

Mekoća konjskog mesa

Ana Kaić¹, Klemen Potočnik²

Sažetak

Među brojnim svojstvima koje povezujemo s kakvoćom konjskog mesa, jedno od najkompleksnijih je svakako njegova mekoća. Iako svojstvo mekoće ima važnu ulogu u sveukupnoj prihvaćenosti i kakvoći konjskog mesa percipiranoj od strane potrošača ono je još uvijek nedovoljno istraženo. Pri tome svakako treba uzeti u obzir da je mekoća mesa pod utjecajem odvijanja brojnih strukturnih i biokemijskih promjena koje se ugrubo mogu podijeliti na one vezane uz sadržaj i svojstva vezivnog tkiva, sadržaj intramuskularne masti, dužinu sarkomere i degradaciju miofibrilarnih proteina. Njihove interakcije su kompleksne i dodatno ovisne o hlađenju, električnoj stimulaciji, načinu vješanja polovica, mehaničkom omekšavanju mesa, zrenju, korištenju različitih marinada te uvjetima tijekom termičke obrade. Izuzev toga, svakako treba uzeti u obzir sustav uzgoja, pasminu, spol, dob i anatomsku lokaciju. Istraživanja bi svakako trebala uzeti u obzir prethodno navedeno te se intenzivnije usmjeriti prema novim spoznajama i popularizaciji kakvoće konjskog mesa

Cljučne riječi: konjsko meso, kakvoća mesa, mekoća

Uvod

Konjsko meso predstavlja izuzetno visokovrijednu i zdravu namirnicu zbog niskog udjela masnog tkiva i sadržaja kolesterola, poželjnog omjera nezasićenih i zasićenih masnih kiselina te izuzetno visokog sadržaja esencijalnih aminokiselina i minerala (Lorenzo i sur., 2014.a). Zbog navedenih poželjnih nutritivnih osobina, svijesti potrošača prema učinku pojedinih namirnica na njihov zdravstveni status te interesa prema „drugačijim“ proizvodima, konjsko meso u novije vrijeme postaje popularna i tražena namirnica animalnog podrijetla (Lorenzo i Franco, 2012.; Tateo i sur., 2013.).

Kakvoća mesa i njegova prihvaćenost od strane potrošača prvenstveno su određene fizikalno-kemijskim svojstvima (Franco i sur., 2011.). Od brojnih svojstava koje povezujemo s kakvoćom mesa, jedno od najkompleksnijih je svakako njegova mekoća

(Kerth, 2013.). Uz boju i izgled mesa, smatra se da je mekoća drugo najvažnije svojstvo koje odlučuje pri ponovnoj kupnji mesa (Lomiwes i sur., 2014.). Pri tome potrošači mogu utvrditi postojanje razlika u mekoći mesa te su spremni platiti znatno više pri njegovoj kupnji ukoliko smatraju da je ono mekano (Lusk i sur., 2001.; Prieto i sur., 2008.; Polkinghorne i Thompson, 2010.).

Mekoću najčešće opisujemo kao otpor pritisku tijekom žvakanja ili kao silu koja je potrebna da bi se pregrizao, odnosno prekinuo komad mesa (Kerth, 2013.). Izuzev spomenute opće prihvaćene definicije mekoće mesa svakako treba uzeti u obzir da je riječ o kompleksnom svojstvu koje se može opisati brojnim deskriptorima tekture mesa kao što su žilavo, tvrdo, kruto, mekano, gnjecavo, mrvljivo i dr. (Mortensen i sur., 2012.; Kerth, 2013.).

¹ doc.dr.sc. Ana Kaić; Zavod za specijalno stočarstvo, Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10 000 Zagreb, Hrvatska

² izv.prof.dr.sc. Klemen Potočnik; Oddelek za zootehniko, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Groblje 3, 1230 Domžale, Slovenija
Autor za korespondenciju: akaic@agr.hr

Tablica 1. Sila potrebna za presijecanje (WBSF) konjskog mesa utvrđena Warner-Bratzler rezivim sječivom
Table 1 Warner-Bratzler shear force values for horsemeat

