

## VPLIV HITROSTI RASTI IN TELESNE MASE BIKOV RJAVE PASME NA LASTNOSTI MESA\*

Evgen ZGUBIČ<sup>a)</sup>, Slavko ČEPIN<sup>b)</sup> in Silvester ŽGUR<sup>c)</sup>

<sup>a)</sup> Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Inšpektorat RS za kmetijstvo, gozdarstvo, lovstvo in ribištvo, Parmova 33, SI-1000 Ljubljana, Slovenija, mag.

<sup>b)</sup> Univ. v Ljubljani, Biotehniška fak., Odd. za zootehniko, Groblje 3, SI-1230 Domžale, Slovenija, prof., dr.

<sup>c)</sup> Prav tam, doc., dr.

Delo je prispelo 1999-06-21, sprejeto 1999-07-05.

Received June 06, 1999, accepted July 05, 1999.

### IZVLEČEK

Pri 49 bikih rjave pasme smo proučevali vpliv telesne mase živali ob zakolu in dnevnega prirasta od rojstva do zakola na lastnosti kolagena, senzorične ocene mesa, rezne trdote, delež intramuskularne maščobe, barve mesa in premer mišičnih vlaken v *m. longissimus dorsi*. Da bi izključili vpliv genotipa živali, smo v model vključili delež genotipa ameriške rjave pasme in očete bikov. Biki so bili zaklani pri telesni masi od 501 do 658 kg. Dnevni prirast od rojstva do zakola je znašal od 883 do 1256 g dan<sup>-1</sup>, v povprečju pa 1083 g dan<sup>-1</sup>. Telesna masa je statistično značilno vplivala na barvo mesa (L\* vrednost) in na delež intramuskularne maščobe. S povečevanjem telesne mase ob zakolu je na proučevanem intervalu postajalo meso temnejše, delež intramuskularne maščobe pa se je povečeval. Pokazale so se tudi tendence povečevanja svetlosti mesa in zmanjševanja deleža intramuskularne maščobe s povečevanjem dnevnega prirasta od rojstva do zakola.

Ključne besede: govedo / biki / pasme / rjava pasma / rast / hitrost rasti / telesna masa / meso / kakovost

### INFLUENCE OF GROWTH INTENSITY AND SLAUGHTER MASS ON MEAT TRAITS IN BROWN BULLS\*

#### ABSTRACT

On 49 brown bulls we investigated the influence of slaughter mass and daily gain from birth to slaughter on collagen traits, sensory traits, physical traits, meat colour, percentage of intramuscular fat and diameter of muscle fibre in *m. longissimus dorsi*. To exclude the influence of animal genotype, we included percentage of American Brown Swiss genotype and sire as a fixed effect in the analysis. Bulls were slaughtered at an interval from 501 to 658 kg live mass. Daily gain from birth to slaughter varied between 883 and 1256 g day<sup>-1</sup>, and was on average 1083 g day<sup>-1</sup>. Live mass at slaughter had significant influence on meat colour (L\* value) and percentage of intramuscular fat. Meat became darker and percentage of intramuscular fat increased with increased live mass. Tendency of brighter colour and lower percentage of intramuscular fat with increased daily gain from birth to slaughter was also noted.

Key words: cattle / bulls / breeds / brown breed / growth / growth rate / body mass / meat / quality

---

\* Prispevek je del magistrskega dela (zagovor 23. 04. 1998), mentor prof. dr. Slavko Čepin, somentor doc.dr. Silvester Žgur.

\* The article is a part of master of science thesis (justification 23. 04. 1998), supervisor Prof. Slavko Čepin, Ph.D., co-advisor, Ass. Prof. Silvester Žgur, Ph.D.

## UVOD

Kakovost govejega mesa je odločilen dejavnik, na osnovi katerega se porabnik odloči za nakup. Zagotavljanje ustrezne kakovosti govejega mesa je nujno potrebno, da se negativni trendi porabe govejega mesa ustavijo (Augustini, 1995; Plank, 1995). S stališča porabnika so najpomembnejše senzorične lastnosti mesa, mehkoba, sočnost, aroma in barva. Senzorične lastnosti mesa zaznamo s čutili (Bučar in sod., 1989). Na te lastnosti pomembno vpliva intramuskularna maščoba in vezivno tkivo (Žgur, 1997). Vezivno tkivo, predvsem kolagen, vpliva na senzorično oceno mehkobe mesa. Topnost kolagena pa je tista lastnost, ki je pozitivno povezana z mehkobo mesa (Hill, 1966; Sorensen, 1981; Klastrup in sod., 1984; Harris in sod., 1992).

