

Stœchiométrie des fermentations ruminales en culture continue, effet de la nature de la céréale et de la teneur en parois de la ration

Stoichiometry of ruminal microorganism fermentation in continuous culture, effect of nature of cereal grain and cell wall content of the diet

L.-P. BROUDISCOU (1), A. OFFNER (1), A.F. BROUDISCOU (2), D. SAUVANT (1)

(1) UMR Physiologie de la Nutrition et Alimentation, INAPG - INRA, 16 rue Claude Bernard, 75231 Paris Cedex 05

(2) Laboratoire de Méthodologie de la Recherche Expérimentale, Université d'Aix-Marseille III, 52 av Escadrille Normandie-Niemen, 13013 Marseille

INTRODUCTION

Le type d'amidon, lent ou rapide, et son niveau d'incorporation dans une ration relativement pauvre en parois telle que celles distribuées aux vaches laitières hautes productrices déterminent fortement les caractéristiques fermentaires du rumen. Cinq fermenteurs à effluent double (Broudiscou *et al.* 1997) ont été utilisés pour préciser l'effet de la nature de la céréale et de la proportion de parois estimée par *Neutral detergent fiber* (NDF) dans la ration, qui varie inversement de la teneur en amidon, sur les productions individuelles d'acides gras volatils (AGV) et de méthane (CH₄).

MATERIEL ET METHODES

Ces deux facteurs alimentaires ont été combinés au sein d'une matrice factorielle de 10 expériences :

1) la nature de la céréale (variable codée C valant -1 pour le blé et +1 pour le maïs)

2) le pourcentage de NDF, à trois niveaux (variable codée P ; valant -1 à 25 % NDF, 0 à 37,5 % NDF et +1 à 50 % NDF)

L'essai a comporté 2 périodes de 9 jours qui ont constitué un facteur de bloc (variable codée B à deux niveaux, -1 et +1). En vue de quantifier l'effet de la céréale, les effets principaux et quadratiques du NDF, l'interaction des deux facteurs et l'effet de bloc, le modèle suivant a été ajusté aux données par régression linéaire sur les variables codées :

$$Y = \text{constante} + a.C + b.P + c.P^2 + d.C.P + e.B$$

Les variables expliquées Y ont été la quantité d'hexoses théoriquement fermentés (HF) en mmoles/j, calculée selon la méthode de Demeyer et Van Nevel (1975), les productions d'acétate (C2), propionate (C3), butyrate (C4), valérate + caproate (C5+C6) et CH₄ exprimées en moles/100 moles d'HF. Les concentrations d'AGV ont été déterminées par CPG des dérivés 2-chloroéthyle selon une méthode adaptée de Kristensen (2000). Le méthane a été mesuré à l'aide d'un MicroGC (Chrompack).

Les fermenteurs ont été inoculés avec le contenu de rumen de deux vaches laitières taries recevant une ration à base de pulpe de betterave, paille et orge. Six rations combinant les niveaux des deux facteurs et composées de céréale, de foin de dactyle et de luzerne (tableau 1) ont été introduites sous forme de bouchons en deux doses égales par jour.

Tableau 1 : Rations expérimentales

Céréale	Blé	Blé	Blé	Maïs	Maïs	Maïs
NDF (% MS)	25	37,5	50	25	37,5	50
Constituant (g MS/j)						
Blé	17,1	10,3	3,4	0	0	0
Maïs	0	0	0	16,2	9,8	3,4
Foin dactyle	0	9,4	18,9	0	8,5	16,9
Foin luzerne	9,7	7,6	5,5	11,0	9,2	7,4

Ces rations étaient iso-azotées (Protéines Brutes = 12,7 % MS) et apportaient une quantité journalière de matière organique constante (25,6 g/j). Les temps de séjour des particules et des liquides ont été réglés à 42 h et 16,7 h, respectivement.

RESULTATS

La quantité d'HF a varié de 95,2 à 60,6 mmoles/j, de façon inversement proportionnelle à la teneur en NDF. Ce facteur s'est montré plus actif avec le maïs qu'avec le blé (terme d'interaction, tableau 2). La teneur en NDF a par ailleurs modifié selon un mode nettement curvilinéaire les productions de C2 et CH₄. Celles-ci ont fortement augmenté au delà de 38-40 % de NDF dans la ration, au détriment du C4 du C5 et du C6. La production relative de C3 a varié principalement à des teneurs en NDF faibles selon un mode curvilinéaire. Le rapport C2/C3 a été compris entre 1,5 et 3,6.

Tableau 2 : Modèles d'ajustement de la fermentation des hexoses et des productions relatives d'AGV et de gaz.

	HF	C2	C3	C4	C5+C6	CH4
R ² ajusté	0,71	0,98	0,92	0,84	0,88	0,99
ETR	5,81	2,90	3,31	3,71	1,72	0,9
Termes	Coefficients					
Constante	82,7	80,8	53,0	17,6	15,5	0,9
C	-1,8	2,5 a	2,1	-0,7	-1,6 a	1,6 a
P	-8,6 a	22,6 a	4,9 a	-9,2 a	-4,6 a	8,9 a
P ²	-0,4	8,0 a	-23,3 a	5,2	2,5	8,0 a
C.P	-5,2 b	-0,7	-2,5	0,6	1,0	1,9 a
B	-2,1	0,2	-0,6	0,6	-0,4	-0,1

ETR : écart-type résiduel. Niveaux de signification pour l'hypothèse nulle : a : P ≤ 0,05, b : P ≤ 0,10. N = 10

CONCLUSION

Les variables étudiées ont été modifiées avant tout par la teneur en NDF plus que par le caractère "lent" ou "rapide" de l'amidon, l'effet de barrière créé par l'enveloppe protéique du grain étant probablement réduit par le broyage préalable à l'agglomération. Nos observations ont mis en évidence une grande cohérence d'ensemble dans les changements affectant les différentes grandeurs fermentaires et elles confirment que l'emploi de rations comportant moins de 40 % de NDF perturbe fortement les fermentations dans le rumen, en particulier la méthanogénèse.

Broudiscou L.P., Papon Y., Fabre M., Broudiscou A.F., 1997. J. Sci. Food. Agric., 75, 273-280.

Demeyer D.I., Van Nevel C.J., 1975. In McDonald I.W, Warner A.C.I. (Editors), Digestion and metabolism in the ruminant. University of New England Publishing Unit, Australie. 366-382.

Kristensen N.B. 2000. Acta Agric. Scand., A, Animal Sci. 50, 231-236.

Sauvant D., 1997. INRA Prod. Anim., 10, 287-300.