

ETUDE DE L'ACTIVITE CATALASIQUE DES VIANDES DE PORC ET DE BOEUF

C 2

J. Rozier

Certains défauts de coloration des saucissons secs, verdissement, brunissement, sont attribués à une metmyoglobinisation par l'eau oxygénée formée par des microorganismes, surtout les lactobacilles. Cette peroxydation intéresse également les lipides (WAHLROOS et NINIVAARA, 1969; TJABERG et coll., 1969). Il est remarquable que ces phénomènes se produisent rapidement pour les saucissons demi secs obtenus avec la delta-glucono-lactone. Il faut supposer que les peroxydes et l'eau oxygénée, en particulier, ne sont pas détruits faute de catalase.

Or l'activité catalasique du saucisson a deux origines: le muscle et les microorganismes, en particulier les microcoques. Si dans certaines circonstances, l'activité catalasique du tissu musculaire disparaît sans être remplacée par celle des bactéries qui n'ont pu se développer suffisamment, les altérations apparaissent. Les mesures de l'activité catalasique de saucissons demi secs type danois de coloration défectueuse ont d'ailleurs montré leur faible pouvoir de décomposition de l'eau oxygénée par rapport à des saucissons secs français, dans des proportions de 1 à 8. Or les premiers ont un pH de 4,8, les seconds de 5,6. Quelles sont les propriétés des catalases musculaires et leur devenir dans la maturation du saucisson sec. Cette étude concerne surtout le Porc et le Boeuf, les deux espèces les plus employées dans ces fabrications.

1 - Matériel et méthodes d'étude.

L'étude de l'activité catalasique de la viande a porté sur la partie supérieure du muscle semi-membraneux de carcasse d'animaux abattus depuis une huitaine de jours. Le prélèvement musculaire est broyé dans "n" fois son volume d'eau ou de solution saline à l'aide d'un mixer à rotation rapide. Le catalasimètre utilisé est inspiré de celui qui sert à l'examen du lait. Il comprend un flacon de verre de 100 cm.³ environ, fermé à l'aide d'un bouchon de caoutchouc perforé en son milieu pour recevoir un petit tube de 5 cm. de longueur. Une quantité déterminée de broyat de viande est introduite dans le récipient qui reçoit un tube biseauté contenant 10 cm.³ d'eau oxygénée titrant exactement quatre volumes. Après fermeture l'ensemble est plongé dans un bain-marie jusqu'à équilibre thermique. Le broyat et l'eau oxygénée sont mélangés par agitation au temps 0. L'ouverture du tube à dégagement gazeux est alors libérée sous une éprouvette graduée renversée. Le volume de gaz dégagé est noté au bout de périodes fixes.

La quantité optimale de broyat de viande à mettre en oeuvre a été précisée par des essais successifs. En deçà et au delà de cette quantité, le dégagement est moins important. D'un côté l'enzyme est en dose insuffisante, de l'autre, le substrat est saturé. Ces conditions fixées il a été possible d'examiner l'influence d'un certain nombre de facteurs sur l'activité diastatique.

Les variations de pH du mélange ont été obtenues par adjonction de solutions normales de soude et d'acide chlorhydrique.

Les teneurs en sel sont celles du broyat.

L'étude de l'action du chauffage a été menée classiquement par élévation rapide de la température d'une petite quantité de broyat dans un tube à essai plongé dans l'eau chaude, maintenu pendant un temps déterminé à température choisie et refroidi immédiatement sous courant d'eau froide.

Le dosage de l'activité catalasique a été réalisé par comparaison de dilutions croissantes de catalase microbienne de référence avec des quantités connues de viande.

L'extraction de l'enzyme a été essayée à l'aide d'eau distillée et de diverses solutions salines de composition classique dans l'étude des protéines musculaires.

II - Résultats.

a) Influence du pH (Fig. 1)

L'activité catalasique du muscle est élevée à 25°C entre pH 7 et pH 10. Elle disparaît presque totalement à pH 11. Dans les solutions acides, l'activité baisse plus progressivement et devient faible pour pH 5, presque nulle pour pH 4. Il faut noter que l'optimum est situé dans les valeurs légèrement basiques. Chez le Boeuf un minimum est observé à pH 10,5 un pic d'activité est constaté à pH 10,75. Ce dernier n'est pas observé chez le Porc.

b) Influence de la température (Fig. 2)

