

ORIGINAL RESEARCH PAPER

INFLUENCE OF THERMIC TREATMENT ON TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ADULT BEEF MEAT TENDERIZED WITH BROMELIN

INFLUENCE DU TRAITEMENT THERMIQUE SUR LES CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES DE LA VIANDE DE BOEUF MATURE AVEC BROMÉLINE♦

Daniela Istrati*, Camelia Vizireanu, Felicia Dima

"Dunărea de Jos" University, Food Science and Engineering Faculty,
111 Domneasca street, 800201, Galați, Romania

*Corresponding author: istrati.daniela@yahoo.com

Received: June 28, 2010

Accepted: November 4, 2010

Abstract: Researches have been conducted on adult beef meat after 24 hours of slaughter. Proteolytic enzyme was added in different concentrations in the injection brine and then beef cuts were injected with different percentages of brine (10, 15% v/w). Effects generated by injecting samples of adult beef with bromelin were revealed after 24 – 48 hours of storage at 4 °C. For all treatments studied, pH values increased, the largest increases were observed in samples injected with the highest levels of bromelin and brine. Effect of exogenous proteolytic enzyme on the thermal losses of adult beef was influenced by enzymatic treatment conditions. Enzymatic tenderization with bromelin had a negative effect on water holding capacity of adult beef, causing a decrease compared with control samples. Increase of bromelin added brine, ageing time and the amount of brine injected decreased water holding capacity. Analytical data showed the tenderizing effect of bromelin, rigidity index values of the samples injected with bromelin being superior to control samples.

Keywords: *beef meat, tenderization, bromelin, technological characteristics, rigidity index*

♦ Paper presented at the 6th edition of *Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée, COFrRoCA 2010*, 7-10 July 2010, Orléans, France

INTRODUCTION

La qualité des produits de viande est un enjeu majeur de préoccupation pour tous les décideurs participant actuellement. Obtention de la viande pour attirer un plus grand nombre de consommateurs a conduit à la nécessité d'aborder la recherche scientifique sur l'industrie de la viande. Ca s'est pour connaître les phénomènes et les transformations qui ont lieu au cours du traitement culinaire et pour choisir les conditions optimales pour l'obtention de produits de qualité supérieure. Considérant que le processus naturel de vieillissement est un processus a grande durée (la viande de bœuf doit être stocké 10 à 14 jours, l'agneau 7 à 10 jours, le porc de 15 jours, à une température de 15 °C), le vieillissement artificiel est recommandé pour être largement utilisé dans l'industrie de la viande et la restauration [1, 2]. Ainsi que, pour améliorer la tendreté de la viande s'est appliquée différents types de traitements, y compris la stimulation électrique des carcasses, le vieillissement sec et humide des carcasses ou des pièces, attendrissement chimiques et enzymatiques [3].

Si le porc injecté avec du saumure contenant du sel et du phosphate a été utilisé pendant de nombreuses années pour améliorer la capacité de rétention d'eau et de la succulence de la viande [4], la principale préoccupation des spécialistes se concentre maintenant sur la recherche des moyens d'améliorer la qualité de la viande de bœuf [5 – 7]. Le potentiel des méthodes de traitement, y compris l'injection ou la marinade de bœuf en saumure avec l'ajout de différents agents d'attendrissement (ajouté d'enzymes protéolytiques ou de chlorure de calcium), a été démontré par des études faites par le Beef Information Centre en 2002. Les investigations menées ont montré des niveaux élevés de satisfaction des consommateurs et la réduction substantielle du temps des traitements en incluant d'attendrisseurs de viande dans l'injection et le marinage [8].

De tous les types de traitements pour accélérer la maturation et améliorer la tendreté de la viande, l'attendrissement à base des enzymes protéolytiques exogènes sont les plus fréquemment utilisés. Utilisation des préparâtes enzymatiques permette la réduction du temps de maturation et du magasinage dans les salles de froide. En outre, la viande traitée avec des préparâtes enzymatiques ont un degré d'assimilation de 16 ÷ 20% de plus que la viande non traitée a l'enzyme. Par le traitement thermique de la viande artificiellement maturée avec des enzymes protéolytiques exogènes, les enzymes se coagule, devient inactif et n'a donc pas constituer une menace pour l'organisme [9, 10].

