39,65 $\pm$ 0,235	26,14 $\pm$ 0,248	13,57 $\pm$ 0,147
8	5,63 $\pm$ 0,015	39,14 $\pm$ 0,313	25,99 $\pm$ 0,330	13,40 $\pm$ 0,195
9	5,66 $\pm$ 0,013	38,26 $\pm$ 0,276	25,74 $\pm$ 0,292	13,14 $\pm$ 0,172
10	5,63 $\pm$ 0,013	39,24 $\pm$ 0,285	25,09 $\pm$ 0,300	12,97 $\pm$ 0,177
11	5,61 $\pm$ 0,014	40,15 $\pm$ 0,304	26,55 $\pm$ 0,320	13,65 $\pm$ 0,189
12	5,62 $\pm$ 0,015	39,97 $\pm$ 0,309	26,41 $\pm$ 0,326	13,47 $\pm$ 0,193

4.2 RJAVA PASMA

V preglednici 10 so prikazani osnovni statistični parametri pri rjavih bikih. Starost ob zakolu je pri rjavih bikih znašala povprečno 577 dni. Najstarejši bik je bil zaklan pri starosti 730 dni in najmlajši pri starosti 423 dni. V povprečju je razsekana polovica tehtala 157 kg in vsebovala skoraj 11 % loja. Rjavi biki so imeli povprečno izmerjeni pH 24 ur po zakolu 5,6, kar predstavlja normalno vrednost pH govejega mesa, ki naj bi se gibala od 5,4 do 5,7 (Škrlep in sod., 2013). Višje kot so L^* vrednosti, svetlejše je meso živali in največja zabeležena vrednost za L^* je znašala 46,84, najmanjša pa 29,49. Povprečna vrednost za L^* pri rjavih bikih je znašala 38,33. Povprečna vrednost za a^* je pri rjavih bikih znašala 23,39 in povprečje za b^* vrednost je bilo 12,38. Vrednosti a^* in b^* določata odtenek barve mesa, višje kot so a^* vrednosti, bolj je meso rdeče barve. Ko so vrednosti b^* visoke, pa ima meso bolj rumen odtenek.

Preglednica 10: Osnovna statistika za lastnosti klavnih polovic in mesa rjavih bikov

Lastnosti	Povprečje	SD	Najmanj	Največ
Starost ob zakolu	577,28	57,390	423	730
Masa klavnih polovic	157,02	13,242	127,52	206,04
Delež loja	10,77	2,603	2,80	19,82
pH24	5,59	0,196	5,00	6,62
L^*	38,33	2,844	29,49	46,84
a^*	23,39	2,832	12,96	31,35
b^*	12,38	1,694	5,87	17,19

SD - standardni odklon

Preglednica 11: Število živali in povprečne vrednosti izmerjenega pH-ja po posameznih razredih za pH pri rjavih bikih

	Št. živali	Delež živali, %	Povprečje	SD
pH<5,8	648	91,65	5,56	0,147
5,8≤pH≤6,0	38	5,37	5,87	0,058
6,0≤pH≤6,2	10	1,41	6,08	0,072
pH>6,2	11	1,56	6,37	0,142

SD – standardni odklon

V preglednici 11 je prikazano število živali po posameznem razredu pH vrednosti in povprečja za posamezen razred. Največji delež živali (91,65 %) je imelo izmerjeno pH vrednost nižjo od 5,8, kar nakazuje na normalne koncentracije glikogena ob zakolu in pričakovani potek postmortalne glikolize. Izmerjeni pH med 5,8 in 6,0 je moč najti pri 38 (5,37 %) živalih, v razponu pH med 6,0 in 6,2 najdemo 10 živali (1,41 %), pH višji od 6,2 pa je imelo 11 (1,56 %) živali. pH vrednosti med 5,8 in 6,2 kažejo na povečane vrednosti in na možnost nastanka TČS mesa. Pri 11 živalih, ki so imele pH celo večji od 6,2 (najvišja izmerjena vrednost je znašala 6,62), pa nedvomno kažejo na pomanjkanje koncentracije glikogena ob zakolu in posledično visok pH ter pojav TČS, ki se izraža v nastanku rjave barve mesa. Abril in sod. (2001) so navedli, da je bila barva mesa temnejša pri živalih z visokim pH ($\geq 6,1$). Do podobnih ugotovitev so prišli tudi Węglarz (2010) ter Kadim in sod. (2004).

Preglednica 12: Število in povprečne vrednosti za pH, L*, a* in b* po posameznih letih zakola pri rjavih bikih

Leto	pH		L*		a*		b*		
	N	Povp.	SD	Povp.	SD	Povp.	SD	Povp.	SD
1996	9	5,71	0,52	34,31	3,39	20,11	3,06	9,46	2,34
1997	61	5,46	0,20	39,06	3,07	22,23	2,72	11,67	1,78
1998	66	5,52	0,14	39,19	2,23	22,50	2,32	11,78	1,40
1999	60	5,71	0,20	37,61	2,69	23,05	2,42	11,93	1,59
2000	53	5,72	0,17	36,69	2,25	23,38	2,49	12,26	1,57
2001	50	5,61	0,27	36,19	2,81	21,97	2,93	11,65	2,04
2002	45	5,65	0,10	37,27	3,47	22,94	3,03	12,19	2,01
2003	51	5,48	0,15	38,42	2,41	22,00	2,25	11,94	1,17
2004	70	5,50	0,16	39,64	2,91	23,11	2,31	12,94	1,08
2005	49	5,57	0,18	38,95	2,71	22,95	2,59	12,52	1,58
2006	66	5,68	0,13	38,90	2,35	24,58	2,35	13,18	1,43
2007	69	5,65	0,15	38,87	2,52	26,15	2,39	13,53	1,52
2008	40	5,59	0,13	38,85	2,06	25,67	2,09	13,12	1,13
2009	18	5,67	0,12	37,98	2,05	24,89	2,55	12,45	1,49

V preglednici 12 so prikazane povprečne vrednosti za pH, L*, a* in b* pri živalih, zaklanih med leti 1996 in 2009. Največ živali je bilo zaklanih v letu 2007 (69) in najmanj leta 1996 (9). V letu 2009 je bilo zaklanih samo še 18 živali, ker se je takrat progeni test za rjave bike že zaključil. Najvišji povprečno izmerjeni pH (5,72) je bil v letu 2000, ko je bilo zaklanih 53 živali. Visoke vrednosti pH (5,71) smo izmerili še v letih 1996 in 1999, najnižje pa leta 1997, ko je povprečna vrednost za 61 zaklanih živali znašala 5,46.