PASMINA / BREED	N	DOB PRI KLANJU (MJESECI) / SLAUGHTER AGE (MONTHS)	SPOL / SEX	PROIZVODNI SUSTAV / PRODUCTION SYSTEM	MIŠIĆ / MUSCLE	ZRENJE (DANI) / AGING (DAYS)	WBSF	LITERATURA / LITERATURE
FM	56	7	MŽ	Ekstenzivni / Extensive	LD	14	2,77 kg	Dufey (1996)
					ST		3,41 kg	
		30			LD		3,22 kg	
					ST		6,57 kg	
B	12	16	M	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4	4,97 N	Sariés i Beriain (2006) / Sariés and Beriain (2006)
	13	16	Ž				4,81 N	
	23	24	M				4,57 N	
	8	24	Ž				4,98 N	
	12	16	M			8	3,53 N	
	13	16	Ž				3,65 N	
	23	24	M				4,31 N	
	8	24	Ž				4,53 N	
IHDH	24	11	M Ž	Zatvoreni / Indoor	BF	4	5,95 kg	Tateo i sur. (2008) / Tateo et al. (2008)
					LD		5,77 kg	
					RF		5,71 kg	
					SM		5,30 kg	
					ST		5,33 kg	
H S	15	18	MŽ	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4-6	5,84 kg/cm ² 5,58 kg/cm ²	Lanza i sur. (2009) / Lanza et al. (2009)
GM	8	9 vs. 12	M	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4	3,03 kg/cm ²	Franco i sur. (2011) / Franco et al. (2011)
	11	Ž	2,53 kg/cm ²					
IHDH	18	6	M	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4	5,10 kg	De Palo i sur. (2013) / De Palo et al. (2013)
		11					5,31 kg	
		18					5,64 kg	
GM	12	15	MŽ	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4	2,78 kg/cm ²	Franco i sur. (2013) / Franco et al. (2013)
HBxGM	9						3,48 kg/cm ²	
GM	12	15	M Ž	Slobodni ekstenzivni / Freedom extensive	LD	4	3,49 kg/cm ²	Lorenzo i Pateiro (2013) / Lorenzo and Pateiro (2013)
					SM		4,01 kg/cm ²	
					ST		4,06 kg/cm ²	
					BF		4,57 kg/cm ²	
					TB		4,55 kg/cm ²	
					PM		3,73 kg/cm ²	
GM	6	15	M	Slobodni ekstenzivni / Freedom extensive	LD	4	3,8 kg/cm ²	Lorenzo i sur. (2013) / Lorenzo et al. (2013)
	6		Ž				3,0 kg/cm ²	
GMxHB	10	8	MŽ	Polu ekstenzivni / Semi extensive	LD	4	3,73 kg/cm ²	Domínguez i sur. (2015) / Domínguez et al. (2015)
	11	11					3,43 kg/cm ²	
HH,P,SH,K	53	18	M Ž	Slobodni ekstenzivni / Freedom extensive	LD	14	2,57 kg/cm ²	Kaić i sur. (2018) / Kaić et al. (2018)
					ST		4,72 kg/cm ²	

Pasmina / Breed: IHDH: Italian Heavy Draft; GM: Galician Mountain; B: Burguete; HH: hrvatski hladnokrvnjak / Croatian coldblooded; SH: slovenski hladnokrvnjak / Slovenian coldblooded; K: križanci / crossbreeds; P: posavski konj / Posavje horse; H: Haflinger; S: Sanfratellano; HBxGM: Hispano-Bretón x Galician Mountain; FM: Franches Montagnes;

N: broj životinja / number of animals;

Spol / Sex: M: muški / male; F: ženski / female;

Mišić / Muscle: LT (najduži leđni mišić; *m. longissimus dorsi*), ST (polutetivasti mišić; *m. semitendinosus*), SM (poluopnasti mišić; *m. semimebranosus*), BF (dvo-glavi bedreni mišić; *m. biceps femoris*) i RF (uzdužni bedreni mišić; *m. rectus femoris*), TB (troglavi nadlaktični mišić; *m. triceps brachii*) i PM (veliki i mali slabinski mišić; *m. psoas major & minor*)

Solomon i sur. (2009.), Kerth (2013.) i Topel i sur. (2013.) ističu kako se mekoću mesa najbolje može utvrditi senzornom percepcijom, neovisno dali je riječ o dobro utreniranoj senzornoj skupini (panelu) ocjenjivača ili o potrošačima. Izuzev tome, razvijene su instrumentalne tehnike čiji je rad temeljen na nekoliko mehaničkih metoda (kompresija, torzija, zategnutost i rezanje) uz pomoć kojih se s određenom pouzdanošću može utvrditi mekoća mesa. Trenutno se u svrhu utvrđivanja mekoće konjskog mesa najčešće koristi Instron uređaj opremljen Warner-Bratzler rezivim sječivom i u nešto manjem obujmu Teksturometar kojim se teksturni profil analizira metodom kompresije (Diaconu i sur., 2014.). Kategorizacija konjskog mesa ovisno o njegovoj mekoći trenutno ne postoji te se u tu svrhu koriste kategorije mekoće utvrđene na govedskom mesu. Ovisno o sili koja je potrebna za presijecanje govedskog mesa Belew i sur. (2003.) navode sljedeće 4 kategorije mekoće: 'vrlo mekano': $WBSF < 3,2$ kg; 'mekano': $3,2 \text{ kg} < WBSF < 3,9$ kg; 'srednje mekano': $3,9 \text{ kg} < WBSF < 4,6$ kg i 'tvrd': $WBSF > 4,6$ kg.

