

Tehnologija mesa

ČASOPIS INDUSTRIJE MESA JUGOSLAVIJE
JOURNAL OF MEAT INDUSTRY OF YUGOSLAVIA

God.
Year VI

Beograd, decembar — December 1965.

Br.
No 12

281

II. Promene pH sposobnosti vezivanja vode u mišićima goveda post mortem

S. RAHELIĆ, R. REDE. B. DOBREN OV

Zavod za tehnologiju mesa — Novi Sad
Tehnološki fakultet — Novi Sad

II. PROMENE pH I SPOSOBNOSTI VEZIVANJA VODE U MIŠIĆIMA GOVEDA POST MORTEM

S. RAHELIĆ, R. REDE, B. DOBREN OV

U ovom delu rada nastavili smo prethodno opisana ispitivanja* u širem opsegu. Proširenje opsega rada sastoji se u tome što smo pH i sposobnost vezivanja vode počeli određivati već jedan sat nakon klanja, merenja nastavili u manjim vremenskim razmacima i što smo ove vrednosti određivali istovremeno u m. gracilis i m. longissimus dorsi.

Pored toga ispitivali smo pH istog mišića istovremeno na više mesta.

PREGLED LITERATURE

O razlikama vrednosti pH raznih mišića istog goveda ima dosta podataka u literaturi. Bate-Smith (1) citira Schoona i Oomsa, kao i Postma, koji navode da postoje razlike pH vrednosti raznih mišića istog grla, ali da su te razlike slabije izražene kod goveda nego kod svinja. Sam autor navodi da je ispitivanjem pH m. psoasa 29 goveda našao da se vrednosti kreću od 5,36 do 5,80. U istom radu Bate-Smith navodi mišljenje Callowa koji kaže da su te razlike uslovljene blizinom kosti (delovanje Ca^{++}) i dodaje da je velika verovatnost da razli-

ke nastaju i pod uticajem vezivnog tkiva. Hamm (3) citira navode iz nekoliko radova o razlikama pH vrednosti raznih mišića istog goveda. Tu tvrdnju ponavlja i četiri godine kasnije (4) ukazujući istovremeno na mogućnost postojanja razlika u sposobnosti vezivanja vode istog mišića goveda. Međutim, autor (3) navodi da korelacija pH vrednosti i sposobnosti vezivanja vode ne postoji kod govedeg mesa u rasponu pH od 5,4 do 5,8. Ističe, zatim, da u rasponu pH > od 5,8 sposobnost vezivanja vode značajnije raste s povećanjem pH. Na istom mestu citira Swifta i Bermana koji tvrde suprotno, tj., da postoji izražena korelacija pH vrednosti i sposobnosti vezivanja vode govedeg mišića i u rasponu pH < 5,8

ISPITIVANJA

Materijal. — U radu smo ispitivali mm. gracilis i longissimus dorsi goveda. Uzorke za ispitivanje uzimali smo sa trupova goveda (domaće šareno govedo) starosti 8 do 10 godina, težine 400 do 600 kilograma (kao što je opisano u prethodnom radu). M. long. dorsi smo uzimali s lumbalnog dela polutke. Od m. gracilisa uzi-

*) »Tehnologija mesa« br. 11, 1965.

mali smo materijal izrezivanjem proksimalnog dela, tj. dela ispod simfize karličnih kostiju. Uzeti uzorci bili su teški od 600 do 700 g. Uzorci su bili stavljeni u vrećice od plastične mase, a onda u termos-bocu. U laboratoriju su doneti za oko 1 sat nakon klanja grla.

Materijal je držan u frižideru na temperaturi 2°C za vreme ispitivanja.

Metodi rada. — pH mišića merili smo direktno pH metrom. »Radiometer«, model 24, br. 60611 s elektrodama G 202 C i K 401.

Kod 10 uzoraka mm. gracilis i long. dorsi pH smo merili istovremeno na tri mesta, i to na mestima udaljenim za oko 1,5 cm. pH smo uvek merili u centralnom delu uzorka.

Sposobnost vezivanja vode određivali smo metodom kompresije, prema Grauu i Hammu (2), s tom razlikom da je uzorak komprimiran u Höpplerovom konzistometru s opterećenjem od 42 kg, za vreme od 5 min.

