

EFFECT OF CALCIUM CHLORIDE TREATMENT ON THE TENDERIZATION OF ADULT BEEF♦

L'EFFET DU TRAITEMENT À CHLORURE DE CALCIUM SUR LA TENDRETÉ DU BŒUF ADULTE

Daniela Istrati*, Aurelia Ionescu

*Université “Dunarea de Jos” de Galati, Faculté de Science et Ingénierie
d’Alimentes, Rue Domneasca, nr. 111, Galati, Roumanie*

*Corresponding author: istrati.daniela@yahoo.com

Received: 09/05/2008

Accepted after revision: 18/07/2008

Abstract: The treatment with calcium chloride is a chemical method to tenderized adult beef that reduce beef hardness and improve rate of ageing resulting more acceptable meat products for consumers [1, 2]. In this study were evaluated the effect of beef cuts injection with 0.4 M sodium chloride (10% w/w), 0.2 M calcium chloride (10% w/w) and 0.4 M calcium chloride (10% w/w), on adult beef at 4 hours post-mortem. The effects generated by samples injection with sodium chloride and calcium chloride was distinguish after 0, 1, 2, 3, 7 days of stored at 4 °C through rigidity index, *pH*, water holding capacity and cooking losses determination. Between 0 and 24 hours of storage at 4 °C, *pH* values increased meaningful at all analyzed samples, the smaller values of *pH* being identified at the control and at the samples injected with CaCl₂. After 24 hours of storage at 4 °C, *pH* values suffer a significant increase but differing in accordance with

♦ Paper presented at the fifth edition of: “Colloque Franco-Roumain de Chimie Appliquée – COFrRoCA 2008”, 25 – 29 June 2008, Bacău, Romania.

the nature of samples, after 48 and 72 hours the highest values were identified for the samples injected with 0.4 M CaCl_2 . The beef cuts injected with sodium chloride and calcium chloride presented increased values of rigidity index as compared to the control resulted an improvement of adult beef tenderness.

Keywords: *beef meat, tenderization, injection, calcium chloride, rigidity index*

INTRODUCTION

La tendreté artificielle de la viande présente de l'intérêt spécialement pour la viande de bœuf, parce que les viandes de porc, de mouton et la viande blanche sont suffisamment tendres (elles proviennent des animaux et des volailles très jeunes). La tendreté artificielle s'impose spécialement pour les parties anatomiques qui contiennent des quantités plus grandes de tissu conjonctif, respectivement pour les viandes de la deuxième qualité et de la troisième. Dans ce sens, dans l'industrie de la viande, pour l'amélioration de la tendreté de la viande on utilise à une grande échelle les méthodes chimiques de tendreté aussi [3, 7].

Plusieurs études ont utilisé de diverses concentrations de CaCl_2 pour la tendreté de la viande provenue de différentes espèces d'animaux. Perez, Escalona et Guerrero ont utilisé des solutions de 75 et 150 mM CaCl_2 pour l'amélioration de la tendreté de la viande après le procès de rigidité blanche, de cheval, de bœuf et de lapin [8]. Des solutions de 100, 250 et 300 mM CaCl_2 ont été utilisées pour faire tendre la poitrine d'oie, la viande de bœuf [10] et les carcasses d'agneau [14]. D'autre part, Koohmaraie [7] a rapporté que l'infusion des carcasses d'ovines avec 75 mM CaCl_2 n'a eu aucun effet sur la force de cisaillement en comparaison avec les carcasses témoin, et le traitement avec 300 mM CaCl_2 a été le plus et le traitement avec 300 mM CaCl_2 a été le plus efficace pour réduire la force de cisaillement mesurée à 24 heures post-mortem. Whipple et al. ont rapporté que la marinade de la viande de bœuf dans une solution qui contient 150 mM CaCl_2 pour 24 et 48 heures n'a pas amélioré les valeurs de la force de cisaillement [9, 13].

Les résultats de quelques études plus récents ont indiqué que l'injection des carcasses de bœuf avec de solution de CaCl_2 accélèrent la tendreté de la viande, les ions de Ca^{2+} ayant une fonction double dans le filet post mortem. L'augmentation de la concentration de Ca^{2+} de sarcoplasma de 3 à 5 μM détermine la contraction musculaire, et les concentrations plus grandes de 0,1 mM Ca^{2+} affaiblissent la structure myofibrillaire ayant comme effet la tendreté de la viande [14].

