

INFLUENCE D'UNE INJECTION DE SULFATE DE MAGNÉSIUM SUR LE DÉROULEMENT DE LA GLYCOGÉNOLYSE *POST MORTEM* DANS LE MUSCLE DE PORC

G. MONIN

avec la collaboration technique de Colette VIGNE

Station de Recherches sur la Viande,
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,
63 - Saint-Genès-Champanelle

RÉSUMÉ

L'influence de l'injection de sulfate de magnésium, immédiatement avant l'abattage, sur le déroulement de la glycogénolyse musculaire *post mortem* a été étudiée sur sept porcs de race *Large White* et 5 porcs de race *Piétrain* comparés à un nombre égal de témoins de chaque race.

Ce traitement a pour effet de supprimer la transmission aux muscles des violentes stimulations nerveuses engendrées par les opérations d'abattage ; il entraîne un ralentissement de la chute du pH et de la glycogénolyse *post mortem* au niveau du muscle *Longissimus dorsi* et surtout du muscle *Rectus abdominis*, plus riche en fibres rouges. Dans le *Longissimus dorsi* cet effet de l'injection d'ions Mg^{++} est beaucoup plus net chez les porcs de race *Large White* que chez les *Piétrain*. Les relations entre l'action du magnésium et certaines caractéristiques physiologiques du muscle, telles que l'irrigation sanguine et le type métabolique des fibres, sont discutées.

Le traitement entraîne une amélioration de la qualité de la viande, surtout du pouvoir de rétention d'eau. Néanmoins cet effet reste très insuffisant pour assurer l'obtention d'une viande de qualité satisfaisante, principalement dans la race *Piétrain*.

INTRODUCTION

Il arrive fréquemment, dans l'espèce porcine, que la glycogénolyse musculaire *post mortem* se déroule de façon anormalement rapide. Si les conséquences néfastes de ce phénomène sur certaines caractéristiques de qualité des viandes, telles que la coloration et le pouvoir de rétention d'eau, sont maintenant bien établies (BRISKEY

et WISMER-PEDERSEN, 1961) nos connaissances sur son origine et les moyens d'y remédier sont encore très incomplètes. On sait que les causes en sont d'ordre physiologique : l'irrigation sanguine déficiente et l'anoxie tissulaire jouent un rôle déterminant (LUDVIGSEN, 1957 ; BUGARD *et al.*, 1963) ; BENDALL (1965) a montré que la suppression totale, par curarisation, des contractions musculaires au moment de l'abattage entraîne un net ralentissement de la chute du pH musculaire *post mortem*. Toutefois les observations de LISTER (1968), LISTER *et al.* (1970), SAIR *et al.* (1970) révèlent que l'importance respective de l'anoxie et des stimulations nerveuses dans le déclenchement de l'anomalie varie largement d'une race à l'autre. C'est pourquoi il nous a paru intéressant de déterminer si la suppression des stimulations nerveuses et des contractions musculaires au moment de la mise à mort avait des répercussions identiques sur le déroulement de la glycogénolyse musculaire *post mortem* chez les races *Large White* et *Piétrain*. En outre, puisque l'état d'oxygénation et d'irrigation sanguine du tissu musculaire influencent la glycogénolyse, nous avons considéré deux muscles de type métabolique sensiblement différent, le *Longissimus dorsi* et le *Rectus abdominis* : chez le Porc le premier contient 20 à 25 p. 100 de fibres rouges, le second environ 40 p. 100 (BEECHER *et al.*, 1965).

Pour réaliser la suppression des contractions musculaires au moment de l'abattage, nous avons employé le sulfate de magnésium utilisé avec succès par SAIR *et al.* (1970) : les ions Mg^{++} , en inhibant la libération d'acétylcholine par les terminaisons nerveuses au niveau de la plaque motrice, s'opposent à la transmission de l'influx nerveux au niveau de la jonction neuromusculaire, mettant ainsi le muscle hors d'atteinte des stimulations consécutives aux opérations d'abattage.

MATÉRIEL ET MÉTHODES (1)

Le matériel animal utilisé lors de cette étude comprend 14 porcs de race *Large White* de 100 ± 10 kgs et 10 porcs *Piétrain* de 95 ± 5 kg.