Za ispitivanje smo upotrebljavali filtrir-papir oznake Carl Schleicher Schüll, No 589³, plava traka. Papir smo držali 24 sata pre upotrebe u eksikatoru s kalcijumhloridom u supstanci i vlažnost filtrir-papira pri upotrebi bila je 3 odsto. Ukupno ovlaženu površinu filtrir-papira i površinu pod filmom komprimiranog mišića merili smo planimetrom MOM, Budapest 684217. Razlika tih vrednosti predstavlja ovlaženu površinu filtrir-papira, van filma mišića, koja nam je bila pokazatelj sposobnosti vezivanja vode.

pH i sposobnost vezivanja vode smo ispitivali u po 14 uzoraka mm. gracilis i long. dorsi, i to 1, 2, 3, 6, 10, 24, 30, 36 i 48 sati nakon klanja.

REZULTATI I DISKUSIJA

Rezultati ispitivanja pH i sposobnosti vezivanja vode m. gracilis i m. long. dorsi prikazani su u tablicama 1. i 2. i grafikonima 1, 2, 3, 4. i 5.

pH vrednost. — Iz rezultata prikazanih u tablici 1. vidi se da pH opada relativno brzo u uzorcima oba ispitivana mišića za prvih 10 sati post mortem. Iza tog vremena pH opada sporije.

Rezultati merenja pH mm. gracilis i long. dorsi za vreme ispitivanja

Results of pH measurement of mm. gracilis and long. dorsi during the investigation

Tabl. 1.
Table 1.

Vreme merenja (u satima) Time of measurement (in hours)	m. gracilis			m. longissimus dorsi		
	o z n a k a v r e d n o s t i					
	x	σ	v	x	σ	v
1	6,45	0,200	0,031	6,63	0,248	0,037
2	6,32	0,220	0,035	6,43	0,229	0,036
3	6,24	0,218	0,035	6,28	0,283	0,045
6	6,13	0,173	0,028	6,07	0,296	0,049
10	5,95	0,195	0,033	5,89	0,256	0,043
24	5,61	0,095	0,017	5,70	0,194	0,034
30	5,53	0,113	0,020	5,60	0,118	0,021
36	5,52	0,108	0,020	5,54	0,068	0,012
48	5,50	0,084	0,015	5,51	0,068	0,012

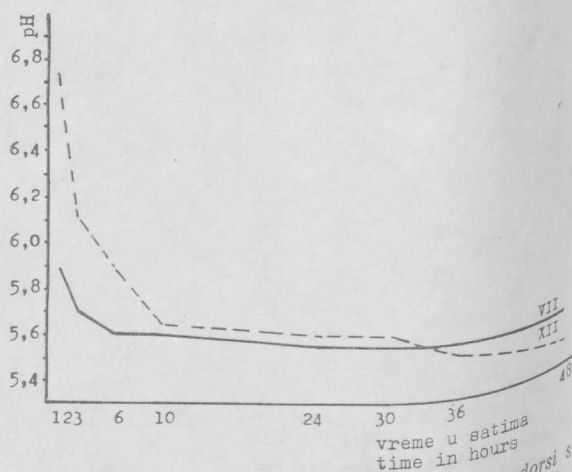
Isto tako utvrđena su veća variranja pH pri prvim merenjima kod uzoraka m. long. dorsi nego kod uzoraka m. gracilis, što pokazuju razlike u varijacionom koeficijentu. Kod uzoraka m. long. dorsi te razlike u variranju traju i duže post mortem (24 sata $v = 0,034$), nego kod uzoraka m. gracilis (10 sati $v = 0,033$).

Analizom pojedinih rezultata utvrđeno je da su kod prvih merenja pH vrednosti veće u m. long. dorsi nego u m. gracilis. Tako, za prva tri merenja (1, 2. i 3. sata post mortem) utvrđen je veći broj viših pH vrednosti