MATERIAUX ET METHODES

Dans cette étude nous avons utilisé cuisse de bœuf acheté d'un abattoir local, 4 heures après l'abattage. Le sel de qualité alimentaire, actuellement utilisé dans l'industrie alimentaire et la broméline, a été acheté à Lay Condiments Bucarest (CE Broméline 3.4.4.24).

Analyses physiques et chimiques effectuées:

- Dosage de l'eau par la méthode, AOAC 1995 [11];
- Détermination de l'azote total selon la méthode ISO 9037:2007;

- Détermination de la teneur en matières grasses selon la méthode AOAC, 1984 [12];
- Détermination du pH avec pH-mètre Hanna;
- Détermination du degré de tendresse, selon la méthode Ionescu *et al.* 1995 [13];
- Les pertes thermiques ont été calculées comme la différence entre les poids de l'échantillon avant et après traitement thermique;
- La capacité de rétention de l'eau a été déterminée conformément à la méthode Fujimaki et Tsuda, cité de Thomson *et al.* 1997 [14].

Préparation des échantillons

La viande de bœuf choisie du tissu conjonctif grossiers et de la graisse a été fractionnée en morceaux de longueur et d'épaisseur uniformes, un poids d'environ 150 g, coupé en morceaux accompli le long des fibres musculaires. Les morceaux ont été injectés avec de la saumure obtenue de 2 g de sel et 98 g d'eau avec de la broméline, ajoutée en quantités différentes. Les morceaux injectés ont été divisés en quatre groupes et utilisés pour un traitement spécifique:

- Échantillon de contrôle (M), morceaux de viande injectés avec de la saumure à 10% (v/w) et 15% (v/w);
- Échantillon A - des morceaux de viande injectés avec de la saumure en y ajoutant une concentration de broméline de 1 mg/100 g de viande; le pourcentage de la saumure injectée était de 10% (v/w) et 15% (v/w);
- Échantillon B - des morceaux de viande injectés avec de la saumure en y ajoutant une concentration de broméline de 2 mg/100 g viande; le pourcentage de la saumure injectée était de 10% (v/w) et 15% (v/w);
- Échantillon C - des morceaux de viande injectée avec de la saumure y ajoutant une concentration de broméline de 3 mg/100 g de viande; le pourcentage de la saumure injectée était de 10% (v/w) et 15% (v/w);

L'injection a été réalisée manuellement à l'aide d'une peau aiguille de la seringue afin que tous de la saumure est pompée uniforme dans toute la musculature. La saumure a été recyclée. Les viandes injectées ont été couverts d'une feuille de polyéthylène et ont été entreposés à la température de réfrigération à 4 °C, les tests ont été effectués après 24 et 48 heures.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'étude a utilisée de la viande de bœuf post rigueur (24 heures après l'abattage), achetée réfrigérées, provenant d'un abattoir local. D'abord a été analysé la composition chimique de la viande achetée. Les données obtenues (Tableau 1) ont montré que la viande été relativement faible ($5,82 \pm 1,4\%$ matières grasses), avec une teneur moyenne en protéines ($17,2 \pm 1,08\%$) et d'eau ($74,6 \pm 1,03\%$), les valeurs moyennes et les écarts ont été calculés en utilisant les statistiques du logiciel Sigma Plot 2001 pour trois différents lots de viande de bœuf.

Tableau 1. La composition chimique de la viande de bœuf

Component	Contenu	
	%	% m.s.*
Humidité	74,6	-
Matière sèche	25,4	-
Azote total	2,72	11,24
Protéines globales	17,2	71,07
Suif	5,82	24,04
Azote non protéique	0,212	0,876
Azote aminique	0,066	0,272
pH	5,54	-

* - par rapport à la matière sèche

Caractéristiques technologiques de la viande sont causés par les propriétés morpho-structurelle (ratio de tissu musculaire/conjonctif/graisse, la structure de viande en raison de l'état thermique, le degré de tendreté, l'utilisation d'enzymes protéolytiques) et physico-chimiques (pH, teneur en protéines myofibrillaires et conjonctives, la teneur en matières grasses) [15]. Caractéristiques technologiques de la viande se réfère à la capacité de rétention d'eau, de l'hydratation, de rétention des jus, le taux de maturation et de pertes à l'entreposage, le taux de perte par ébullition ou la torrification, la résistance de la viande. Dans l'étude actuelle, l'influence du traitement thermique appliqué à la viande injecté avec de la saumure, avec ou sans broméline ajouté, a été évaluée: détermination du pH et des pertes, la capacité de rétention d'eau, et l'indice de rigidité de la viande [3].