Tous les animaux sont soumis à un jeûne de 24 heures. Puis dans chaque race, la moitié des porcs reçoit, par injection intraveineuse à l'oreille, 15 g de $MgSO_4$ en solution à 25 p. 100 (dose nécessaire pour provoquer une narcose complète). Deux à trois minutes après la fin de l'injection les animaux sont abattus. L'autre moitié ne reçoit aucun traitement avant l'abattage.

Dans tous les cas l'abattage comprend l'application d'un courant d'électronarcose à l'aide d'un appareil ETIM polyvalent (50 Hz, 200 V, durée 5 secondes) avant la saignée.

Immédiatement après la fin de la saignée le pH est mesuré et des échantillons prélevés sur le muscle *Longissimus dorsi*, dans la région dorso-lombaire. Les mêmes opérations sont répétées trente minutes plus tard sur le muscle *Rectus abdominis*, puis sur les deux muscles simultanément une, deux et trois heures *post mortem*.

Les échantillons prélevés sont divisés en deux parties : l'une destinée au dosage du glycogène, l'autre à la détermination de l'ATP, de la phosphocréatine et de l'acide lactique. Le glycogène est dosé selon la méthode de GOOD, KRAMER et SOMOGYI (1963) modifiée comme indiqué par CHARPENTIER (1968) en utilisant pour le dosage du glucose final la méthode enzymatique de HUGUETT et NIXON (1957). L'acide lactique et l'ATP sont déterminés par les méthodes enzymatiques classiques rapportées par BERGMAYER (1965) après extraction dans l'acide perchlorique 0,6 N et neutralisation de l'extrait par la potasse 5 N. Sur ce même extrait, la phosphocréatine était déterminée par dosage de l'ATP obtenu en réalisant la réaction $PC + ADP \rightarrow ATP + \text{créatine}$ en présence de créatine-kinase.

(1) Abréviations employées : ATP = adénosine triphosphate
PC = Phosphocréatine

Trois heures après l'abattage les carcasses sont placées à + 4°C. Après 24 heures de ressuyage le jambon est détaché d'une demi-carcasse et le pH mesuré dans les muscles *Longissimus dorsi*, *Biceps femoris*, et *Gluteus medius*. Afin d'apprécier le pouvoir de rétention d'eau, le temps nécessaire au changement de coloration d'un fragment de 1 cm² de papier indicateur de pH (Prolabo universel) posé sur la coupe fraîche des muscles *Longissimus dorsi*, *Biceps femoris* et *Gluteus medius* est également déterminé ; ce temps étant parfois très long sur les échantillons de bonne qualité la mesure est arrêtée après trois minutes et une note est attribuée à l'échantillon d'après l'échelle suivante :

0 à 1 minute	1
1 à 2 minutes	2
2 à 3 minutes	3
3 minutes	4

Enfin une note subjective est attribuée à chaque jambon après appréciation de sa qualité d'après son aspect extérieur (couleur, humidité, tenue) :

1. mauvaise qualité,
2. qualité médiocre,
3. qualité moyenne,
4. bonne qualité.

RÉSULTATS

1. — *Comportement des animaux pendant l'abattage*

Au cours de l'injection de sulfate de magnésium, on observe chez les animaux traités une brève phase d'excitation, précédant de peu la chute sur le sol. On peut alors constater l'absence de réaction à la douleur, ainsi qu'un relâchement musculaire dénoté par la souplesse des membres. Lors de l'application du courant d'électroanesthésie et de la saignée, les porcs ne montrent aucune réaction. Ce comportement contraste avec les mouvements violents qui accompagnent le passage du courant chez les animaux témoins et se poursuivent durant toute la saignée.

2. — *Évolution du pH et des divers substrats et cofacteurs de la glycogénolyse*

1° *Dans le muscle Longissimus dorsi (tabl. 1).*

Chez les animaux témoins la chute de pH présente une grande variabilité. Si les valeurs initiales du pH sont voisines, elles diminuent beaucoup plus rapidement chez les animaux de race *Piétrain*, puisque le pH ultime est pratiquement atteint une heure *post mortem*. (Il l'est effectivement chez quatre animaux sur cinq.) L'injection de sulfate de magnésium *ante mortem* a pour effet d'élever notablement le pH initial, et ultérieurement de ralentir son évolution ; toutefois chez les porcs *Piétrain* la vitesse de chute du pH reste supérieure à celle que l'on observe chez les *Large White* témoins.

