

TRANSFERTS DE COLLAGENE PENDANT LE CHAUFFAGE DE LA VIANDE

LAROCHÉ M., GANDEMER G.

Laboratoire des Aliments d'Origine Animale, I.N.R.A., Rue de la Géraudière, 44072 NANTES CEDEX, FRANCE.

RESUME

Compte tenu de l'importance de ce constituant sur la qualité de la viande, nous avons entrepris l'étude des transferts de collagène au cours du chauffage.

L'importance du collagène dans les jus perdus au chauffage reste faible par rapport à la perte globale de matière sèche obtenue dans les mêmes conditions de chauffage ; ceci est lié au fait que les transferts de collagène dans la viande sont très lents et doivent être envisagés en trois phases successives : solubilisation, écoulement, diffusion.

Lorsque la durée et la température de chauffage sont suffisamment élevées, la solubilisation du collagène suit globalement une cinétique du premier ordre présentant une énergie d'activation de 87 kJ.mol^{-1} . Pour les chauffages de 1 h à 50, 60 et 70°C , les vitesses de réactions sont plus élevées ce qui pourrait correspondre à l'intervention de réactions enzymatiques dans les phénomènes de solubilisation au début du chauffage.

Une partie du collagène est entraînée hors du morceau du fait de l'écoulement du jus, mais ce phénomène est insuffisant pour expliquer les quantités de collagène présentes dans les jus obtenus après des chauffages prolongés, des phénomènes de diffusion participent donc également aux transferts de collagène.

Les variations de viscosité observées entre les jus perdus au chauffage et les jus extraits par pression sont liées à des teneurs différentes en collagène, qui permettent d'expliquer le ralentissement des pertes pour les chauffages prolongés que nous avons observés précédemment. La plus grande partie du collagène solubilisé reste dans la viande, ce qui permet de mieux comprendre le rôle lubrifiant de ce constituant dans le comportement mécanique de la viande chauffée.

SUMMARYCOLLAGEN MIGRATION DURING MEAT HEATING.

We studied the migration of collagen during meat heating on account of its influence on meat quality.

The contribution of collagen to heating losses is low compared to the total dry matter losses recorded in the same heating conditions because collagen transfer in meat is very slow, and a three steps sequence must be considered : solubilization, flow, diffusion.

With the longer heating times and the higher temperature, collagen solubilization shows a first order kinetics with an activation energy of 87 Kcal mol⁻¹. Higher reaction rates are found when the heating time is only 1 h at either 50, 60, or 70°C, this fact may be the result of enzymic reactions occurring during the solubilization step at the beginning of the heat treatment.

Collagen is partly drained off the sample with the juice outflow. However, considering the high amount found in the juices after long heating times, we must assume that additional diffusion phenomenon occurs also.

The differences in viscosity between dripping juices and juices extracted by pressure are related to differences in collagen concentration. These differences can explain the losses slowdown previously observed with long heating time. Most of the solubilized collagen remains within the meat, that gives a better understanding of its lubricating action in mechanic behaviour of heated meat.

Les pertes observées au cours du chauffage sont généralement assimilées à de l'eau, alors que la perte de matière sèche est non négligeable, jusqu'à 10 p. cent dans le cas de la viande hachée (LAROCHE et NICOLAS, 1983) et même jusqu'à 20 p. cent de la matière sèche initiale dans le cas de morceaux de viande (LAROCHE, 1980). Afin de préciser la nature de cette perte, nous avons entrepris l'étude des transferts de collagène au cours du chauffage compte tenu de l'importance de ce constituant sur la qualité de la viande.

MATERIELS ET METHODES

Nous avons utilisé des muscles de bovins très soigneusement parés, hachés au hachoir à grille de 3 mm, mélangés et congelés à -20°C. La décongélation était obtenue en une nuit à température ambiante. Des échantillons pesant environ 150 g, ayant une épaisseur de l'ordre de 1 cm, étaient chauffés dans des sacs plastiques scellés, immergés dans des bains thermostatés agités. Les couples temps-température utilisés ont été de 1 h à 50, 60, 70, 80, 90 et 97°C et de 48 h à 60°C, 24 h à 70°C, 20 h à 80°C, 8 h à 90°C et 6 h à 97°C, ces temps étant choisis suffisamment longs pour que les pertes au chauffage soient achevées à la température considérée (LAROCHE, 1981).