Toutes autres conditions par ailleurs égales, les courbes de l'activité catalasique en fonction de la température offrent plusieurs pics situés à des endroits différents selon les espèces. L'étude a été menée chez le Porc, le Boeuf, la Chèvre et le Cheval. Pour tous les échantillons l'action enzymatique tend à disparaître aux environs de 60°C. Elle diminue avec la température en dessous de 20°C, à 0°C elle est faible pour le Porc, moyenne pour le Cheval et le Boeuf, encore forte pour la Chèvre.

c) Influence du sel

À la température de 25°C et pour un pH réglé à 7,35, le chlorure de sodium à des concentrations croissantes de 0 à 15% du broyat (ou de 0 à 7,5% du mélange broyat et eau oxygénée) a, jusqu'à 3p. 100, un effet légèrement favorable qui devient défavorable pour les taux salins supérieurs.

Tableau No 1 - Influence du sel sur l'activité catalasique du muscle de Porc et de Boeuf

Concentration du NaCl en p. 100 du broyat au 1/5	Boeuf	
	Porc	Boeuf
0	40	37
1	43	44
2	45	48
3	16	47
4	41	44
5	42	44
6	40	45
7	42	45
8	36	45

9	36	45
10	38	41
15	33	41
20		38
25		35
30		31

d) Effets combinés du pH et du sel (Fig. 3)

Les variations de pH de broyat de muscle dilués au 1/5 et salés à 7 et 15 p. 100 de NaCl ont des effets sur l'activité catalasique comparables à ceux observés pour le muscle frais non salé. Le sel semble néanmoins favoriser l'action des catalases en zone acide chez le Boeuf alors qu'il ne le fait pas chez le Porc.

e) Effets du chauffage

Un broyat de viande fraîche de Porc ou de Boeuf, perd ses propriétés catalasiques lorsqu'il a été maintenu à 62°C pendant 5 minutes.

f) Dosage et extraction

La teneur du muscle en catalase est d'environ 100 fois inférieure à celle du foie. Par ailleurs, l'activité enzymatique de 10 ml. de broyat de muscle de Porc au cinquième à 25°C pour un pH de 7,45 est comparable à celle de 10 ml. de solution de catalase microbienne (pH opt. 7) contenant 50 U. Le muscle de Porc contiendrait donc environ 250 unités par gramme. Le muscle de Boeuf en contiendrait 2 à 5 fois plus car cette teneur est variable d'un muscle à l'autre. Elle est, en général, plus élevée dans les muscles foncés. A l'intérieur d'un même muscle, l'activité catalasique n'est pas la même et varie en fonction de la couleur. Notons enfin, que dans ce domaine, il existe des différences sensibles entre le muscle de carcasse normale et celui de carcasses à caractère exsudatif pour toutes valeurs de pH, ce dernier présentant une activité nettement moins élevée.

L'étude de la solubilité des catalases montre qu'elles suivent le sort des protéines qui sont à la fois hydro et salinosolubles.

Dans la fibre musculaire la plus connue est la myoglobine. C'est ainsi qu'une extraction par l'eau distillée à un meilleur rendement que celle avec une solution tampon phosphate 0,04 M agissant pendant 16 heures ou celle avec la solution de Weber Edsall agissant pendant 24 heures. Ces catalases sont dénaturées par l'acide trichloracétique à 5%. Elles se comportent donc comme des protéines.

Discussion.

Les données bibliographiques confirment les résultats obtenus. L'intérêt de l'étude de la catalase provient de la simplicité de la méthode d'étude. Selon NEILANDS et STUMPF (1955) et DIXON et WEBB (1964), les catalases peuvent être considérées comme des formes de peroxydases s'accouplant avec l'eau oxygénée. Le comportement et le mécanisme d'action de ces enzymes au groupement prosthétique ferri-protoporphyrrique est probablement le même.

Bien que l'activité catalasique du muscle soit considérée comme faible par les auteurs, elle n'est pas négligeable et son rôle dans la technologie carnée peut être impor-

L'influence du pH est la même sur les activités catalasiques du foie et du muscle. REED (1966) avait déjà indiqué que la catalase hépatique n'est plus active pour des pH inférieurs à 5,3. A l'inverse les catalases de certains microcoques ont un pH optimum de 5. Cette notion est très importante, appliquée à l'étude du saucisson sec.