En ce qui concerne le taux initial et l'évolution du glycogène dans les divers groupes expérimentaux, on remarque une influence à la fois du traitement et de la race : chez les animaux traités, ce composé est présent en quantité supérieure immédiatement après la mort, et sa dégradation ultérieure est plus lente, ceci dans les deux races ; mais, pour un même traitement, le taux initial de glycogène est plus élevé et sa disparition plus rapide chez les *Piétrain* que chez les *Large White*.

TABLEAU I

Évolution post mortem du pH et de différents substrats et cofacteurs de la glycolyse dans le muscle Longissimus dorsi de Porc

Race	Temps post mortem en heures	pH		Glycogène en μ éq. glucose/g		Acide lactique en μ môles/g		ATP en μ môles/g		PC en μ môles/g	
		Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés
<i>Large White</i>	0	6,38 \pm 0,10	6,68 \pm 0,20	24,7 \pm 11,1	37,0 \pm 10,0	33,1 \pm 6,4	29,1 \pm 14,6	3,64 \pm 1,66	3,50 \pm 1,14	4,64 \pm 0,85	6,10 \pm 2,66
	1	6,17 \pm 0,09	6,34 \pm 0,22	19,9 \pm 10,2	30,4 \pm 10,1	38,5 \pm 12,3	33,6 \pm 9,7	2,05 \pm 1,12	2,61 \pm 1,06	1,93 \pm 1,09	3,31 \pm 1,74
	2	6,08 \pm 0,10	6,25 \pm 0,21	15,4 \pm 11,1	27,0 \pm 12,4	49,0 \pm 11,0	43,7 \pm 19,3	1,46 \pm 0,67	1,67 \pm 0,91	1,31 \pm 1,00	1,74 \pm 1,35
	3	5,93 \pm 0,14	6,14 \pm 0,22	7,2 \pm 6,4	23,3 \pm 15,7	53,6 \pm 10,1	44,7 \pm 18,2	1,07 \pm 0,70	1,48 \pm 0,76	1,00 \pm 0,53	1,84 \pm 1,10
<i>Piértrain</i>	0	6,52 \pm 0,13	6,82 \pm 0,08	27,1 \pm 3,90	46,6 \pm 10,0	44,4 \pm 8,7	38,3 \pm 3,5	2,18 \pm 0,65	3,38 \pm 1,03	2,25 \pm 0,88	5,27 \pm 2,77
	1	5,58 \pm 0,17	6,46 \pm 0,17	10,3 \pm 6,4	38,8 \pm 13,8	79,5 \pm 11,1	54,0 \pm 7,8	0,84 \pm 0,75	1,86 \pm 0,44	0,73 \pm 0,70	1,37 \pm 1,10
	2	5,50 \pm 0,22	6,02 \pm 0,34	4,4 \pm 4,5	33,8 \pm 6,5	86,0 \pm 8,8	57,2 \pm 17,1	0,39 \pm 0,40	1,66 \pm 0,84	0,71 \pm 0,71	0,92 \pm 0,68
	3	5,49 \pm 0,13	5,86 \pm 0,40	0,4 \pm 0,4	17,9 \pm 15,4	88,3 \pm 11,6	81,4 \pm 11,7	0,27 \pm 0,24	0,74 \pm 0,65	0,50 \pm 0,50	0,81 \pm 0,81

TABLEAU 2

Évolution post mortem du pH et de différents substrats et cofacteurs de la glycogénolyse dans le muscle Rectus abdominis de Porc

