

ÉTUDE DU POUVOIR DE RÉTENTION D'EAU DE LA VIANDE DE PORC

I. — VARIATIONS EN FONCTION DU pH

R. GOUTEFONGEA (*)

avec la collaboration technique de Denise GUENE et J.-P. SUQUET

*Laboratoire de Recherches sur la Viande,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Une étude de la variation du pouvoir de rétention d'eau du muscle en fonction du pH a été réalisée sur des échantillons musculaires normaux et exsudatifs prélevés sur 8 porcs de race *Large White* et pesant 100 kg environ. Ces animaux étaient répartis en deux groupes de 4, un groupe constitué d'individus normaux, l'autre d'animaux exsudatifs.

— Les courbes d'évolution du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH montrent un minimum au voisinage de pH 5,0 et deux maxima, l'un en zone basique, l'autre en zone acide.

— La comparaison de ces courbes, établies aussitôt après la mort et 24 heures après, pour les deux types d'échantillons, montre une réduction nette du pouvoir de rétention d'eau des échantillons exsudatifs dans la zone des pH basiques au cours de la *rigor mortis*.

— Ce phénomène peut s'interpréter comme une conséquence de modifications éventuelles du réseau formé par les chaînes protéiques en raison de la formation possible de ponts intramoléculaires dus à des cations métalliques divalents.

L'importance économique des problèmes liés au pouvoir de rétention d'eau de la viande est telle qu'elle a entraîné de nombreux travaux visant à l'étude de son déterminisme. Nous pouvons citer en particulier HAMM, sur le Bœuf et le Porc (nombreuses études citées dans HAMM (1960), WIERBICKI et al, (1957 a, 1957 b, 1958) sur les mêmes espèces et SWIFT et BERMAN (1959) sur le Bœuf.

Si le pouvoir de rétention d'eau a un rôle essentiel dans toutes les espèces, il revêt une importance toute particulière dans l'espèce porcine, où l'affection, nommée myopathie exsudative et dépigmentaire (*watery pork, pale, soft, exsudative condi-*

(*) Adresse actuelle : Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires, 63-Theix, près Clermont-Ferrand.

tion) se caractérise par des valeurs particulièrement basses de cette caractéristique musculaire.

Dans le muscle, l'eau est liée, pour une grande part, aux protéines myofibrillaires. La capacité de rétention d'eau de ces dernières est fonction de deux phénomènes (HAMM, 1959).

— La charge des protéines, qui définit le nombre de groupements chargés susceptibles de fixer des molécules d'eau et d'être ainsi entourés d'un cortège d'hydratation.

— L'effet stérique, conséquence du masquage de certaines charges et des modifications concomitantes du réseau formé par les chaînes protéiques, qui se manifestent au niveau des possibilités d'accès des molécules d'eau à l'intérieur de ce réseau. Ce phénomène est d'ailleurs le responsable principal à invoquer dans le problème que nous étudions, car nous avons observé (GOUTEFONGEA résultats non publiés) que la différence de pouvoir de rétention d'eau existant entre viandes normales et exsudatives de porc ne mettait pas en cause l'eau liée *sensu stricto*, c'est-à-dire les molécules d'eau fixées directement et fortement par des groupements chargés.

Cependant, ces deux phénomènes sont étroitement liés, car une variation du nombre de charges libres entraîne des modifications du réseau polypeptidique, et par conséquent de l'effet stérique.

L'influence du pH sur le pouvoir de rétention d'eau des protéines musculaires peut d'ailleurs s'expliquer ainsi : au point isoélectrique, les protéines ont un minimum de charges et le réseau est resserré, ce qui correspond au minimum de pouvoir de rétention d'eau observé. Quand le pH évolue vers la zone acide ou la zone basique, l'apparition de charges de même signe provoque un relâchement du réseau, correspondant à l'augmentation de pouvoir de rétention d'eau constatée de part et d'autre du point isoélectrique.

En soumettant des échantillons musculaires d'origines différentes, et ayant subis différents traitements, à la détermination du pouvoir de rétention d'eau à divers pH, on peut observer des évolutions différentes du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH, correspondant à des modifications au niveau du réseau protéique.