Najvišje L* vrednosti in posledično najsvetlejšo meso smo zabeležili v letu 2004, ko je za 70 bikov povprečna vrednost za L* znašala 39,64. Najnižje L* vrednosti so bile izmerjene na začetku progenega testa in sicer leta 1996, ko je povprečna vrednost znašala 34,31. Leta 2007 je bila za 69 bikov izmerjena najvišja povprečna vrednost za a*, ki je znašala 26,15. Višje kot so vrednosti za a*, bolj je barva mesa rdeča. Kot pri L* vrednostih je bila najnižja izmerjena povprečna vrednost za a* leta 1996 in je znašala 20,11. Ravno tako je bila najnižja povprečna vrednost izmerjena leta 1996 za b* vrednost in je znašala 9,46. Najvišja povprečna vrednost za b* je bila leta 2007 in je bila 13,53. Višje vrednosti za b* nakazujejo bolj rumen ton mesa. Med podatki torej izstopa leto 1996, ko je imelo 9 živali v povprečju visok pH (5,71) in obenem še najnižje izmerjene povprečne vrednosti za barvo mesa (L* 34,31; a* 20,11 in b* 9,46).

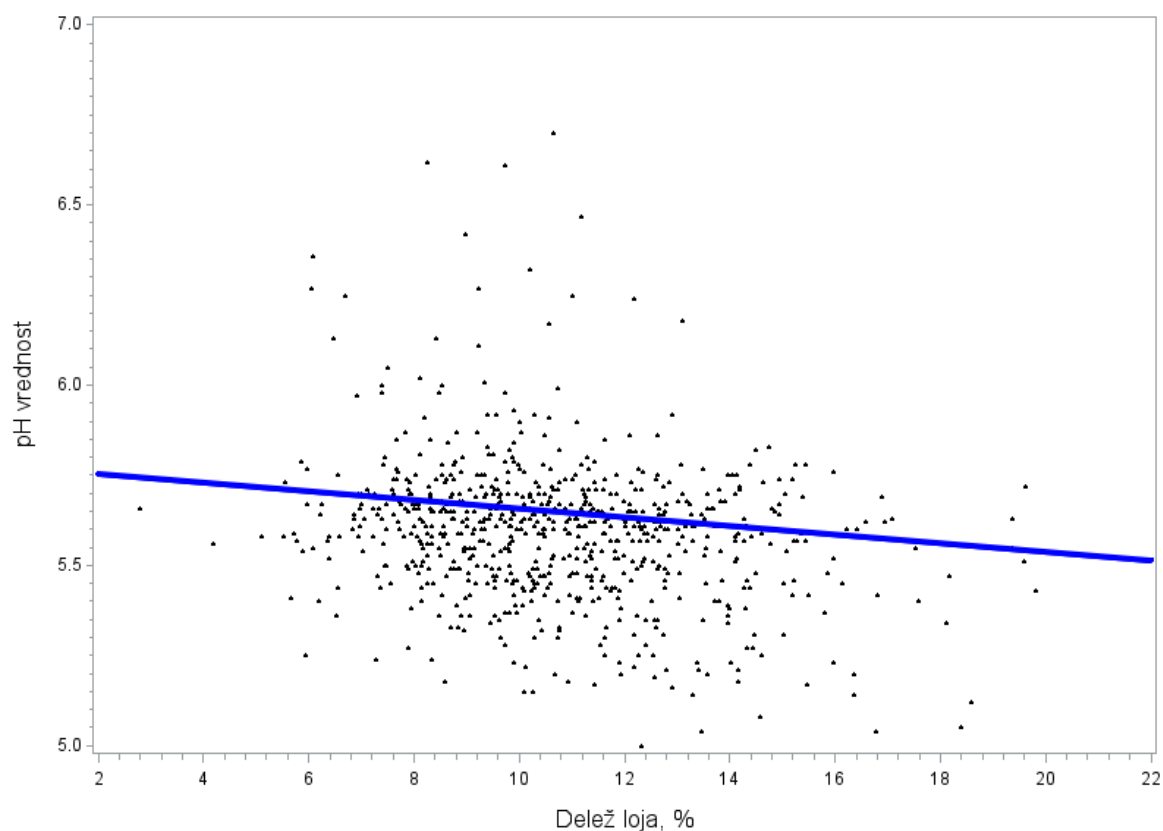
V preglednicah 13, 14, 15 in 16 so prikazani rezultati analize variance posamezne analizirane lastnosti za vsakega od treh statističnih modelov. Navedene so p-vrednosti za posamezen vpliv ter delež s statističnim modelom pojasnjene variance.

Iz preglednice 13 lahko razberemo, da so bili v vseh treh statističnih modelih vsi sistematski vplivi statistično značilni. Medtem ko v statističnem modelu 1 in 2 linearna regresija ni bila statistično značilna ($p=0,44$ in $p=0,65$), je bila statistično značilna v modelu 3, s katerim smo pojasnili tudi največji delež variabilnosti (0,499). Ocenjeni regresijski koeficient za delež loja znaša -0,0119 (slika 4).

Preglednica 13: Analiza variance za pH vrednost v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Mesec zakola	0,0070	0,0036	0,0067
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	0,4479	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,6505	/
Delež loja	/	/	0,0003
R ²	0,488	0,487	0,499

Da je delež loja povezan s pH navajajo tudi drugi avtorji, kot so Park in sod. (2007), ki so ugotovili da, so imeli bolj zamaščeni klavni trupi normalni pH ($<5,8$). Podobno so ugotovili tudi Page in sod. (2001), ki so zabeležili negativno korelacijo med debelino podkožnega loja in pH vrednostjo.