Race	Temps post mortem en heures	pH		Glycogène en $\mu\text{éq.}$ glucose/g		Acide lactique en $\mu\text{moles/g}$		ATP en $\mu\text{mole/g}$		PC en $\mu\text{moles/g}$	
		Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés
<i>Large White</i>	1/2	6,34 ± 0,26	6,77 ± 0,13	7,8 ± 5,2	19,4 ± 8,6	40,5 ± 6,4	22,6 ± 10,6	1,01 ± 0,52	1,59 ± 0,64	1,12 ± 0,63	3,72 ± 1,68
	1	6,26 ± 0,19	6,56 ± 0,20	4,6 ± 3,6	14,7 ± 7,9	41,7 ± 13,4	24,8 ± 9,6	0,60 ± 0,20	1,52 ± 0,70	1,0 ± 0,53	2,44 ± 0,79
	2	6,18 ± 0,17	6,52 ± 0,15	1,5 ± 1,5	9,8 ± 5,1	44,3 ± 13,1	28,9 ± 12,6	0,49 ± 0,55	1,26 ± 0,73	0,82 ± 0,14	2,40 ± 1,73
	3	6,10 ± 0,21	6,43 ± 0,10	1,3 ± 1,3	9,0 ± 7,6	46,4 ± 13,6	34,4 ± 18,4	0,50 ± 0,11	1,09 ± 0,65	0,76 ± 0,51	2,25 ± 1,57
	1/2	6,00 ± 0,30	6,80 ± 0,13	7,6 ± 3,9	29,7 ± 2,9	58,4 ± 9,6	18,3 ± 3,5	0,65 ± 0,65	2,68 ± 0,94	0,81 ± 0,80	3,34 ± 0,68
	1	5,90 ± 0,27	6,73 ± 0,12	4,9 ± 0,2	27,5 ± 11,9	52,1 ± 10,6	22,6 ± 8,1	0,59 ± 0,45	2,08 ± 1,2	0,64 ± 0,46	2,65 ± 1,04
<i>Pietrain</i>	2	5,77 ± 0,17	6,59 ± 0,08	2,1 ± 1,7	22,5 ± 10,4	56,5 ± 6,5	24,4 ± 4,7	0,29 ± 0,21	1,93 ± 0,64	0,58 ± 0,45	2,33 ± 1,17
	3	5,77 ± 0,16	6,48 ± 0,11	2,0 ± 1,8	22,5 ± 13,4	59,1 ± 7,8	25,6 ± 3,9	0,00 ± 0,00	1,58 ± 0,72	0,50 ± 0,50	2,10 ± 0,68

L'acide lactique est présent immédiatement après l'abattage à des taux très comparables dans les différents groupes. Son accumulation au cours des heures succédant la mort présente les mêmes caractéristiques que la dégradation du glycogène : elle est plus rapide chez les *Piétrain* et surtout chez les animaux témoins de cette race où le taux ultime est presque atteint 1 heure *post mortem*.

L'injection du sulfate de magnésium entraîne une augmentation notable des taux des composés phosphorylés riches en énergie (ATP et PC) : chez les *Piétrain*, en particulier, la teneur initiale en phosphocréatine du muscle *Longissimus dorsi* est plus que doublée par ce traitement (5,3 μ moles/g chez les porcs traités contre 2,3 μ moles/g chez les témoins). Son influence est beaucoup moins nette chez les *Large White*. Il est remarquable que la variabilité du taux de phosphocréatine soit beaucoup plus grande chez les animaux injectés que chez les témoins et ceci dans les deux races (en particulier on observe chez les *Large White* ayant reçu des ions Mg^{++} des taux extrêmes de 4,59 et 9,25 μ moles/g de phosphocréatine). En ce qui concerne l'ATP les taux initiaux sont comparables dans les différents groupes (3,1 à 3,6 μ moles/g) sauf chez les *Piétrain* témoins où ils sont un peu plus faibles (2,2 μ moles/g). La dégradation des composés phosphorylés est particulièrement rapide chez ces derniers puisque une heure *post mortem* quatre animaux sur cinq présentent des taux d'ATP et de phosphocréatine inférieurs à 0,5 μ mole/g. Ce sont les *Large White* injectés qui manifestent la vitesse de dégradation la plus faible à la fois pour la phosphocréatine et l'ATP.

2° Dans le muscle *Rectus abdominis* (tabl. 2).

L'évolution du pH au cours des heures suivant l'abattage présente des variations plus importantes encore dans le *Rectus abdominis* que dans le *Longissimus dorsi*. En effet, si chez tous les animaux traités la diminution du pH est très lente (0,1 unité pH/heure pendant les trois premières heures), elle est extrêmement rapide chez les *Piétrain* témoins puisque une heure *post mortem* le pH ultime est atteint chez trois animaux sur cinq. Il est à noter que l'injection du sulfate de magnésium *ante mortem* ramène la vitesse d'évolution du pH à des valeurs comparables dans les deux races, ce qui n'était pas le cas au niveau du *Longissimus dorsi*.

