

Influence du niveau de croissance et de la nature de l'alimentation sur les caractéristiques musculaires de bœufs Charolais de 20 mois

C. JURIE, A. LISTRAT, X. GIRAUD, B. PICARD, Y. GEAY, J.F. HOCQUETTE
INRA, URH, Equipe C2M, 63122 St-Genès-Champanelle, France

RESUME – Cette étude avait pour objectif d'étudier l'influence du niveau de croissance et de la nature de l'alimentation sur les caractéristiques musculaires de bœufs charolais. Les animaux ont été conduits à différents niveaux de croissance (haut ou bas), soumis à deux types d'alimentation (ensilage de maïs ou herbe) et abattus à l'âge de 20 mois à des poids vifs différents. Pour cela, 38 bœufs charolais ont été répartis en 4 lots : lot 1 (haut, maïs), lot 2 (bas, maïs), lot 3 (haut, herbe), lot 4 (bas, herbe).

L'étude des caractéristiques musculaires s'est focalisée sur l'analyse des fibres musculaires et du collagène du muscle semitendineux prélevé à l'abattage. Les fibres ont été classées après révélation histologique des activités de l'ATPase myofibrillaire et de la succinate déshydrogénase en SO (lente, oxydative), FOG (rapide, oxydoglycolytique), FG (rapide, glycolytique). Les activités des enzymes lactate déshydrogénase, isocitrate déshydrogénase, citrate synthase, et cytochrome c oxydase ont été mesurées. La teneur et la solubilité du collagène ont également été déterminées. Les caractéristiques des fibres musculaires et du collagène ne sont pas significativement différentes entre les animaux hauts (lots 1 et 3) et les animaux bas (lots 2 et 4). Les animaux nourris à l'herbe présentent un métabolisme musculaire plus oxydatif et un collagène plus soluble. A la vue de ces résultats, l'effet strict d'une alimentation à l'herbe sur les caractéristiques musculaires ne peut être conclu puisque d'autres facteurs, tel que l'effet de l'activité physique, interviennent lorsque les animaux sont conduits au pâturage. Cependant il est clair que le mode de conduite des animaux affecte les caractéristiques musculaires impliquées dans la qualité de la viande.

Influence of growth rate and nature of feeding on muscular characteristics of charolais steers of 20 months of age

C. JURIE, A. LISTRAT, X. GIRAUD, B. PICARD, Y. GEAY, J.F. HOCQUETTE
INRA, URH, Research team C2M, 63122 St-Genès-Champanelle, France

SUMMARY – This study aimed to examine the influence of growth rate and nature of feeding on muscular characteristics of charolais steers. The animals were conducted at different growth rates : either high or low, they were fed two types of diets : either corn silage or grass and slaughtered at 20 months of age at different live weights. To achieve this objective, 38 charolais steers were divided into four groups : group 1 (high, corn), group 2 (low, corn), group 3 (high, grass), group 4 (low, grass).

The study of muscular characteristics was focused on the study of muscular fibre types and collagen of *semitendinosus* muscle at slaughter. Fibres were classified by histochemistry [detection of myofibrillar ATPase and succinate dehydrogenase activities] as SO (slow oxidative), FOG (fast oxidative glycolytic) or FG (fast glycolytic). The lactate dehydrogenase (LDH), isocitrate dehydrogenase (ICDH), citrate synthase (CS) and cytochrome c oxidase (COX) activities were measured and total collagen and solubility were determined on muscle samples. The characteristics of muscular fibres and collagen did not significantly differ between the high animals (groups 1 and 3) and the low animals (groups 2 and 4). The animals fed with grass were characterized by a more oxidative muscular metabolism and a more soluble collagen. Thus, a strict effect of grass feeding on muscular characteristics can not be concluded because other factors, just as the physical activity, are present when animals are turned out on pasture. However, the production system of animals influences the muscular characteristics which determine meat quality.

