

Agnieszka Latoch, Zbigniew J. Dolatowski
Zakład Przetwórstwa Surowców Pochodzenia Zwierzęcego,
Akademia Rolnicza w Lublinie

RETENCJA WODY W ŻELACH HOMOGENATÓW SONIFIKOWANEGO MIĘSA WOŁOWEGO

Streszczenie

Celem pracy było zbadanie możliwości kształtowania interakcji woda - białko w żelach homogenatów poprzez sonifikowanie mięsa wołowego bezpośrednio po uboju. Po 4, 24, 48 i 72 godzinach od uboju w żelach określono ubytki termiczne i zdolność utrzymywania wody. Stwierdzono istotny wpływ sposobu obróbki ultradźwiękowej mięsa bezpośrednio po uboju, wartości pH homogenatu i czasu po uboju na interakcje wody z białkami mięśniowymi w żelach otrzymanych z homogenatów mięsa.

Słowa kluczowe: homogenaty mięsa wołowego, żelowanie, retencja wody, ultradźwięki

Wprowadzenie

Rozdrobnione wyroby mięsne są złożonymi systemami, w których rozpuszczalne w soli białka mięśniowe wytwarzają po obróbce termicznej żele wiążące tłuszcz oraz wodę i kształtujące w ten sposób teksturę produktu. Wytworzenie żelu o pożądanej teksturze zależy m.in. od: stężenia białka, siły jonowej, kwasowości, temperatury i tempa ogrzewania, warunków procesu dojrzewania mięsa oraz typu mięśnia [Gordon, Barbut 1992]. Zdolność wiązania wody i tłuszczu, podobnie jak tekstura żelu, ściśle wiążą się z warunkami ogrzewania [Barbut, Mittal 1990; Camou i in. 1989; Lan i in. 1995; Jimenez-Colmenero i in. 1998]. Za wiązanie cząsteczek wody odpowiedzialne są grupy hydrofilowe bocznych łańcuchów peptydowych takie jak: karboksylowe, aminowe, imidowe, hydroksylowe i sulfhydrylowe [Lesiów 2001]. W zdolności utrzymywania wody najważniejszą rolę odgrywa stan białek miofibrylarnych. Przy czym główny udział w interakcji woda - białko należy przypisać miozynie i aktomiozynie. Mniejszą rolę odgrywają kolejno: całe miofibryle, białka sarkoplazmatyczne i tropomiozyna [Pospiech 1990;

Wołoszyn 1992]. Każda zmiana w otoczeniu miofibryli, która powoduje wzrost ładunku elektrycznego białek (np. wysoka koncentracja soli lub pH) prowadzi do większego utrzymania wody w mięsie.

Cel badań

Celem badań była analiza interakcji woda - białko w żelach homogenatów (w 0,6 M NaCl, pH 6,2) otrzymanych z mięsa wołowego, poddanego w czasie do 2 godzin po uboju 2-minutowemu działaniu ultradźwięków o niskiej częstotliwości i średnim natężeniu drgań. Oceny ubytków termicznych i zdolności utrzymywania wody w żelach homogenatów dokonano po 4, 24, 48 i 72 godz. chłodniczego przechowywania mięsa.

Materiał i metody

Surowcem do badań było mięso wołowe (*m. semimembranosus*), wolne od wad jakościowych, pozyskane z młodego bydła rzeźnego rasy nizinnego czarno-białej o masie przyżyciowej 450 - 500 kg. Mięsień bezpośrednio po uboju (do 2h) dzielono na 3 części, każda o masie ok. 1 kg. Jedną z nich stanowiła próbę kontrolną (K), dwie pozostałe poddawano dwuminutowej obróbce w polu ultradźwiękowym (po 1 minucie z jednej i z drugiej strony próby) drganiami o częstotliwości 25 kHz (próba U) i o częstotliwości 45 kHz (próba Z). Natężenie drgań wynosiło $2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. Po sonifikacji próby przez 72 godziny przechowywano w warunkach chłodniczych

Przygotowywanie homogenatów mięsa

Mięso rozdrobnione trzykrotnie w wilku laboratoryjnym (przez siatkę \varnothing 3 mm) homogenizowano z 0,6 M roztworem NaCl w 0,1 M buforze fosforanowym (pH 6,2). Ilościowy udział tkanki mięśniowej do roztworu wynosił 1:2. Ogólny skład chemiczny homogenatu: 91,4% - woda, 6,87% - białko, 1,17% - tłuszcz.