Comme dans le *Longissimus dorsi*, le taux de glycogène est plus élevé dans la race *Piétrain* que dans la race *Large White*. Ceci est net chez les animaux traités ; chez les témoins, on observe 30 mn *post mortem* des taux identiques. Or chez les *Piétrain* la glycogénolyse est très avancée, comme en témoignent le pH et le taux d'acide lactique, ce qui laisse supposer un taux initial nettement supérieur. Tout comme celle du pH, l'évolution des quantités de glycogène présentes dans le muscle à l'abattage est très différente selon les groupes expérimentaux, et semble la plus rapide chez les *Piétrain* témoins. L'injection des ions Mg^{++} permet le maintien d'un taux de glycogène élevé 30 mn *post mortem*, la différence « initiale » ainsi réalisée entre porcs témoins et traités se maintenant au cours des trois premières heures.

Au moment du premier prélèvement les quantités d'acide lactique présentes dans le muscle sont très variables. Très importantes chez les témoins des deux races, elles sont faibles après l'injection du sel de magnésium. Comme elles évoluent lentement dans tous les cas les valeurs observées après trois heures sont également très différentes. La variabilité des taux d'acide lactique est particulièrement élevée chez les *Large White*, où elle augmente en même temps que les valeurs moyennes : ceci

TABEAU 3
Caractéristiques de qualité de la longe et du jambon apprécies 24 heures post mortem

Race	Muscle	pH ₂₄		Temps d'imbibition du papier pH		Note subjective de qualité	
		Témoins	Injectés	Témoins	Injectés	Témoins	Injectés
Large White	<i>Longissimus dorsi</i>	5,72 ± 0,23	5,56 ± 0,06	3,5 ± 0,8	4,0 ± 0,0	2,7 ± 0,8	2,6 ± 1,0
	<i>Biceps femoris</i>	5,78 ± 0,24	5,65 ± 0,05	4,0 ± 0,0	4,0 ± 0,0		
	<i>Gluteus medius</i>	5,68 ± 0,26	5,57 ± 0,07	2,6 ± 1,1	4,0 ± 0,0		
Pédraïn	<i>Longissimus dorsi</i>	5,57 ± 0,09	5,61 ± 0,11	1,8 ± 1,3	3,6 ± 0,9	1,2 ± 0,8	2,0 ± 0,9
	<i>Biceps femoris</i>	5,61 ± 0,09	5,63 ± 0,07	1,8 ± 0,8	3,4 ± 0,9		
	<i>Gluteus medius</i>	5,58 ± 0,09	5,59 ± 0,11	1,0 ± 0,0	1,6 ± 0,5		

Temps d'imbibition du papier pH :		Qualité appréciée subjectivement	
Note		Note	
0 à 60''	1	Très mauvaise	1
60 à 120''	2	Médiocre	2
120 à 180''	3	Moyenne	3
180''	4	Bonne	4

traduit des différences individuelles dans la vitesse d'accumulation de l'acide, qui sont surtout remarquables chez les animaux traités.

Ici encore l'évolution de la phosphocréatine et de l'ATP dans les divers groupes expérimentaux reflète la vitesse de glycogénolyse *post mortem* telle qu'elle est indiquée par la chute de pH. Les animaux traités se caractérisent, par rapport aux témoins, par des taux initiaux plus élevés et une déplétion plus lente de ces deux composés phosphorylés. Ces derniers sont dégradés très rapidement chez les *Piétrain* témoins où l'on constate la disparition totale de l'ATP trois heures *post mortem*.

3. — *Caractéristiques de qualité de la viande* (tabl. 3)

Il y a peu de différences entre les divers groupes de porcs en ce qui concerne le pH₂₄ dans les différents muscles observés. Il faut toutefois noter la légère diminution du pH₂₄ chez les animaux de race *Large White* ayant reçu l'injection de magnésium avant l'abattage, la différence entre les deux groupes est comprise entre 0,11 unités pH pour le *Gluteus medius* et 0,16 unités pH pour le *Longissimus dorsi*.