Dans la mēlée fraîche composée de maigre, gras et ingrédients habituels, l'activité catalasique est forte et son pH d'action optimum est situé à environ 7,5. A la fin de l'étuvage (36 h. à 25°C) l'activité catalasique présente deux pH optimum: l'un situé à 7,5, et l'autre à 4,5 (voir fig. 4). Cette variation correspond à une multiplication des microcoques qui, spontanément, peuvent se trouver au taux de 10^6 à 10^7 cellules bactériennes par gramme de mēlée. Ces deux pics d'activité se retrouvent après 10, 15 et 21 jours. Si les microcoques ne se développent pas, la mēlée perd vite toute propriété catalasique du fait de l'abaissement du pH.

Dans les saucissons demi secs de type danois ou allemand, l'acidification est rapide et intense puisque le pH descend rapidement à des valeurs comprises entre 4,6 et 5. Si la chute du pH est trop rapide les microcoques ne peuvent se développer de façon suffisante. La myoglobine et les graisses seront le siège de peroxydation. C'est l'exemple classique des saucissons traités à la delta-glucono-lactone. Pour les saucissons français soumis à un autre traitement, la chute du pH est plus faible (5,2 - 5-4) et plus lente (7 à 10 jours). Les microcoques ont le temps de se développer et les catalases musculaires ne sont pas totalement inhibées. Si bien que les altérations de couleur et d'oxydation des lipides ne sont jamais rencontrées. Dans les produits, siège d'une acidification intense et rapide, l'adjonction de microcoques en quantité suffisante est indispensable. Même s'ils ne se multiplient pas ils constituent un apport de catalase active. Ainsi les levains lyophilisés de microcoques contenant 10^{11} germes par gramme ont, à la concentration de 0,5 p.1000 une activité catalasique légèrement supérieure à celle de la viande pour un pH de 5. Il n'est pas nécessaire que les germes soient revivifiés pour manifester cette propriété. Bien que ne se multipliant pas dans certains cas dans la pâte, ils interviennent néanmoins par leurs propriétés enzymatiques.

Notons aussi que pour les saucissons secs français, la maturation s'accompagne soit de l'apparition de moisissures externes appartenant le plus souvent au genre *Penicillium*. REED (1966) indique que ces espèces possèdent une catalase dont l'activité est manifestée entre pH 2 et 7. Cette flore s'oppose donc à l'oxydation externe et explique que les produits sur lesquels elle ne s'est pas développée jaunissent et prennent une odeur caractéristique et une saveur piquante dans les parties superficielles peu favorables à la croissance de la plupart des microcoques.

Par ailleurs, l'étude de la résistance des catalases à la chaleur peut permettre d'apprécier la pasteurisation des viandes.

Conclusion.

Cette étude permet d'apporter quelques éclaircissements dans certains mécanismes de la maturation du saucisson sec, de nombreux points restent à éclaircir quant à l'étude systématique des catalases musculaires: examen des facteurs de son activité, nature et localisation dans la cellule musculaire. Une analyse électrophorétique des protéines musculaires apporterait sans doute des éclaircissements. Enfin, dans le choix des souches microbiennes pour saucisson sec, il est nécessaire de tenir compte de leur catalase et des conditions de leur activité: pH optimum et intensité en fonction de leur nombre.

BIBLIOGRAPHIE.

1. DIXON (M.) et WEBB (E.C.) - Enzymes - 2ème Edit. LONGMANS, GREEN and Co Ltd. London, 1964.
2. NEILANDS (J.B.), STUMPF (P.K.) - Outlives of Enzyme chemistry - 2ème édition - New York, 1955 (John Wiley & Sons, Inc.)
3. REED (G.) - Enzymes in Food Processing - Academic Press, New-York, 1966
4. TJABERG (T.B.), Haugam (M.), et NURMI (E.) - Studies on discoloration of Norwegian salami sausage 15th. European meeting of Meat Research workers, Helsinki, 1969
5. WAHLROOS (O.) et NIINIVAARA (F.P.) - Chemical changes in lipids and sulfur containing substances during ripening of raw sausage. 15th. European Meeting of Meat Research workers, 1969, Helsinki.

LEGENDES DES FIGURES.