L'objectif de cette étude a consisté dans la détermination de la concentration optimale de CaCl_2 qui peut être injectée dans la viande de bœuf adulte avant le procès de rigidité pour l'amélioration de la tendreté.

MATERIAUX ET METHODES

Dans cette étude on a utilisé de viande de pulpe de bœuf acquise d'un abattoir local depuis 4 heures après le sacrifice. Le sel et le chlorure de calcium ont été de pureté alimentaire, étant les aditifs utilisés couramment dans l'industrie alimentaire.

Analyses physiques et chimiques effectuées:

- détermination du contenu de l'eau conformément à la méthode AOAC – 1995;
- détermination du contenu de l'azote total conformément à la méthode SR ISO 9037:2007;
- détermination du contenu du suif conformément à la méthode AOAC – 1984;
- détermination du *pH* avec le *pH*-mètre Hanna;
- détermination du degré de tendreté conformément à la méthode indiquée d'Ionescu [15];
- les pertes au traitement thermique ont été calculées comme différence entre les poids des échantillons avant et après le traitement thermique;
- la capacité de rétention de l'eau a été déterminée conformément à la méthode Fujimaki et Tsuda, cité de Thomson et col. [2, 15, 18].

Préparation des échantillons

La viande de pulpe de bœuf adulte détaché du tissu conjonctif grossier et du suif a été proportionnée en pièces uniformes comme longueur et épaisseur, avec le poids d'environ 120 g, le coupage des pièces étant réalisé le long des fibres musculaires. Les pièces de viande ont été divisées en 4 groupes et puis elles ont été utilisées pour un certain traitement:

- l'échantillon témoin (M), les pièces de viande n'ont été injectées par aucune solution;
- l'échantillon A – des pièces de viande injectées avec une solution 0,4 M NaCl, en pourcentage de 10%;
- l'échantillon B – des pièces de viande injectées avec une solution 0,2 M CaCl₂, en pourcentage de 10%;
- l'échantillon C – des pièces de viande injectées avec une solution 0,4 M CaCl₂, en pourcentage de 10%.

L'injection a été réalisée manuellement à l'aide d'une seringue avec une aiguille dermique de sorte que l'entière quantité de saumure soit pompée uniformément dans toute la masse musculaire. La saumure éliminée a été injectée de nouveau. Les viandes injectées ont été couvertes avec une feuille de polyéthylène et ont été déposées à la température de réfrigération de 4 °C, les analyses étant réalisées à 0, 1, 2, 3, 7 jours.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Premièrement, on a été analysée la composition chimique de la viande fraîche. Les dates analytiques obtenues par nous (tableau 1) ont indiqué une viande maigre ($1,05 \pm 0,12\%$, suif), avec un contenu moyen de protéines ($17,2\% \pm 1,08\%$) et d'eau ($75,8\% \pm 1,03$), les

valeurs moyennes et les variations étant calculées à l'aide du programme statistique Sigma plot 2001 pour 5 lots différents de viande de bœuf adulte.

Tableau 1. La composition chimique de la viande de bœuf

| Component | Contenu | |
|---------------------|---------|---------|
| | g% | g% s.s. |
| Humidité | 75,8 | - |
| Substance sèche | 24,2 | - |
| Azote total | 2,72 | 11,24 |
| Protéines globales | 17,2 | 71,07 |
| Suif | 1,05 | 5,04 |
| Azote non protéique | 0,212 | 0,876 |
| Azote aminique | 0,066 | 0,272 |
| Ammoniac | 0,019 | - |

L'évolution des valeurs de *pH*

Par l'injection des viandes de bœuf adulte avec des solutions de NaCl et CaCl₂ ont obtenu des réponses différentes pour les valeurs de *pH*. Les valeurs initiales de *pH* des viandes injectées avant le procès de rigidité avec de la solution de NaCl ont été plus grandes que celles obtenues pour les échantillons de contrôle et celles injectées avec de solution de CaCl₂. Dans l'intervalle de temps de 0 à 24 heures d'emmagasiner à 4 °C, les valeurs de *pH* ont décriu considérablement (figure 1) à toutes les échantillons analysées, les plus grandes réductions de *pH* étant constatées au groupe de contrôle et aux échantillons injectées avec de CaCl₂. Le chlorure de sodium a influencé d'une mesure plus grande que le chlorure de calcium la vitesse de dégradation autolytique du glycogène du muscle et d'accumulation de l'acide lactique dans le sens de la réduction de celle-ci et la diminution de la valeur du *pH* dernière de la viande.