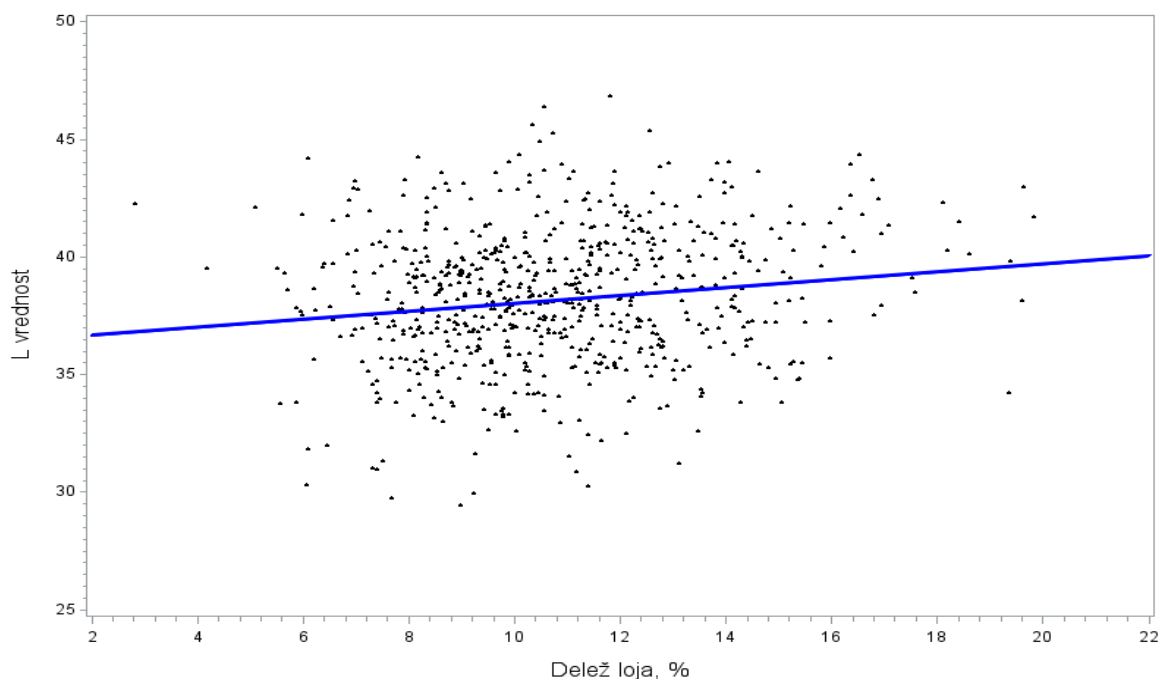
Slika 4: Vpliv deleža loja na pH vrednost pri rjavih bikih (model 3)

Pri L^* vrednosti (preglednica 14), smo z uporabljenimi modeli pojasnili nekoliko manjši delež variabilnosti (od 0,431 do 0,421) kot pri pH vrednosti. Pri vseh treh modelih sta bila sistematska vpliva kraj zakola in oče statistično značilna, mesec zakola pa ne. Linearni regresiji starost ob zakolu in delež loja v klavni polovici sta bili statistično značilni, masa razsekane polovice pa ne. Avtorji kot so Lin-qiang in sod. (2011) ter Węglarz (2010) ugotavljajo, da se L^* vrednost s starostjo živali zmanjšuje, kar je skladno z našimi rezultati, da je vpliv starosti na L^* vrednost statistično značilen.

Preglednica 14: Analiza variance za lastnost mesa L^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Mesec zakola	0,0952	0,1571	0,2891
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	0,0085	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,4221	/
Delež loja	/	/	0,0009
R^2	0,427	0,421	0,431

Delež loja v klavnih polovicah je statistično značilno vplival na L^* vrednosti rjavih bikov (ocenjeni regresijski koeficient za delež loja je znašal 0,170, slika 5). O vplivu količine loja na L^* vrednosti poročajo tudi Muir in sod. (1998), ki so zabeležili svetlejše meso pri živalih, ki so imele večje količine intramuskularne maščobe.

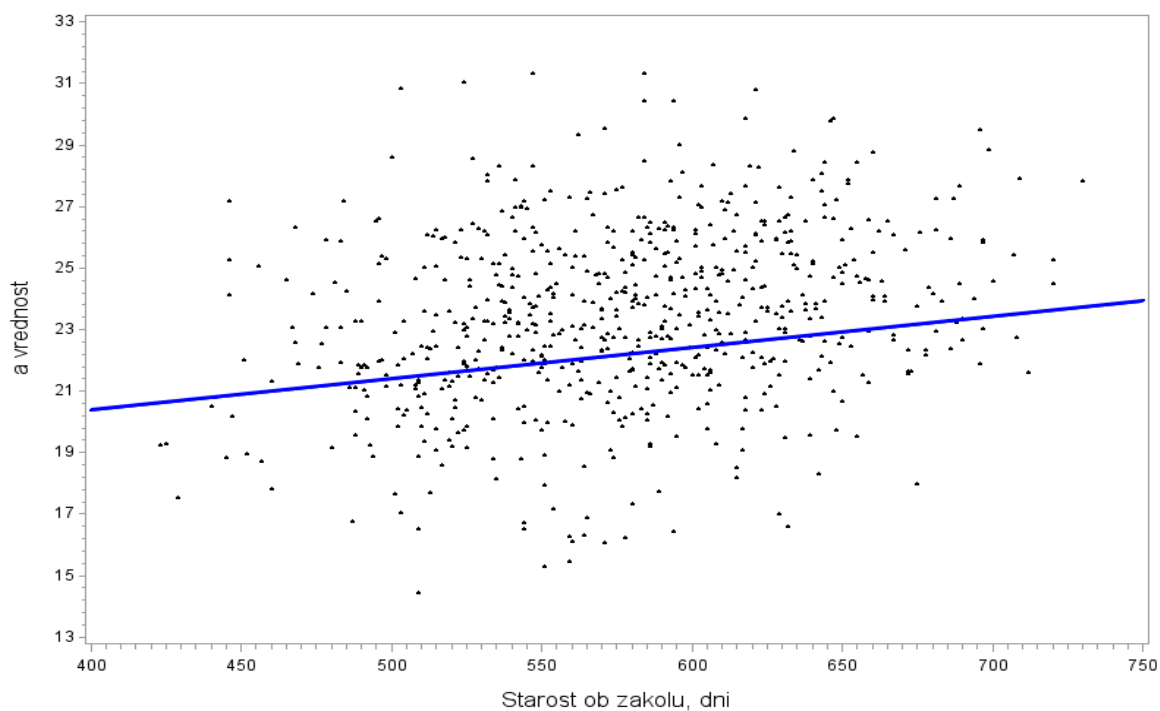


Slika 5: Vpliv deleža loja na L* vrednost pri rjavih bikih (model 3)

Na a^* vrednost (preglednica 15), so statistično značilno vplivali tako sistematska vpliva kraj zakola in oče kot tudi linearne regresije starost, masa razsekane polovice in delež loja v klavnih polovicah. Bruce in sod. (2004) so pri proučevanju vpliva zamaščenosti zabeležili višjo a^* vrednost pri živalih z večjo količino podkožnega loja, isti avtorji pa poročajo še o pozitivni korelaciji med debelino podkožnega loja in a^* vrednostjo. Mesec zakola ni statistično značilno vplival na lastnost a^* pri rjavih bikih. Z modelom 2 smo pojasnili najmanj (0,446), z modelom 1 pa največ (0,459) variabilnosti. Starost živali ob zakolu statistično značilno vpliva na a^* vrednost, o čemer poročajo Lin-qiang in sod. (2011), ki so ugotovili, da se s starostjo živali povečuje a^* vrednost. Ocenjeni regresijski koeficient za starost je znašal 0,010 (slika 6).