Vplive na lastnosti mesa (senzorične in fizikalno-kemične) lahko razdelimo na specifične vplive živali (pasma, spol, starost in telesna masa), vpliv reje (krmljenje in vhlavljanje), vpliv različnih postopkov pred, med in po klanju z živalmi ter vpliv priprave mesa (Ristic, 1987).

V Sloveniji je rjava pasma kombinirana pasma ter tako tudi usmerjena v prirejo mesa. Prireja kakovostnega govejega mesa je eden izmed ciljev same prireje (Čepin in sod., 1995; Čepin in sod., 1998). Nas je v naši raziskavi predvsem zanimal vpliv hitrosti rasti in telesne mase bikov rjave pasme na lastnosti mesa.

## MATERIAL IN METODE DELA

V poskus je bilo vključenih 49 bikov rjave pasme iz progenega testa. Razdeljeni so bili v sedem skupin. V šestih skupinah so bili polbratje, potomci šestih očetov, ena skupina pa je bila sestavljena iz naključno izbranih živali različnih očetov. Pri vseh živalih smo izračunali delež genotipa ameriške rjave (AR) pasme (na osnovi AR očeta in očeta matere). Biki smo razvrstili v dve skupini (delež genotipa AR  $\leq 50\%$  in  $> 50\%$ ). Delež genotipa AR je povprečno znašal 49,5 %, in sicer od 18,8 % do 75,0 %. Biki so bili zaklani pri starosti od 406 do 559 dni in pri telesni masi od 501 do 658 kg. Dnevni prirast od rojstva do zakola je znašal od 883 do 1256 g dan<sup>-1</sup>, v povprečju pa 1083 g dan<sup>-1</sup>. Štiriindvajset ur po zakolu smo prerezali desno polovico med 7. in 8. rebrom. Vzorce mesa za premer mišičnih vlaken, senzorično in fizikalno-kemično analizo smo vzeli iz *m. longissimus dorsi* med 8. in 13. rebrom, ter jih shranili pri temperaturi -20°C. Barvo mesa smo izmerili 24 ur po zakolu kot odbojnost na površini mišice z minolto CR 300. Za analizo kolagena smo vzorce hranili pri temperaturi -70°C. Za meritve rezne trdote mesa smo uporabili testirni aparat INSTRON. Vsebnost kolagena smo določili spektrofotometrično (Bergman in Loxely, 1963, prirejeno po Matissek in sod., 1992). Določitev topnosti kolagena smo izvedli po Hillu (1966). Premer mišičnih vlaken smo izmerili po metodi, ki sta jo opisala Hegarty in Nude (1970).

Zbrane podatke smo statistično obdelali s SAS/STAT (1990) paketom z GLM postopkom. Delež genotipa AR in očetje so predstavljali sistematski vpliv. Kot linearno neodvisno spremenljivko pa smo v model vključili dnevni prirast od rojstva do zakola ter telesno maso živali ob zakolu.

## REZULTATI IN DISKUSIJA

V preglednici 1 so prikazani osnovni statistični podatki vseh proučevanih lastnosti mesa.

Iz preglednice 1 je razvidno, da je bil v naši raziskavi najbolj spremenljiv delež intramuskularne maščobe (43 %), kar kaže tudi na različno stopnjo dopitanosti živali. Precejšnje spremenljivost so izkazale tudi lastnosti kolagena in fizikalne lastnosti mesa (KV med 15 in 32 %). Podobno spremenljivost smo našli tudi pri mehkobi mesa, medtem ko sta bili sočnost in

aroma manj spremenljivi. Majhna je bila tudi spremenljivost premera mišičnih vlaken v *m. longissimus dorsi*. Meritve barve mesa so izkazale zmerno spremenljivost, še najbolj spremenljive so bile  $b^*$  vrednosti.

