

EFFET DU TAUX DE NaCl SUR L'ÉVOLUTION STRUCTURALE ET ULTRASTRUCTURALE DU MUSCLE *SEMIMEMBRANOSUS* DE PORC AU COURS DE LA FABRICATION DU JAMBON CUIT

LOISON O.¹, SHEN C.¹, DANON J.¹, PEYRIN F.¹, VENIEN A.¹, LABAS R.¹, CARLIER M.²
ASTRUC T.¹

¹INRA Theix, UR370 Qualité des Produits Animaux 63122 Saint-Genès-Champanelle,
²IFIP, F-94700 Maisons-Alfort

Abstract : Effect of NaCl content on structural and ultrastructural changes of pork *Semimembranosus* muscle during the production of cooked ham.

Epidemiological studies show that the overconsumption of salt increases the risks of cardiovascular diseases. The experimental protocol consists in characterizing the effect of a decrease in salt content on the structure of *Semimembranosus* pork muscle during the production of the cooked ham. The results indicate that brining and cooking generate important structural and ultrastructural modifications. The morphological changes were quantified by image analysis. Our results show significant differences in muscle structure changes with the reduction of salt content. The cell size differs between salt levels before and after cooking with differences in ultrastructural changes.

Introduction

La source principale de sodium est le sel ajouté dans la fabrication des produits carnés alimentaires. Or, la consommation de sodium (Na) dépasse les recommandations nutritionnelles, ce qui augmente les risques d'hypertension, de maladies cardiovasculaires et d'ostéoporose. Il devient alors nécessaire de réduire sa teneur dans les fabrications. Cependant, le sel joue un rôle de conservateur, d'exhausteur de goût et améliore la rétention d'eau des produits carnés. Dans le jambon cuit, le taux de sel classique est voisin de 2 %. Dans le but de comprendre l'effet d'une réduction du taux de sel sur l'évolution structurale du produit, nous avons caractérisé la morphologie tissulaire du muscle *Semimembranosus* (SM) soumis à deux niveaux de sel différents (1,3 et 1,8 %) après les étapes de saumuration et de cuisson.

Matériels et méthodes

Echantillonnage : 4 porcs homogènes en poids (94kgPC ±3.73kg), ayant un pH ultime du SM compris entre 5,6 et 5,7 ont été abattus et le muscle entier a été prélevé puis échantillonné à chaque stade de fabrication du jambon cuit: muscle frais (J1 Témoin), muscle saumuré avec des teneurs en sel respectives de 1,8 % (*S1*) et 1,3 % (*S2*) malaxés pendant 15h à 2°C et cuits au four à 40°C pendant 60 min puis 55°C pendant 60 min et 65°C pendant 150 min (*C1* et *C2*, correspondant respectivement aux échantillons saumurés *S1* et *S2*). Les échantillons ont été fixés par congélation ultra-rapide (isopentane -160°C) en vue d'analyses histologiques et par immersion dans un fixateur chimique (glutaraldéhyde à 2,5 %) pour les analyses ultrastructurales.

Caractérisation du muscle *Semimembranosus* : a) **Microscopie optique :** Des coupes à congélation, transversales aux fibres musculaires, de 10µm d'épaisseur ont été colorées à l'Hématoxyline Eosine Safran (HES) et au Rouge Sirius (RS) (Figure 1). Les acquisitions d'images ont été réalisées à l'aide d'un microscope optique Olympus BX 61 équipé d'une caméra numérique (DP71). La surface des fibres musculaires, du tissu conjonctif ainsi que l'Espace Extra Cellulaire (EEC) ont été quantifiés par analyse d'image (logiciel ImageJ). b) **Microscopie électronique :** Les échantillons ont été inclus en résine époxy, puis observés à l'aide d'un microscope à transmission Hitachi (H7650) c) **Analyse statistique :** Les variances et comparaisons des moyennes ont été analysées à l'aide de PROC GLM du logiciel SAS (Statistical Analysis System).

Résultats et discussion

Les différents traitements (saumuration, malaxage et cuisson) ont modifié la structure de la viande. Le tissu conjonctif, les espaces extracellulaires (EEC) et les fibres ont été affectés par les étapes de fabrication du jambon cuit (Figure 3). En effet, le saumuration entraîne une diminution significative de la surface du tissu conjonctif, qui est plus importante à 1,3 % de sel. L'EEC est plus faible avec le taux de sel 1,3 %. La surface des fibres diminue également. La cuisson, induit une augmentation de l'EEC sans différence significative en fonction du taux de sel. La surface des fibres qui par rapport au témoin est en diminution, s'accroît significativement au cours des transformations, mais de façon plus importante avec 1,3 % de sel. L'observation de l'ultrastructure (Figure 4) montre une architecture modifiée des myofibrilles. Dès le saumuration, les sarcomères et les lignes M ne sont plus visibles, quelques stries Z se distinguent

encore à 1,8 %. Bien que non quantifiées, les images numériques indiquent que la taille des myofibrilles et des espaces extra myofibrillaires semble augmenter à 1,3 % de sel. Après cuisson, les stries Z sont davantage visibles mais discontinues, elles sont plus claires en C2 qu'en C1. Certains sarcomères, à 1,3 %, gardent encore leurs stries Z et lignes M. D'une manière générale, il semble que l'ultrastructure soit moins dégradée à 1,3 % qu'à 1,8 % de sel.