- Figure 1 : Influence du pH sur l'activité catalasique du muscle - de Porc et + de Boeuf (broyat au 1/5 : 10 cm.3 pour le Porc, 4 cm.3 pour le Boeuf - 10 ml d'eau oxygénée à 4 volumes - mesure effectuée à 25°C au bout de 10 minutes).
- Figure 2 : Influence de la température sur l'activité catalasique du muscle de Porc et + de Boeuf (broyat au 1/5 : 10 cm.3 - eau oxygénée à 4 volumes : 10 cm.3 - lecture au bout de 5 minutes).
- Figure 3 : Influence du sel et du pH sur l'activité catalasique du muscle de Boeuf (broyat au 1/5 : 10 cm.3 - eau oxygénée à 4 volumes : 10 cm.3).
- Figure 4 : Influence du pH sur l'activité catalasique de la pâte d'un saucisson sec français après étuvage (broyat au 1/5 : 10 cm.3 - eau oxygénée à 4 volumes : 10 ml température : 25°C).

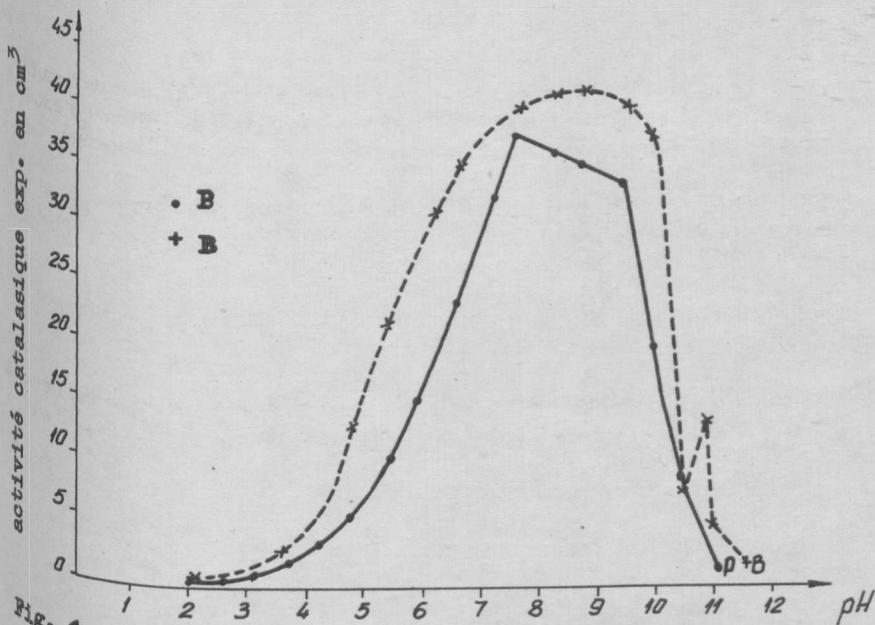


Fig. 1 - Influence du pH sur l'activité catalasique du muscle de Porc et de Boeuf

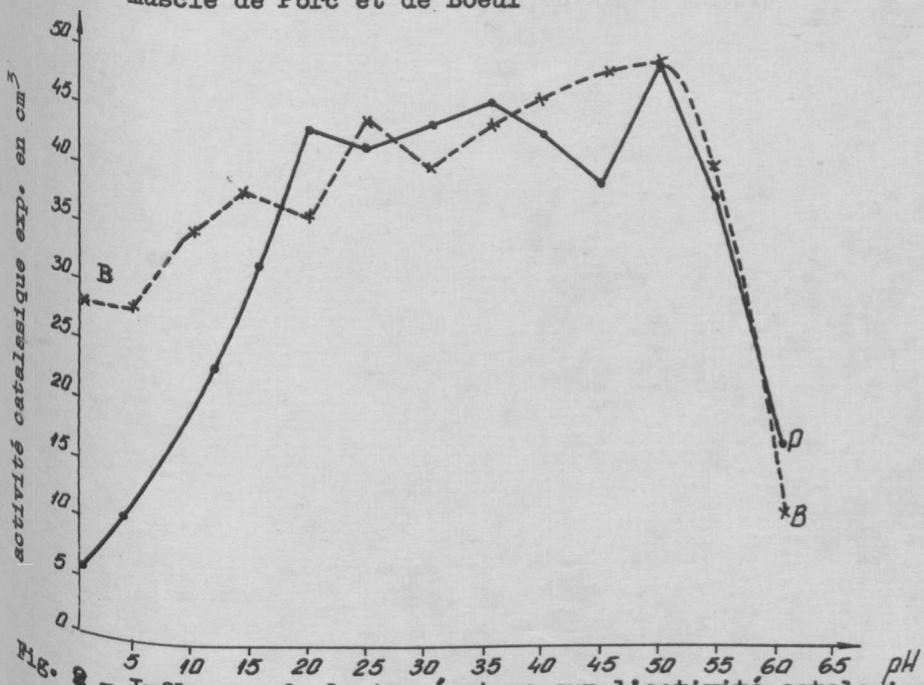


Fig. 2 - Influence de la température sur l'activité catalasique du muscle de Porc et de Boeuf

