

RECHERCHE D'INDICATEURS METABOLIQUES ET MOLECULAIRES DU PERSILLAGE DE LA VIANDE BOVINE

J.F. HOCQUETTE¹, C. JURIE¹, H. SABBOH¹, V. AMARGER²,
H. LEVEZIEL², D. BAUCHART¹, P. BOULESTEIX³, D.W. PETHICK⁴

¹INRA, Unité de Recherches sur les Herbivores, Theix, 63122 Saint-Genès Champanelle, ²Unité de Génétique Moléculaire Animale, UMR1061, INRA/Université de Limoges, 87000 Limoges, ³UPRA France Limousin Sélection, Lanaud, 87220 Boisseuil, France, ⁴Murdoch University, Division of Veterinary and Biomedical Sciences, Perth, Australia 6150

Introduction

L'importance et la composition des dépôts lipidiques jouent un rôle essentiel dans la qualité des carcasses des bovins et dans certaines caractéristiques qualitatives de leurs viandes, que ce soit sur le plan sensoriel (flaveur, jutosité, tendreté) ou nutritionnel (teneurs en acides gras polyinsaturés et CLA) (Geay et al., 2002).

Le persillage de la viande bovine (c'est-à-dire les lipides intramusculaires visibles à l'œil nu) est un critère important de qualité de la viande dans les pays anglo-saxons et surtout asiatiques. Au Japon, la teneur en lipides intramusculaires peut excéder 20-30% pour la viande de qualité très supérieure. Pour obtenir une viande persillée, des bœufs de race précoce sont engraisés en « feedlot » avec des régimes très riches en céréales. Ces systèmes de production sont très coûteux car les carcasses ainsi produites contiennent beaucoup de tissus adipeux, bien entendu non valorisables. L'Australie exporte une forte proportion de sa production bovine vers le Japon. C'est pourquoi les chercheurs australiens essaient d'accroître les teneurs en lipides intramusculaires à un coût économique aussi faible que possible, c'est-à-dire sans augmenter l'adiposité de la carcasse.

Au contraire, en France, la teneur en lipides intramusculaires de la viande bovine est beaucoup plus faible, de l'ordre de 5% en moyenne (revue de Bas et Sauvart, 2001). En effet, le consommateur européen souhaite consommer une viande maigre, c'est à dire avec peu de lipides notamment saturés pour répondre à des exigences de qualité nutritionnelle (revue de Geay et al., 2002). Toutefois, chez le taurillon abattu jeune (vers 18 mois), la teneur en lipides intramusculaires peut s'avérer trop faible (moins de 2,5%) pour assurer un minimum de goût à la viande, et ceci d'autant plus que les races à viande européennes (Limousine par exemple) sont plus tardives que les races Angus ou Noire Japonaise utilisées aux USA, en Australie ou au Japon.

Quel que soit le pays, il est donc important de comprendre les mécanismes biologiques et génétiques qui permettent de maîtriser le persillage de la viande bovine. C'est pourquoi nous avons comparé le métabolisme musculaire de deux races (Angus, Limousin), la première produisant une viande très persillée contrairement à la seconde. Ce projet vise donc à tirer partie de cette variabilité génétique naturelle pour identifier les différences métaboliques et moléculaires des muscles qui sont associées aux différences de « persillage ».