Przygotowanie żeli z homogenatów mięsa

Żele przygotowywano z homogenatu, którego wartość pH ustalano na poziomie 5.3, 6.2 i 7.0 używając 1M HCL lub 1M NaOH. Homogenat umieszczano w szklanych rurkach o średnicy 13 mm i ogrzewano w łaźni wodnej (o temperaturze początkowej 20°C) do osiągnięcia w środku geometrycznym próby temperatury 60°C, 70°C lub 80°C ($\Delta T = 1^\circ \text{C min}^{-1}$). Otrzymany żel przechowywano w warunkach chłodniczych (+4°C) przez 18 godzin, a następnie przeznaczano do dalszych badań.

Ubytki termiczne żeli homogenatów mięsa

Ubytek termiczny żelu określono według metody opisanej przez Daum-Thunberg'a i in. [1992] oraz Wang'a i in. [1998] i obliczano według następującej zależności:

$$UT = (W_T / M_H) \times 100 \quad (1)$$

gdzie:

- UT – ubytek termiczny [%];
- W_T – wyciek termiczny [g]; $W_T = M_H - M_G$;
- M_H – masa homogenatu [g];
- M_G – masa otrzymanego żelu [g];

Pomiaru dokonano dla 3 prób mięsa w 3 powtórzeniach

Zdolność wiązania wody przez żele homogenatów mięsa

Próbki homogenatu ważono przed i po obróbce termicznej. Z różnicy masy obliczano wyciek termiczny. Następnie żele wirowano przy 1000g przez 15 min., a otrzymany supernatant ważono. Zdolność utrzymywania wody przez żele otrzymane z homogenatów mięsa obliczano według następującej zależności:

$$GW = 100 - [(W_T + M_S) / M_H] \times 100 \quad (2)$$

gdzie:

- GW – zdolność utrzymywania wody przez żele otrzymane z homogenatów mięsa [%];
- M_H – masa homogenatu przed obróbką termiczną [g];
- M_T – masa wycieku termicznego [g];
- M_S – masa supernatantu (odcieku) [g].

Pomiaru dokonano dla 3 prób mięsa w 3 powtórzeniach.

Na podstawie otrzymanych wyników badań dokonano analizy regresji przy pomocy zależności matematycznej drugiego stopnia.

Wyniki badań i ich analiza

Ubytki termiczne homogenatów mięsa

Badania wykazały, że ubytki termiczne homogenatów mięsa zależą od częstotliwości drgań, jakimi sonifikowano mięso bezpośrednio po uboju, wartości pH, czasu po uboju i temperatury obróbki cieplnej.

Najniższe ubytki termiczne we wszystkich badanych próbach podczas 72-godzinnego przechowywania mięsa po uboju, przy różnych wartościach pH homogenatu i w różnej temperaturze obróbki, niezależnie od warunków sonifikacji zaobserwowano w pierwszej dobie po uboju (tab. 1). Po tym czasie od uboju

najwyższe ubytki termiczne występowały przy pH homogenatu 5,3, najniższe przy pH 7,0. Im wyższa była temperatura obróbki, tym wycieki były większe. W żelach homogenatów mięsa przygotowanych do 4 godzin od uboju, stwierdzono wpływ sonifikacji bezpośrednio po uboju na tkankę mięśniową. Zaobserwowano obniżenie wielkości ubytków termicznych w stosunku do próby kontrolnej (K) w badanym zakresie temperatury (60°C, 70°C lub 80°C) i kwasowości (pH 5,3, 6,2 i 7,0). Najmniejsze ubytki odnotowano w próbce Z sonifikowanej falami o częstotliwości 45 kHz. Wartości ubytków termicznych w homogenatach przy pH 5,3 prób K, U i Z przygotowanych po 24 godzin chłodniczego dojrzewania mięsa były na zbliżonym poziomie. Wzrost wartości pH homogenatu do 6,2 spowodowało obniżenie ubytków termicznych w próbach sonifikowanych. Zmiana wartości pH do 7,0 spowodowała znaczne zróżnicowanie wartości ubytków. Po obróbce w temp. 60°C najniższe ubytki stwierdzono w próbce U, natomiast w 70°C - w próbce K. Nie stwierdzono wpływu sonifikacji na zróżnicowanie wielkości ubytków termicznych dla obróbki w temperaturze 80°C. Po 48 godzinach od uboju największe ubytki termiczne stwierdzono dla próby K ogrzewanej w 60°C (pH 5,3). Przy pH 6,2 zaobserwowano znacznie wyższe ubytki termiczne w próbce Z niż w próbach: K i U. W homogenatach przy pH 7,0, stwierdzono znaczne zwiększenie ubytków termicznych w próbach sonifikowanych bezpośrednio po uboju w stosunku do próby kontrolnej. W czwartej dobie po uboju w żelach homogenatów otrzymanych z prób K, U i Z (pH 5,3) wielkość ubytków termicznych była na podobnym poziomie. Przy pH 6,2 nieznacznie niższe wartości ubytków termicznych odnotowano dla próby U (po obróbce w temp. 60°C i 70°C), zaś przy pH 7,0 najniższe ubytki stwierdzono dla próby K.