Preglednica 1. Opisna statistika proučevanih lastnosti mesa  
Table 1. Descriptive statistics of some meat traits

LASTNOSTI TRAITS	$\bar{x}$	KV CV	Min.	Max.
Lastnosti kolagena – Collagen properties				
Topni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Soluble collagen, mg g <sup>-1</sup>	0,34	31,7	0,12	0,55
Netopni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Unsoluble collagen, mg g <sup>-1</sup>	4,98	15,9	3,44	6,75
Skupni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Total collagen, mg g <sup>-1</sup>	5,31	16,2	3,61	7,17
Delež topnega kolagena, % Percentage of soluble collagen, %	6,28	24,9	2,90	9,64
Senzorične ocene mesa – Sensory meat traits				
Aroma, 1 – 7 <sup>a</sup> Aroma, 1 – 7 <sup>a</sup>	5,74	6,6	4,83	6,33
Sočnost, 1 – 7 <sup>a</sup> Juiciness, 1 – 7	5,80	8,1	5,00	6,67
Mehkoba, 1 – 7 <sup>a</sup> Tenderness, 1 – 7 <sup>a</sup>	5,02	24,1	1,83	6,83
Fizikalne lastnosti mesa – Physical meat traits				
Rezna trdota, prečno, N Share force, transverse, N	82,81	27,0	43,80	130,80
Rezna trdota, vzdolžno, N Share force, longitudinal, N	45,04	19,7	27,20	61,90
Rezna trdota, povprečna, N Share force, average N	63,94	22,8	35,50	91,90
Barva mesa – Meat colour				
L*	38,53	7,8	31,44	44,82
a*	21,07	14,2	14,71	30,10
b*	11,61	16,3	6,70	16,36
Ostale lastnosti mesa – Other meat traits				
Intramuskularna maščoba, % Intramuscular fat, %	4,05	43,4	1,39	10,40
Premer mišičnih vlaken, $\mu\text{m}$ Muscle fibre diameter, $\mu\text{m}$	58,99	7,3	47,68	68,72

<sup>a</sup> 1 je najslabše izražena lastnost, 7 najboljše izražena lastnost

<sup>a</sup> 1 is the worse and 7 the best note

V preglednici 2 so prikazani rezultati analize variance. Izbrani statistični model je bil statistično značilen za vse lastnosti kolagena, fizikalne lastnosti mesa, barvo mesa in delež intramuskularne maščobe.

Telesna masa živali (interval telesne mase od 500 do 650 kg) v našem poskusu ni statistično značilno vplivala na lastnosti kolagena. Z večanjem telesne mase se zmanjšuje količina oziroma koncentracija topnega kolagena, medtem ko se zvišuje količina oziroma koncentracija netopnega kolagena (Baily in Light, 1989). Količina kolagena je izražena v mg g<sup>-1</sup> sveže mišice in

predstavlja koncentracijo kolagena, ki se z večanjem telesne mase bistveno ne spreminja (Augustini in Temisan, 1985; Burson in sod., 1986; McCormick, 1994). Spremembe, ki nastopijo z različno telesno maso živali, so prisotne pri ostalih treh lastnostih kolagena (količina topnega in netopnega kolagena ter delež topnega kolagena). V našem poskusu je bil proučevani interval telesne mase najbrž premajhen, da bi lahko zaznali spremembe v lastnostih kolagena. Hitrost rasti prav tako ni vplivala na proučevane lastnosti mesa. O podobnih ugotovitvah poročajo Hall in Hunt (1982), Crouse in sod. (1986), ki so proučevali vpliv različne hitrosti rasti na lastnosti kolagena in mehkobo mesa. Drugi avtorji pa poročajo o povečanju topnosti kolagena pri povečani hitrosti rasti (Miller in sod., 1983, Miller in Cross, 1987, Rompala in Jones, 1984, Fishell in sod., 1985, Etherington, 1987, McCormick, 1989). Povečana topnost kolagena je posledica večjega števila termolabilnih prečnih vezi kolagena.