Par contre, la mesure du temps d'imbibition du papier pH posé sur la coupe fraîche des muscles met en évidence des différences assez nettes de pouvoir de rétention d'eau entre les différents muscles d'une part et les groupes expérimentaux d'autre part. Quels que soient la race et le traitement subi, le *Gluteus medius* possède le pouvoir de rétention d'eau le plus faible ; le *Longissimus dorsi* et le *Biceps femoris* se caractérisent par des temps d'imbibition sensiblement équivalents. L'injection de sulfate de magnésium améliore la rétention de l'eau dans les deux races ; toutefois cette caractéristique reste inférieure chez tous les animaux de race *Piétrain*, par rapport aux *Large White*, en particulier au niveau du *Gluteus medius*.

L'examen des notes attribuées d'après l'aspect des jambons montre que le traitement a eu peu d'influence sur la qualité appréciée subjectivement chez les animaux de race *Large White*. Bien que l'on constate une légère amélioration chez les porcs *Piétrain*, ceux-ci conservent après l'injection de sulfate de magnésium une qualité inférieure.

DISCUSSION

Les taux de glycogène déterminés immédiatement après l'abattage sont, dans le muscle *Longissimus dorsi* des animaux témoins, légèrement inférieurs à ceux que rapporte CHARPENTIER (1968) pour des porcs abattus sans traitement préalable. Dans le cas présent les animaux étaient soumis à un jeûne plus prolongé (24 heures au lieu de 12 heures). D'autre part le glycogène est, *in vivo*, susceptible de variations quantitatives importantes en fonction des conditions d'environnement qui n'ont pas été contrôlées au cours de ces deux études. Enfin il peut exister des différences raciales considérables (SAYRE *et al.*, 1963) ce qui rend difficile la comparaison des résultats avec ceux que rapportent d'autres auteurs.

Les teneurs initiales en composés phosphorylés (ATP et PC) chez les animaux témoins sont comparables aux résultats obtenus par SAIR *et al.* (1970) sur des porcs abattus sans traitement préalable. Ces auteurs rapportent des taux d'ATP et PC respectivement de 2,5 μ moles/g et 1 μ mole/g environ chez les porcs présentant une chute de pH très rapide (cas des *Piétrain*) ; pour les animaux à chute de pH *post*

mortem plus lente (comme les *Large White* de notre étude), ces valeurs sont plus élevées, environ 3,6 d'ATP et 4,5 μ moles de PC par gramme de tissu. Ces quantités sont, par contre, inférieures, surtout en ce qui concerne la phosphocréatine, aux résultats obtenus par CHARPENTIER (1968). Cette différence est peut-être en partie imputable à la différence entre les méthodes d'estimation utilisées, puisque CHARPENTIER employait pour le dosage de la phosphocréatine la technique de ENNOR-ROSENBERG.

L'augmentation des taux initiaux de glycogène, d'ATP et de PC dans tous les groupes d'animaux traités est due à l'action curarisante du sulfate de magnésium : en effet les contractions musculaires violentes qui accompagnent la saignée chez les animaux témoins consomment de l'ATP, qui ne peut être régénéré, après la suppression de l'apport d'oxygène, que par dégradation du glycogène et de la phosphocréatine ; la suppression des contractions permet donc le maintien de taux plus élevés de ces composés dans le muscle au moment de la mort (BENDALL, 1965). Pour la même raison l'accumulation d'acide lactique, produit final de la glycogénolyse, est beaucoup plus faible chez les animaux injectés que chez les témoins ; par la suite l'élévation du pH initial favorise chez les premiers le fonctionnement du réticulum sarcoplasmique, permettant un déroulement lent et progressif de la glycogénolyse (GREASER *et al.*, 1969). Ce ralentissement de la glycogénolyse pourrait être dû également à l'effet inhibiteur des ions Mg^{++} sur l'activité ATPasique activée par le calcium des myofibrilles et sur le relargage du calcium par le réticulum sarcoplasmique (EBASHI *et al.*, 1969). Il faudrait toutefois que ces ions pénètrent dans la fibre musculaire rapidement et en quantité suffisante pour modifier leur concentration intracellulaire, ce qui n'est pas démontré.