Tabela 1. Ubytki termiczne żeli homogenatów mięsa [%]

Table 1. Thermal losses of gels of meat homogenates [%]

Czas od boju [h]	Próba pH	Temperatura obróbki								
		60°C			70°C			80°C		
		K	U	Z	K	U	Z	K	U	Z
4	5,3	12,87	9,99	6,08	19,28	16,33	6,97	28,11	19,42	11,38
	6,2	6,75	4,19	1,14	3,86	2,41	2,84	4,80	2,88	4,83
	7	3,23	2,52	0,90	3,47	1,92	0,70	9,39	5,71	1,00
24	5,3	52,57	51,23	53,17	61,50	56,59	59,10	64,3	60,68	62,93
	6,2	13,04	8,40	7,39	35,68	30,27	29,99	47,19	46,7	29,89
	7	6,40	3,22	6,61	9,33	18,93	21,05	31,44	32,82	34,02
48	5,3	50,58	48,36	40,59	60,03	59,24	60,97	62,25	61,89	64,70
	6,2	9,34	13,14	10,74	18,03	24,32	40,82	37,55	32,9	48,57
	7	6,27	8,6	9,08	8,10	26,64	30,96	22,15	38,95	41,44
72	5,3	36,69	36,91	36,85	55,97	54,95	60,00	61,61	59,73	61,18
	6,2	8,04	5,41	7,12	22,45	27,82	25,42	27,49	34,54	48,25
	7	3,97	4,09	5,57	7,71	22,73	31,54	24,79	35,19	41,02

Dla badanych zależności tj. sposobu sonifikacji, kwasowości homogenatów i czasu od uboju, wyznaczono równania regresji 2-go stopnia (tab. 2) wartości ubytków termicznych w funkcji czasu od uboju. Wielkość ubytków termicznych jest wielkością zmienną w czasie. Zależność tą w sposób matematyczny można opisać równaniami wielomianowymi 2-go stopnia, dla których współczynniki determinacji wynoszą $R^2 > 0,9$. Otrzymane zależności wskazują na podobny przebieg krzywych regresji. Różnice obserwujemy w wielkościach współczynników przy zmiennej zależnej i stałej wartości dla każdego z równań

Tabela 2. Równania regresji ubytków termicznych homogenatów mięsa podczas 72-godzinnej przechowywania chłodniczego
Table 2. Regression equations for thermal losses of meat homogenates during storage in cold store for 72 hours