Nous relatons ici les résultats que nous avons obtenus en soumettant à cette technique des échantillons de muscle de porc normal et exsudatif, aussitôt après l'abattage et 24 heures après.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Les 8 animaux utilisés dans cette étude étaient de race *Large White* et pesaient 100 ± 5 kg. Ils provenaient de la Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs du C. N. R. Z.

Afin de disposer d'échantillons à pouvoirs de rétention d'eau extrêmes, nous avons choisi les animaux expérimentaux de la manière suivante :

aussitôt après la saignée, effectuée sous électronarcose, une détermination du pH (pHmètre portatif EIL 30 C, muni d'une électrode duplex) était effectuée directement au niveau de la première vertèbre lombaire dans le muscle *Longissimus dorsi*. Cette mesure permet de déterminer, avec une certaine sûreté, le comportement ultérieur du muscle.

Sur 4 porcs présentant des pH ainsi déterminés supérieurs à 7,0 et sur 4 porcs pour lesquels ces pH étaient inférieurs à 6,3, on a effectué un prélèvement rapide d'environ 100 g dans la région lombaire du muscle *Longissimus dorsi*. Ces échantillons ont été immédiatement soumis à l'étude des variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH par la technique suivante :

Après broyage dans un hachoir équipé d'une grille à trous de 3 mm de diamètre, on homogénéisait dans un bécher de 30 ml 5 g de broyat, 5 ml d'eau distillée et 5 ml d'un mélange HClN + NaOH N, mélange en proportions variables permettant d'obtenir, après homogénéisation, des pH variant d'environ 1,50 à 11,50. Après mesure du pH, une détermination en double du pouvoir de rétention d'eau de chaque homogénat était effectuée selon la méthode décrite par GOUTEFONGEA (1966).

Après le prélèvement, les carcasses étaient traitées par la méthode classique, échaudage, éviscération et fente, et mise en chambre froide à + 4°C, 2 heures après l'abattage.

24 heures après, un nouveau prélèvement était effectué sur le muscle *Longissimus dorsi*, au voisinage de celui effectué la veille et cet échantillon était soumis à l'étude des variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH par la technique précédente.

En outre, on réalisait sur un échantillon du même muscle la détermination du pH, du pouvoir de rétention d'eau et de la teneur en matière sèche.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Le tableau I rassemble les caractéristiques physico-chimiques mesurées sur chaque échantillon soumis par ailleurs à l'étude des variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH, à savoir :

pH 0 : mesure aussitôt après la saignée.

pH ultime : mesure 24 h *post mortem*.

Pouvoir de rétention d'eau : mesure 24 h *post mortem*.

Teneur en matière sèche.

TABLEAU I

Caractères physico-chimiques des échantillons soumis à l'étude des variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH

		pH 0	pH ultime	Pouvoir de rétention d'eau (% d'eau libre)	Matière sèche (%)
Normaux	1	7,01	5,88	14,7	24,7
	2	7,12	5,95	15,6	25,4
	3	6,95	5,78	12,3	24,7
	4	7,05	6,10	11,4	25,2
	moyenne	7,03	5,93	13,2	25,0
Exsudatifs	1	6,05	5,37	33,3	25,0
	2	6,22	5,48	28,2	24,8
	3	6,18	5,50	26,7	25,1
	4	6,34	5,34	30,1	25,7
	moyenne	6,15	5,42	29,6	25,2

On note que la différenciation des deux types d'échantillons est nette quand on considère le pH (pH 0 ou pH ultime) ou le pouvoir de rétention d'eau mais que, par contre, les teneurs en matière sèche sont très voisines. Ce dernier point est d'ailleurs un fait bien établi (MESLE et *al.*, 1960).

Les variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH, enregistrées sur

les échantillons normaux et exsudatifs, aussitôt après l'abattage et 24 heures après, sont représentées figures 1 et 2.

Compte tenu de l'homogénéité des résultats, pour chaque type de muscle, nous avons considéré les moyennes des 4 échantillons des deux types. Nous avons exprimé le pouvoir de rétention d'eau par l'eau fixée ou perdue par l'échantillon initial en pourcentage de son poids.