INTRODUCTION

Le marché de la viande de bœuf ne semble plus s'orienter vers des carcasses lourdes, c'est à dire de plus de 420 kg. Des carcasses plus légères peuvent être obtenues avec des animaux jeunes, de 20 mois d'âge ayant eu une croissance rapide : continue ou discontinue (cf communication Dozias et Micol, 3R 1999). Différents facteurs d'élevage peuvent modifier les caractéristiques du muscle à l'abattage (Geay et Renand, 1994) et intervenir ainsi sur les qualités organoleptiques de la viande (Touraille, 1994). Toutefois l'influence du niveau de croissance en terme de qualité des muscles et de la viande demande à être précisée. De plus, des interrogations persistent sur l'influence de la nature de l'alimentation sur les caractéristiques musculaires. C'est pourquoi cette étude vise à caractériser les muscles de bœufs Charolais abattus à 20 mois d'âge à des poids de carcasse différents induits par différents niveaux de croissance et soumis à 2 types d'alimentation (à l'ensilage de maïs ou à l'herbe).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Cette étude concerne 38 bœufs Charolais, sevrés à 8 mois, castrés à 9,5 mois et abattus à 20 mois d'âge à des poids différents. Entre le sevrage et l'abattage, ils ont été conduits à 2 niveaux de croissance différents (haut et bas) basés sur deux types de régime : le 1^{er} riche en amidon et le 2^{ème} riche en fourrage (conservé ou pâturé). Ainsi les animaux ont été répartis en 4 lots au moment du sevrage : lot 1 (haut, maïs), lot 2 (bas, maïs), lot 3 (haut, herbe), lot 4 (bas, herbe). Les lots 1 et 2 concernaient les bœufs ayant reçu un régime alimentaire à base d'ensilage de maïs, les lots 3 et 4 concernaient les bœufs abattus à l'issue de leur deuxième saison au pâturage, après une conduite alimentaire privilégiant le maximum d'herbe ingérée. Les animaux des lots 1 et 3 ou 'hauts' ont été abattus à 610 kg de poids vif et les animaux des lots 2 et 4 ou 'bas' à 570 kg. Durant les 4 mois d'hiver, les animaux hauts ont été conduits à 1000 g/j tandis que les animaux bas ont été conduits à 360 g/j. Les animaux des 4 lots ont été conduits à 1000 g/j durant l'été. Les animaux conduits au pâturage (lots 3 et 4) ont été complétés avec 2 à 4 kg de céréales à partir du mois de juillet. Les caractéristiques des fibres musculaires et du collagène ont été étudiées sur le muscle semitendineux prélevé à l'abattage. Une étude histochimique sur coupes sériées avec révélation des activités ATPase myofibrillaire et succinate déshydrogénase (enzyme du cycle de Krebs représentant le métabolisme oxydatif) a été effectuée (Peter *et al.* 1972). Celle-ci a permis de déterminer le diamètre des fibres, les proportions des fibres SO (slow oxidative) à contraction lente et métabolisme oxydatif, FOG (fast oxidative glycolytic) à contraction rapide et métabolisme oxydo-glycolytique et FG (fast glycolytic) à contraction rapide et métabolisme glycolytique. Les activités de l'enzyme lactate déshydrogénase (LDH), caractérisant le métabolisme glycolytique, et des enzymes du cycle de Krebs (isocitrate déshydrogénase [ICDH] et citrate synthase [CS]) ou de la chaîne respiratoire (cytochrome-c oxydase COX) caractérisant le métabolisme oxydatif ont été déterminées sur homogenat musculaire (Jurie *et al.* 1998 ; Piot *et al.* 1998). La teneur en collagène ainsi que la solubilité thermique de celui-ci ont également été déterminées (Listrat *et al.* 1999).