Mekoća je pod utjecajem odvijanja brojnih strukturnih i biokemijskih promjena koje se ugrubo mogu podijeliti na one vezane uz sadržaj i svojstva vezivnog tkiva, sadržaj intramuskularne masti, dužinu sarkomere i degradaciju miofibrilarnih proteina (Kaić i Žgur, 2017.). Ukratko, manji sadržaj vezivnog tkiva, bolja topljivost kolagena, veći sadržaj intramuskularne masti, duža sarkomera i veća degradacija miofibrilarnih proteina povezuju se s mekanijim mesom. Kaić i Žgur (2017.) ističu kako su njihove interakcije kompleksne i dodatno ovisne o hlađenju, električnoj stimulaciji, načinu vješanja polovica, mehaničkom omekšavanju mesa, zrenju, korištenju različitih marinada te uvjetima tijekom termičke obrade.

Izuzev toga, svakako treba uzeti u obzir da istraživanja potvrđuju utjecaj sustava uzgoja (Sarriés i Beriain, 2006., Lorenzo i sur., 2014.b, Lorenzo i sur., 2016.), pasmine (Lanza i sur., 2009.; Franco i sur., 2013.; Kaić i sur., 2018.), spola (Sarriés i Beriain, 2006.; Tateo i sur., 2008.; Franco i sur., 2011.; Lorenzo i sur., 2013.; Kaić i sur., 2018.), dobi (Segato i sur., 1999.; Sarriés i Beriain, 2006.; Franco i sur., 2011.; De Palo i sur., 2013.; Domínguez i sur., 2015.; Kaić i sur., 2018.) i anatomske lokacije (Tateo i sur., 2008.; Franco i Lorenzo, 2014.; Kaić i sur., 2018.) na mekoću konjskog mesa. Obzirom na izuzetno veliku važnost mekoće u cjelokupnoj prihvaćenosti i kakvoći mesa te rastući trend potrošnje konjskog mesa cilj ovog

rada je opisati prethodno navedene čimbenike koje se povezuje s mekoćom konjskog mesa.

Sustav uzgoja

Dokazano je da hranidbeni režim kao sastavni dio sustava uzgoja utječe na varijacije u sadržaju intramuskularne masti (IMM) čime može imati značajan utjecaj na pokazatelje kakvoće mesa, prvenstveno boju, mekoću i masno-kiselinski sastav (Franco i Lorenzo, 2014.). Djelovanje sadržaja IMM na mekoću mesa opisano je kroz nekoliko teorija (teorija gustoće, učinak podmazivanja, teoriju osiguranja i naprezanja) koje detaljno opisuju Kaić i Žgur (2017.).

Franco i sur. (2011.) su utvrdili značajnu razliku u mekoći mesa ždrebadi Galician Mountain pasmine konja podijeljenih u dvije skupine ovisno o sustavu uzgoja (polu ekstenzivni; PES i ekstenzivni; ES). Ždrebac je u PES nakon držanja na ispaši i odbića u dobi od 3 mjeseca bila u staji te je uz silažu sijena dohranjivana krepkim krmivima (3 kg/dan), dok je ždrebac u ES držana isključivo na ispaši. Rezultati istraživanja pokazuju da je mekoća mesa ždrebadi držane u ES (4,13 kg/cm²) zbog manjeg sadržaja IMM znatno manja od mesa ždrebadi držanih u PES-u (2,67 kg/cm²).

Lorenzo i sur. (2014.b) ne navode značajan utjecaj sustava uzgoja (PES i ES) na mekoću mesa križanaca Galician Mountain x Hispano-Bretón. Križanci su u PES-u držani na ispaši te su nakon odbića u dobi između 6 i 8 mjeseci podijeljeni u dvije skupine, ovisno o količini krepke krme koja im je bila na raspolaganju (1,5 kg/dan i 3 kg/dan), dok su križanci u ES odbijeni u dobi između 6 i 7 mjeseci te su cijelo vrijeme uzgoja boravili na ispaši. Iako razlike u mekoći nisu bile statistički značajne, Lorenzo i sur. (2014.b) se slažu s navodima Franco i sur. (2011.) te ističu kako je mekoća LD mišića u križanaca držanih u ES (5,06 kg/cm²) zbog manjeg sadržaja IMM znatno manja od mekoće LD mišića križanaca koji su na raspolaganju imali krepka krmiva od 1,5 kg/dan (4,54 kg/cm²), odnosno 3,0 kg/dan (4,64 kg/cm²).