Afin de caractériser la phase liquide présente dans la viande après chauffage, nous avons d'une part évalué la teneur en matière sèche par lyophilisation pendant 40 h et d'autre part pressé certains échantillons afin de recueillir une partie du jus restant dans la viande.

La teneur en collagène a été déterminée par dosage de l'hydroxyproline selon la méthode de BERGMAN-LÖXLEY (1963) sur la viande chauffée, le jus perdu au chauffage et le jus extrait par pression.

La viscosité étant particulièrement importante pour les pertes au chauffage (LAROCHE, 1982), nous l'avons mesurée sur quelques uns des jus obtenus, en utilisant des viscosimètres capillaires. La mesure à la température de chauffage est impossible car les jus précipitent dans les tubes capillaires, mais la température de mesure doit être cependant suffisamment élevée car des modifications des propriétés des jus pour des températures inférieures à 35-40°C entraînent des variations importantes de la viscosité. Dans les limites ci-dessus nous avons effectué des mesures à au moins 3 températures différentes et nous avons extrapolé à 25°C afin de comparer les différents résultats.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats bruts obtenus sont indiqués dans le tableau 1. A partir de ces différentes valeurs, nous avons calculé pour chaque couple temps-température la proportion de collagène dans les phases solide et liquide de la viande chauffée et dans les jus perdus au chauffage. Ces résultats, exprimés en mg/g de collagène initial, sont regroupés dans le tableau 2.

Tableau 1 : Résultats bruts : rendement au chauffage, en mg/g de viande crue ; teneur en matière sèche, en mg/g de viande chauffée ; teneur en collagène de la viande, en mg/g de viande chauffée ; teneur en collagène des jus perdus et des jus extraits par pression, en mg/ml de jus. Viscosités à 25°C des jus perdus et des jus extraits par pression en mPoi s.

Température	50			60		70		80		90		97	
Temps de chauffage	1h	1h	48h	1h	24h	1h	20h	1h	20h	1h	8h	1h	6h
Rendements	873	803	723	696	646	644	628	608	610	653	615	615	615
Matière sèche	275	293	323	330	347	357	365	371	363	357	355	355	355
Collagène viande	10,1	11,0	11,2	13,1	11,8	15,0	12,4	13,9	11,9	12,8	12,2	12,2	12,2
C. jus perdus	0,2	0,6	2,4	0,8	1,7	0,8	3,1	0,8	1,8	0,7	2,2	2,2	2,2
C. jus extraits	0,4	1,4	7,3	1,5	5,2	1,8	11,5	3,4	10,0	5,0	10,7	10,7	10,7
Viscosités j.perdus	-	1,25	1,23	-	1,11	1,15	1,12	1,13	-	-	1,18	1,18	1,18
Viscosités j.extraits	-	1,32	-	-	-	1,22	2,43	1,27	2,20	1,34	-	-	-

Tableau 2 : Répartition du collagène dans les phases solide et liquide de la viande et dans les jus perdus, exprimée en mg/g de collagène initial.

Température	50			60		70		80		90		97	
Temps de chauffage	1h	1h	48h	1h	24h	1h	20h	1h	20h	1h	8h	1h	6h
Phase solide viande	972	941	760	947	719	946	418	910	523	869	473	473	473
Phase liquide viande	25	44	203	38	247	37	517	73	436	117	479	479	479
Jus perdus	3	15	37	15	34	17	65	17	41	14	48	48	48

La teneur en collagène augmente avec l'intensité (temps et température) du traitement thermique dans la viande et dans le jus. La quantité de collagène perdu dans les jus est faible par rapport aux pertes de matière sèche obtenue dans les mêmes conditions de chauffage (LAROUCHE et NICOLAS, 1983). Les fortes teneurs en collagène dans les jus extraits montrent que la solubilisation est importante pour les chauffages prolongés.