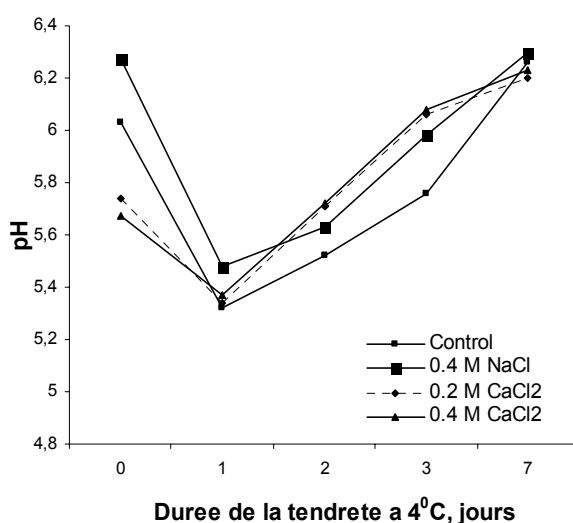


Figure 1. L'influence de l'injection de la viande de bœuf adulte avec de NaCl et CaCl₂ sur le *pH*

Après 24 h de maintien à 4 °C, les valeurs de pH ont augmenté considérablement mais différencié en fonction de la nature des échantillons, après 48 h les plus grandes valeurs sont enregistrées pour les échantillons traitées avec 0,4 M CaCl_2 , aussi qu'après 72 heures. Selon Koochmaraie [7] et Morgan [4], les valeurs augmentées du pH peuvent jouer un rôle dans l'activation du système protéolytique neutre calcium dépendant (calpaïnes) et dans l'amélioration de la tendreté de la viande. Le pH de la viande influence aussi la capacité de rétention de l'eau par les protéines myofibrillaire de la viande.

La capacité de rétention de l'eau (WHC) et les pertes au traitement thermique

La capacité de rétention de l'eau est une caractéristique fonctionnelle importante de la viande qui conditionne les pertes en lourdeur au traitement thermique. Dans la figure 2, on présente les pourcentages d'eau déliés des échantillons mûrs sous l'action d'une force centrifuge.

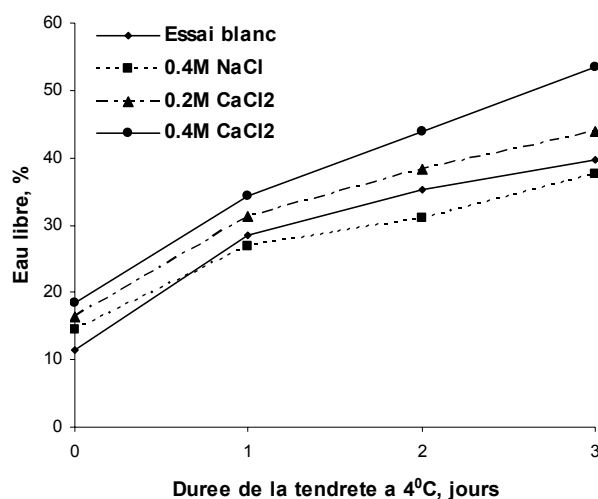


Figure 2. L'influence de l'injection de la viande de bœuf adulte avec NaCl et CaCl_2 sur la capacité de rétention de l'eau

Au point 0, la meilleure capacité de rétention de l'eau a été présentée par les échantillons de contrôle, qui ont été suivies par les échantillons injectées avec de solution de NaCl . La plus grande quantité d'eau déliée à centrifugation a été constatée aux échantillons injectés avec la concentration la plus grande de CaCl_2 (0,4 M). La diminution brutale du WHC a été observée dans l'intervalle 0 - 24 h (figure 2), quand, pour toutes les échantillons, la quantité d'eau s'est doublée. Ce comportement est associé à l'installation de la rigidité musculaire et à la valeur minimum du pH , proche du pH du point isoélectrique des protéines structurales (5,2 – 5,4).