Franco i Lorenzo (2014.) u ždrebadi Galician Mountain pasmine konja i križanaca Galician Mountain x Hispano Bretón držanih u dva polu ekstenzivna sustava također nisu utvrdili značajnu razliku u mekoći njihova mesa. Naime, životinje su držane na ispaši, a nakon odbića u razdoblju između 6 i 8 mjeseci imale su na raspolaganju visokokvalitetno sijeno te bile podijeljene u dvije skupine ovisno o količini krepkih

krmiva od 1,5 kg/dan ili 3 kg/dan. Iako razlike nisu bile statistički značajne Franco i Lorenzo (2014.) su utvrdili da je mekoća mesa ždrebadi koja je na raspolaganju imala veći sadržaj krepkih krmiva bila znatno manja, odnosno potrebna je znatno veća sila da bi se prekinuo pojedini komad mesa. Tako su autori u LD (najduži leđni mišić; *m. longissimus dorsi*), ST (polutetivasti mišić; *m. semitendinosus*), SM (poluopnasti mišić; *m. semimebranosus*), BF (dvo-glavi bedreni mišić; *m. biceps femoris*), TB (troglavi nadlaktični mišić; *m. triceps brachii*) i PM (mali i veliki slabinski mišić; *m. psoas major & minor*) mišića ždrebadi koja je na raspolaganju imala krepka krmiva od 1,5 kg/dan utvrdili silu presijecanja redom od 2,91 kg/cm², 4,07 kg/cm², 3,96 kg/cm², 4,33 kg/cm², 3,79 kg/cm² i 3,19 kg/cm², dok je sila presijecanja istih mišića u ždrebadi s dostupnim sadržajem krepkih krmiva od 3 kg/dan u istim mišićima bila redom 3,23 kg/cm², 4,66 kg/cm², 4,53 kg/cm², 4,64 kg/cm², 3,69 kg/cm² i 3,53 kg/cm². Uz to, svakako treba uzeti u obzir značajno veći sadržaj IMM ($P \leq 0,001$) u mesu ždrebadi koja je na raspolaganju imala manji sadržaj krepkih krmiva.

Iako se mekoću mesa usko povezuje sa sadržajem IMM svakako treba uzeti u obzir da je sadržaj IMM također izuzetno varijabilno svojstvo na koje značajan utjecaj može imati pasmina, spol, dob, količina i sastav obroka te dužina uzgojnog razdoblja (Lorenzo i sur., 2014.a). Izuzev toga svakako treba napomenuti da povećanje sadržaja IMM značajno utječe na percepciju mekoće mesa samo do određene razine nakon koje se njegov učinak znatno umanjuje (Kerth, 2013.).

Pasmina

Mekoća mesa različitih pasmina konja do sada je bila predmet svega nekoliko znanstvenih istraživanja. Tako Lanza i sur. (2009.) ne navode značajnu razliku u mekoći mesa između mladih konja Haflinger i Sanfratellano pasmina konja. Autori su utvrdili da je za presijecanje LD mišića u Haflinger pasmine potrebna sila od 5,58 kg/cm², dok je za presijecanje LD mišića u Sanfratellano pasmine potrebna sila od 5,84 kg/cm². Franco i sur. (2013) također nisu utvrdili značajnu razliku u mekoći mesa između mladih konja Galician Mountain pasmine i križanaca Hispano Bretón x Galician Mountain. Sila potrebna za presijecanje LD mišića mladih konja Galician Mountain pasmine bila je 2,78 kg/cm², dok je za presijecanje LD mišića križanaca Hispano

Bretón x Galician Mountain bila 3,48 kg/cm². Kaić i sur. (2018) se slažu s navedenim te potvrđuju kako pasmina konja nema značajan utjecaj na mekoću njihova mesa. Naime, autori su u različitim pasmina konja (hrvatski hladnokrvnjak, slovenski hladnokrvnjak, križanci, Posavski konj) utvrdili neznatne razlike u mekoći njihova mesa ($P=0,956$).

Spol

Istraživanja pokazuju kako spol značajno ne utječe na mekoću konjskog mesa. Sarriés i Beriain (2006.) u Burguete pasmine konja nisu utvrdili značajan utjecaj spola na mekoću njihova mesa (Tablica 1). Razlike između muške (5,24 kg) i ženske (5,98 kg) ždrebadi u sili potrebnoj za presijecanje njihova mesa nisu utvrđene niti u Italian Heavy Draft pasmine konja (Tateo i sur., 2008.). Franco i sur. (2011.) i Lorenzo i sur. (2013.) također nisu utvrdili značajne razlike u mekoći mesa između muške i ženske ždrebadi Galician Mountain pasmine konja. Pri tome su Franco i sur. (2011.) utvrdili silu presijecanja od 2,53 kg/cm² u mesu ženske ždrebadi, odnosno muške ždrebadi od 3,03 kg/cm², dok su Lorenzo i sur. (2013.) utvrdili silu presijecanja od 3,0 kg/cm² u mesu ženske ždrebadi, odnosno muške ždrebadi od 3,8 kg/cm². S navedenim se slažu Kaić i sur. (2018) koji ne navode značajnu razliku u mekoći mesa između muške i ženske ždrebadi različitih pasmina konja ($P=0,485$).