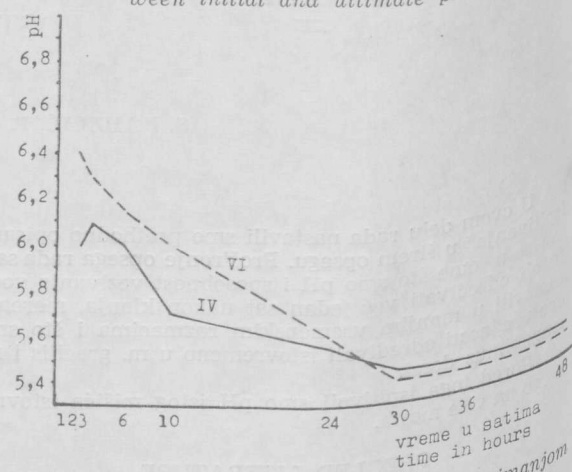
(pH 6,9) kod uzoraka m. long. dorsi, a za sledeća dva merenja (6. i 10. sata post mortem) više puta su utvrđene veće pH vrednosti za uzorke m. gracilis.

Najnižu pH vrednost (5,4) utvrdili smo više puta u uzorcima m. gracilis nego u m. long. dorsi. Ta pH vrednost je u uzorcima m. gracilis utvrđena na dva uzorka već 30 sati post mortem, kod tri 36 sati post mortem dok je kod m. long. dorsi utvrđena tek 36 sati post mortem samo kod jednog uzorka.

Isto tako, analizom pojedinačnih rezultata merenja ispitanih uzoraka, zapažaju se interesantne razlike u rasponu između pH_i i pH_k . Tako, kod m. long. dorsi (graf. 1) najmanja razlika između pH_i i pH_k iznosi 0,4 (uzorak VII), a najveća 1,35 (uzorak XII). S druge strane, kod m. gracilis (graf. 2) najmanja razlika između pH_i i pH_k iznosi 0,65 (uzorak IV), a najveća 1,0 (uzorak VI).



Graf. 1. Krivulje pH uzoraka m. longissimus dorsi s najmanjom i najvećom razlikom između pH_i i pH_k .
Fig. 1. Curves of pH of the samples of m. longissimus dorsi with the lowest and the highest differences between initial and ultimate pH



Graf. 2. Krivulje pH uzoraka m. gracilis s najmanjom i najvećom razlikom između pH_i i pH_k .
Fig. 2. Curves of pH of the samples of m. gracilis with the lowest and the highest differences between initial and ultimate pH

Daljnjom analizom utvrđeno je kod po 6 u uzoraka m. gracilis i m. long. dorsi povećanje pH par sati post mortem. Ta povećanja su se javljala samo za jednog merenja, i to kod trećeg (po dva puta) ili šestog (po četiri puta) sata post mortem. Ovo povećanje pH kreće se od 0,05 do 0,1.

Istovremenim merenjem pH vrednosti istog mišića na tri mesta (u međusobnoj udaljenosti od cca 1,5 cm) dobivene su različite vrednosti. Te razlike bile su izraženije u periodu do 10 sati post mortem. Iza tog vremena te razlike su znatno manje. Tako, najveća razlika pH vrednosti kod jednog uzorka m. gracilis iznosila je 0,55, 2. i 3. sata post mortem, a kod jednog uzorka m. long. dorsi najveća je bila 0,5, 2. i 10. sata post mortem. 24 sata post mortem i kasnije, razlike pH na različitim mestima istog mišića su manje i kreću se kod uzoraka m. gracilis do 0,25 a kod uzoraka m. long. dorsi do 0,20.

Sposobnost vezivanja vode. — Na tablici 2. prikazani su rezultati merenja sposobnosti vezivanja vode kod uzoraka m. gracilis i m. long. dorsi.

Rezultati merenja sposobnosti vezivanja vode mm. gracilis i long. dorsi za vreme ispitivanja
Results of WHC measurement of mm. gracilis and long. dorsi during the examination

Tabl. 2.
Table 2.