Preglednica 15: Analiza variance za lastnost mesa a^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	0,0046	0,0009	0,0011
Mesec zakola	0,1571	0,1728	0,1873
Oče	<.0001	<.0001	<.0001
Starost	<.0001	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,0374	/
Delež loja	/	/	0,0071
R^2	0,459	0,446	0,449

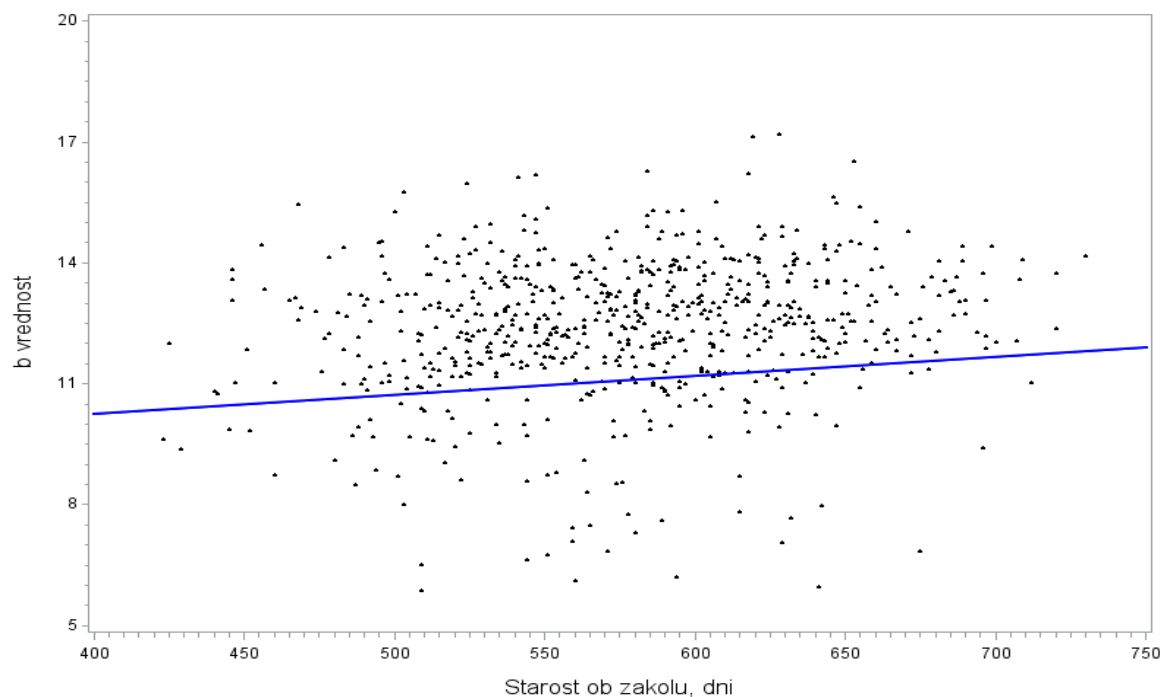


Slika 6: Vpliv starosti ob zakolu na a^* vrednost pri rjavih bikih (model 1)

Na b^* vrednost (preglednica 16) sta statistično značilno vplivala sistematska vpliva kraj zakola in oče bikov. Vpliv meseca zakola se je v vseh treh modelih gibal na meji statistične značilnosti, saj je bila p-vrednost v modelih 1 in 2 malo manjša od 0,05, v modelu 3 pa malo večja (0,051). Podobno kot pri L^* vrednosti je bila tudi pri b^* vrednosti značilna regresija starosti ob zakolu (ocenjeni regresijski koeficient za starost je znašal 0,004, slika 7) in deleža loja v klavni polovici, ne pa tudi masa klavne polovice, medtem ko so na a^* vrednost vplivale vse tri regresije. Z modelom 2 smo pojasnili najmanj (0,424), z modelom 3 pa največ (0,436) variabilnosti. O vplivu loja na vrednost b^* poročajo tudi Page in sod. (2001), ki so navedli najvišje korelacije med vrednostjo b^* in količino podkožnega loja.

Preglednica 16: Analiza variance za lastnost mesa b^* v treh različnih modelih (p-vrednosti) pri rjavih bikih

	MODEL 1	MODEL 2	MODEL 3
Kraj zakola	<.0001	<.0001	<.0001
Mesec zakola	0,0442	0,0461	0,0517
Oče	0,0001	0,0002	0,0001
Starost	0,0014	/	/
Masa klavnih polovic	/	0,3549	/
Delež loja	/	/	0,0004
R^2	0,434	0,424	0,436



Slika 7: Vpliv starosti ob zakolu na b^* vrednost pri rjavih bikih (model 1)

V preglednicah 17 in 18 so prikazane ocenjene srednje vrednosti in standardne napake za kraj in mesec zakola. Ocenjene srednje vrednosti smo ocenili s pomočjo modela 1, ki je poleg sistematskih vplivov kraja in meseca zakola ter očeta, vključeval še starost ob zakolu kot linearno regresijo.

Preglednica 17: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN±SEE) za kraj zakola pri rjavih bikih (model 1)

Kraj zakola	% zakola	pH	L*	a*	b*
1	3,3	5,57±0,073	33,74±1,118	22,59±1,082	10,59±0,662
2	49,5	5,58±0,030	37,05±0,474	22,58±0,459	11,72±0,281
3	45,4	5,63±0,035	40,11±0,539	24,60±0,521	13,41±0,319
4	1	5,55±0,088	41,88±1,350	22,48±1,306	11,28±0,799
5	0,8	6,03±0,084	37,33±1,302	18,69±1,259	8,45±0,770