Preglednica 2. Analiza variance za analizirane lastnosti mesa (p - vrednosti)  
Table 2. Analysis of variance for defined meat traits (p - values)

LASTNOSTI TRAITS	Model	Delež AR* Percentage of BS** genotype	Očetje Sire	Telesna masa Live mass	Dnevni prirast Daily gain
Lastnosti kolagena – Collagen properties					
Topni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Soluble collagen, mg g <sup>-1</sup>	0,01	0,00	0,01	0,82	0,56
Netopni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Unsoluble collagen, mg g <sup>-1</sup>	0,02	0,03	0,88	0,23	0,13
Skupni kolagen, mg g <sup>-1</sup> Total collagen, mg g <sup>-1</sup>	0,02	0,02	0,76	0,27	0,14
Delež topnega kolagena, % Percentage of soluble collagen, %	0,02	0,02	0,01	0,26	0,26
Senzorične ocene mesa – Sensory meat traits					
Aroma, 1 – 7 <sup>a</sup> Aroma, 1 – 7 <sup>a</sup>	0,83	0,23	0,84	0,19	0,18
Sočnost, 1 – 7 <sup>a</sup> Juiciness, 1 – 7	0,60	0,96	0,83	0,09	0,03
Mehkoba, 1 – 7 <sup>a</sup> Tenderness, 1 – 7 <sup>a</sup>	0,26	0,34	0,78	0,51	0,36
Fizikalne lastnosti mesa – Physical meat traits					
Rezna trdota, prečno, N Share force, transverse, N	0,04	0,17	0,11	0,88	0,37
Rezna trdota, vzdolžno, N Share force, longitudinal, N	0,02	0,23	0,02	0,47	0,34
Rezna trdota, povprečna, N Share force, average N	0,03	0,16	0,05	0,92	0,32
Barva mesa – Meat colour					
L*	0,00	0,47	0,01	0,03	0,07
a*	0,01	0,37	0,07	0,60	0,49
b*	0,02	0,65	0,03	0,64	0,64
Ostale lastnosti mesa – Other meat traits					
Intramuskularna maščoba, % Intramuscular fat, %	0,00	0,82	0,08	0,00	0,06
Premer mišičnih vlaken, μm Muscle fibre diameter, μm	0,44	0,40	0,38	0,97	0,73

\* AR = ameriško rjavo, \*\* BS = Brown Swiss

Nekoliko presenetljivo pri senzoričnih lastnostih mesa že izbrani model ni bil statistično značilen, čeprav se je pri sočnosti mesa kazal vpliv dnevnega prirasta ter tendenca vpliva telesne mase ob zakolu. Čepon in Žgur (1993) sta ugotovila statistično značilne razlike med potomci različnih bikov rjave pasme v sočnosti mesa.

Za razliko od subjektivno ocenjene mehkoobe mesa je bil pri reznih trdotah ugotovljen statistično značilen vpliv očetov, medtem ko niti telesna masa ob zakolu niti dnevni prirast od rojstva do zakola nista vplivala na rezno trdoto mesa. Ob primerjavi naših rezultatov z rezultati iz literature, ki so bili dobljeni na isti populaciji govedi rjave pasme v Sloveniji (Čepon in Žgur, 1993; Čepon in sod., 1994) ugotavljamo, da je bilo meso bikov v našem poskusu mehkejše, sočnejše in z ugodnejšo aromo.

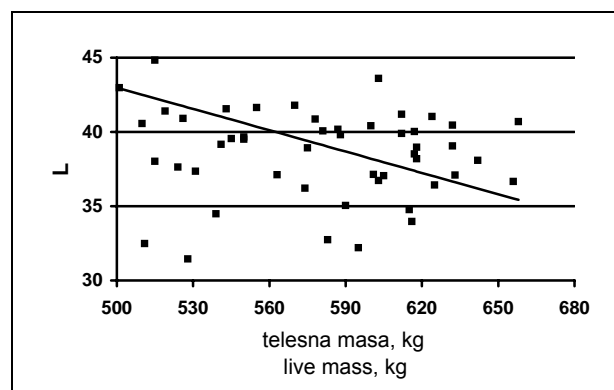
Na barvo mesa so statistično značilno vplivali očetje bikov. Na  $L^*$  vrednost, to je tista vrednost, ki predstavlja svetlost mesa, pa sta vplivala telesna masa ( $p = 0,03$ ) in dnevni prirast od rojstva do zakola ( $p = 0,07$ ). Linearni regresijski koeficient telesne mase za  $L^*$  vrednost (preglednica 3) je znašal  $-0,048$ , kar pomeni, da je meso s povečanjem telesne mase bikov postajalo temnejše (grafikon 1). Z večanjem dnevnega prirasta se je povečevala  $L^*$  vrednost ( $b_2 = 0,016$ ), torej je meso postajalo svetlejšje (grafikon 2).