		Tabl. 2. Table 2.					
Vreme merenja (u satima) Time of measure- ment (in hours)		m. gracilis			m. longissimus dorsi		
		o z n a k a v r e d n o s t i					
		— + x	σ	v	— + x	σ	v
	1						
	2	8,7	0,57	0,065	8,2	1,96	0,117
VII	3	9,1	1,30	0,143	8,5	1,07	0,126
XII	6	9,2	1,26	0,137	9,5	1,22	0,128
48	10	11,5	1,50	0,131	10,3	1,06	0,103
	24	12,9	1,67	0,129	11,2	1,38	0,123
	30	13,3	1,10	0,083	12,6	1,39	0,110
	36	13,3	1,10	0,083	12,8	1,23	0,096
	48	13,2	1,00	0,076	13,0	0,94	0,072
		13,5	1,36	0,101	13,7	1,25	0,091

+) vrednosti su izražene u cm², a predstavljaju ovlaženu površinu filtrir-papira (van filma komprimiranog mišića)

Na osnovu rezultata iznetih u tablici vidi se da je sposobnost vezivanja vode ispitanih mišića najveća neposredno nakon klanja i da zatim opada. Posmatrajući u proseku tok opadanja sposobnosti vezivanja vode kod jedne i druge grupe ispitanih mišića, vidi se da je to opadanje postepeno i stalno.

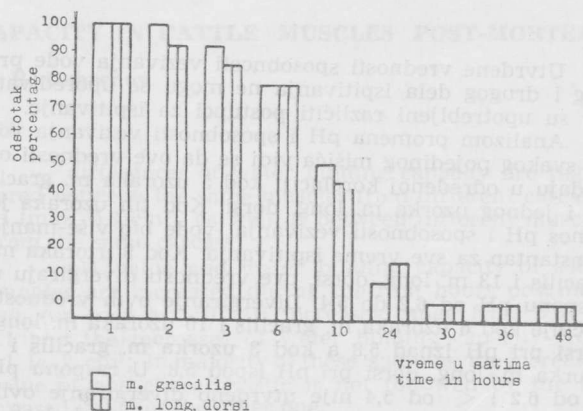
Usporedbom dobivenih rezultata vidi se da su variranja sposobnosti vezivanja vode za prvih 10 sati veća kod uzoraka m. gracilis nego kod uzoraka m. long. dorsi.

Iz rezultata u tablici 2. vidi se takođe da sposobnost vezivanja vode znatno opadne do 10 sati post mortem. Kvantitet te promene je izraženiji kod uzoraka m. gracilis, jer se za taj period u proseku smanji za 4,2 cm² a od 10 do 48 sati post mortem samo za 0,6 cm². Kod uzoraka m. long. dorsi razlike sposobnosti vezivanja vode između ta dva perioda su slabije izražene.

Ako ove promene prikazemo grafički (graf. 3), tako da se u odstocima izrazi odnos uzoraka sa sposobnošću vezivanja vode većom od 11 cm² (površina manja od 11 cm²) za svako merenje, onda se jasnije sagledava da se kvantitativna promena u sposobnosti vezivanja vode javlja oko 10 sati post mortem.

Analizom pojedinačnih rezultata utvrđena je najveća sposobnost vezivanja vode od 5,6 cm² (2 sata post mortem) i najmanja od 16,5 cm² (48 sati post mortem) kod uzoraka m. gracilis. Isto tako utvrđene su razlike sposobnosti vezivanja vode između istih mišića raznih grla. Te razlike su jako izražene i iznose čak i 5,8 cm² (m. gracilis, 10 sati post mortem).

Slično kao što je navedeno da se pH povećava par sati post mortem, utvrđeno je kod po 9 uzoraka oba

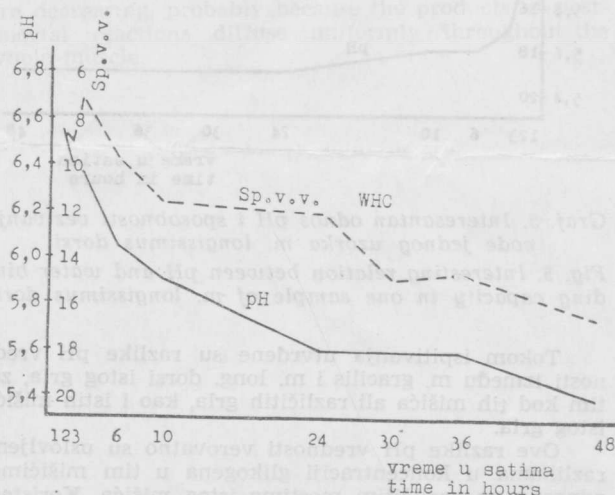


Graf. 3. Odstotak uzoraka mm. gracilis i longissimus dorsi čija je sposobnost vezivanja vode veća od 11 cm² u toku ispitivanja

Fig. 3. Percentage of samples of mm. gracilis and longissimus dorsi which water binding capacity was higher than 11 cm² during the examination

mišića i povećanje sposobnosti vezivanja vode. I ova povećanja su se javljala samo kod jednog merenja. Ovo povećanje sposobnosti vezivanja vode zabeleženo je prilikom merenja trećeg sata (kod 5 uzoraka), šestog sata (kod po 2 uzorka) i desetog sata (kod po jednog uzorka) post mortem. Povećanja sposobnosti vezivanja vode kreću se od 0,1 do 2 cm².