Próba	pH	Temperatura obróbki		
		60°C	70°C	80°C
K	5,3	$y = -13,40x^2 + 73,92x - 46,16$ $R^2 = 0,96$	$y = -11,57x^2 + 68,70x - 35,80$ $R^2 = 0,93$	$y = -9,21x^2 + 55,88x - 16,57$ $R^2 = 0,91$
U		$y = -13,17x^2 + 73,64x - 48,70$ $R^2 = 0,95$	$y = -11,14x^2 + 67,55x - 38,55$ $R^2 = 0,96$	$y = -10,86x^2 + 66,50x - 34,39$ $R^2 = 0,95$
Z		$y = -12,71x^2 + 71,52x - 49,31$ $R^2 = 0,81$	$y = -13,28x^2 + 82,48x - 59,87$ $R^2 = 0,95$	$y = -13,77x^2 + 83,95x - 56,58$ $R^2 = 0,95$
K	6,2	$y = -1,90x^2 + 9,50x - 0,24$ $R^2 = 0,66$	$y = -6,85x^2 + 38,06x - 23,78$ $R^2 = 0,50$	$y = -13,11x^2 + 71,41x - 50,91$ $R^2 = 0,87$
U		$y = -2,99x^2 + 15,77x - 9,24$ $R^2 = 0,83$	$y = -6,09x^2 + 37,48x - 26,82$ $R^2 = 0,81$	$y = -10,55x^2 + 60,84x - 43,77$ $R^2 = 0,74$
Z		$y = -2,47x^2 + 14,47x - 11,067$ $R^2 = 0,98$	$y = -10,64x^2 + 61,05x - 48,06$ $R^2 = 0,99$	$y = -6,35x^2 + 46,62x - 36,08$ $R^2 = 0,99$
K	7,0	$y = -1,37x^2 + 7,05x - 2,39$ $R^2 = 0,99$	$y = -1,56x^2 + 8,96x - 3,53$ $R^2 = 0,84$	$y = -4,86x^2 + 27,97x - 11,5674$ $R^2 = 0,63$
U		$y = -1,31x^2 + 7,54x - 4,44$ $R^2 = 0,53$	$y = -5,23x^2 + 33,17x - 26,14$ $R^2 = 1$	$y = -7,72x^2 + 48,04x - 34,06$ $R^2 = 0,99$
Z		$y = -2,30x^2 + 13,17x - 10,09$ $R^2 = 0,99$	$y = -4,94x^2 + 34,95x - 29,26$ $R^2 = 1$	$y = -8,36x^2 + 54,54x - 44,30$ $R^2 = 0,99$

Zdolność utrzymywania wody przez żele homogenatów mięsa

Największe wartości zdolności utrzymywania wody przez żele we wszystkich badanych próbach podczas 72 godzinnej przechowywania mięsa po uboju, przy różnych wartościach pH homogenatu i w różnej temperaturze zaobserwowano w pierwszej dobie po uboju. Najmniejsze wartości zdolności utrzymywania wody zaobserwowano przy pH 5,3 największe przy pH 6,2 (tab. 3).

Tabela 3. Zdolność utrzymywania wody przez żele homogenatów mięsa [%]
 Table 3. Ability to retain water by gels of meat homogenates [%]

Czas od uboju [h]	Próba pH	Temperatura obróbki								
		60°C			70°C			80°C		
		K	U	Z	K	U	Z	K	U	Z
4	5,3	47,33	55,05	49,11	50,79	49,03	42,59	59,80	47,08	49,84
	6,2	85,49	75,49	70,65	68,16	61,23	51,74	66,47	67,78	58,48
	7	75,24	90,67	78,58	58,65	59,23	61,00	62,51	64,63	68,58
24	5,3	28,47	30,56	35,31	32,13	30,43	37,38	29,71	27,75	34,12
	6,2	50,94	56,43	56,72	41,89	43,02	52,22	40,38	40,43	50,32
	7	57,39	56,79	47,44	48,41	47,16	47,29	39,59	44,26	43,65
48	5,3	31,50	32,54	29,55	33,72	35,00	28,96	34,71	34,48	30,49
	6,2	65,69	50,72	50,68	52,79	51,74	38,85	47,35	52,40	38,31
	7	52,97	49,64	49,92	49,23	44,11	41,33	45,73	42,09	40,76
72	5,3	35,32	35,81	29,45	32,70	33,30	29,76	30,91	33,37	30,13
	6,2	73,76	60,35	57,43	52,52	44,11	42,68	52,24	48,57	36,55
	7	60,96	57,48	47,74	50,46	46,57	39,59	47,00	42,99	37,28

Bezpośrednio po uboju (do 4 godzin) dla pH 5,3 i 6,2, najmniejszą zdolność utrzymywania wody zaobserwowano w próbie Z. Natomiast przy pH 7,0 stwierdzono największą zdolność utrzymywania wody w próbie U. Po 24 godzinach od uboju żele otrzymane z próby Z (pH 5,3 i 6,0) cechowała większa zdolność utrzymywania wody niż w próbach: K i U. Przy pH 7,0 nie stwierdzono zróżnicowania wartości badanej cechy pomiędzy próbami. Żele homogenatów otrzymane z sonifikowanego mięsa po 48 godzinach chłodniczego przechowywania charakteryzowały się mniejszą zdolnością utrzymywania wody w porównaniu do próby kontrolnej. Podobne zależności, jak po 24 godzinach od uboju, zaobserwowano po 72 godzinach. Stwierdzono, że żele otrzymane z próby Z odznaczały się najmniejszą zdolnością utrzymywania wody, natomiast żele otrzymane z prób K i U cechowały się zdolnością utrzymywania wody na zbliżonym, wyższym poziomie.