On peut noter que dans tous les cas, les courbes de variation du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH montrent un minimum de rétention d'eau au voisinage de pH 5,00 et deux maxima se situant aux environs de pH 2,00 et de pH 11,00. L'existence de ce minimum situé au voisinage du point isoélectrique des protéines myofibrillaires, a été mise en évidence par plusieurs auteurs, en particulier GRAU et HAMM (1953).

L'ensemble de ces résultats est en assez bon accord avec ceux obtenus par HAMM (1959) sur du muscle de bœuf.

Les courbes de variation du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH établies aussitôt après l'abattage, ne montrent aucune différence significative entre animaux normaux et exsudatifs. Par contre, la comparaison de ces mêmes courbes à celle établies 24 heures après la mort permet les observations suivantes :

Muscles normaux: (fig. 1)

Les deux courbes sont très semblables. Le décalage de la courbe 24 heures par rapport à la courbe 0 heure doit correspondre, bien qu'étant beaucoup moins net,

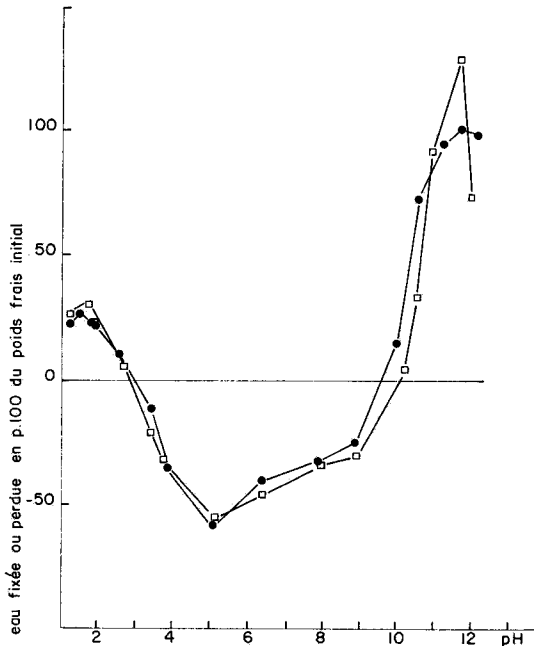


FIG. 1. — Variation du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH d'un muscle normal

□ — □ aussitôt après l'abattage
● — ● 24 heures post mortem

aux résultats obtenus par HAMM (1959) sur du muscle de bœuf et montrant une diminution du pouvoir de rétention d'eau aux pH basiques entre 0 et 24 heures *post mortem*.

Muscles exsudatifs: (fig. 2)

Ici, la différence entre les deux courbes est beaucoup plus marquée. Si aucune différence sensible n'est notée en zone acide, ni au minimum de pouvoir de rétention d'eau, par contre, la courbe 24 heures est nettement plus basse par rapport à la courbe 0 heure en zone basique.

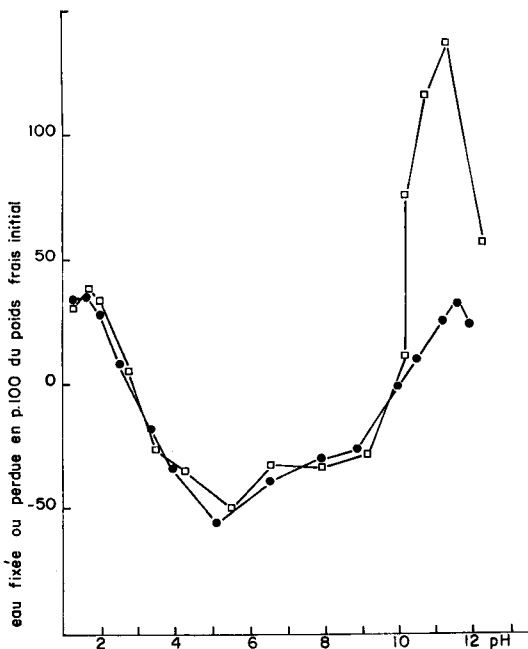


FIG. 2. — Variations du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH d'un muscle exsudatif