Kod većeg broja uzoraka navedeno povećanje sposobnosti vezivanja vode nije praćeno odgovarajućim povećanjem pH (graf. 4).



Graf. 4. Povećanje sposobnosti vezivanja vode uzorka m. gracilis nekoliko sati post mortem bez odgovarajućeg povećanja pH

Fig. 4. The increase of water binding capacity of sample of m. gracilis several hours post mortem, without correspondent increase of pH

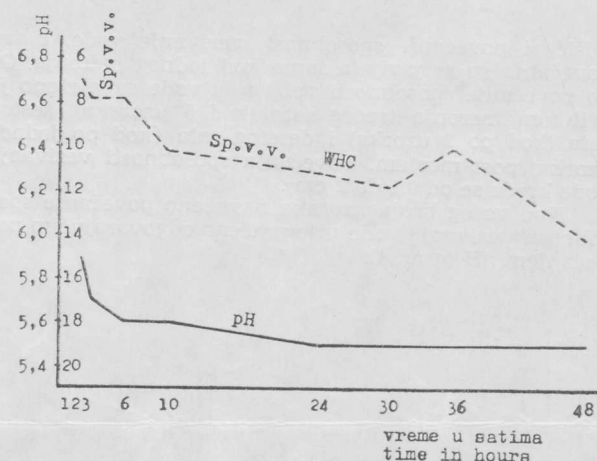
Razmatrajući dobivene rezultate potrebno je ukazati da je u ovom delu ispitivanja zabilježen uglavnom isti raspon kretanja pH kao i u prethodnom radu. Najveći zabilježen pH je bio 6,9, a najniži 5,4. Ali, treba takođe podsetiti da je prvo merenje u ovom delu izvršeno jedan sat nakon klanja, dok je u prvom delu ispitivanja prvo merenje izvršeno 4 sata nakon klanja.

Ako usporedimo ove rezultate s nekim podacima iz literature (6 i 7) onda vidimo da je prvi izmereni pH u našim ispitivanjima znatno niži od onih dobivenih u navedenim radovima (pH 7,2 odnosno 7,4).

Utvrđene vrednosti sposobnosti vezivanja vode prvog i drugog dela ispitivanja ne mogu se upoređivati jer su upotrebljeni različiti postupci za ispitivanje.

Analizom promena pH i sposobnosti vezivanja vode svakog pojedinog mišića vidi se da ove vrednosti opadaju u određenoj korelaciji kod 5 uzoraka m. gracilis i jednog uzorka m. long. dorsi. Kod tih uzoraka je odnos pH i sposobnosti vezivanja vode bio više-manje konstantan za sve vreme ispitivanja. Kod 9 uzoraka m. gracilis i 13 m. long. dorsi, ove vrednosti divergiraju u rasponu pH od 6,2 do 5,4. Divergiranje ovih vrednosti počinje kod 6 uzoraka m. gracilis i 10 uzoraka m. long. dorsi pri pH iznad 5,8 a kod 3 uzorka m. gracilis i 4 uzorka m. long. dorsi pri pH ispod 5,8. U rasponu pH > od 6,2 i < od 5,4 nije utvrđeno divergiranje ovih vrednosti ni u jednom slučaju, što se ne podudara s podacima koje Hamm (3) navodi.

Interesantno je ukazati na tok opadanja pH i sposobnost vezivanja vode uzorka VII m. long. dorsi (graf. 5). Kod tog mišića je pH nizak za sve vreme ispitivanja, dok je naprotiv sposobnost vezivanja vode veoma visoka sve do 36 sati post mortem.