Na podstawie otrzymanych wyników (tab. 3) wyznaczono równania regresji 2-go stopnia (tab. 4) wartości zdolności utrzymywania wody przez żele w funkcji czasu od uboju. Podobnie jak dla równań regresji wyznaczonych dla ubytków termicznych, równania 2-go stopnia dobrze opisują badane zależności (współczynniki determinacji wynoszą $R^2 > 0,9$). Zdolność utrzymywania wody jest wielkością zmienną w czasie.

Tabela 4. Równania regresji zdolności utrzymywania wody przez żele otrzymane z homogenatów mięsa podczas 72 godzinowego chłodniczego przechowywania

Table 4. Regression equations for water retention ability by gels obtained from meat homogenates during storage in cool store for 72 hours

Próba	pH	Temperatura obróbki		
		60°C	70°C	80°C
K	5,3	$y = 5,67x^2 - 31,66x + 72,26$ $R^2 = 0,89$	$y = 4,41x^2 - 27,31x + 72,55$ $R^2 = 0,89$	$y = 6,57x^2 - 41,03x + 92,06$ $R^2 = 0,84$
U		$y = 6,94x^2 - 40,28x + 87,13$ $R^2 = 0,92$	$y = 4,22x^2 - 25,39x + 68,73$ $R^2 = 0,79$	$y = 4,56x^2 - 26,22x + 67,04$ $R^2 = 0,71$
Z		$y = 3,43x^2 - 23,60x + 69,17$ $R^2 = 1$	$y = 1,50x^2 - 12,19x + 53,90$ $R^2 = 0,94$	$y = 3,84x^2 - 25,48x + 71,04$ $R^2 = 0,99$
K	6,2	$y = 10,66x^2 - 55,32x + 127,36$ $R^2 = 0,75$	$y = 6,50x^2 - 36,10x + 95,35$ $R^2 = 0,67$	$y = 7,75x^2 - 42,30x + 99,27$ $R^2 = 0,83$
U		$y = 7,17x^2 - 40,98x + 109,39$ $R^2 = 1$	$y = 2,65x^2 - 17,49x + 73,91$ $R^2 = 0,56$	$y = 5,88x^2 - 33,97x + 93,11$ $R^2 = 0,61$
Z		$y = 5,17x^2 - 30,42x + 96,15$ $R^2 = 0,99$	$y = 0,76x^2 - 7,90x + 60,47$ $R^2 = 0,63$	$y = 1,60x^2 - 15,79x + 73,37$ $R^2 = 0,97$
K	7,0	$y = 6,46x^2 - 37,03x + 105,76$ $R^2 = 1$	$y = 2,87x^2 - 16,72x + 71,97$ $R^2 = 0,92$	$y = 6,05x^2 - 34,28x + 89,05$ $R^2 = 0,80$
U		$y = 10,43x^2 - 62,83x + 142,49$ $R^2 = 0,99$	$y = 3,64x^2 - 22,27x + 77,69$ $R^2 = 1$	$y = 5,32x^2 - 33,30x + 91,86$ $R^2 = 0,97$
Z		$y = 7,24x^2 - 45,20x + 114,62$ $R^2 = 0,89$	$y = 2,99x^2 - 21,97x + 79,80$ $R^2 = 1$	$y = 5,36x^2 - 36,49x + 98,57$ $R^2 = 0,96$