Kraj zakola je bil statistično značilen pri vseh proučevanih lastnostih mesa. Najvišji pH smo zabeležili pri 0,8% zaklanih bikih v kraju zakola številka 5 in je znašal 6,03±0,084. Takšna pH vrednost nakazuje na pojav TČS pri teh bikih. Obenem so imeli biki zaklani v omenjenem kraju zakola izmerjene tudi najnižje vrednosti za a* (18,69±1,259) in b* (8,45±0,770). Že Page in sod. (2001) so dokazali negativne korelacije med barvo mesa in pH in navajajo, da se ob povečevanju pH znižajo vrednosti za barvo. V kraju zakola številka 2 je bil zaklan največji delež rjavih bikov in sicer 49,5 %, na drugem mestu pa je bil kraj zakola številka 3, kjer je bilo zaklanih 45,4 % vseh živali. Če primerjamo kraja zakola z največjim deležem zaklanih bikov, potem opazimo višje vrednosti za parametre barve za bike, zaklane v kraju zakola številka 3. Te živali so imele svetlejšo in bolj rdečo ter rumeno meso v primerjavi z biki, zaklani v kraju zakola številka 2. Biki, zaklani v kraju zakola številka 3, so imeli višji izmerjen pH kot tisti, zaklani v kraju zakola številka 2. Najnižje L* vrednosti so dosegli biki, zaklani v kraju zakola številka 1, kar nakazuje na temnejše meso. Tukaj je bilo zaklanih 3,3 % bikov. Pri 1 % bikov smo izmerili najvišje vrednosti za L*, ki so bili zaklani v kraju zakola številka 4.

V preglednici 18 so prikazane ocenjene srednje vrednosti in standardne napake za mesec zakola pri rjavih bikih. Mesec zakola je statistično značilno vplival samo na vrednost b* in pH rjavih bikov. Najvišjo vrednost za b* smo zabeležili v mesecu decembru in je znašala 11,85±0,435. V mesecu septembru smo zabeležili najnižjo vrednost za b* in je znašala 10,68±0,299.

V skladu z našimi rezultati za vrednost b^* so tudi ugotovitve do katerih je prišel Węglarz (2010), ki navaja višje b^* vrednosti za živali, zaklane v zimskem času v primerjavi s tistimi, ki so bile zaklane poleti. Nasprotno pa Kim in sod. (2003) za živali, zaklane v zimskem času, poročajo o statistično značilno ($p < 0,05$) najnižjih b^* vrednostih, za tiste, zaklane poleti pa o najvišjih. Potrebno je poudariti, da so bile razlike v b^* vrednosti v naši raziskavi med meseci zelo majhne. Pri vplivu meseca zakola na pH rjavih bikov vidimo najvišjo ocenjeno srednjo vrednost v mesecu januarju, ko je znašala $5,74 \pm 0,045$. Sledi ji mesec december, ko je srednja vrednost znašala $5,72 \pm 0,048$. Večina avtorjev (Węglarz, 2010; Kadim in sod., 2004; Mounier in sod., 2006; Kim in sod., 2003) navaja višji pH v mesu v poletnem času. V naši raziskavi pH bikov v poletnem času ni bila povečana.

Preglednica 18: Ocenjene srednje vrednosti in standardne napake (LSMEAN $\pm$ SEE) za mesec zakola pri rjavih bikih (model 1)

Mesec	pH	L*	a*	b*
1	$5,74 \pm 0,045$	$37,46 \pm 0,696$	$22,22 \pm 0,674$	$11,04 \pm 0,412$
2	$5,67 \pm 0,042$	$37,99 \pm 0,651$	$22,11 \pm 0,629$	$10,94 \pm 0,385$
3	$5,67 \pm 0,044$	$38,19 \pm 0,680$	$23,17 \pm 0,658$	$11,73 \pm 0,402$
4	$5,67 \pm 0,052$	$38,57 \pm 0,800$	$22,39 \pm 0,774$	$10,71 \pm 0,473$
5	$5,58 \pm 0,042$	$38,60 \pm 0,648$	$21,94 \pm 0,626$	$11,10 \pm 0,383$
6	$5,65 \pm 0,040$	$38,62 \pm 0,616$	$21,62 \pm 0,596$	$10,96 \pm 0,364$
7	$5,64 \pm 0,036$	$38,11 \pm 0,564$	$21,97 \pm 0,546$	$11,14 \pm 0,334$
8	$5,66 \pm 0,040$	$38,17 \pm 0,622$	$21,63 \pm 0,601$	$10,86 \pm 0,368$
9	$5,67 \pm 0,032$	$37,14 \pm 0,505$	$21,76 \pm 0,489$	$10,68 \pm 0,299$
10	$5,70 \pm 0,040$	$37,55 \pm 0,615$	$21,99 \pm 0,595$	$11,06 \pm 0,364$
11	$5,65 \pm 0,038$	$37,60 \pm 0,585$	$22,17 \pm 0,566$	$10,99 \pm 0,346$
12	$5,72 \pm 0,048$	$38,24 \pm 0,736$	$23,29 \pm 0,712$	$11,85 \pm 0,435$

5 SKLEPI

V naši raziskavi smo analizirali dejavnike, ki vplivajo na pH, ter barvo mesa (L^* , a^* in b^* vrednosti) pri lisastih in rjavih bikih iz progenega testa. Na podlagi opravljene analize lahko zaključimo:

- Starost ob zakolu je pri lisastih znašala 507 dni, pri rjavih pa 577 dni.
- Masa klavnih polovic je bila pri lisastih 177 kg, pri rjavih pa 157 kg.
- Delež loja je pri lisastih znašal 12,35 %, pri rjavih pa 10,77 %.
- Povprečna pH vrednost je bila pri lisastih bikih 5,61, medtem ko je bila pri rjavih 5,59.
- Povprečna vrednost za svetlost je bila 39,46, za rdeči ton 26,22 in za rumen ton 13,54 pri lisastih bikih, medtem ko je bila pri rjavih 38,32, 23,39 in 12,38. Lisasti biki so imeli tako v povprečju svetlejše meso in višje vrednosti za rdeči in rumeni ton barve mesa v primerjavi z rjavimi biki.
- Na pH vrednost sta pri lisastih bikih statistično značilno vplivala mesec zakola in oče bikov, pri rjavih pa kraj in mesec zakola, oče bikov ter delež loja v klavni polovici.
- Na svetlost mesa lisastih bikov so statistično značilno vplivali mesec zakola, oče in starost ob zakolu. Pri rjavih bikih pa kraj zakola, oče, starost ob zakolu in delež loja v klavni polovici.
- Na rdeč ton barve mesa so pri lisastih statistično značilno vplivali vsi proučevani vplivi, medtem ko pri rjavih bikih samo mesec zakola ni bil statistično značilen.
- Na rumeni ton barve mesa so pri lisastih bikih vsi proučevani vplivi statistično značilno vplivali. Pri rjavih bikih pa samo mesec zakola ni bil statistično značilen in to le v modelu, kjer je bila kot linearna regresija uporabljen delež loja v klavni polovici, v ostalih dveh modelih pa je bil statistično značilen.