Les changements liés au saumurage résulteraient d'une solubilisation des protéines intra et extracellulaires plus importante au taux de sel 1,3 %, expliquée par le phénomène de « salting in-salting out » (Figure 2: Knight & Parsons-1988) qui montre qu'une concentration en sel supérieure à 1M (0.585%) diminue la solubilisation des protéines. Lors de la cuisson, l'augmentation des espaces extracellulaires et de la taille des fibres (augmentation significative en C2) pourraient être liée à une entrée d'eau dans le muscle lors du procédé de transformation.

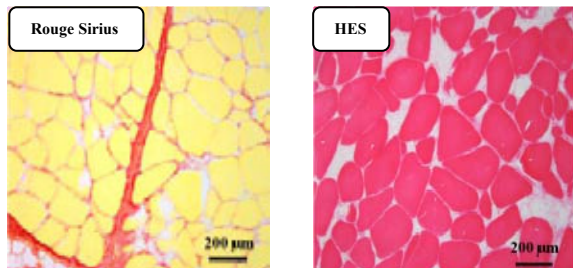


Figure 1 : Microscopie photonique : colorations RS et HES

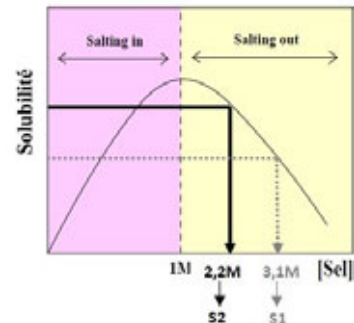


Figure 2 : Influence de la concentration en sel sur la solubilisation des protéines

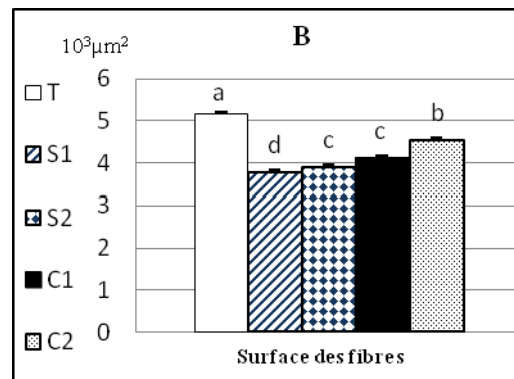
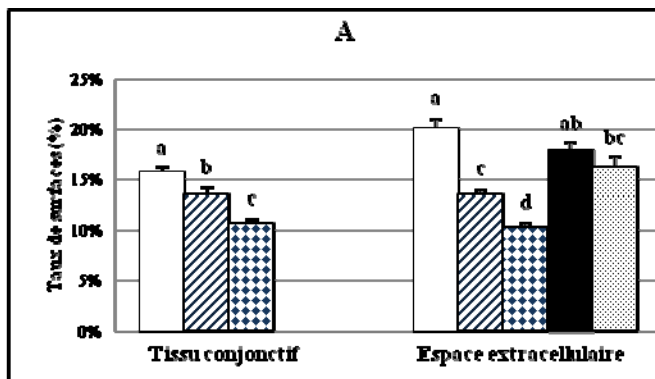
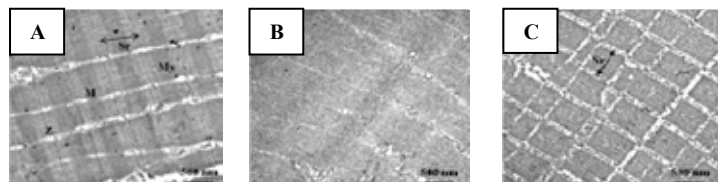


Figure 3 : Evolution de la structure en fonction des traitements technologiques : (A) Tissu conjonctif et Espace extracellulaire.

Figure 4 : Microscopie électronique : (A) Ultrastructure standard du SM cru. (B) Effet du salage à 1,3% : solubilisation des protéines. (C) Effet de la cuisson à 1,3% : Agrégation des protéines myofibrillaires



Conclusions

Nos résultats indiquent que le taux de salage à 1,3 %, génère des modifications structurales plus importantes qu'un taux de sel plus élevé de 1,8 %. Il semble que la solubilisation des protéines soit plus élevée pour le taux de sel le plus bas, ce qui pourrait être lié au phénomène de « salting in – salting out ». Cette caractéristique pourrait être favorable au collage des muscles du jambon qui est dépendant du degré de solubilisation des protéines lors du saumurage. En revanche, des études parallèles de rendement de cuisson confirment les données bibliographiques et indiquent une moindre rétention d'eau avec 1,3 % de NaCl (non significatif sur le SM; Carlier et al. 2012) alors que le volume des espaces extracellulaires est plus faible. Ce résultat suggère que les protéines de la matrice extracellulaire pourraient participer à la rétention d'eau dans le produit.

Cette étude fait partie du projet Na- subventionné par l'Agence Nationale de la Recherche

Carlier M., Martin J.L., Vautier A., Gault E., Bombrun L., Burton O., Loison O., Danon J., Santé-Lhoutellier V. and Astruc T. Histochemical and Biochemical Characteristics of Four Major Muscles of The Ham. 58th International Congress of Meat Science and Technology, August 2012, Montreal, Canada.

Knight P., Parsons N. Action of NaCl and Polyphosphates in meat processing: Responses of Myofibrils to Concentrated Salt solutions. Meat Science (1988) 24: 275-300.