

EVOLUTION DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHEMICHES DE LA VIANDE DE PORC AU COURS D'UNE CONSERVATION DE VINGT MOIS A — 20 °C

R. GOUTEFONGEA et C. VALIN

Station de Recherches sur la Viande

I.N.R.A.-THEIX, 63 - Saint-Genès-Champagnelle

La congélation est un moyen de conservation des produits alimentaires permettant des reports de tonnages importants. Dans le cas de la viande, la commercialisation des produits congelés se heurte à des difficultés en raison de diverses modifications physicochimiques se traduisant essentiellement par des changements de couleur et un défaut prononcé de rétention d'eau lors de la décongélation.

Il est évidemment possible d'incriminer les techniques actuelles employées pour la congélation et la décongélation, mais auparavant, il est nécessaire de connaître les conséquences des processus de congélation, conservation et décongélation, sur les propriétés des éléments constitutifs du muscle.

Une contribution à la connaissance de ces phénomènes a été réalisée au cours des années 1969 et 1970 à la Station de Recherches sur la Viande de l'I.N.R.A., dans le cadre d'un contrat de recherches de la D.G.R.S.T. ayant pour but l'étude des modifications physicochimiques des tissus animaux sous l'influence de la congélation et leurs répercussions sur les qualités des viandes ainsi congelées.

Le programme global du contrat s'intéressait aux espèces bovine, ovine et porcine et portait sur une durée totale de conservation de 20 mois, avec examen de l'évolution des propriétés tous les quatre mois (1).

Nous nous bornerons ici à présenter les résultats concernant l'espèce porcine.

CONDITIONS EXPERIMENTALES

1° Echantillonnage, congélation, stockage, décongélation :

Les muscles *Longissimus dorsi* de six porcs Large White pesant environ 100 kg sont prélevés 24 heures après l'abattage. Chaque muscle est fractionné en trois parties, soit trente-six échantillons au total, et ces échantillons sont répartis en six lots (lot témoin et lots de durée de stockage 4, 8, 12, 16 et 20 mois respectivement). Pour réduire l'incidence des variations individuelles, chaque lot comprend un échantillon de chaque porc.

Les échantillons du lot témoin sont soumis immédiatement aux déterminations prévues. Les échantillons constituant les lots 2 à 6 sont congelés selon le processus suivant.

(1) Contrat D.G.R.S.T. 68 01 355.

Chaque échantillon est placé dans un sac en polyéthylène scellé à chaud sous une pression résiduelle de 50 mm de mercure. Après un séjour de 8 h à + 4 °C les échantillons sont placés dans une armoire à congélation avec circulation d'air à - 20 °C pendant 24 h puis stockés en chambre froide à la même température.

La décongélation est réalisée par immersion des sacs contenant les échantillons dans de l'eau maintenue à 15 °C. La durée de la décongélation est de 5 heures.

2° Déterminations physico-chimiques :

Ces déterminations sont effectuées sur les échantillons non congelés (lot témoin) et lors de chaque décongélation après les temps prévus de décongélation.

Après parage des échantillons et prélèvement d'une tranche servant à la détermination des activités hydrolytiques, le muscle est broyé (broyeur avec plaque à trous de 3 mm de diamètre) et toutes les déterminations suivantes effectuées sur le broyat.

- a) Teneur en matières sèches (48 h ; 102 °C).
- b) Pouvoir de rétention d'eau (Méthode de pression, GOUTEFONGEA, 1966).
- c) Fractions azotées extractibles.

Une première extraction de 16 heures est effectuée avec un tampon phosphate 0,04 M à pH 7,2. Le surnageant obtenu après centrifugation (5 000 g, 20 mn, 4 °C) contient à la fois les protéines sarcoplasmiques et l'azote non protéique. Ce dernier est déterminé par traitement d'une aliquote de cet extrait à l'acide trichloracétique 10 %, précipitation et dosage de l'azote dans le surnageant. Par différence avec le dosage de l'azote dans l'extrait total, on obtient l'azote des protéines sarcoplasmiques.