Bien que les réactions entraînant la solubilisation du collagène soient multiples (ruptures de liaisons jusqu'à ce que l'on obtienne une dimension suffisamment faible pour permettre la solubilisation), nous avons recherché les vitesses de réactions pour chaque traitement en considérant une cinétique du premier ordre. Les différentes vitesses de réactions obtenues pour la solubilisation du collagène sont représentées figure 1.

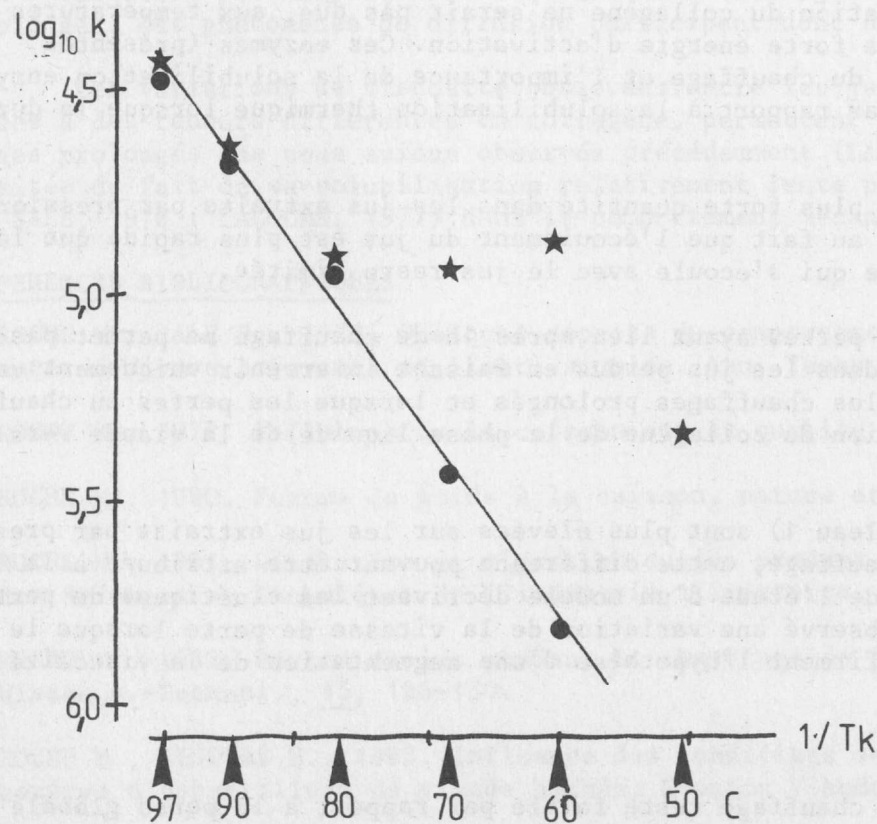


Figure 1 : Vitesses de réactions obtenues pour la solubilisation du collagène en supposant que les réactions suivent une cinétique globale du premier ordre.

Représentation du logarithme décimal de la vitesse en fonction de l'inverse de la température kelvin.

- ★ 1h de chauffage
- chauffage pendant les temps longs.

La relation d'ARRHENIUS :

$$k = A e^{-\frac{E_a}{RT_k}}$$

k vitesse de réaction (s^{-1}) A facteur de fréquence (s^{-1})
E_a énergie d'activation ($kJ.mol^{-1}$) T_k température kelvin (K)
R constante des gaz parfaits ($kJ.mol^{-1}.K^{-1}$)

est vérifiée de façon satisfaisante ($r = 0,993$) pour les temps longs et les chauffages de 1h à partir de 80°C, nous obtenons les valeurs :

$$A = 75 \cdot 10^6 \text{ s}^{-1} \quad E_a = 87 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Pour les chauffages de 1h aux températures inférieures à 80°C, nous obtenons des vitesses de réactions supérieures à celles obtenues pour les autres conditions, 10 fois plus grande dans le cas des chauffages à 60°C par exemple. Nous pouvons nous demander si la solubilisation du collagène ne serait pas due, aux températures de chauffage modérées, à une réaction enzymatique à très forte énergie d'activation. Ces enzymes (présentes dans la viande) sont rapidement dénaturées sous l'effet du chauffage et l'importance de la solubilisation enzymatique reste très limitée, elle disparaît rapidement par rapport à la solubilisation thermique lorsque la durée ou la température de chauffage augmente.