Matériel et méthodes

L'étude a porté sur 22 bœufs abattus à l'âge de 23 mois de race Limousine (n=12, poids vif : 738 ± 35 kg) ou Angus (n=10, poids vif : 622 ± 40 kg). Les animaux Limousins ont été élevés à l'Installation Expérimentale de l'Unité de Recherche sur les Herbivores et abattus à l'abattoir expérimental du centre INRA de Theix, les bœufs Angus ont été élevés et abattus à l'Université Murdoch de Perth en Australie. Tous les animaux ont eu une durée de finition de 6 mois durant laquelle ils ont reçu un régime riche en céréales (environ 70 % de la ration) à base de triticale et de blé aplati. Après l'abattage, le muscle *rectus abdominis* (RA) et le muscle *semitendinosus* (ST) ont été prélevés, congelés dans l'azote liquide moins de 30 min *post-mortem*, puis conservés à -80°C. Les teneurs en triglycérides et les activités enzymatiques caractéristiques des métabolismes oxydatif (isocitrate déshydrogénase [ICDH] et cytochrome *c* oxydase [COX]) ou glycolytique (phosphofructokinase [PFK] et lactate déshydrogénase [LDH]) du muscle ont été mesurées comme précédemment décrits (Piot et al., 1999 ; Hocquette et al., 1995). Les teneurs en protéines de liaison des acides gras (FABP) spécifiques des adipocytes (FABP-A) ou du cœur et des muscles (FABP-H) ont été déterminées par Western-blot (Hocquette et al., 1995). Une étude approfondie de la structure et des polymorphismes de certains gènes a été réalisée par RT-PCR et séquençage.

Résultats

Les teneurs en triglycérides sont en moyenne 3,4 fois plus élevées dans le muscle RA que dans le muscle ST. Il y a également une forte différence entre races avec des teneurs en moyenne 4,4 fois supérieures chez les Angus, mais avec une différence plus grande dans le RA (69 ± 29,3 vs 15 ± 7,5 mg/g de muscle frais, $P < 0,001$) que dans le ST (22 ± 3,8 vs 5,4 ± 1,8 mg/g ; $P < 0,02$) (Figure 1).

Quelle que soit la race, les activités enzymatiques représentatives du métabolisme glycolytique (PFK, LDH) sont en moyenne 1,3 fois plus élevées dans le muscle ST que dans le muscle RA. Inversement, les activités enzymatiques représentatives du métabolisme oxydatif (ICDH, COX) sont en moyenne 2 fois supérieures dans le RA. Ces résultats attendus confirment les caractéristiques métaboliques connues de ces deux muscles.

Pour les deux muscles confondus, les activités enzymatiques représentatives du métabolisme glycolytique sont 1,4 fois plus élevées chez les Limousins que chez les Angus. Inversement, les activités enzymatiques représentatives du métabolisme oxydatif ainsi que les teneurs en FABP-H sont 1,5 fois plus élevées chez les Angus ($P < 0,005$). Les muscles des bœufs Angus sont donc clairement plus oxydatifs et moins glycolytiques que ceux des bœufs Limousins (Figure 1). L'ensemble de ces résultats permettent de classer les muscles du plus oxydatif au plus glycolytique : RA Angus > RA Limousin et ST Angus > ST Limousin (Figure 1).

Les teneurs en FABP-A, protéine seulement exprimée dans les adipocytes, sont 2 fois plus élevées dans les muscles RA des bovins Angus comparativement aux Limousins ($P < 0,002$), mais aucune différence entre races n'a été observée dans le ST (Figure 1). Elles sont également plus élevées (x 4,5) dans le muscle RA que dans le muscle ST mais surtout chez les bovins Angus ($P < 0,001$). La variabilité entre muscles de la teneur en FABP-A, est donc parallèle (surtout entre races au niveau du RA) à la variabilité de la teneur en triglycérides intramusculaires précédemment décrite.