6 POVZETEK

Kakovost mesa je za potrošnika izredno pomembna. Barva mesa vpliva na nakup, saj potrošniki spremembe v barvi enačijo s svežino in neoporečnostjo mesa. pH vrednost je ena izmed lastnosti, ki med drugim vpliva na barvo mesa. Zato smo se odločili, da analiziramo pH, ter barvo mesa (izraženo z vrednostmi L^* za svetlost mesa, a^* kot rdeči ton in b^* kot rumeni ton mesa) pri potomcih plemenskih bikov lisaste in rjave pasme iz progenega testa. V raziskavo smo vključili 707 potomcev rjavih bikov, ki so bili spitani na Pedagoško raziskovalnem centru Logatec. Biki so bili zaklani med letoma 1996 in 2009 v petih klavnicah. Pri lisastih bikih smo proučevali 1686 potomcev, ki so bili do leta 2006 spitani v Rogozi, po tem letu pa se je preizkušnja potomcev preselila v ŽIPO Lenart. Biki so bili zaklani med letoma 1999 in 2015 v enajstih klavnicah. Klavne polovice lisastih in rjavih bikov so bile pripeljane v šolsko klavnico in razsekovalnico Oddelka za zootehniko, kjer smo na *m. longissimus dorsi* med 6. in 7. rebrom izmerili pH s pH metrom in barvo mesa z MINOLTA kromometrom. Barvo smo izrazili kot CIE za svetlost L^* , rdeč a^* in rumen b^* ton. Delež maščobnega tkiva smo izračunali po razrezu klavnih polovic na posamezna tkiva. Za vsako pasmo posebej smo za lastnosti mesa pH, L^* , a^* in b^* preizkusili več različnih modelov. Med sistematske vplive smo vključili kraj zakola, leto zakola, mesec zakola, ter očeta. Kot regresijo pa smo vključili ali starost ob zakolu ali maso klavnih polovic ali delež loja v klavnih polovicah. Vpliv leta zakola in očeta sta se prekrivala, saj se potomci po posameznem očetu koljejo največ v dveh zaporednih letih. Zaradi večjega deleža pojasnjene variabilnosti smo se odločili, da v model vključimo vpliv očeta. Za analizo variance smo za lastnosti pH, L^* , a^* in b^* pri obeh pasmah uporabili proceduro GLM iz statističnega paketa SAS/STAT.

Starost ob zakolu je pri rjavih bikih znašala 577 dni, pri lisastih pa 507 dni. Masa klavnih polovic je bila pri rjavih bikih 157 kg, pri lisastih pa 177 kg. Delež loja v klavni polovici je bil pri lisastih bikih za približno 2 % večji kot pri rjavih. pH vrednost je bila pri rjavih bikih 5,59 in pri lisastih 5,61. Pri rjavih je povprečna L^* vrednost znašala 38,32, pri lisastih pa 39,46. Rjavi biki so imeli v povprečju nižje vrednosti za a^* (23,39) v primerjavi z lisastimi biki (26,22). Ravno tako so imeli rjavi biki nižje vrednosti za vrednost b^* (12,38) v primerjavi z lisastimi, kjer je bila povprečna b^* vrednost 13,54.

Pri rjavih bikih so na pH vplivali kraj zakola, mesec zakola, oče in delež loja, medtem ko starost ob zakolu in masa klavnih polovic nista imela vpliva. Podobno je bilo pri lisastih bikih, kjer ravno tako masa klavnih polovic in starost ob zakolu nista vplivala na pH, vendar s to razliko, da pri lisastih kraj zakola ni bil statistično značilen in je bil delež loja tik nad statistično mejo.

Na vrednost L^* pri rjavih bikih vplivajo kraj zakola, oče, starost ob zakolu in delež loja, medtem ko mesec zakola in masa klavnih polovic nista imela statistično značilnega vpliva. Pri lisastih bikih na vrednost L^* niso statistično značilno vplivali kraj zakola, masa klavnih polovic in delež loja. Mesec zakola, oče in starost pa so imeli statistično značilen vpliv na to lastnost.

Pri a^* vrednosti so imeli pri lisastih bikih vsi proučevani vplivi statistično značilen vpliv, medtem ko pri rjavih mesec zakola ni imel statistično značilnega vpliva.

Ravno tako so bili vsi analizirani vplivi statistično značilni za lastnost b^* pri lisastih bikih, medtem ko pri rjavih, masa klavnih polovic ni vplivala na lastnost b^* , mesec zakola pa je bil statistično značilen v dveh analiziranih modelih, v tretjem pa je bil tik nad mejo statistične značilnosti.

7 VIRI

- Abril M., Campo M. M., Önenç A., Sañudo C., Alberti P., Negueruela A. I. 2001. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58: 69-78
- Adzitey F. 2011. Effect of pre-slaughter animal handling on carcass and meat quality. *International Food research Journal*, 18: 485-491
- Adzitey F., Huda N. 2012. Effects of post-slaughter carcass handling on meat quality. *Pakistan Veterinary Journal*, 32, 2: 161-164
- Bruce H. L., Stark J. L., Beilken S. L. 2004. The effect of finishing diet and *postmortem* ageing on the eating quality of the *M. longissimus thoracis* of electrically stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Science*, 67, 2: 261-268
- Cuvelier C., Cabaraux J. F., Dufrasne I., Clinquart A., Hocquette J. F., Istasse L., Hornick J. L. 2006. Performance, slaughter characteristics and meat quality of young bulls from Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus breeds fattened with a sugar-beet pulp or a cereal-based diet. *Animal Science*, 82: 125-132
- Čepin S. 2000. Vpliv postopkov z živalmi pred zakolom na kakovost klavnih polovic (trupov) in mesa. V: Zbornik seminarja o označevanju govedi in sledljivosti porekla mesa – prilagajanje evropski zakonodaji in uvajanje blagovnih znamk v prireji govedine v Sloveniji. Dobrna, 26. januar 2000. Ljubljana, PZPS-GIZ, Poslovna skupnost Zlato zrno in Zlati okus, 2000: 38-42
- Dunne P. G., Keane M. G., O'Mara F. P., Moloney A. P. 2004. Colour of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus dorsi* of high index dairy and beef x dairy cattle slaughtered at two liveweights as bulls and steers. *Meat Science*, 68: 97-106
- Ferguson D. M., Gerrard D. E. 2014. Regulation of post-mortem glycolysis in ruminant muscle. *Animal Production Science*, 54: 464-481
- French P., O'Riordan E. G., Monahan F. J., Caffrey P. J., Mooney M. T., Troy D. J., Moloney A. P. 2001. The eating quality of meat from steers fed grass and/or concentrates. *Meat Science*, 57: 379-386