Graf. 5. Interesantan odnos pH i sposobnosti vezivanja vode jednog uzorka m. longissimus dorsi

Fig. 5. Interesting relation between pH and water binding capacity in one sample of m. longissimus dorsi

Tokom ispitivanja utvrđene su razlike pH vrednosti između m. gracilis i m. long. dorsi istog grla, zatim kod tih mišića ali različitih grla, kao i istih mišića istog grla.

Ove razlike pH vrednosti verovatno su uslovljene razlikama u koncentraciji glikogena u tim mišićima, odnosno na različitim mestima istog mišića. Koristeći se hipotezom (5) da mlečna kiselina, nastala u većoj količini na jednom delu mišića, difundira u okolinu određenom brzinom, mogu se objasniti razlike u pH čak i u istom mišiću. Činjenica da se pH postepeno izjednačuje u svim delovima jednog mišića potvrđivala bi ova objašnjenja.

Opravdana je pretpostavka da i druge supstance u mišiću, kao ATP, kreatinfosfat i soli, odnosno joni, koje učestvuju u postmortalnim biohemijskim promenama (8, 9), nisu ravnomerno raspoređene u svim mišićima, pa čak ni u istom mišiću, i da se na mestima veće koncentracije ranije (jače) ispoljavaju posledice hemijskih reakcija u kojima te supstance učestvuju.

Ovakvim objašnjenjem mogle bi se verovatno tumačiti i utvrđene razlike sposobnosti vezivanja vode između m. gracilisa i m. long. dorsi istog goveda, odnosno između različitih mišića istog grla (7), kao i na raznim mestima istog mišića (4).

Posebno treba ukazati da je utvrđena kvantitativna promena u padu pH i sposobnosti vezivanja vode u periodu oko 10 sati nakon klanja, kao i u prvom delu is-

pitivanja. Ovaj podatak ukazuje da je meso za izradu testa najbolje koristiti što ranije post mortem, a najkasnije do 10 sati iza klanja.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja pH i sposobnosti vezivanja vode uzoraka m. gracilis i m. long. dorsi goveda, vršenih 1, 2, 3, 6, 10, 24, 30, 36 i 48 sati post mortem, može se utvrditi da:

— najveći registriran inicijalni pH je bio 6,9, a najmanji, krajnji 5,4;

— pH opada, uglavnom, konstantno;

— postoje izražene razlike između pH m. gracilis i m. long. dorsi iste životinje, kao i razlike između istih mišića raznih grla;

— postoji različit pH na raznim mestima istog mišića, udaljenim oko 1,5 cm; te razlike kod m. gracilisa iznose i 0,5, a kod m. long. dorsi 0,55 prvih 10 sati post mortem; 24 sata post mortem i kasnije te razlike se smanjuju na 0,05 do 0,1;

— razlike između pH_1 i pH_k istog uzorka jače su izražene kod m. long. dorsi (najmanja 0,4, a najveća 1,35), nego kod m. gracilis (najmanja 0,65, a najveća 1,0);

— najveća zabeležena sposobnost vezivanja vode kod uzorka m. gracilis je bila 5,6 cm² (2 sata post mortem) i najmanja 16,5 cm² (48 sati post mortem);

— sposobnost vezivanja vode opada uglavnom konstantno;

— postoje razlike sposobnosti vezivanja vode između istih mišića raznih grla (5,8 cm²), kao i između različitih mišića istog grla;

— pH i sposobnost vezivanja vode se povećavaju kod nekih uzoraka u prvim satima post mortem (do 6 sati); povećanja pH kreću se od 0,05 do 0,1, a sposobnost vezivanja vode od 0,1 do 2 cm²; kod većine uzoraka povećanje vrednosti jedne osobine nije praćeno povećanjem vrednosti druge;

— ovisnost toka opadanja pH i sposobnosti vezivanja vode je izražena kod obe grupe pregledanih mišića kad se upoređuju prosečne vrednosti; kod pojedinačno posmatranih uzoraka postoje izražene razlike toka opadanja pH i sposobnosti vezivanja vode;

— kod nekih uzoraka zapaženo je divergentno kretanje pH i sposobnosti vezivanja vode u rasponu pH od 5,4 do 6,2;

— pH i sposobnost vezivanja vode dostignu, kod obe grupe mišića, relativno niske vrednosti u periodu oko 10 sati post mortem.