Les résultats ont fait l'objet d'une analyse de variance à deux facteurs (effet du niveau de croissance et effet de la nature de l'alimentation), l'interaction entre ces facteurs n'étant pas significative pour aucune des variables mesurées.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

2.1. INFLUENCE DU NIVEAU DE CROISSANCE

Le niveau de croissance n'a pas d'influence sur les caractéristiques des fibres musculaires et du collagène mesurées dans cette étude. Toutefois, concernant les fibres musculaires, les animaux hauts présentent une surface moyenne des fibres plus grandes que les animaux bas (3338 vs 3109 μm^2) (tableau 1), ce qui est en rapport avec un poids de muscle supérieur chez les animaux hauts. La proportion des différents types de fibres

SO, FOG et FG, ainsi que la teneur et la solubilité du collagène ne sont pas différents entre les animaux hauts et bas (tableau 1). En d'autres termes, le muscle ST des animaux hauts et bas ne diffère pas, ni d'un point de vue des caractéristiques des fibres (contraction et métabolisme), ni d'un point de vue des caractéristiques du collagène. Toutefois, les muscles des animaux hauts tendent à être plus glycolytiques comme en témoignent les rapports LDH/ICDH, LDH/CS, LDH/COX qui tendent à être plus élevés (tableau 1). Les animaux bas ont été restreints durant la période hivernale et ont réalisé une croissance compensatrice durant l'été et plusieurs études montrent que la restriction énergétique influence les caractéristiques musculaires (Picard *et al.* 1995 ; Damergi, 1996 ; Brandstetter *et al.* 1998). Les animaux restreints présentent des fibres plus petites, un métabolisme musculaire plus oxydatif et un collagène moins soluble. De plus, ces travaux indiquent que les effets dus à la restriction énergétique sont réversibles lors d'une période de croissance compensatrice. Ainsi, les caractéristiques des muscles d'animaux restreints puis compensés sont semblables à celles des muscles d'animaux témoins (non restreints, non compensés). La croissance compensatrice induit une augmentation de la taille des fibres, un métabolisme musculaire plus glycolytique et un collagène plus soluble. Dans cette étude, les animaux hauts ne diffèrent pas des animaux bas d'un point de vue des caractéristiques des fibres musculaires et du collagène, ils diffèrent seulement en terme de dépôts adipeux en particulier en pourcentage dans la carcasse (18,4 vs 17,4 %, $p < 0,05$).

Tableau 1
Influence du niveau de croissance sur les caractéristiques musculaires de bœufs charolais

Niveau de croissance	Haut	Bas	Prob. <
Nombre d'animaux	22	16	
Surface moy. Fibres (μm^2)	3338	3109	0,09
% fibres SO	12,6	12,4	0,90
% fibres FOG	25,5	25	0,83
% fibres FG	61,9	62,6	0,76
LDH/ICDH	1409	1289	0,17
LDH/CS	322	273	0,07
LDH/COX	269	208	0,08
Collagène total (1)	4,51	4,44	0,71
Collagène soluble (1)	0,84	0,89	0,63
% solubilité	18,7	20,4	0,42

(1) collagène en μg d'hydroxyproline/mg matière sèche

2.2. INFLUENCE DE LA NATURE DE L'ALIMENTATION

Alors que la proportion de type SO n'est pas modifiée par le mode d'alimentation, une différence significative ($p < 0,01$) pour les deux types de fibres FOG et FG est observée entre les deux modes d'alimentation. Les animaux à l'herbe présentent une proportion plus importante de fibres FOG (28,8 vs 21,7 %) et plus faible de fibres FG (58,8 vs 65,7 %) que les animaux au maïs (tableau 2). De plus, bien que non significatif, les rapports LDH/ICDH, LDH/CS et LDH/COX sont légèrement plus faibles chez les animaux à l'herbe (tableau 2). Ceci indique que les animaux à l'herbe présentent des muscles plus oxydatifs que les animaux au maïs. De plus, les animaux à l'herbe présentent une teneur en collagène légèrement plus faible que les animaux au maïs, mais par contre ils présentent un collagène plus soluble (22,8 vs 16,2 %, $p < 0,01$) (tableau 2). Nos résultats sont en accord avec les travaux de Van Vooren *et al.* (1992) et Ozutsumi et Okada (1981) qui montrent respectivement que des taureillons à l'ensilage de maïs présentent une proportion plus élevée de fibres rapides glycolytiques comparativement à d'autres types d'alimentation, et que les muscles de bœufs au pâturage possèdent un plus fort pourcentage de fibres rouges que les ani-