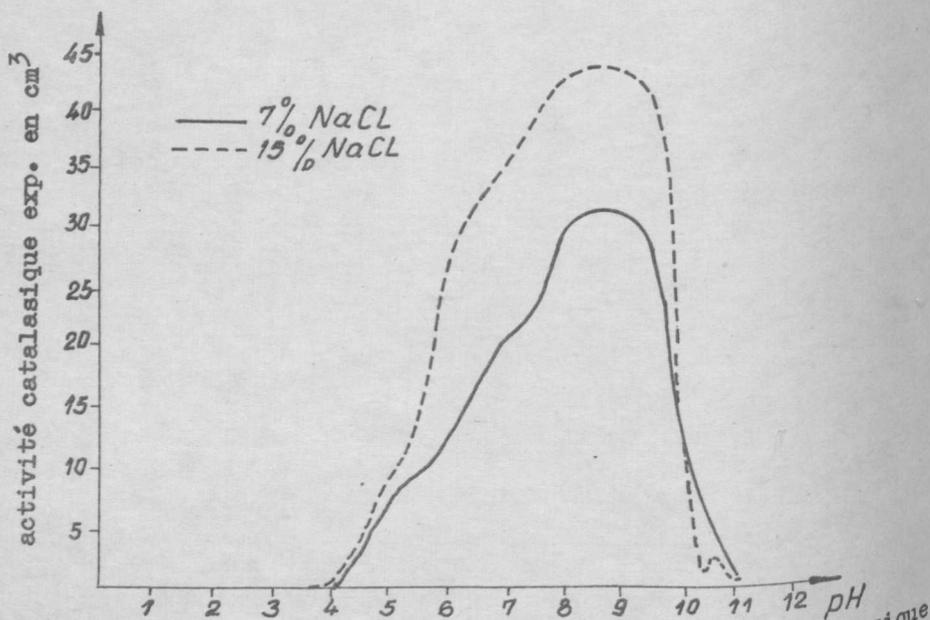


Fig. 3 - Influence du sel et du pH sur l'activité catalasique du muscle du Boeuf

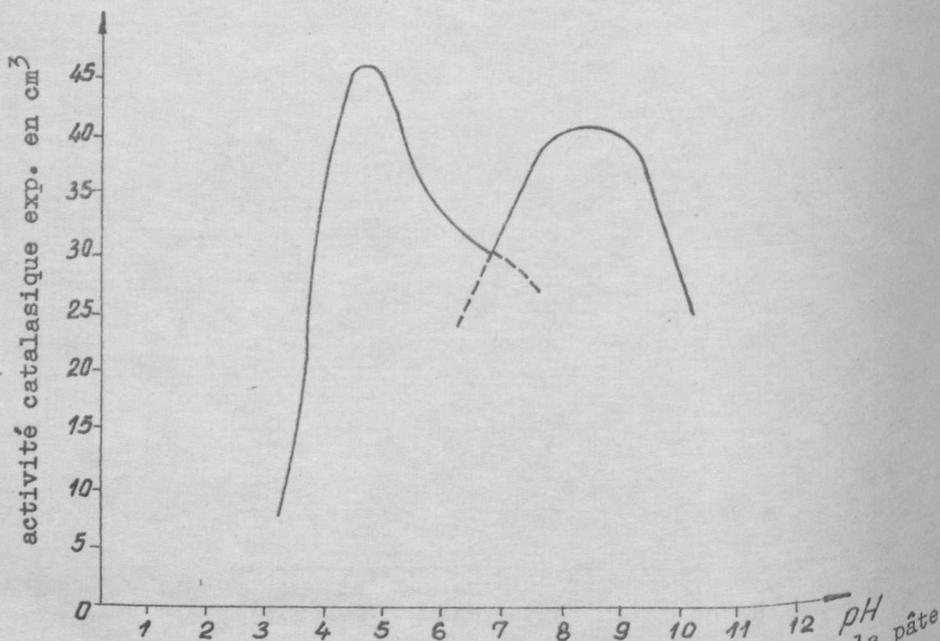


Fig. 4 - Influence du pH sur l'activité catalasique de la pâte d'un saucisson sec français après étuvage