Influence du traitement avec broméline sur l'évolution des valeurs du pH

L'évolution des valeurs de pH en fonction du niveau de broméline, période de maturation et le montant de la saumure injectée, sont présentés dans la Figure 1. Le pH dans le moment d'injection des échantillons de viande en état post-rigueur a varié de 5,55 à 5,60 dans les échantillons de contrôle et de 5,70 à 5,82 dans les échantillons traités avec broméline.

C'est parce que dans la viande post-rigueur se sont produit des changements biochimiques importants qui ont conduit à l'accumulation de protons de H⁺ (hydrolyse de l'ATP) et l'acide lactique (glycogénolyse processus).

La saumure d'injection et broméline ont légèrement augmenté les valeurs de pH.

Entre 24 – 48 heures de vieillissement pour tous les traitements étudiés, les variations de valeurs de pH ont augmenté, les plus fortes hausses ont été observées dans les échantillons injectés avec les plus hauts niveaux de broméline et de la saumure. Les valeurs du pH dans tous les échantillons de contrôle ont été en dessous du niveau observé dans les échantillons traités avec broméline. Conformément l'évolution des valeurs de pH nous pouvons apprécier que les processus protéolytique de médiation par la broméline soient influencés dans une certaine mesure de cette évolution et que le travail a été soumis à l'état de chaleur de la viande (injection post-rigueur).

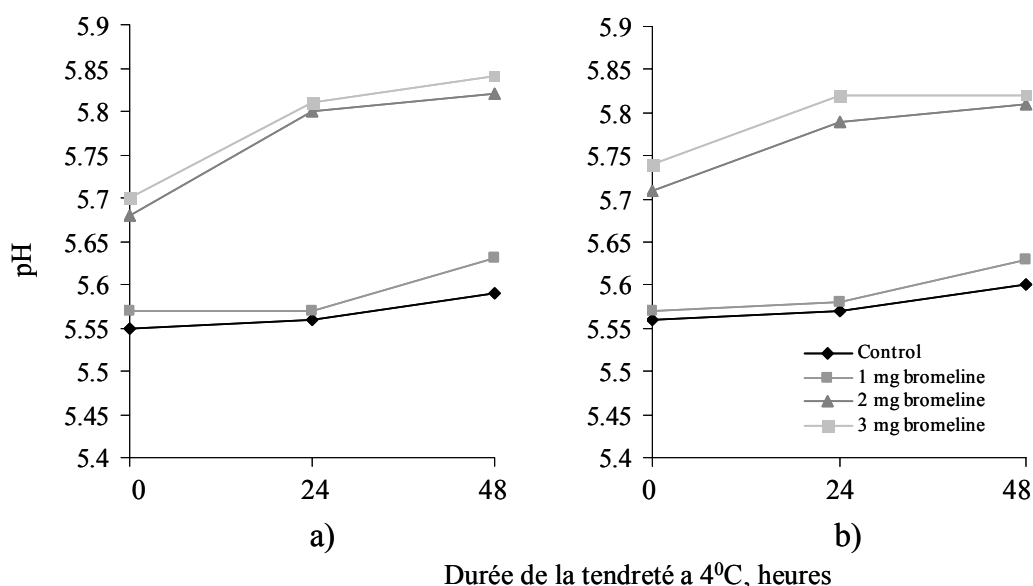


Figure 1. L'influence de l'injection de la viande de bœuf avec broméline vers le pH
 a) pourcentage de saumure injectée 10% (v/w);
 b) pourcentage de saumure injectée 15% (v/w).

Influence du traitement avec broméline sur les pertes dans le traitement thermique

Les données expérimentales sur les pertes thermiques de la viande de bœuf attendrisse avec broméline enzyme sont présentées au Tableau 2.