□ — □ aussitôt après l'abattage
● — ● 24 heures *post mortem*

Une telle réduction du pouvoir de rétention d'eau, se produisant entre le moment de l'abattage et 24 heures après, peut s'expliquer par une réduction du nombre des charges libres entraînant une modification de conformation des chaînes protéiques et un resserrement du réseau formé par les chaînes polypeptidiques. Si ces changements de conformation étaient dus à la formation de liaisons électrostatiques ou hydrogène, leur effet maximum sur le pouvoir de rétention d'eau aurait lieu dans la zone du point isoélectrique. Pour expliquer la modification observée ici, on doit faire appel à la formation de ponts intramoléculaires qui jouent un rôle important dans la structure des protéines aux pH supérieurs au point isoélectrique (HAMM, 1960). Parmi les responsables possibles de la formation de ces ponts, on peut envisager les cations métalliques divalents, comme le calcium et le magnésium.

CONCLUSION

L'étude de la variation du pouvoir de rétention d'eau en fonction du pH, effectuée sur des échantillons de muscles de porcs normaux et exsudatifs, aussitôt après la mort et 24 heures après, nous montre une évolution différente au cours de ces 24 heures, de l'influence du pH sur le pouvoir de rétention d'eau. A la suite des résultats que nous avons enregistrés ici, on peut formuler l'hypothèse suivante :

Au cours des 24 heures suivant l'abattage, il se produit des changements de conformation des chaînes polypeptidiques des protéines myofibrillaires correspondant en partie au moins à la formation de ponts intramoléculaires dus à des cations divalents, comme le calcium et le magnésium (GOUTEFONGEA, 1968). Ces changements de conformation entraînent une réduction du pouvoir de rétention d'eau, et leur amplitude est plus importante dans les muscles exsudatifs.

Reçu pour publication en octobre 1968.

SUMMARY

WATER HOLDING CAPACITY OF PORK MUSCLE

I. — EFFECT OF PH

Investigations on the effect of pH on water holding capacity of pork muscle were carried out on two experimental batches of 4 normal and 4 watery *Large White* pigs of average weight 100 kg (table 1).

Water holding curves reach a minimum at pH 5.0 and two peaks at pH 2.0 and 11.0 (fig. 1 and 2).

Curves established immediately after death are similar in normal and watery animals. Comparison with curves established 24 hours after death points out a considerable decrease in water holding capacity in watery animals (fig. 2). This can be interpreted as a consequence of possible alterations in protein chains during the *rigor mortis* because of the formation of intramolecular cross linkages due to bivalent metal cations (Mg^{++} , Ca^{++}).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- GOUTEFONGEA R., 1966. Étude comparative de différentes méthodes de mesure du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. *Ann. Zootech.*, **15**, 291-295.
- GOUTEFONGEA R., 1969. Étude du pouvoir de rétention d'eau de la viande de porc. II. Influence du calcium et du magnésium. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 117-122.
- GRAU R., HAMM R., 1953. Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften*, **40**, 29-30.
- HAMM R., 1959. Biochemistry of meat hydration. *Proc. 11th Research Conf. Am. Meat Inst., Circ.*, **50**, 17-23.
- HAMM R., 1960. Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.*, **10**, 355-463.
- MESLE L., CHARPENTIER J., GOUTEFONGEA R., DUMONT B. L., 1960. Note sur la variation des caractéristiques physico-chimiques de la musculature du membre postérieur du porc. *VIIth meeting of Meat Research Institutes*, Utrecht, August 29th-September 3rd.
- SWIFT C. E., BERMAN M. D., 1959. Factors affecting the water retention of beef. I. Variations in composition and properties among eight muscles. *Food Technol.*, **13**, 365-371.
- WIERBICKI E., KUNKLE L. E., DEATHERAGE F. E., 1957 a. Changes in the water holding capacity and cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meat as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technol.*, **11**, 69-73.
- WIERBICKI E., CAHILL V. R., DEATHERAGE F. E., 1957 b. Effects of added sodium chloride, potassium chloride, calcium chloride, magnesium chloride and citric acid on meat shrinkage at 70°C and of added sodium chloride on drip losses after freezing and thawing. *Food Technol.*, **11**, 74-76.
- WIERBICKI E., DEATHERAGE F. E., 1958. Determination of water holding capacity of fresh meat. *J. Agric. Food. Chem.*, **6**, 387-392.