maux nourris au concentré en stabulation. Dans notre étude les animaux au maïs ou à l'herbe ont été conduits à même vitesse de croissance et présentent une même composition de la carcasse (muscle, dépôts adipeux). Cela suppose qu'ils ont reçu la même quantité d'énergie. Donc, les effets que nous observons sont probablement dus à la nature de l'alimentation uniquement. Cependant, les animaux à l'herbe se déplacent et il est bien connu que l'exercice influence les caractéristiques musculaires (Hocquette *et al.*, 1998). Plus précisément chez le bovin, le mode de stabulation des animaux affecte les caractéristiques musculaires (Jurie *et al.*, 1998). De plus, les animaux à l'herbe de notre étude ont été complétés avec des céréales à partir du mois de juillet pour pallier à une quantité d'herbe moindre. Ainsi, ces deux facteurs (exercice lié au paturage et complémentation) empêchent de conclure quant à l'effet propre de l'herbe sur les caractéristiques des fibres musculaires.

Tableau 2
Influence de la nature de l'alimentation sur les caractéristiques musculaires de bœufs charolais

Nature de l'alimentation	Maïs	Herbe	Prob. <
Nombre d'animaux	19	19	
Surface moy. Fibres (µm ²)	3263	3184	0,54
% fibres SO	12,6	12,4	0,93
% fibres FOG	21,7	28,8	0,01
% fibres FG	65,7	58,8	0,01
LDH/ICDH	1406	1289	0,19
LDH/CS	318	277	0,11
LDH/COX	261	216	0,19
Collagène total (1)	4,63	4,32	0,11
Collagène soluble (1)	0,76	0,98	0,03
% solubilité	16,2	22,8	0,01

(1) collagène en µg d'hydroxyproline/mg matière sèche

CONCLUSION

Cette étude a permis de caractériser le muscle semitendineux de bœufs charolais abattus à 20 mois d'âge conduits à 2 niveaux de croissance et selon 2 modes d'alimentation, ensilage de maïs ou herbe.

Nous ne pouvons pas conclure quant à l'effet strict d'une alimentation à l'herbe sur les caractéristiques musculaires. En revanche, nous pouvons conclure que le mode de conduite et le type de production des bœufs affectent les caractéristiques musculaires. En effet, les bœufs charolais à l'herbe présentent un métabolisme plus oxydatif et un collagène plus soluble comparativement à ceux nourris à l'ensilage de maïs. Ces modifications des caractéristiques musculaires induisent probablement une modification de la qualité de la viande qui reste à préciser.

Brandstetter A.M., Picard B., Geay Y., 1998. *Livestock Prod. Sci.*, 53, 25-36

Damergi C., 1996. Thèse de Docteur ès Science, Université Clermont-Ferrand II

Geay Y., Renand G., 1994. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 177-182.

Hocquette J.F., Ortigues-Marty I., Pethick D., Herpin P. Fernandez X., 1998. *Livestock Prod. Sci.* 56,115-143

Jurie C., Picard B., Geay Y., 1998. *Meat Sci.*, 50, 457-469

Listrat A., Rakadjiyski N., Jurie C., Picard B., Touraille C., Geay Y., 1999. *Meat Sci.*, 53, 115-124

Ozutsumi K., Okada M., 1981. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, 52, 741-748

Peter J.B., Barnard R.J., Edgerton V.R., Gillespie C.A., Stempel K.E., 1972. *Biochem.*, 11, 2627-2633

Picard B., Robelin J., Geay Y., 1995. *Ann. Zootech.*, 44, 347-357

Piot C., Veerkamp J.H., Bauchart D., Hocquette J.F., 1998. *Comp. Bioch. Phys. (B)*, 121, 185-194

Touraille C., 1994. *Renc. Rech. Ruminants*, 1, 169-176

Van Vooren T., Van Hoof J., Vereecke D., Istasse L., Dusfrane I., 1992. 38th ICOMST Clermont-Ferrand, France, 2, 153-156