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych doświadczeń stwierdzono, że procesy przemian struktury białkowej zainicjowane w mięsie niskoczęstotliwościową obróbką ultradźwiękową bezpośrednio po uboju, powodują zmiany w interakcjach białko-woda. Bezpośrednio po uboju żele homogenatów mięsa próby kontrolnej cechowały się wyższymi wyciekami po obróbce termicznej niż próby sonifikowane. W kolejnych dobach chłodniczego dojrzewania mięsa stwierdzono znaczący wpływ sonifikacji, zwłaszcza ultradźwiękami o częstotliwości 45 kHz, na zmianę interakcji białko-woda, objawiające się wzrostem wycieków termicznych. Stwierdzono, że zdolność utrzymywania wody własnej przez żele otrzymane z próby Z po 24 godzinach była wyższa, zaś po 48 i 72 godzinach niższa niż w próbach K i U. Wraz ze wzrostem odczynu pH homogenatu w kierunku zasadowym ubytki termiczne w próbach

zmniejszyły się. Ustalenie pH homogenatu na wartości 6,2 i 7,0 nie zróżnicowało zdolności utrzymywania wody przez żełe, natomiast obniżenie pH do 5,3 znacznie obniżyło poziom badanej cechy. Najmniejsze ubytki termiczne, a zarazem największą zdolność utrzymywania wody przez żełe stwierdzono bezpośrednio po uboju. Po 24 godzinach ubytki termiczne znacznie zwiększyły się a wraz z dalszym dojrzewaniem obniżyły się. Dokładnie odwrotne zależności stwierdzono w przypadku zdolności utrzymywania wody przez żełe. Podwyższenie temperatury obróbki termicznej powodowało zwiększenie poziomu wycieków termicznych, ale nie wpłynęło znacząco na zdolność utrzymywania wody przez żełe. Przeprowadzona analiza regresji determinacji wykazała, że ubytki termiczne i zdolność utrzymywania wody przez żełe zależą od czasu, jaki minął od uboju. Zależności te można opisać równaniami wielomianowymi 2-go stopnia.

Bibliografia

Barbut S., Mitta, G S. 1990. Effect of heating rate on meat batter stability, texture and gelation. *J. Food Sci.*, 55: 334-337.

Camou J.P., Sebranek J.G., Olson D.G. 1989. Effect of heating rate and protein concentration on gel strength and water loss of muscle protein gels., *J. Food Sci.*, 54: 850-854.

Daum-Thunberg D.L., Foegeding E.A., Ball H.R. 1992. Rheological and water-holding properties of comminuted turkey-breast and thigh: effects of initial pH., *J. Food Sci.*, 57: 333.

Gordon A., Barbut S. 1992. Effect of chloride salts on protein extraction and interfacial protein film formation in meat batters. *J. Sci. Food Agric.*, 58: 227-238.

Jimenez-Colmenero F., Fernandez P., Carballo J., Fernandez-Martin F. 1998. High pressure cooked low fat pork and chicken batters as affected by salt levels and cooking temperature. *J. Food Sci.*, 63: 656-659.

Lan Y.H., Novakofski J., McCusker R.H., Brewer M.S., Carr T.R., McKeith F.K. 1995. Thermal gelation of pork, beef, fish, chicken and turkey muscles as affected by heating rate and pH. *J. Food Sci.*, 60: 936-940, 945.

Lesiów T. 2001. Prognozowanie jakości wyrobów mięsa kurcząt na podstawie reologicznych właściwości homogenatów. *Prace naukowe nr 889. AE Wrocław.*

Pospiech E. 1990. Zmiany termiczne białek i ich wpływ na zdolność wiązania wody przez tkankę mięśniową. Roczniki AR Poznań. Zeszyt nr 208.

Wang B., Xiong Y.L. 1998. Functional stability of antioxidant-washed, cryoprotectant-treated beef heart surimi during frozen storage. J. Food Sci., 63: 293.

Wołoszyn J. 1992. Rola białek miofibrylarnych w kreowaniu właściwości funkcjonalnych mięsa. Gospodarka Mięsna 10: 22-25.

WATER RETENTION IN GELS OF SONIFIED BEEF HOMOGENATES

Summary

The aim of the study was to assess the ability to shape the interaction between water and protein in gels of homogenates through sonification of beef directly after slaughter. Thermal losses and the ability to retain water in gels were defined after 4, 24, 48 and 72 hours from the slaughter. It was found that the method of ultrasound treatment of meat directly after slaughter, pH value of homogenate and time after slaughter had essential influence on water interaction with muscle protein in gels obtained from meat homogenates.

Key words: Beef homogenates, gelling, water retention, ultrasounds