Tableau 2. Influence de l'attendrissement avec broméline sur les pertes dans le traitement thermique

Durée de la tendreté [heures]	Pourcentage de la saumure injectée [%]	Les pertes sur le traitement thermique [%]			
		mg broméline/100 g viande			
		0 (contrôle)	1	2	3
0	10	32,81	31,81	30,51	30,36
	15	33,95	32,83	31,15	30,65
24	10	32,71	31,41	28,72	27,18
	15	33,72	32,82	30,18	29,90
48	10	30,92	30,02	27,41	26,39
	15	33,30	32,30	29,87	28,84

La tendreté du viande de bœuf avec broméline en quantités relativement faible (1 – 3 mg/100 g viande) a entraîné une baisse des pertes thermiques par rapport aux échantillons de contrôle, injectée seulement de la saumure, sans ajout d'enzyme. Les pertes pendant le traitement thermique ont été conditionnés afin du niveau de broméline ajouté au saumure, le pourcentage de la saumure injectée et la durée de vieillissement à 4 ± 1 °C.

Les plus grandes pertes eux traitements thermiques ont été enregistrées immédiatement après l'injection dans tous les échantillons expérimentaux. Ensuite, l'évolution des pertes

thermiques en descente au niveau de l'enzyme et le temps de la maturation. La réduction la plus marquée des pertes au traitement thermique a été trouvée dans les échantillons injectés avec 3 mg/100 g, âgés 48 heures.

Augmentation du pourcentage de la saumure injectée du 10% (v/w) à 15% (v/w) a entraîné une augmentation des pertes sur le traitement thermique des tous les tests expérimentaux effectués. Ainsi que, après 48 heures de séchage et à un niveau de broméline de 3 mg/100 g, les pertes de l'échantillon de viande ont augmenté 2,45%.

Évolution de la capacité de rétention d'eau

L'évolution de la capacité de rétention d'eau des viandes traitées thermiquement par la cuisson, présenté dans le Tableau 3, ont été influencée par la concentration de broméline, le pourcentage de la saumure injectée et la durée de stockage réfrigéré à 4 ± 1 °C.

La tendreté de la viande de bœuf avec broméline a eu un effet négatif sur la capacité de rétention d'eau, entraînant une diminution par rapport aux échantillons de contrôle, injectées de saumure, sans l'ajout d'enzyme. Augmentation du niveau de la broméline ajouté dans la saumure, de la durée de maturation et de la quantité de saumure injectée, a provoqué la diminution de la capacité de rétention d'eau en augmentant continuellement la quantité d'eau libre.

La plus grande capacité de rétention d'eau a été enregistrée au moment zéro, aux échantillons de contrôle injectés avec le plus faible pourcentage de sel, 10% (v/w) et le montant le plus faible de la capacité de rétention d'eau a été trouvées dans les échantillons injectés avec la plus grand quantité de broméline, de 3 mg/100 g viande, la saumure injectée à un taux de 15% (v/w), pour 48 heures de maturation.

Tableau 3. Influence de l'attendrissement avec broméline sur la capacité de rétention d'eau

Durée de la tendreté [heures]	Saumure injectée [%]	Contrôle: 0 mg broméline/ 100 g viande		1 mg broméline/ 100 g viande		2 mg broméline/ 100 g viande		3 mg broméline/ 100 g viande	
		La capacité de rétention d'eau [%]							
		Eau libre	Eau liée	Eau libre	Eau liée	Eau libre	Eau liée	Eau libre	Eau liée
0	10	35,61	64,38	37,67	62,32	37,89	62,1	38,12	61,87
	15	39,14	60,86	39,41	60,59	39,62	60,37	38,25	61,74
24	10	38,25	61,74	38,31	61,69	38,34	61,65	40,11	59,88
	15	43,64	56,35	43,24	56,75	43,51	56,48	44,14	55,86
48	10	47,07	52,92	46,75	53,24	47,44	52,55	51,41	48,58
	15	49,66	50,33	49,84	50,15	50,8	49,19	52,26	47,73

Nous pouvons expliquer la réduction de la quantité d'eau liée aux viandes mûries à broméline par la modification de la structure protéique de la viande sous l'action de l'enzyme. Si le degré de protéolyse des protéines de structure a été plus élevé, la capacité de rétention d'eau de la viande a été plus faible. L'utilisation du sel dans la solution injectable semble contribuer à la capacité de rétention d'eau plus bas, l'augmentation du pourcentage de la saumure injecté détermine une diminution plus prononcée de la capacité de rétention d'eau.