Dob

U osnovi se smatra kako je povećanjem dobi potrebna znatno veća sila da bi se prekinuo pojedini komad mesa, odnosno ono je znatno tvrđe. Tako Dufey (1996.) navodi značajnu razliku u sili presijecanja LD i ST mišića Franches Montagnes pasmine konja u dobi od 7 mjeseci i 30 mjeseci. Autor je utvrdio kako je za presijecanje LD i ST mišića ždrebadi u dobi od 7 mjeseci potrebna znatno manja sila (LD=2,77 kg, ST=3,41 kg) negoli za konje u dobi od 30 mjeseci (LD=3,22 kg, ST=6,57 kg). Segato i sur. (1999.) navode značajnu razliku ($P \leq 0,1$) u sili potrebnoj za presijecanje LD mišića konja podijeljenih u nekoliko dobni skupina (< 1 godina; 1-2 godine; 2-5 godina; 5-10 godina; > 10 godina). Sarriés i Beriain (2006.) su utvrdili značajnu razliku u sili potrebnoj za presijecanje LD mišića između muških i ženskih mladih konja u dobi od 16 mjeseci (3,53 N vs. 3,65 N) i onih od 24 mjeseca (4,31 N vs. 4,53 N). Autori navode

kako nastale razlike u mekoći mesa mogu biti posljedica smanjenog prirasta starijih životinja što se ujedno može povezati s nižom sintezom proteina i njihovom degradacijom te ističu da se mekoća mesa starije ždrebadi (dobi od 24 mjeseca) može poboljšati na način da se meso ostavi duže na zrenju od mesa mlađe ždrebadi (dobi od 16 mjeseci). Kaić i sur. (2018.) su također utvrdili značajan utjecaj dobi (od 7 mjeseci pa do 35 mjeseci) na mekoću mesa različitih pasmina konja (hrvatski hladnokrvnjak, slovenski hladnokrvnjak, križanci, Posavski konj). Autori navode da se mekoća mesa spomenutih pasmina konja s povećanjem njihove dobi od jedan mjesec smanjuje za $0,28 \text{ kg/cm}^2$ ($P=0.002$).

Nasuprot tome svakako treba uzeti u obzir kako dio istraživanja ne potvrđuje prethodno navedeno, odnosno dobiveni rezultati pokazuju da povećanje dobi životinja značajno ne utječe na mekoću njihova mesa. Franco i sur. (2011.) u ždrebadi Galician Mountain pasmine konja nisu utvrdili značajan utjecaj dobi (9 mjeseci vs. 12 mjeseci) na mekoću njihova mesa ($2,67 \text{ kg/cm}^2$ vs. $2,78 \text{ kg/cm}^2$). De Palo i sur. (2013) također navode neznatan utjecaj dobi na mekoću mesa ždrebadi i mladih konja Italian heavy draught pasmine konja. Mekoća mesa ždrebadi Italian heavy draught pasmine konja u dobi od 6 mjeseci i 11 mjeseci bila je $5,10 \text{ kg}$, odnosno $5,31 \text{ kg}$, dok je u mladih konja u dobi od 18 mjeseci bila $5,64 \text{ kg}$. U skladu s navedenim Domínguez i sur. (2015.) potvrđuju da dob značajno ne utječe na mekoću konjskog mesa. Naime, autori nisu utvrdili značajan utjecaj dobi (8 mjeseci vs. 12 mjeseci) na mekoću mesa križanaca Galician Mountain x Hispano-Bretón ($3,73 \text{ kg/cm}^2$ vs. $3,45 \text{ kg/cm}^2$). Pri tome se u istraživanjima navodi kako je potrebno uzeti u obzir da je mekoća mesa izuzetno kompleksno svojstvo ovisno o velikom broju čimbenika između kojih svakako treba istaknuti sadržaj IMM, uvjete tijekom instrumentalnog mjerenja mekoće, postupke tijekom termičke obrade i prema pojedinim autorima možda najznačajnije zrenje mesa (Franco i sur., 2011.).