L'insoluble au tampon phosphate est traité par la solution de Weber Edsall (KCl 0,6 M ; pH 8,5) pendant 24 heures. Les protéines myofibrillaires sont solubilisées et séparées par centrifugation (20 000 g, 1 h, 4 °C) et soumises au dosage de l'azote.

d) Apparition des produits de dégradation.

- NH_3 - Son dosage s'effectue sur un extrait à l'acide perchlorique neutralisé, d'où on le déplace par le carbonate de lithium.
- Nucléotides - Leur état de dégradation est mesuré par la détermination d'un indice de déphosphorylation calculé ainsi :
 - mesure de la densité optique à 253 m μ d'un extrait de PCA neutralisé et filtré ; passage de l'extrait sur une colonne de Dowex 1 \times 8 équilibré sous la forme HCOO^- ; seules les formes déphosphorylées ne sont pas retenues. La mesure de la densité optique de l'éluat à 253 m μ permet de calculer le rapport D.O. éluat/D.O. extrait total qui fournit le pourcentage de formes déphosphorylées par rapport aux nucléotides totaux.

e) Evolution des lipides.

— Les lipides totaux sont extraits par la méthodes de Folch et al. (1957) et les phospholipides sont séparés par passage des lipides totaux en solution dans le chloroforme sur une colonne d'acide silicique.

— Les acides gras libres sont dosés dans la fraction non retenue par titration à la potasse alcoolique.

— Le degré d'oxydation des lipides totaux est mesuré directement sur un extrait à l'acide perchlorique, neutralisé, par la détermination de l'indice thiobarbiturique selon TARLADGIS et al. (1964).

f) Evolution de l'activité protéolytique.

La détermination de l'activité protéolytique se fait également en deux temps.

— Mesure de l'activité hydrolytique totale sur le surnageant obtenu après homogénéisation du muscle dans une solution de triton X 100 à 0,2 % ; chauffage à 37 °C pendant 15 mn et centrifugation (5 000 g, 15 mn, 4 °C).

— Mesure de l'activité hydrolytique libre dans le jus extrait d'un échantillon de viande découpée et non broyée par macération dans du saccharose 0,25 M à pH 7,4 et centrifugation à 160 000 g pendant 2 heures (VALIN, 1970).

L'activité hydrolytique est mesurée à pH 3,5 avec l'hémoglobine dénaturée comme substrat.

RESULTATS - DISCUSSION

1° Capacité de rétention d'eau.

La détermination de la capacité de rétention d'eau et de la teneur en matière sèche du muscle décongelé nous permettent de préciser les modifications de liaison de l'eau au cours du stockage.

Les pertes à la décongélation augmentent régulièrement avec la durée de stockage pour atteindre des valeurs non négligeables au bout d'un an de conservation.

La quantité d'eau restant fixée après détermination de l'eau libre par pression diminue nettement dès le début de la période de conservation mais évolue peu ensuite.

2° Solubilité des fractions azotées.

- La teneur en azote non protéique reste relativement stable. Il n'y a donc pas de dégradation protéique notable au cours de la conservation, pas de libération d'acides aminés ou de peptides courts.

- La solubilité des protéines sarcoplasmiques reste également constante au cours du stockage. La dénaturation de ces protéines n'est donc pas décelable.

- La solubilité des protéines myofibrillaires augmente nettement au cours des quatre premiers mois de conservation, puis se stabilise. Après avoir marqué une baisse après 12 mois et une augmentation nette après 16 mois de conservation, les résultats après 20 mois de stockage sont identiques à ceux obtenus à 4 et 8 mois.

L'augmentation au cours des quatre premiers mois s'explique par le fait que les déterminations de solubilité au temps initial ont été effectuées alors que le muscle était en pleine « rigor mortis » et on sait que la solubilité des protéines myofibrillaires décroît aussitôt après l'abattage, pour passer par un minimum pendant la « rigor mortis », puis croît ensuite, avant de décroître à nouveau en cas de dénaturation.

Nous ne pensons pas que la baisse de solubilité enregistrée à 12 mois, puis à 20 mois par rapport à 16 mois, reflète une dénaturation, car si cela était, la quantité d'eau restant liée aux protéines devrait diminuer puisque les protéines myofibrillaires sont les responsables de cette liaison ; cette diminution n'a pas lieu. Par contre, il est possible qu'il y ait une certaine dénaturation

de ces protéines au début du stockage, correspondant à la baisse de la quantité d'eau restant liée, dénaturation dont l'étude de la solubilité des protéines ne rend pas compte en raison de sa faible valeur au temps initial.