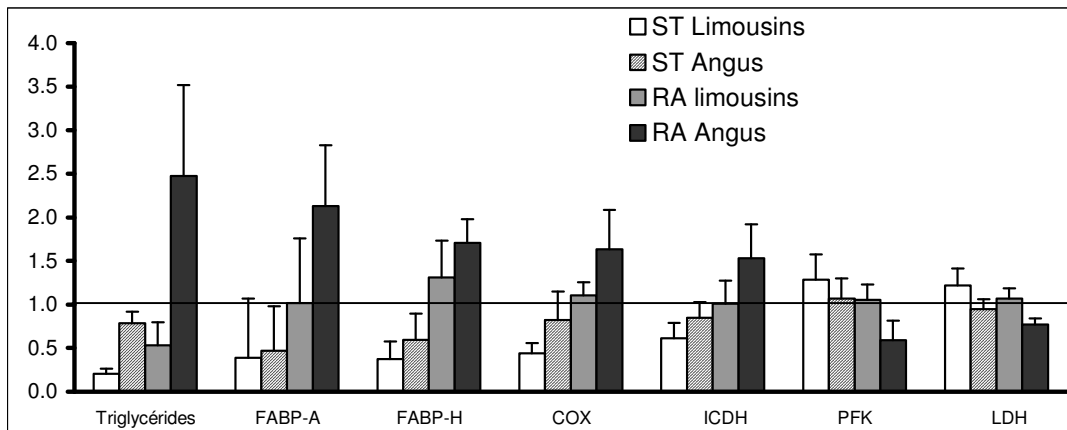


Figure 1 : Représentation graphique des caractéristiques métaboliques du RA chez les bœufs Angus et les bœufs Limousins après transformation des données en valeurs centrées par rapport à un (moyenne \pm Ecart-type).

Des polymorphismes au niveau de la séquence de gènes associés à la migration, la différenciation et le fonctionnement des adipocytes ont été observés entre deux individus appartenant à chacune des deux races. En particulier, la séquence codante du gène FABP-A présente plusieurs polymorphismes dont certains entraînent un changement de la séquence protéique. Le gène PAI-1, intervenant dans la migration des adipocytes, présente également des polymorphismes affectant sa séquence protéique. Quant au gène PPAR gamma, impliqué dans la régulation de la différenciation des adipocytes, des résultats préliminaires montrent la présence de transcrits alternatifs mineurs spécifiques chez des individus de race différente. Ces observations restent à corréliser avec les caractéristiques de la viande et doivent être étendues à l'ensemble des individus de cette étude.

Conclusion

Les différences entre races des teneurs intramusculaires en triglycérides (indicateur du "persillage") et en FABP-A (indicateur de l'importance du tissu adipeux intramusculaire) sont plus marquées pour le RA (muscle oxydatif) que pour le ST (muscle glycolytique). La teneur en FABP-A semble donc être une caractéristique du tissu musculaire importante pour le "persillage" de la viande bovine. Les différences entre races de "persillage" de la viande sont également associées à une orientation des muscles vers un type plus oxydatif et moins glycolytique même si les différences sont d'amplitude relative plus faible que pour les teneurs en lipides intramusculaires. Les différences de "persillage" entre races peuvent également être associées à des polymorphismes génétiques mais cela reste à être confirmé par des études complémentaires.

Références

- Bas P., Sauvant D., 2001. INRA Prod. Anim. , 14, 311-322.
 Geay Y., Bauchart D., Hocquette J.F., Culioli J., 2002. INRA Prod. Anim. 15, 37-52.
 Hocquette J.F., Bornes F., Balage M., Ferré P., Grizard J., Vermorel M., 1995. Biochem. J., 305, 465-470.
 Piot C., Hocquette J.F., Veerkamp J.H., Durand D., Bauchart D., 1999. Brit. J. Nutr., 82, 299-308.

Remerciements

Ces résultats ont été obtenus dans le cadre des Contrats de Recherche (i) n°B03084 entre l'INRA et l'Association Française de Coopération Industrielle avec l'Australie (AFCRIA) (ii) n°B04017 entre l'INRA et l'UPRA France Limousin sélection (Financement FNADT) et (iii) n°A011581 entre l'INRA et le Ministère de la Recherche (Contrat AQS). Les auteurs remercient les différents organismes qui ont financé ces travaux, le personnel de l'Installation Expérimentale de l'URH et le personnel de l'abattoir pour la conduite et l'abattage des animaux et l'ensemble du personnel technique de l'URH qui a réalisé les prélèvements et les analyses des échantillons.