Il est à remarquer que l'efficacité de l'injection de sulfate de magnésium paraît étroitement liée au type métabolique du muscle. Elle est beaucoup plus nette, chez les deux races, dans le *Rectus abdominis* que dans le *Longissimus dorsi*. Cette constatation pourrait expliquer le fait que, après traitement, la chute de pH dans le *Longissimus dorsi* reste plus rapide chez les *Piétrain* que chez les *Large White* : (0,31 unités pH/heure chez les premiers, contre 0,18 unités pH/heure chez les seconds pendant les 3 premières heures succédant l'abattage) : le *Longissimus dorsi* des *Large White* est plus riche en fibres rouges et possède plus de capillaires par unité de surface que celui des *Piétrain* (résultats non publiés). Il est possible que l'effet curarisant des ions magnésium soit plus prononcé dans les muscles rouges, mieux irrigués, par suite d'un apport supérieur de ces ions par la circulation sanguine et d'une meilleure répartition dans le tissu musculaire. En outre, les fibres rouges et les fibres blanches présentent, du point de vue de l'activité ATPasique myofibrillaire et du fonctionnement du réticulum sarcoplasmique, des divergences importantes : on peut penser que le magnésium agit, à ce niveau, avec une intensité différente selon le type métabolique de la fibre, dans la mesure bien entendu où sa concentration intracellulaire est modifiée.

Dans le *Longissimus dorsi* les modifications de la glycogénolyse *post mortem* consécutives à l'injection de sulfate de magnésium sont beaucoup moins spectaculaires que ne l'indiquent SAIR *et al.* (1970) : la cause en est sans doute que ces auteurs maintenaient leurs animaux sous perfusion constante d'ions Mg^{++} pendant les vingt minutes précédant l'abattage, et obtenaient ainsi une curarisation plus complète et peut-être des modifications de la concentration intracellulaire en magnésium plus prononcées.

L'amélioration du pouvoir de rétention d'eau de la viande, chez les animaux traités des deux races, est une conséquence directe du ralentissement de la chute de pH *post mortem*. Les notes subjectives traduisent assez mal cette amélioration de la qualité, surtout chez les *Large White* : en fait, elles résultent d'une appréciation globale de la qualité, tenant compte de la couleur et de la tenue des muscles du jambon ; ces caractéristiques sont moins nettement modifiées que le pouvoir de rétention d'eau par le traitement. Il n'est pas surprenant que le pouvoir de rétention d'eau des différents muscles étudiés soit dans tous les cas inférieur chez les porcs *Piétrain*, puisque même après l'injection la glycogénolyse reste plus rapide dans le *Longissimus dorsi* de ces animaux que dans celui des *Large White* ; les muscles du jambon sur lesquels cette caractéristique a été mesurée, le *Gluteus medius* et le *Biceps femoris*, sont comme le *Longissimus dorsi* riches en fibres blanches et leur évolution *post mortem* est sans doute comparable.

CONCLUSION

Chez le Porc, l'injection intraveineuse de sulfate de magnésium immédiatement avant l'abattage induit un ralentissement de la glycogénolyse *post mortem*, principalement semble-t-il grâce à la suppression de la transmission des stimulations nerveuses au muscle. Les résultats de ce traitement diffèrent cependant selon la race et le muscle considéré, ce qui nous conduit à penser que l'effet des ions Mg^{++} administrés *ante mortem* est lié à d'autres facteurs physiologiques tels que l'irrigation sanguine et le type métabolique des fibres musculaires. Bien que l'on constate une amélioration du pouvoir de rétention d'eau de la viande, la suppression des stimulations nerveuses au moment de l'abattage ne peut suffire à assurer dans tous les cas l'obtention d'une viande de qualité satisfaisante, surtout dans la race *Piétrain* ; ceci d'autant plus que les muscles blancs, qui constituent l'essentiel des morceaux chers de la carcasse, sont les moins affectés par un tel traitement.

Reçu pour publication en avril 1971.