Le collagène solubilisé est retrouvé en beaucoup plus forte quantité dans les jus extraits par pression que dans les jus perdus au chauffage, ce qui correspond au fait que l'écoulement du jus est plus rapide que la solubilisation du collagène, et la quantité de collagène qui s'écoule avec le jus reste limitée.

Nous devons noter cependant que l'importance des pertes ayant lieu après 1h de chauffage ne permet pas d'expliquer l'augmentation de la quantité de collagène dans les jus perdus en faisant intervenir uniquement un phénomène d'écoulement. Nous devons admettre que, pour les chauffages prolongés et lorsque les pertes au chauffage sont achevées, il s'établit un phénomène de diffusion du collagène de la phase liquide de la viande vers les jus perdus.

Les valeurs des viscosités extrapolées à 25°C (tableau 1) sont plus élevées sur les jus extraits par pression de la viande chauffée que sur les jus perdus au chauffage, cette différence pouvant être attribuée à la plus grande teneur en collagène des jus extraits. Lors de l'étude d'un modèle décrivant les cinétiques de pertes au chauffage de la viande (LAROCHE, 1981), nous avons observé une variation de la vitesse de perte lorsque le chauffage se prolongeait, les résultats obtenus ici confirment l'hypothèse d'une augmentation de la viscosité liée à la solubilisation du collagène dans la viande.

CONCLUSIONS

l'importance du collagène dans les jus perdus au chauffage reste faible par rapport à la perte globale

de matière sèche obtenue dans les mêmes conditions de chauffage, ce qui peut être lié au fait que les transferts de collagène dans la viande doivent être envisagés en trois phases successives : solubilisation, écoulement, diffusion.

Lorsque la durée et la température de chauffage sont suffisamment élevées, la solubilisation du collagène suit globalement une cinétique du premier ordre présentant une énergie d'activation de 87 kJ.mol^{-1} . Pour les chauffages de 1h à 50, 60 et 70°C , les vitesses de réactions sont plus élevées ce qui pourrait correspondre à l'intervention de réactions enzymatiques dans les phénomènes de solubilisation au début du chauffage.

Une partie du collagène est entraînée hors du morceau du fait de l'écoulement du jus, mais ce phénomène est insuffisant pour expliquer les quantités de collagène présentes dans les jus obtenus après des chauffages prolongés, des phénomènes de diffusion participent donc également aux transferts de collagène.

Les variations de viscosité observées entre les jus perdus au chauffage et les jus extraits par pression, liées à des teneurs différentes en collagène, permettent d'expliquer le ralentissement des pertes pour les chauffages prolongés que nous avons observés précédemment (LAROCHE, 1981). Le fait que la perte de collagène reste limitée du fait de sa solubilisation relativement lente permet de mieux comprendre son rôle lubrifiant (LAROCHE et SALE, 1976 ; LAROCHE, 1977) dans le comportement mécanique de la viande chauffée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LAROCHE M., SALE P., 1976. Quelques aspects du comportement mécanique de protéines de tournesol filées - Influence de divers adjuvants et liants simples. *Ann. Techn. Agric.* 25, 143-158.
- LAROCHE M., 1977. Influence de la cuisson sur la qualité de la viande. *Bull. Techn. CRZV-Theix INRA*, 29, 5-12.
- LAROCHE M., 1980. Pertes de poids à la cuisson, nature et mécanisme. *Viandes et Produits Carnés*, 1, (1), 26-28.
- LAROCHE M., 1981. Libération et migration du jus pendant le chauffage de la viande. Thèse de Doctorat-ingénieur des Sciences et Techniques de l'industrie alimentaire. ENSIA.
- LAROCHE M., 1982. Pertes de jus pendant le chauffage de la viande. I - Etude avec de la viande hachée. *Lebens.-Wissen.u.-Technol.*, 15, 126-130.
- LAROCHE M., NICOLAS N., 1983. Influence des conditions de chauffage sur les teneurs en matière sèche et en cendres d'échantillons de viande hachée. Réunion Viandes et Produits Carnés, PARIS, 3-4 Mars.