Preglednica 3. Regresijski koeficienti telesne mase ob zakolu in dnevnega prirasta od rojstva do zakola za nekatere lastnosti mesa

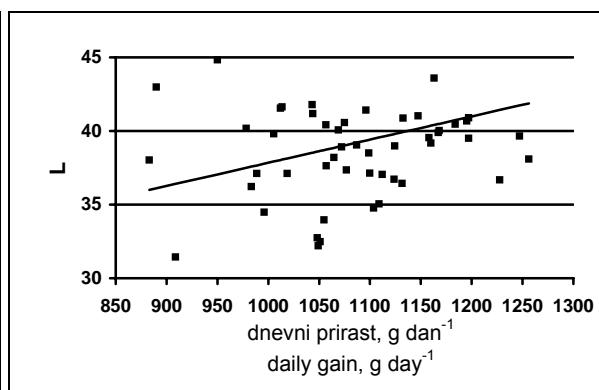
Table 3. Regression coefficients of live mass and daily gain from birth to slaughter for some meat traits

Lastnost Traits	$b_1$ telesna masa $b_1$ live mass	SN $b_1$ SE $b_1$	$b_2$ dnevni prirast $b_2$ daily gain	SN $b_2$ SE $b_2$
$L^*$	-0,0479	0,0206	0,0157	0,0084
Intramuskularna maščoba Intramuscular fat	0,0338	0,0103	-0,0082	0,0042

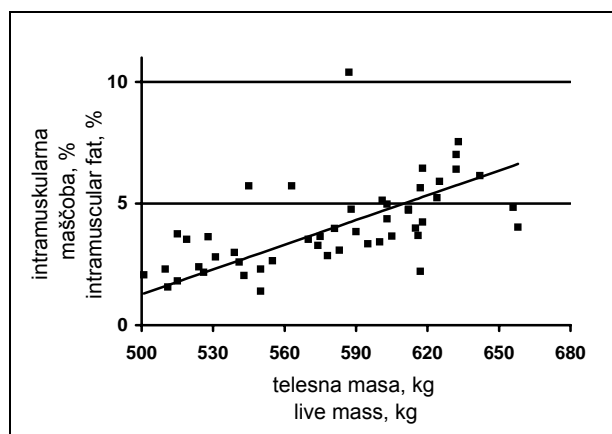
Telesna masa ob zakolu ( $p = 0,00$ ), pa tudi hitrost rasti od rojstva do zakola ( $p = 0,06$ ), sta vplivala še na delež intramuskularne maščobe. S povečevanjem telesne mase se je povečal, s povečevanjem dnevnega prirasta pa zmanjševal delež intramuskularne maščobe v proučevani mišici (regresijski koeficienta za telesno maso  $b_1 = 0,034$  in za dnevni prirast  $b_2 = -0,008$ ). To pomeni, da se je na proučevanem intervalu telesne mase za vsakih 10 kg telesne mase povečal delež intramuskularne maščobe za 0,34 % (grafikon 3). Zmanjševanje deleža intramuskularne maščobe z dnevnim prirastom pa je bilo bistveno počasnejše (grafikon 4).



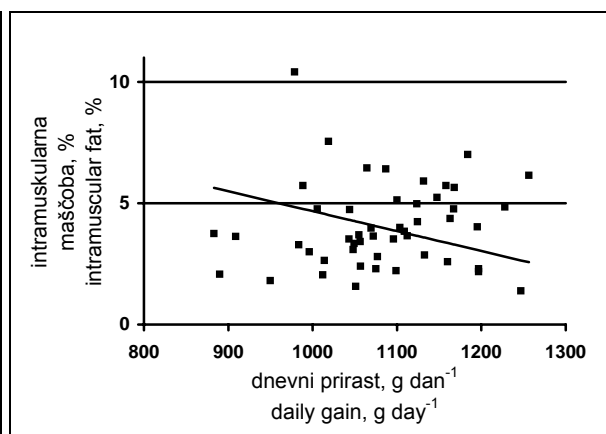
Grafikon 1. Vpliv telesne mase na  $L^*$  vrednost.  
Graph 1. Influence of live mass on  $L^*$  value.