3° Apparition de produits de dégradation.

Ammoniac :

La teneur en ammoniac augmente régulièrement avec la durée de conservation, mais reste néanmoins à un niveau très bas. En effet, le taux atteint au bout de 20 mois de stockage est de 10 mg pour 100 g de tissu frais et correspond aux valeurs citées dans la littérature pour les viandes fraîches. Il n'y a donc pratiquement pas de désamination au cours du stockage.

Déphosphorylation des nucléotides :

Le pourcentage de formes déphosphorylées des nucléotides croît régulièrement au cours de la conservation. Toutefois, cette déphosphorylation est assez limitée, puisque les valeurs obtenues après 20 mois de stockage sont inférieures ou au plus égales à celles enregistrées dans la viande fraîche après 8 jours.

4° Evolution de l'activité protéolytique.

Les taux d'activité libre, exprimés par rapport à l'activité totale initiale dans la viande fraîche, sont sensiblement constants pendant une durée de 1 an. Par la suite, on observe une augmentation nette. Dans la viande fraîche, l'activité protéolytique libre est inférieure à 5 % de l'activité totale ; on assiste donc à une libération importante de cette activité ; mais cette libération a probablement lieu au cours du processus de décongélation et non au cours du stockage puisqu'on n'observe pratiquement pas d'augmentation des produits de dégradation des protéines. L'augmentation d'activité libre après un an de stockage doit s'expliquer par une fragilisation des organites intracellulaires auxquels ces enzymes sont fixés.

5° Evolution des lipides.

La détermination du pourcentage d'acides gras libres dans les lipides totaux montre que la lipolyse reste très faible pendant les seize premiers mois de stockage. On assiste ensuite à une élévation de la lipolyse.

L'oxydation des lipides mesurée par le test à l'acide thiobarbiturique montre que ce taux est très bas. Toutefois, la signification de ce dosage peut être discutée, car la malonaldehyde peut se fixer aux protéines musculaires en particulier à la myosine (KWON et al., 1965) et le résultat obtenu ne rend probablement pas compte de toute la malonaldehyde formée.

6° Evolution de ces viandes après décongélation.

Jusqu'au seizième mois de conservation, les différentes déterminations ayant été effectuées aussitôt après la décongélation, nous avons voulu voir si ces viandes, dont les constituants n'ont pas évolué de façon importante au cours du stockage, ne risquent pas de se détériorer très vite si on est amené à les conserver à + 4 °C après la décongélation. Lors de la décongélation à 20 mois, nous avons effectué les déterminations aussitôt après décongélation sur la moitié des échantillons, l'autre moitié étant étudiée après un séjour de 48 h à + 4 °C.

Pour aucun des facteurs considérés, nous n'avons décelé de différence significative entre ces deux traitements.

CONCLUSION

Dans nos conditions expérimentales de conservation à -20°C sous emballage étanche et sous vide partiel, les constituants de la viande de porc ne semblent pas profondément altérés au bout d'une durée de conservation de 20 mois. On peut toutefois faire les remarques suivantes :

- les teneurs en NH_3 et le taux de déphosphorylation des nucléotides sont du même ordre de grandeur que ceux observés dans la viande fraîche ;
- l'oxydation des lipides semble réduite tout au long de la durée de conservation, mais nous avons vu qu'il convient de faire quelques réserves sur la signification des résultats obtenus. Par contre, la lipolyse, pratiquement inexistante jusqu'à 16 mois, se manifeste au vingtième mois ;
- les protéines ne subissent pas de dénaturation importante au cours du stockage, ce qui se manifeste par la relative constance de la quantité d'eau restant liée, après une baisse initiale ;
- l'exsudation qui se produit au cours de la décongélation est de plus en plus importante au fur et à mesure que la durée de conservation augmente. Au bout de 16 à 20 mois, l'importance de l'exsudat représente une perte non négligeable ;
- bien que les activités hydrolytiques libres soient quatre à cinq fois plus élevées que dans la viande fraîche, aucune évolution des constituants de la viande n'est décelable au cours des 48 h suivant la congélation.