Anatomska lokacija

Prema dostupnoj literaturi svega je nekoliko istraživanja usmjereno na anatomska lokaciju, odnosno utjecaj pojedinih mišića na mekoću konjskog mesa (Tablica 1). Tateo i sur. (2008.) su u mladih konja talijanske hladnokrvne pasmine prosječne dobi pri klanju od 18 mjeseci utvrdili

značajne razlike u mekoći LD, ST, BF i RF (uzdužni bedreni mišić; *m. rectus femoris*) mišića. Najmanja sila presijecanja utvrđena je u SM ($5,30 \text{ kg}$) i ST mišića ($5,33 \text{ kg}$), dok je najveća sila presijecanja utvrđena u BF mišiću ($5,95 \text{ kg}$). Kaić i sur. (2018.) su u konja različitih pasmina prosječne dobi pri klanju od 18 mjeseci utvrdili značajne razlike u sili presijecanja LD i ST mišića. Sila presijecanja LD mišića bila je $2,57 \text{ kg/cm}^2$, dok je ona potrebna za presijecanje ST mišića bila znatno veća te je iznosila $4,72 \text{ kg/cm}^2$. Navedene vrijednosti ukazuju da je sila presijecanja LD mišića znatno manja negoli ST mišića, odnosno LD mišić je znatno mekaniji. Franco i Lorenzo (2014.) ističu kako su značajne razlike u sili presijecanja između mišića prvenstveno rezultat njihovih fizioloških funkcija povezanih s anatomskom pozicijom, a uključuju i različite histološke karakteristike kao što su dužina sarkomere, kakvoća kolagena, sadržaj netopivog kolagena i dr.

Nasuprot tome, Lorenzo i sur. (2013.) nisu utvrdili značajne razlike u mekoći LD, SM, ST, BF, TB i PM mišića mladih konja Galician Mountain pasmine. Iako je najmanja sila presijecanja utvrđena u LT mišiću ($3,49 \text{ kg/cm}^2$), a najveća u BF mišiću ($4,57 \text{ kg/cm}^2$) razlike nisu bile statistički značajne.

Zaključak

Iako svojstvo mekoće ima važnu ulogu u sveukupnoj prihvaćenosti i kakvoći konjskog mesa percipiranoj od strane potrošača ono je još uvijek nedovoljno istraženo. Većina istraživanja zanemaruje činjenicu kako je mekoća kompleksno svojstvo pri čijoj procjeni je potrebno uzeti u obzir što je moguće više čimbenika koji mogu imati značajan utjecaj na njezinu konačnu percepciju. Uz to, svakako je potrebno napomenuti kako ne postoji kategorizacija mekoće konjskog mesa te se u tu svrhu još uvijek koriste kategorije mekoće utvrđene na govedskom mesu. Obzirom na rastući trend potrošnje konjskog mesa istraživanja bi svakako trebala uzeti u obzir prethodno navedeno te biti intenzivnije usmjerena prema novim spoznajama i popularizaciji kakvoće konjskog mesa.