Evolution de l'indice de rigidité

L'indice de rigidité, utilisé comme une mesure de l'attendrissement de la viande de bœuf, avec ou sans broméline ajouté, s'est la résistance du viande à la compression. La résistance est étroitement liée à la structure de la viande notamment morphologique des fibres musculaires, de teneur de la viande en matières grasses et en tissu conjonctif.

L'évolution des valeurs de l'indice de rigidité de la viande de bœuf maturée avec broméline a été influencée par le niveau de l'enzyme utilisée pour la saumure d'injection, le pourcentage de la saumure injectée et la durée de l'action de l'enzyme (Figure 2).

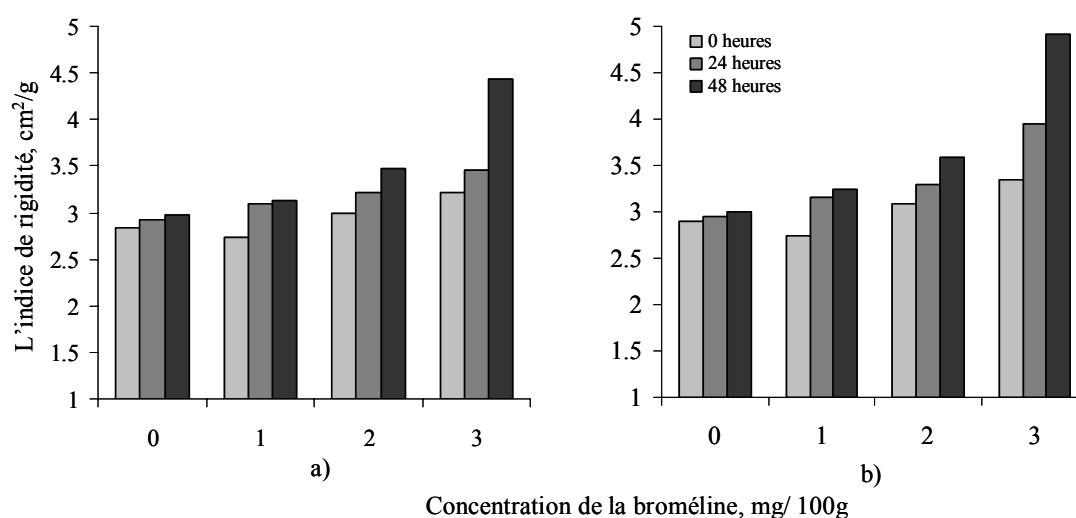


Figure 2. Evolution des valeurs de l'indice de rigidité de la viande maturée avec broméline

a) pourcentage de la saumure injectée 10 % (v/w);

b) pourcentage de la saumure injectée 15 % (v/w).

Evolution des valeurs de l'indice de la rigidité présentée à la Figure 2 nous montre l'effet de maturation de broméline, les valeurs de l'indice de rigidité des échantillons injectés avec broméline sont supérieures aux échantillons de contrôle, injectés avec de la saumure, sans l'ajout d'enzyme. Augmentation des valeurs de l'indice de rigidité indique un affaiblissement continu de la structure de la viande, un effet qui est conservé tout au long du stockage. En augmentant la quantité d'enzyme ajoutée et le temps de maturation, les changements de la structure musculaire sont plus prononcés, l'indice de la rigidité des valeurs a augmenté proportionnellement avec le niveau de broméline et la durée de l'action d'enzyme.

Augmentation du pourcentage de la saumure injectée également entraîne une augmentation des valeurs d'indice de rigidité. Affaiblissement de la résistance à la compression de la viande cuite peut être expliqué par l'action attendrisseurs de broméline qui détruit le collagène et l'élastine de la structure des membranes conjonctives des muscles.