- Gatellier P., Mercier Y., Juin H., Renner M. 2005. Effect of finishing mode (pasture- or mixed- diet) on lipid composition, colour stability and lipid oxidation in meat from Charolais cattle. *Meat Science*, 69: 175-186
- Geay Y., Bauchart D., Hocquette J., Culioli J. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reproduction Nutrition Development*, 41: 1-26
- Guzek D., Głabska D., Pogorzelski G., Kozan K., Pietras J., Konarska M., Sakowska A., Głabski K., Pogorzelska E., Barszczewski J., Wierzbicka A. 2013. Variation of meat quality parameters due to conformation and fat class in Limousin bulls slaughtered at 25 to 27 months of age. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 26: 716-722
- Hocquette J. F., Bauchart D., Micol D., Polkinghorne R., Picard B. 2016. Beef quality. V: *Meat Quality. Genetic and Environmental Factors*. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 333-358
- Immonen K., Puolanne E. 2000. Variation of residual glycogen – glucose concentration at ultimate pH values below 5.75. *Meat Science*, 55: 279-283
- Immonen K., Ruusunen M., Puolanne E. 2000. Some effects of residual glycogen concentration on the physical and sensory quality of normal pH beef. *Meat Science*, 55, 1: 33-38
- Janžekovič M., Škorjanc D., Volk M., Brus M., Očepek M., Toplak A. 2009. 20 let testiranja bikov lisaste pasme na rastne in klavne lastnosti. V: 18. mednarodno znanstveno posvetovanje o prehrani domačih živali. Zdravčevi-Erjavčevi dnevi, 5. in 6. november 2009. Čeh T., Kapun S., Kramberger B., Verbič J., Steingass H., Steinwiddler A., Špur M., Kmetijsko gozdarski zavod (ur.). Murska Sobota, Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota: 291-298
- Jarvis A. M., Selkirk I., Cockram M. S. 1995. The influence of source, sex class and pre-slaughter handling on the bruising of cattle at two slaughterhouses. *Livestock Production Science*, 43: 215-224

- Jones S. D. M., Schaefer A. L., Tong A. K. W., Vincent B. C. 1988. The effects of fasting and transportation on beef cattle. 2. Body component changes, carcass composition and meat quality. *Livestock Production Science*, 20: 25-35
- Joo S. T., Kim G. D., Hwang Y. H., Ryu Y. C. 2013. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. Review. *Meat Science*, 95: 828-836
- Kadim I. T., Mahgoub O., Al-Ajmi D. S., Al-Maqbaly R. S., Al-Mugheiry S. M., Bartolome D. Y. 2004. The influence of season on quality characteristics of hot-boned beef *m. longissimus thoracis*. *Meat Science*, 66: 831-836
- Kenny F. J., Tarrant P. V. 1987a. The reaction of young bulls to short-haul road transport. *Applied Animal Behaviour Science*, 17: 209-227
- Kenny F. J., Tarrant P. V. 1987b. The physiological and behavioural responses of crossbred Friesian steers to short – haul transport by road. *Livestock Production Science*, 17: 63-75
- Kim Y. S., Yoon S. K., Song Y. H., Lee S. K. 2003. Effect of season on color of Hanwoo (Korean native cattle) beef. *Meat Science*, 63: 509-513
- King D. A., Shackelford S. D., Kuehn L. A., Kemp C. M., Rodriguez A. B., Thallman R. M., Wheeler T. L. 2010. Contribution of genetic influences to animal-to-animal variation in myoglobin content and beef lean color stability. *Journal of Animal Science*, 88: 1160-1167
- Lahucky R., Palanska O., Mojto J., Zajec K., Huba J. 1999. Effect of preslaughter bull handling on ante mortem muscle glycogen and post mortem pH and glycogen level. *Archives Animal Breeding*, 42, 2: 135-138
- Lin-qiang L., Wan-qiang T., Lin-sen Z. 2011. Effects of age on quality of beef from Qinchuan cattle carcass. *Agricultural Science in China*, 10, 11: 1765-1771
- Lynch A., Buckley D. J., Galvin K., Mullen A. M., Troy D. J., Kerry J. P. 2002. Evaluation of rib steak color from Friesian, Hereford and Charolais heifers pastured or overwintered prior to slaughter. *Meat Science*, 61, 3: 227-232

- Lynch M., Walsh B. 1998. Quantitative trait loci. V: Genetics and analysis of quantitative traits. Lynch M., Walsh B. (ed). Massachusetts, Sinauer Associates: 379-426
- Mach N., Bach A., Velarde A., Devant M. 2008. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices and meat pH in beef. *Meat Science*, 78: 232-238
- Mancini R.A., Hunt M.C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71: 100-121
- Marahrens M., Kleinschmidt N., Di Nardo A. D., Velarde A., Fuentes C., Otero J. I., Fede E., Dalla Villa P. 2011. Risk assessment in animal welfare – especially referring to animal transport. *Preventive Veterinary Medicine*, 102: 157-163
- Marenčić D., Ivanković A., Pinti V., Kelava N., Jakopović T. 2012. Effect of the transport duration time and season on some physicochemical properties of beef meat. *Archiv Tierzucht*, 55, 2: 123-131
- María G. A., Villarroel M., Chacón G., Gebresenbet G. 2004. Scoring system for evaluating the stress to cattle of commercial loading and unloading. *Veterinary Record*, 154: 818-821
- María G. A., Villarroel M., Sañudo C., Olleta J. L., Gebresenbet G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Science*, 65: 1335-1340
- Miranda-de la Lama G. C., Villarroel M., María G. A. 2014. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. *Meat Science*, 98: 9-20
- Mounier L., Dubroeuq H., Andanson S., Veissier I. 2006. Variation in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animal. *Journal of Animal Science*, 84: 1567-1576
- Muir P. D., Deaker J. M., Bown M. D. 1998. Effects of forage- and grain-based feeding systems on beef quality: A review. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 41, 4: 623-635