SUMMARY

POST MORTEM GLYCOGENOLYSIS IN THE PIG MUSCLE AS INFLUENCED BY AN INJECTION OF MAGNESIUM SULPHATE

The effect of an intravenous injection of magnesium sulphate (0.15 g/kg live weight) immediately before slaughtering upon the *post mortem* muscle glycogenolysis was studied in 7 *Large White* pigs and 5 *Piétrain* pigs. These animals were compared with an equal number of controls from each breed. By means of this treatment, nervous stimulations to the muscle during slaughtering can be suppressed. Glycogenolysis was observed in the *Longissimus dorsi* and *Rectus abdominis* muscles owing to pH measurement and determination of glycogene, ATP, phosphocreatine and lactic acid during the three hours *post mortem*.

The treatment resulted in a slackening of the pH fall and of the *post mortem* glycogenolysis in the two muscles, but mainly in the *Rectus abdominis*. The effect of the treatment upon the *Longissimus dorsi* was higher in the *Large White* pigs than in the *Piétrain* pigs. The relationships between the effect of magnesium sulphate and certain physiological characteristics of the muscle, such as blood irrigation and the metabolic type of the fibers, are discussed.

The treatment gives rise to an improvement of the meat quality observed 24 hours *post mortem*, and particularly of the water-binding capacity. Nevertheless, this effect is not sufficient enough to obtain meat of satisfactory quality, especially with regard to the *Piètrain* breed.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEECHER G. R., CASSENS R. G., HOEKSTRA W. C., BRISKEY E. J., 1965. Red and White fibers content and associated *post mortem* properties of seven porcine muscles. *J. Food Sci.*, **30**, 969-976.
- BENDALL J. R., 1965. The effect of pretreatment of pigs with curare on the *post mortem* rate of pH fall and onset of the *rigor mortis* in the musculature. *J. Sci. Food Agr.*, **17**, 333-337.
- BERGMEYER M. U., 1965. *Methods of enzymatic analysis*. Academic Press, N. Y., London, 2nd edition 1064 p.
- BRISKEY E. J., WISMER-PEDERSEN J., 1961. Biochemistry of pork muscle structure. I. Rate of anaerobic glycolysis and temperature change versus the apparent structure of muscle tissue. *J. Food Sci.*, **26**, 297-305.
- BUGARD P., HENRY M., JOUBERT L., 1962. *Maladies de civilisation et dirigisme biologique*. Sélection, élevage, alimentation, 197 p. Masson et C^{ie}, éditeurs. Paris.
- CHARPENTIER J., 1968. Glycogénolyse *post mortem* du muscle *Longissimus dorsi* de porc. *Ann. Zootech.*, **17**, 429-443.
- EBASHI S., ENDO M., OHTSUKI I., 1969. Control of muscle contraction. *Quart. Rev. Biophys.*, **2**, 351-384.
- GREASER M. L., CASSENS R. G., HOEKSTRA W. C., BRISKEY E. J., 1969. The effect of pH-temperature treatment on the calcium accumulating ability of purified sarcoplasmic reticulum. *J. Food Sci.*, **34**, 633-636.
- HUGUETT A. S., NIXON D. A., 1957. Enzymatic determination of blood glucose. *Biochem. J.*, **66**, 12 p.
- LISTER D., 1968. Some aspects of the physiology of pale, soft and exsudative muscle in *Recent points of view on the condition and meat quality of pigs for slaughter*. p. 123-132, edited by W. Sybesma, P. G. van der Wal and P. Walstra. Research Institute for Animal Husbandry-Zeist. The Netherlands.
- LISTER D., SAIR R. A., WILL J. A., SCHMIDT G. R., CASSENS R. G., HOEKSTRA W. C., BRISKEY E. J., 1970. Metabolism of striated muscle of stress-susceptible pigs breathing oxygen or nitrogen. *Amer. J. Physiol.*, **218**, 102-107.
- LUDVIGSEN J., 1957. On the hormonal regulation of vasomotor reactions during exercise with special reference to the action of adrenal cortical steroids. *Acta Endocrin.*, **26**, 406-416.
- SAIR R. A., LISTER D., MOODY W. G., CASSENS R. G., HOEKSTRA W. C., BRISKEY E. J., 1970. Action of curare and magnesium on striated muscle of stress-susceptible pigs. *Amer. J. Physiol.*, **218**, 108-114.
- SAYRE R. N., BRISKEY E. J., HOEKSTRA W. C., 1963. Porcine muscle glycogen structure and its association with other muscle properties. *Proc. Expl. Biol. Med.*, **112**, 223-225.