CONCLUSIONS

Le traitement par broméline a généré des modifications physiques, chimiques et enzymatiques à viandes traitées à cela, soulignés par nous au cours de la maturation à $4 \pm 1^\circ\text{C}$, par la surveillance d'évolution de pH , du comportement mécanique et traitement thermique. Processus protéolytique induit par la broméline ont influencé l'évolution des valeurs de pH , en fonction du pourcentage de la saumure injectée et la durée du processus de maturation enzymatique à la contribution d'enzyme exogène.

Maturation de la viande du bœuf avec broméline aux niveaux relativement faible (1 – 3 mg/100 g viande) a entraîné une baisse des pertes aux traitements thermiques par rapport aux échantillons de contrôle, avec de la saumure injectée sans ajout d'enzyme. Les pertes thermiques ont été conditionnés afin le niveau de la broméline ajouté dans la saumure d'injection, que le pourcentage de la saumure injectée et la durée de la maturation à $4 \pm 1^\circ\text{C}$. L'utilisation des solutions de chlorure de sodium injectable contribue à la capacité de rétention d'eau plus bas, l'augmentation du pourcentage de la saumure injecté détermine une diminution plus prononcée de la capacité de rétention d'eau. Les valeurs de l'indice de rigidité des échantillons de la viande post-rigor, traitée avec broméline, ont montée parallèlement au niveau de broméline et la durée de l'action d'enzyme.

Optimal variante technologique pour l'utilisation de broméline pour la maturation de la viande de bœuf consiste en:

- le niveau maximale de l'enzyme: 2 mg/100 g viande ;
- pourcentage maximale d'injection: 10% (v/w) ;
- la durée maximum de maturation : 24 heures ;
- la température de maturation : $4 \pm 1^\circ\text{C}$.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Adegoke, G.O., Falade, K.O.: Quality of meat, *Journal of Food Agriculture & Environment*, **2005**, 3 (1), 87- 90;
2. Novakofski, J., Brewer, S.: The paradox of Toughening During the Aging of Tender Steak, *Journal of Animal Science*, **2006**, 71 (6), 473-476;
3. Hopkins D.L., Huff – Lonergan, E.: Tenderizing mechanism. Chemical and enzymatic. *Encyclopedia of meat science*, **2004**, 1363-1369;
4. Sheard, P.R., Nute, G.R., Richardson, R.I., Perry, A., Taylor, A.A.: Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking, *Meat Science*, **51** (4), **1999**, 371-376;
5. Boles, J.A., Shand, P.J.: Meat cut and injection level affects the tenderness and cook yield of processed roast beef, *Meat Sci.*, **2001**, 59, 259-265;
6. Boles, J.A., Shand, P.J.: Tumbling regime effects on the processing characteristics and tenderness of cooked roast beef, *J. Muscle Foods*, **2002**, 13, 25-35;
7. Robbins, K., Jensen, J., Ryan, K.J., Homco-Ryan, C., McKeith, F.K., Brewer, M.S.: Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef, *Meat Science*, **65** (2), **2003**, 721-729;
8. <http://www.beefinfo.org/pdf/csr.pdf>: Beef information centre, **2002**, Beef consumer satisfaction benchmark study;
9. Janz, J.A.M., Pietrasik, Z., Aalhus, J.L., Shand, P.J.: The effects of enzyme and phosphate injections on the quality of beef semitendinosus in: *Canadian Journal of Animal Science*, **2005**, 327-334;
10. Stefanek, J.L., Scanga, K.E., Belk, K.E., Smith, G.C.: Effects of Enzymes on Beef Tenderness and

- Palatability Traits in: *Colorado State University Animal Science*, Department of Animal Science, **2002**, 61-66;
11. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, **1995**;
 12. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, **1984**;
 13. Ionescu, A., Berza, M., Banu, C.: *Îndrumar –Metode și tehnici pentru controlul peștelui și produselor din pește* (in Romanian), Ed. Universității ” Dunărea de Jos”, Galați, **1992**;
 14. Thomson, B.C., Dobbie, P.M.: The effect of calcium chloride and longissimus muscle from pasture fed bulls, *New Zealand Journal of Agricultural Research*, **1997**, **40**, 507-512;
 15. Maltin, C., Balcerzak, D., Tilley, R., Delday, M.: Determinants of meat quality: tenderness, *Proceedings of the Nutrition Society*, **2003**, **62**, 337-347.