Grafikon 2. Vpliv dnevnega prirasta na  $L^*$  vrednost.  
Graph 2. Influence of daily gain on  $L^*$  value.



Grafikon 3. Vpliv telesne mase na delež intramuskularne maščobe.  
Graph 3. Influence of live mass on intramuscular fat percentage.



Grafikon 4. Vpliv dnevnega prirasta na delež intramuskularne maščobe.  
Graph 4. Influence of daily gain on intramuscular fat percentage.

Nobeden od proučevanih vplivov ni bil statistično značilen za premer mišičnih vlaken.

## ZAKLJUČKI

Opravljen analiza kakovosti mesa bikov rjave pasme iz progenega testa je pokazala, da je genotip živali vplival na lastnosti kolagena, fizikalne lastnosti in barvo mesa, ne pa tudi na senzorične lastnosti mesa. Na proučevanem intervalu med 500 in 650 kg telesne mase ob zakolu je ta statistično značilno vplivala le na delež intramuskularne maščobe in barvo mesa ( $L^*$  vrednost). S povečevanjem telesne mase je meso postalo temnejše in povečeval se je delež intramuskularne maščobe. Pokazale so se tudi tendence povečevanja svetlosti mesa in zmanjševanja deleža intramuskularne maščobe s povečevanjem dnevnega prirasta od rojstva do zakola. V celoti gledano ugotovimo, da telesna masa na proučevanem območju in dnevni prirast nista bistveno vplivala na kakovost mesa rjavih bikov.

## SUMMARY

Meat quality, specially sensory meat traits are becoming more and more important from the consumer point of view. So we decided to investigate the influence of slaughter mass and daily gain from birth to slaughter on collagen traits, sensory traits, physical traits, meat colour, percentage of intramuscular fat and diameter of muscle fibre in *m. longissimus dorsi* on 49 Brown bulls. To exclude the influence of animal genotype, we included percentage of American Brown Swiss genotype and sire as a fixed effect in the analysis. Bulls were slaughtered at an interval from 501 to 658 kg live mass. Daily gain from birth to slaughter varied between 883 and 1256 g day<sup>-1</sup>, and was on average 1083 g day<sup>-1</sup>. Animal genotype did influence collagen traits, physical meat traits and meat colour, but not the sensory meat traits. Live mass at slaughter had significant influence on meat colour ( $L^*$  value) and percentage of intramuscular fat. Meat became darker and percentage of intramuscular fat increased with increased live mass. Tendency of brighter colour and lower percentage of intramuscular fat with increased daily gain from birth to slaughter was also noted. Taking into account all the investigated meat traits, we can conclude, that live mass at investigated interval and daily gain had only minor influence on meat quality of Brown bulls.