Certains auteurs (LAWRIE, 1966 ; BELLSTEDT, 1968) limitent les possibilités de conservation de la viande de porc à -20°C à 6 mois en raison du rancissement des lipides. Dans nos conditions expérimentales, nous observons que cette durée peut être d'un an au moins sans aucune modification des caractéristiques de la viande et jusqu'à 20 mois avec des modifications minimales. Nous pensons que le fait d'avoir placé nos échantillons en sacs étanches et sous vide a permis la prévention de l'oxydation des lipides qui, outre l'absence de rancissement, est vraisemblablement responsable de la non-évolution des protéines myofibrillaires (AWAD et al., 1968). Ceci se traduit à la fois par une limitation des pertes par exsudation lors de la décongélation et la constance de l'eau « liée » aux protéines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AWAD A., POWRIE W.D., FENNEMA O., 1968 - J. Food Sci., 33, 227-235.
 BELLSTEDT N., 1968 - Fleischwirtschaft, 48, 31-36.
 FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G.H., 1957 - J. Biol. Chem., 226, 497.
 GOUTEFONGEA R., 1966 - Ann. Zootech., 15, 291-295.
 KWON T.W., 1965 - J. Food Sci., 30, 808-813.
 LAWRIE R.A., 1966 - In Meat Science. P. 204. Pergamon Press. London.
 TARLADGIS B.G., PEARSON A.M., DUGAN L.R., 1964 - J. Sci. Fd Agric., 15, 602-607.
 VALIN C., 1970 - Ann. Biol. Anim. Biochem. Biophys., 2, 313-316.

TABLEAU I

Evolution des caractéristiques physicochimiques du muscle de porc congelé à -20°C
au cours d'une conservation de 20 mois

Durée de conservation	Temps initial	4 mois	8 mois	12 mois	16 mois	20 mois
Pertes à la décongélation (% du poids frais)	0	1,2 \pm 0,2	3,2 \pm 0,5	4,7 \pm 0,5	4,7 \pm 0,7	5,7 \pm 1,0
Eau restant liée (g/g de matière sèche)	2,23 \pm 0,15	1,87 \pm 0,28	1,96 \pm 0,20	1,95 \pm 0,24	2,04 \pm 0,21	1,99 \pm 0,11
Azote non protéique (% N total)	12,3 \pm 0,8	12,4 \pm 0,5	10,9 \pm 0,4	10,5 \pm 0,8	12,9 \pm 0,8	12,7 \pm 0,8
Protéines sarcoplasmiques (% N total)	25,1 \pm 1,9	23,8 \pm 1,5	24,5 \pm 2,3	21,0 \pm 2,8	26,7 \pm 2,4	25,0 \pm 1,3
Protéines myofibrillaires (% N total)	31,3 \pm 4,0	40,5 \pm 2,8	40,3 \pm 3,0	35,5 \pm 4,5	49,7 \pm 4,0	40,5 \pm 1,3
NH ₃ : mg/100 g de tissu frais ..	8,0 \pm 0,5	8,7 \pm 0,5	8,5 \pm 0,5	9,3 \pm 0,3	9,4 \pm 0,7	10,0 \pm 0,2
Nucléotides : % de formes déphosphorylées	26,5 \pm 5,2	37,0 \pm 4,2	41,3 \pm 7,6	37,8 \pm 3,7	48,8 \pm 2,9	49,3 \pm 3,2
Activité protéolytique libre (% activité totale initiale)	< 5	29,0 \pm 3,4	29,0 \pm 7,5	27,6 \pm 10,2	47,0 \pm 9,4	48,0 \pm 2,9
Acides gras libres : % lipides totaux	< 1	1,0 \pm 0,4	1,6 \pm 0,6	1,5 \pm 0,7	1,5 \pm 0,2	4,4 \pm 1,1
Oxydation des lipides : mg de malonaldehyde / kg de tissu frais	0,15 \pm 0,02	0,22 \pm 0,06	0,34 \pm 0,04	0,10 \pm 0,02	0,37 \pm 0,07	0,18 \pm 0,02