Dans l'intervalle 24 – 72 h, le WHC s'est diminué différemment, les viandes injectées avec de CaCl_2 ont retenu des quantités d'eau plus petites que les échantillons injectées avec de NaCl ou celles de contrôle. Wheeler a précisé que par l'addition du calcium exogène à la viande s'active les calpaïnes, qui, par la protéolyse des myofibrilles, diminuent WHC. Koochmaraie a rapporté que les ions de calcium modifient la

conformation native des protéines myofibrillaire pour promouvoir la dénaturation de celles-ci [7]. Les solutions des sals ont conduit aux modifications considérables en ce qui concerne les pertes au traitement thermique. Les échantillons de contrôle ont enregistré des pertes au traitement thermique par bouillonnement, plus petites que les échantillons injectées avec des sals de sodium et de calcium (figure 3).

Dans l'intervalle 48 – 72 h de maintien à 4 °C on a constaté une petite diminution des pertes d'eau au traitement thermique, qui correspondent aux augmentations des valeurs de pH , mais seulement aux échantillons traitées avec des sals et pas au témoin aussi. La chlorure de sodium, à la différence de la chlorure de calcium, fait améliorer la capacité de la conservation de l'eau et détermine a réduction des pertes au traitement thermique. Elle conduit au développement de la vigueur des ions de la viande et contribue à l'extraction des protéines principales myofibrillaire, qui, par formation des réseaux tridimensionnels au brouillement retiennent plus d'eau dans la matrice de gel protéique.

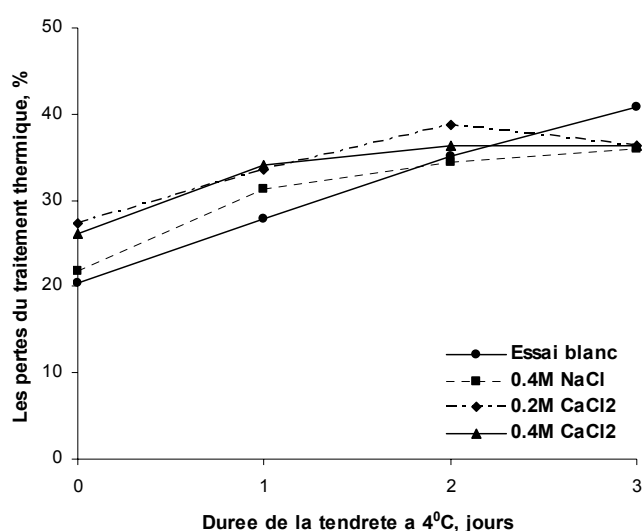


Figure 3. *L'influence de l'injection de la viande de bœuf adulte avec de NaCl et de CaCl₂ sur les pertes du traitement thermique*

L'indice de rigidité

Les valeurs de l'indice de rigidité sont présentées dans la figure 4 et donnent des indications sur la résistance à la compression des échantillons de viande traitées/non traitées avec des sals après l'application du traitement thermique. Les viandes injectées avec des solutions de chlorure de sodium et de calcium ont présentées des valeurs de l'indice de rigidité plus grandes que les échantillons de contrôle, ce qu'indique une amélioration de la tendreté de la viande (figure 4).

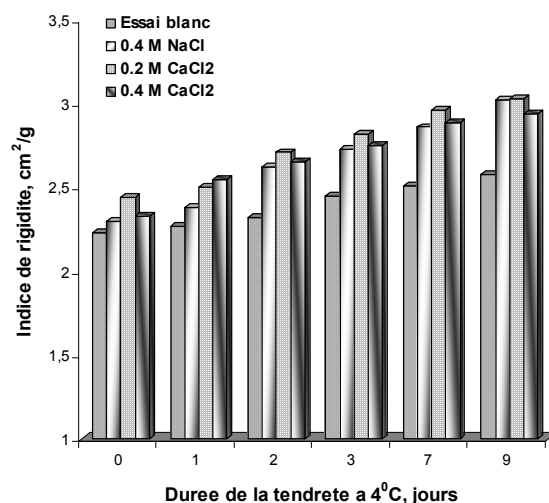


Figure 4. L'influence de l'injection de la viande de bœuf adulte avec de NaCl et de CaCl₂ sur l'indice de rigidité

La chlorure de sodium à concentration de 0,4 M a agi de la même manière avec la chlorure de calcium à une concentration de 0,4 M. L'augmentation de la concentration de CaCl₂ de 0,2 M à 0,4 M n'a pas conduit à une amélioration similaire de la tendreté de la viande. Les moyens d'action du chlorure de sodium pour l'amélioration de la tendreté de la viande sont différents et il consiste dans la solubilité des protéines myofibrillaires par l'augmentation de la force des ions. Aux concentrations plus élevées de NaCl la répulsion électrostatique croît entre les chaînes protéiques, de sorte qu'il peut se produire la désorganisation structurale des myofibrilles. Dans le cas du chlorure de calcium on considère que l'effet de tendreté est possible grâce à l'augmentation de la concentration des ions de calcium entre les cellules aux niveaux qui conduisent à l'activation des calpaïnes et à l'augmentation de la fragmentation des fibres musculaires.