Literatura

- [1] **Belew, J.B., J.C. Brooks, D.R. McKenna, J.W. Savell (2003):** Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science* 64, 507-512.
- [2] **De Palo, P., A. Maggiolino, P. Centoducati, A. Tateo (2013):** Slaughtering age effect on carcass traits and meat quality of Italian heavy draught horse foals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 26, 1637-1643.
- [3] **Diaconu, E.C., R. Lazăr, N. Găină, M.M. Ciobanu, P.C. Boișteanu (2014):** Texture profile characteristics in horse meat. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies* 71(2), 1-4.
- [4] **Domínguez, R., S. Crecente, P. Borrajo, R. Agregán, J.M. Lorenzo (2015):** Effect of slaughter age on foal carcass traits and meat quality. *Animal* 9, 1713-1720.
- [5] **Dufey, P.A. (1996):** Sensory and physico-chemical properties of meat from horses of different age groups. *Proceeding of 42nd International Congress of Meat, Science and Technology*, 1 - 6 September 1996, Proceedings, 135-159. Matforsk, September 1996.
- [6] **Franco, D., E. Rodríguez, L. Purriños, S. Crecente, R. Bermúdez, J.M. Lorenzo (2011):** Meat quality of “Galician Mountain” foals breed. Effect of sex, slaughter age and livestock production system. *Meat Science* 88, 292-298.
- [7] **Franco, D., S. Crecente, J.A. Vázquez, M. Gómez, J.M. Lorenzo (2013):** Effect of cross breeding and amount of finishing diet on growth parameters, carcass and meat composition of foals slaughtered at 15 months of age. *Meat Science* 93, 547–556.
- [8] **Franco, D., J.M. Lorenzo (2014):** Effect of muscle and intensity of finishing diet on meat quality of foals slaughtered at 15 months. *Meat Science* 96, 327-334.
- [9] **Kaić, A., S. Žgur (2017):** Utjecaj strukturnih i biokemijskih promjena mišića post mortem na mekoću mesa. *Journal of Central European Agriculture* 18(4), 929-941.
- [10] **Kaić, A., S. Žgur, B. Luštrek, K. Potočnik (2018):** Physicochemical properties of horse meat as affected by breed, sex, age, muscle type and aging period. *Animal Production Science* 58(12), 2352-2357.
- [11] **Kerth, C.R. (2013):** Meat tenderness. In: C.R. Kerth (ur.). *The science of meat quality*. John Wiley & Sons, Iowa, 99-116.
- [12] **Lanza, M., C. Landi, M. Scerra, V. Galofaro, P. Pennisi (2009):** Meat quality and intramuscular fatty acid composition of Sanfratellano and Haflinger foals. *Meat Science* 81, 142-147.
- [13] **Lomiwes, D., M.M. Farouk, E. Wiklund, O.A. Young (2014):** Small heat shock proteins and their role in meat tenderness: A review. *Meat Science* 96(1), 26-40.
- [14] **Lorenzo, J.M., D. Franco (2012):** Fat effect on physico-chemical, microbial and textural changes through the manufacture of dry-cured foal sausage. Lipolysis, proteolysis and sensory properties. *Meat Science* 92, 704-714.
- [15] **Lorenzo, J., M. Pateiro (2013):** Influence of type of muscles on nutritional value of foal meat. *Meat Science* 93, 630-638.
- [16] **Lorenzo, J.M., M.V. Sarriés, D. Franco (2013):** Sex effect on meat quality and carcass traits of foals slaughtered at 15 months of age. *Animal* 7, 1199-1207.
- [17] **Lorenzo, J.M., M.V. Sarriés, A. Tateo, P. Polidori, D. Franco, M. Lanza (2014a):** Carcass characteristics, meat quality and nutritional value of horsemeat: A review. *Meat Science* 96, 1478-1488.
- [18] **Lorenzo, J.M., S. Crecente, D. Franco, M.V. Sarriés, M. Gómez (2014b):** The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. *Animal* 8, 494-503. Lorenzo, J.M., L. Purriños, J. Carballo (2016): A survey on the effect of livestock production system and finishing diet on sensory characteristics of foal meat using Generalized Procrustes Analysis. *The Scientific World Journal*, 1-6.
- [19] **Lusk, J.L., J.A. Fox, T.C. Schroeder, J. Mintert, M. Koohmaraie (2001):** In-store valuation of steak tenderness. *American Journal of Agricultural Economics* 83(3), 539-550.
- [20] **Mortensen, L.M., M.B. Frøst, L.H. Skibsted, J. Risbo (2012):** Effect of time and temperature on sensory properties in low-temperature long-time sous-vide cooking of beef. *Journal of Culinary Science &*

Technology 10, 75-90.

- [21] Polkinhorne, R.J., J.M. Thompson (2010): Meat standards and grading – a world view. *Meat Science* 86(2), 227-235.
- [22] Prieto, N., S. Andrés, F.J. Giráldez, A.R. Mantecón, P. Lavín (2008): Ability of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to estimate physical parameters of adult steers (oxen) and young cattle meat samples. *Meat Science* 79, 692-699.
- [23] Sarriés, M.V., M.J. Beriain (2006): Colour and texture characteristics in meat of male and female foals. *Meat Science* 74, 738-745.
- [24] Segato, S., G. Cozzi, I. Andrighetto (1999): Effect of animal morphotype, sex and age on quality of horsemeat imported from Poland. Proceedings of the A.S.P.A. XIII congress. 21-24 June 1999, Proceedings, 674-676. Piacenza, June 1999.
- [25] Solomon, M.B., J.S. Eastride, E.W. Paroczay, B.C. Bowker (2009): Measuring meat texture. In: Handbook of muscle food analysis. Nollet, L.M.L., F. Toldrá (ur.). CRC Press, New York, 479-502.
- [26] Tateo, A., P. De Palo, A. Maggiolino, P. Centoducati (2013): Post-thawing changes in meat of foals as affected by feeding level and post-thawing time. *Archiv für Tierzucht* 56, 1-10.
- [27] Tateo, A., P. De Palo, E. Ceci, P. Centoducati (2008): Physicochemical properties of meat of Italian Heavy Draft horses slaughtered at the age of eleven months. *Journal of Animal Science* 86, 1205-1214.
- [28] Topel, D.G., D.N. Marple, S.M., Lonergan, F.C. Parrish Jr. (2013): The science of animal growth & meat technology. Meat Science Press. Iowa, 2013.

Dostavljeno: 22.11.2018.

Prihvaćeno: 24.1.2019.