- Mushi D. E., Mtenga L. A., Eikl L. O. 2007. Some factors affecting the quality of meat from ruminants and their relevance to the Tanzanian meat industry – review. *Tanzania Journal of Agricultural Science*, 8, 2: 173-192
- Page J. K., Wulf D. M., Schwotzer T. R. 2001. A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, 79: 678-687
- Park B. Y., Lee J. M., Hwang I. H. 2007. Effect of postmortem metabolic rate on meat color. *Aisan – Australian Journal of Animal Science*, 20, 4: 589-604
- Pethick D.W., Rowe J.B. in Tudor G. 1995. Glycogen metabolism and meat quality. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, july, 1995. Armidale, University of New England, 13: 97-103
- Pratt P. J., Moser D. W., Thompson L. D., Jackson S. P., Johnson B. J., Garmyn A. J., Miller M. F. 2013. The heritabilities, phenotypic correlations and genetic correlations of lean color and palatability measures from longissimus muscle in beef cattle. *Journal of Animal Science*, 91: 2931-2937
- Pravilnik o pogojih in načinu prevoza živali. Ur.l. RS št. 86-3830/2000
<https://www.uradni-list.si/1/content?id=27476> (20.4.2016)
- Przybylski W., Regenstien J. M., Zybert A. 2016. Slaughter Line operations and their effects on meat quality. V: *Meat Quality. Genetic and Environmental Factors*. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 219-249
- Santé-Lhoutellier V., Pospiech E. 2016. Meat and muscle composition. V: *Meat Quality. Genetic and Environmental Factors*. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 2-22
- SAS Inst. 2011. *The SAS System for Windows*, Release 9.3. Cary, NC
- Schaefer A. L., Dubeski P. I., Aalhus J. L., Tong A. K. W. 2001. Role of nutrition in reducing antemortem stress and meat aberrations. *Journal of Animal Science*, 79: E91-E101

- Shen Q. W., Du M., 2016. Conversion of muscle to meat. V: Meat Quality. Genetic and Environmental Factors. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 81-92
- Strappini A. C., Metz J. H. M., Gallo C., Kemp B. 2009. Origin and assesment of bruises in beef cattle at slaughter. *Animal*, 3, 5: 728-736
- Strydom P. E., Jaworska D., Kołożyn-Krajewska D. 2016. Meat quality of slaughter animals. V: Meat Quality. Genetic and Environmental Factors. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 32-69
- Škrlep M., Potokar Čandek M., Šegula B., Žabjek A., Horvat A., Batorek N., Prevolnik M., Repič M., Janžekovič M. 2013. Merjenje lastnosti kakovosti mesa pri govedu. Ljubljana, Kmetijski inštitut Slovenije, 20 str.
- Tarrant P. V. 1989. Animal behaviour and environment in the dark-cutting condition in beef – A review. *Irish Journal of Food Science and Technology*, 13: 1-21
- Tarrant P. V. 1990. Transportation of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science*, 28: 153-170
- Terlouw C. E. M. 2016. Stress reactivity, stress at slaughter and meat quality. V: Meat Quality. Genetic and Environmental Factors. Przybylski W., Hopkins D. (ed.). Boca Raton, CRC Press: 199-217
- Vestergaard M., Oksberg N., Henckel P. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of *semitendinosus*, *longissimus dorsi* and *supraspinatus* muscels of young bulls. *Meat Science*, 54, 2: 177-185
- Villarroel M., María G. A., Sañudo C., Olleta J. L., Gebresenbet G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of bef meat quality. *Meat Science*, 63: 353-357
- Villarroel M., María G. A., Sierra L., Sañudo C., García-Belenguer S., Gebresenbet G. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animals welfare. *Veterinary Record*, 149: 173-176

- Vogel K. D., Claus J. R., Grandin T., Oetzel G. R., Schaefer D. M. 2011. Effect of water and feed withdrawal and health status on blood and serum components, body weight loss, and meat and carcass characteristics of Holstein slaughter cows. *Journal of Animal Science*, 89: 538-548
- Warris P. D. 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, 28: 171-186
- Warris P., Brown A., Adams S., Corlett I. 1994. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. *Meat Science*, 38: 329-340
- Węglarz A. 2010. Meat quality defined based on pH and colour depending on cattle category and slaughter season. *Czech Journal of Animal Science*, 55, 12: 548-556
- Wegner J., Albrecht E., Fiedler I., Teuscher F., Papstein H. J., Endler K. 2000. Growth and breed related changes of muscle fiber characteristics in cattle. *Journal of Animal Science*, 78: 1485-1496
- Wulf D., Emmett R., Leheska J., Moeller S. 2002. Relationships among glycolytic potential, dark-cutting (dark, firm and dry) beef and cooked beef palatability. *Journal of Animal Science*, 80: 1895-1903
- Žgur S., Čepin M., Čepin S. 2003. Influence of growth rate in two growth periods on intramuscular connective tissue and palatability traits of beef. *Czech Journal of Animal Science*, 48: 113-119

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Silvestru Žguru za vso strokovno pomoč, nasvete, potrpežljivost in čas, ki mi ga je namenil.

Recenzentu doc. dr. Klemnu Potočniku za vse nasvete in pripombe.

Predsedniku komisije prof. dr. Andreju Lavrenčiču za hiter in natančen pregled naloge.

Jerneji Bogataj se zahvaljujem za vso pomoč pri urejanju in pregledu naloge.

Sabini Knehtl za vso pomoč, prijaznost, potrpežljivost in spodbudne besede, ki mi jih je nudila tekom študija. Iskrena hvala, čudoviti ste!

Hvala Marici za vso nesebično pomoč in moralno podporo.

Nini Šerbec, ki naju je ta študij združil v prijateljstvu, ki traja že dolga leta. Zahvaljujem se ti za vso pomoč, spodbudo in podporo, ki si mi jo nudila skozi vsa leta. Hvala, ker si iskrena z mano in predvsem, ker mi vedno stojiš ob strani. Boljše prijateljice ne bi mogla imeti!

Največja zahvala gre mojima staršema, Antonu in Hermeni Ložar, ki sta mi omogočila ta študij in me s svojo brezmejno ljubeznijo in podporo pripeljala do cilja. Hvala, ker nista izgubila upanja!

Goran hvala, ker mi že leta stojiš ob strani.

Diplomsko delo posvečam mojemu malemu princu Galu, ki razsvetljuje moje dni in daje življenju smisel. Rada te imam.

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ZOOTEHNIKO

Damjana GRAD

**LASTNOSTI MESA LISASTIH IN RJAVIH BIKOV IZ
PROGENEGA TESTA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016