Osnovna je pretpostavka da su utvrđena variranja pH i sposobnosti vezivanja vode posledica razlika u koncentraciji glikogena na pojedinim mestima u mišiću, kao i drugih sastojaka koji učestvuju u postmortalnim hemijskim reakcijama; ta variranja su veća prvih sati post mortem, a zatim se smanjuju, pošto verovatno dolazi do ravnomernog rasprostranjivanja proizvoda tih reakcija u mišiću.

LITERATURA

1. Bate-Smith, E. C.: Adv. in Food Res., Vol. 1, 1-38, 1953.
2. Grau, R., Hamm, R.: Z. Lebensm. Untersuch. und Forsch., Vol. 10, 354-463, 1957.
3. Hamm, R.: Adv. in Food Res., Vol. 1, 12-13, 1964.
4. Hamm, R.: Die Fleischwirtschaft, No 1, 12-13, 1964.
5. Hornsey, H. C., Stephenson, R. A.: Some Observations on the Histological Appearance of Post-Mortem Muscle, IXth Conf. of European Meat Res. Workers, Budapest, 1963.
6. Logtestijn, J. G., Gils, J. H. J.: A Comparative Investigation of the pH Values in Muscles of Slaughter-animals, IXth Conf. of European Meat Res. Workers, Budapest, 1963.
7. Marsh, B. B.: I. Sci. Agric., 70-74, 1954.
8. Swift, C. E., Berman, M. D.: Food Technology, Vol. XIII, No 7, 365-370, 1959.
9. Swift, C. E., Berman, M. D.: Food Technology, Vol. XIV, No 2, 74-79, 1960.

CHANGES OF pH VALUES AND WATER BINDING CAPACITY IN CATTLE MUSCLES POST-MORTEM

S. Rahelić, R. Rede, B. Dobrenov

Summary

On the base of the investigation results of pH values and water binding capacity of mm. gracilis and longissimus dorsi of cattle, measured 1, 2, 3, 6, 10, 24, 36 and 48 hours post-mortem, the following conclusions may be brought:

- the highest registered initial pH was 6,9 and the lowest ultimate one 5,4;

- pH of examined samples is decreasing constantly, on average;

- differences between pH values of m. gracilis and m. long. dorsi of the same carcass are registered, as well as the differences among pH values of the same muscles from different carcasses;

- differences of pH values are registered at different spots of the same muscle, about 1,5 cm far each from other; these differences in samples of m. gracilis reach 0,5 and in samples of m. long. dorsi 0,55 during first 10 hours post-mortem; 24 hours and later these differences decrease to 0,05—0,1;

- differences between initial and ultimate pH values are detected in different muscles and these differences are more expressed in the samples of m. long. dorsi (the lowest 0,4 and the highest 1,35) than in the samples of m. gracilis (the lowest 0,65 and the highest 1,0);

- the highest water binding capacity of the samples of m. gracilis was 5,6 cm² (2 hours post mortem) and the lowest 16,5 cm² (48 hours post mortem);

- water binding capacity of examined samples is decreasing constantly, on average;

- differences of water binding capacity are registered between the same muscles from different carcasses (max. 5,8 cm²), as well as between different muscles from the same carcass;

- pH value and water binding capacity of some samples are increased during the first hours post mortem (up to 6 hours); pH increases range from 0.05 to 0.1 and the increases of water binding capacity from 0.1 to 2 cm²; in majority of these samples the increased value of one characteristic is not followed by the increased value of the other one;

- regularity in the rate of the decrease of pH and water binding capacity was expressed in both groups of the examined muscles, when average values were compared; but when individual samples were compared the differences were shown in the rate of the decrease of pH as well as the water binding capacity of the same muscle;

- the water binding capacity and pH are changing their values divergently in some samples; these changes take place when pH is ranging from 5,4 to 6,2;

- pH and water binding capacity markedly decrease in both groups of examined samples in the period of about 10 hours post mortem.

It may be supposed that the established variations of pH and water binding capacity are the result of differences in glycogen concentrations at different spots of the same muscle, as well as other components involved in post-mortal chemical reactions. These variations are large during first hours post mortem but later they are decreasing, probably because the products of post-mortal reactions diffuse uniformly throughout the whole muscle.

286