Tenderness of horsemeat

Abstract

Tenderness is, without doubt, one of the most complex among the numerous traits associated with horsemeat quality. Even though tenderness is an important factor in the overall acceptance and quality of horsemeat perceived by consumers, it requires further investigation. It should be taken into account that meat tenderness is influenced by numerous structural and biochemical changes that can be classified as those related to the amount and quality of connective tissue, intramuscular lipid content (marbling), sarcomere length, and myofibrillar protein degradation. Their interactions are complex and additionally dependent on cooling, electrical stimulation, carcass hanging, mechanical tenderisation of meat, aging, use of different marinades, and conditions during the thermal treatment. The tenderness of meat is additionally influenced by livestock production system, breed, gender, age, and anatomic location. Further research should take into account all of the above mentioned factors and more intensely focus on new insights and the promotion of horsemeat quality.

Key words: horsemeat, meat quality, tenderness

Zartheit von Pferdefleisch

Zusammenfassung

Von den vielen Eigenschaften, die mit der Qualität von Pferdefleisch in Verbindung gebracht werden, ist eines der komplexesten mit Sicherheit seine Zartheit. Obwohl die Zartheit eine bedeutende Rolle für die allgemeine Akzeptanz und die Qualität von Pferdefleisch unter den Verbrauchern hat, ist diese Eigenschaft immer noch nicht ausreichend untersucht. Hier sollte jedoch bedacht werden, dass die Zartheit von Fleisch durch zahlreiche strukturelle und biochemische Veränderungen beeinflusst wird, die

in Verbindung mit dem Inhalt und den Eigenschaften des Bindegewebes, der Zusammensetzung des intramuskulären Fettes, der Sarkomerlänge und der Degradierung der myofibrillären Proteine in Verbindung gebracht werden können. Ihre Wechselwirkungen sind komplex und hängen zusätzlich von der Kühlung, der elektrischen Stimulation, der Hängemethode der Hälften, der mechanischen Verbesserung der Zartheit von Fleisch, der Reifung, der Verwendung diverser Marinaden und den Bedingungen während der thermischen Behandlung ab. Außerdem sollten das Zuchtsystem, die Rasse, das Geschlecht, Alter und die anatomische Position berücksichtigt werden. Die Untersuchungen sollten in jedem Fall die erwähnten Parameter berücksichtigen und sich stärker auf neue Erkenntnisse und die Popularisierung der Qualität von Pferdefleisch konzentrieren.

Schlüsselwörter: Pferdefleisch, Fleischqualität, Zartheit

La morbidezza della carne equina

Riassunto

Tra le numerose proprietà che associamo alla qualità della carne equina, una delle più complesse è senz'altro la sua morbidezza. Sebbene essa svolga un ruolo importante nella generale accettazione e nella qualità della carne equina percepita dai consumatori, questa proprietà non è ancora sufficientemente analizzata. A questo proposito occorre considerare che la morbidezza della carne è certamente condizionata dallo svolgersi di tutta una serie di processi strutturali e biochimici che possono essere grosso modo suddivisi tra quelli legati al contenuto e alle proprietà del tessuto connettivo, quelli legati al contenuto dei grassi intramuscolari, quelli legati alla lunghezza del sarcomero e quelli legati alla degradazione delle proteine miofibrillari. Le loro interazioni sono complesse e dipendono, inoltre, dal raffreddamento, dalla stimolazione elettrica, dal modo di appendere le mezzane, dall'ammorbidimento meccanico della carne, dalla maturazione, dall'uso di varie marinature e dalle condizioni esistenti durante il trattamento termico. A parte ciò, va certamente considerato anche il sistema d'allevamento, la razza, il sesso, l'età e la locazione anatomica. Le ricerche dovrebbero prendere in considerazione quando detto e rivolgersi con maggiore intensità verso le nuove conoscenze e verso la popolarizzazione della qualità della carne equina.

Parole chiave: carne equina, qualità della carne, morbidezza

Ternura de la carne de caballo

Resumen

Entre las numerosas características en relación con la calidad de la carne de caballo, una de las más complejas es su ternura. Aunque la ternura tiene un papel importante en la aceptación general y en la calidad de la carne de caballo percibida por parte del consumidor, todavía está insuficientemente investigada. Hay que tomar en cuenta que la ternura de la carne está bajo la influencia de numerosos cambios estructurales y bioquímicos, divididos en los relacionados con el contenido y las características del tejido conectivo, el contenido en grasa intramuscular, la longitud del sarcómero y la degradación de proteínas miofibrilares. Sus interacciones son complejas y además dependientes de la refrigeración, estimulación eléctrica, de la manera de colgar las canales, el ablandamiento mecánico, la maduración, el uso de diferentes adobos y de diferentes condiciones durante el procesamiento térmico. Además, hay que considerar el sistema de cría, la raza, el sexo, la edad y la posición anatómica. Las investigaciones deberían estudiar lo antedicho y dar un enfoque más intensivo a los nuevos conocimientos y a la popularización de la calidad de la carne de caballo.

Palabras claves: carne de caballo, calidad de carne, blandura