CONCLUSIONS

L'injection de la viande de bœuf adulte avec des solutions de NaCl ou de CaCl₂ accélèrent le processus de tendreté post mortem, l'indice de rigidité, comme mesure du baissment de la résistance de la viande à la compression a augmenté considérablement après 2 et 3 jours de maturité/maturation à 4 °C. Les pertes au traitement thermique ont été affectées par la durée du dépôt et du traitement appliqué.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gerelt, B., Ikeuchi, Y., Nishiumi, T., Suzuki, A.: Meat tenderization by calcium chloride after osmotic dehydration, *Meat Science*, **2002**, 60, 237-244;

2. 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;
3. Hamm, R.: The influence of *pH* on the protein net charge in the myofibrillar system, *Rec. Meat Conf. Proc.*, **1994**, 47: 5-9;
4. Morgan, J.B., Miller, R.K., Mendez, F.M., Hale, D.S., Savell, J.W.: Using calcium chloride injection to improve tenderness of beef from mature cows, *J. Anim. Sci.*, **1991**, **69**, 4469-4476;
5. Rousset-Akrim, S., Got, F., Bayle, M.-C., Culioli, J.: Influence of CaCl₂ and NaCl injections on the texture and flavor of beef. *International Journal of Food Science & Technology*, **1996**, **31**, 333-343.
6. Lee, S., Stevenson-Bairry, J., Kauffman, R.G., Kim, B.C.: Effect of ion fluid injection on beef tenderness in association with calpain activity, *Meat Science*, **2000**, **53**, 301-310;
7. Koohmaraie, M., Whipple, G., Crouse, J.D.: Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman-cross beef carcasses through infusion of calcium chloride, *J. Anim. Science*, **1990**, **68**, 1278-1283;
8. Perez-Chabela, M.L., Geerrero, I., Gutierrez-Riuz, M.C., Betancourt-Rule, J.M.: effect of Calcium Chloride Marination and collagen content of Beef, Horse, Rabbit and Hen Meat Hordness, *Journal of Muscle Foods*, **2005**, **16**, 141-154;
9. Polidori, P., Trabalza Marinucci, M., Fontuz, F.: Tenderization of whether lambs meat through pre-rigor infusion of calcium ions, *Meat Science*, **2000**, **55**, 197-200;
10. Gonzales, C.B., Salito, V.A., Corduza, F.J.: Effect of calcium chloride marination on bovine Cutaneus trunci muscle, *Meat Science*, **2001**, **57**, 251-256;
11. DeYonge-Freeman, K.G., Pringle, T.D., Reynolds, A.E., Williams, S.E.: Evaluation of calcium chloride and spice marination on the sensory and textural characteristics of precooked semitendinosus roasts, *J. Food Qual.*, **2000**, **23**, 1-13;
12. DeYonge-Freeman, K.G., Pringle, T.D., Williams, S.E.: Utilization of calcium chloride and spice marination to improve the sensory and textural characteristics of precooked semitendinosus roasts, *AGA Animal&Dairy Science, Annual Report*, **1998**, 36-42;
13. Detienne, N.A., Wicker L.: Sodium Chloride and tripolyphosphate effects on physical and quality characteristics of injected pork loins, *Journal Food Science*, **1999**, **64**, 1042;
14. Polidori, P., Trabalza Marinucci, M., Fontuz, F., Polidori, F.: Post mortem proteolysis and tenderization of beef muscle through infusion of calcium chloride, *Aim. Res.*, **2001**, **50**, 223-226;
15. 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**;
16. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 11th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, **1984**;
17. AOAC: *Association of Official Analytical Chemists, Methods of Analysis*, 15 th Edition, Washington DC, **1990**;
18. AOAC: *Official Methods of Analysis*, 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, **1995**.