## VIRI

- Augustini, C. Möglichkeiten der Beeinflussung verbraucherrelevanter Qualitätsfaktoren bei Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch. V: 3<sup>rd</sup> International symposium "Animal science days", Bled, 1995-09-26/29. Bled, 1995, 61-70.
- Augustini, C./ Tamsian, V. Kollagen und Kollagenlöslichkeit in verschiedenen Muskeln von Jungbullen in Abhängigkeit vom Alter. Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung, Kulmbach, 1985, 6673-6677.
- Bailey, A.J./ Light, N.D. Connective tissue in meat and meat products. London, New York, Elsevier Applied Science, 1989, 355 s.
- Bergman, I./ Loxley, R. Two improved and simplified methods for the spectrophotometric determination of hydroxyproline. Anal. Chem., 35(1963), 1961-1965.
- Bučar, F./ Đorđević, V./ Žlender, B. Tehnologija mesa. Izbrana poglavja, Ljubljana, BF, Oddelek za živilsko tehnologijo, 1989, loč. pag.
- Burson, D.E./ Hunt, M.C./ Unruh, J.A./ Dikeman, M.E. Proportion of types I and III in longissimus collagen from bulls and steers. J. Anim. Sci., 63(1986), 453-456.
- Crouse, J.D./ Calkins, C.R./ Seidman, S.C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of youthful bulls. J. Anim. Sci., 63(1986), 1824-1829.
- Čepin, S./ Škorjanc, D./ Žgur, S. Klavna kakovost in lastnosti mesa bikov treh naših pasem. Znanost in praksa v govedoreji. 18(1994), 105-112.
- Čepin, S./ Čepon, M./ Šalehar, A./ Kompan, D./ Holcman, A./ Štruklec, M. Prospects of meat production in Slovenia. V: 3<sup>rd</sup> International symposium "Animal science days", Bled, 1995-09-26/29. Bled, 1995, 11-25.
- Čepon, M./ Žgur, S. Fizikalno - kemične in senzorične lastnosti mesa bikov rjave pasme. Znanost in praksa v govedoreji. 17(1993), 83-89.
- Čepon, M./ Čepin, S./ Varga, C. Quality of animal production and animal products in Slovenia. V: 6<sup>th</sup> International symposium "Animal science days", Portorož, 1998-09-16/18. Portorož, 1998, 15-23.
- Etherington, J.D. Collagen and Meat Quality: Effects of Conditioning and Growth Rate. V: Advances in meat research (ur.: Pearson, A.M./ Dutson, T.R./ Bailey, A.J.). New York, Avi., 4(1987), 351-360.
- Fishell, V.K./ Aberle, E.D./ Judge, M.D./ Perry, T.W. Palatability and muscle properties of beef as influenced by preslaughter growth rate. J. Anim. Sci., 61(1985), 151-157.
- Hall, J. B./ Hunt, M.C. Collagen solubility of a maturity bovine Longissimus muscle as affected by nutritional regimen. J. Anim. Sci., 55(1982), 321-329.
- Harris, J.J./ Miller, R.K./ Savell, J.W./ Cross, H.R./ Ringer, L.J. Evaluation of tenderness of beef top sirloin steaks. J. Food Sci., 57(1992), 6-15.
- Hegarty, P.V.J./ Nande, R.T. The accuracy of measurement of individual skeletal muscle fibres separated by a rapid technique. Lab. Practice, 19(1970)2, 50-57.
- Hill, F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. J. Food Sci., 31(1966), 161-166.
- Klastrup, S./ Cross, H.R./ Schanbacher, B.D./ Mandigo, R.W. Effects of castration and electrical stimulation on beef carcass quality and palatability characteristics. J. Anim. Sci., 58(1984), 75-84.
- Matissek, R./ Schnepel, F. M./ Steiner, G. Lebensmittelanalytik. Grundzüge - Methoden - Anwendungen, 2. Auflage. Berlin - Heidelberg, Springer - Verlag, 1992, 107-111.
- McCormick, R.J. The influence of nutrition on collagen metabolism and stability. Proc. recip. Meat Conf., 42(1989), 137-148.
- McCormick, R.J. The flexibility of the collagen compartment of muscle. Meat Sci., 36(1994), 79-91.
- Miller, M.F./ Tatum, J.D./ Cross, H.R./ Bowling, H.R./ Clayton, R.P. Effect of carcass maturity on collagen solubility and palatability of beef from grain-finished steers. J. Food Sci., 48(1983), 484-486.
- Miller, M.F./ Cross, H.R. Effect of feed energy intake on collagen characteristics and muscle quality of mature cows. Meat Sci., 21(1987) 287-294.
- Plank, J. Produktionsperspektiven bei Fleisch. V: 3<sup>rd</sup> International symposium "Animal science days", Bled, 1995-09-26/29. Bled, 1995, 47-59.
- Ristic, M. Genußwert von Rindfleisch. Rindfleisch Schlachtkörperwert und Fleischqualität, Kulmbach, Institut für Fleischerzeugung und Vermarktung Bundesanstalt für Fleischforschung, 1987, 207-234.
- Rompala, R.E./ Jones, S.D.M. Changes in the solubility of bovine intramuscular collagen due to nutritional regime. Growth, 48(1984), 466-472.
- SAS/STAT User's Guide Version 6, 4<sup>th</sup> ed., vol.2. Cary, SAS Institute, 1990, 891-996, 1135-1194.
- Sorensen, S.E. Relationships between collagen properties and meat tenderness in young bulls of different genotype, weight and feeding intensity. Disert. Kobenhaven, The Royal Veterinary and Agricultural University, Dept. of Meat Science and Technology, 1981, 138 s.
- Žgur, S. Rast in kakovost mesa pri govedu. Znanost in praksa v govedoreji. 20(1997), 123-134.