

Modélisation empirique des interactions digestives chez les ruminants

Empirical modelling of digestive interactions in ruminants

D. SAUVANT (1), S. GIGER-REVERDIN (1), M. VERMOREL (2)

(1) UMR INRA INA P-G, Physiologie de la Nutrition et Alimentation, 16, rue Claude Bernard - 75005 Paris

(2) URH INRA, Theix - 63122 Saint Genest Champanelle.

INTRODUCTION

Chez le ruminant, les interactions digestives abaissent la valeur énergétique d'une ration par rapport à la somme des valeurs des constituants. Elles sont principalement dues aux influences combinées du niveau d'alimentation (NA) et de la proportion dans le régime des aliments concentrés (PCO) ainsi qu'à d'autres éléments nutritifs tels que la teneur en protéines (Vermorel *et al.*, 1987, Sauvant, 2003).

Chez des animaux présentant des niveaux élevés d'ingestion ou d'apports d'aliments concentrés, ces interactions doivent être intégrées dans le calcul de l'énergie métabolisable (EM) des rations sous peine d'entraîner des erreurs. La plupart des systèmes d'unités en ont tenu compte, mais avec des facteurs correctifs différents.

Le but de ce travail est de quantifier le rôle des deux facteurs majeurs de ces interactions digestives, NA et PCO, à partir du traitement d'une base de données de bilans énergétiques obtenue sur des bovins, d'une part, et des petits ruminants (ovins et caprins), d'autre part.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. LA BASE DE DONNEES

Deux sous-bases de données ont été créées. La première comprend 290 traitements expérimentaux correspondant à 101 expériences étudiant les influences des variations du NA exprimé en matière sèche ingérée rapportée au poids vif (MSI % PV = $1,61 \pm 0,64$, min = 0,56, Max = 4,01). La seconde base comprend 260 traitements expérimentaux correspondant à 87 expériences étudiant les influences des variations de la proportion d'aliments concentrés (PCO = $0,39 \pm 0,26$, min = 0,0, Max = 0,87). Ces bases ont été rassemblées à partir de mesures de bilan énergétiques sur des animaux placés en cage à métabolisme.

1.2. INTERPRETATION DES DONNEES

L'interprétation des données a été effectuée par méta-analyses (Sauvant *et al.*, 2005) de manière à pouvoir séparer les effets intra et inter expériences (procédure GLM). Les influences de MSI % PV et PCO ont été étudiées de façon séparée.

Les 3 composantes de l'EM, digestibilité de l'énergie (dE = EDigestible % EB), production de CH₄ (ECH₄ % EB) et énergie urinaire (EU % EB) ont été exprimées par rapport à l'énergie brute (EB). Les éventuels effets liés à la catégorie de ruminants n'ont pas été pris en compte dans cette étude.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. INFLUENCES DU NIVEAU ALIMENTAIRE

MSI%PV est négativement lié à dE selon la relation :

$$dE = 72,6 - 2,62 \text{ MSI \% PV} \quad (\text{ETR} = 1,7)$$

Le coefficient de régression n'est pas significativement différent de celui obtenu (-2,9) quand la dMO est fonction de MSI % PV à partir de 49 autres expérimentations (Sauvant, 2003). ECH₄ % EB diminue également lorsque MSI % PV s'accroît :

$$\text{ECH}_4 \text{ \% EB} = 9,2 - 1,36 \text{ MSI \% PV} \quad (\text{ETR} = 0,8)$$

Il y a donc un phénomène de compensation partielle, de l'ordre de la moitié de l'effet observé sur la dE. Il s'agit vraisemblablement de l'influence de la réduction de la durée de transit des digesta sur l'activité microbienne (Michalet-Doreau *et al.*, 1997).

EU % EB diminue aussi de façon significative lorsque MSI % PV augmente :

$$\text{EU \% EB} = 5,7 - 0,71 \text{ MSI \% PV} \quad (\text{ETR} = 0,4)$$

En conséquences de ces relations, la proportion d'EM % EB diminue significativement lorsque MSI % PV s'accroît, mais l'effet n'est que de l'ordre de 20 % de celui observé sur dE :

$$\text{EM \% EB} = 57,6 - 0,53 \text{ MSI \% PV} \quad (\text{ETR} = 1,9)$$

Sur la base des coefficients de régression (a) de ces équations, il est possible de prédire l'influence des variations du NA (Δ_{NA}) sur ces différents flux d'énergie à partir de la base NA = 1 : $\Delta_{\text{NA}} = a (\text{MSI \% PV} - 1)$

2.2. INFLUENCES DE LA PROPORTION DE CONCENTRE

PCO est positivement lié à dE selon la relation :

$$dE = 59,3 + 21,22 \text{ PCO} \quad (\text{ETR} = 2,7)$$

En raison de la linéarité de la relation, il n'y a donc pas de phénomènes d'interaction détectable. En revanche, ECH₄ varie de façon curvilinéaire lorsque PCO s'accroît :

$$\text{ECH}_4 \text{ \% EB} = 6,4 + 5,42 \text{ PCO} - 7,64 \text{ PCO}^2 \quad (\text{ETR} = 1,0)$$

Il y a encore un phénomène de compensation lié à la méthanogénèse. Cependant, celui-ci n'est pas linéaire, traduisant des interactions concentré-fourrage. Plus précisément, pour un niveau donné PCO_i, l'écart entre valeurs théoriques-observées est de $-7,64 \text{ PCO}_i^2$. EU % EB diminue de façon linéaire lorsque PCO augmente :

$$\text{EU \% EB} = 4,4 - 1,12 \text{ PCO} \quad (\text{ETR} = 0,6)$$

En conséquences, EM % EB varie de façon curvilinéaire lorsque PCO s'accroît :

$$\text{EM \% EB} = 48,55 + 16,54 \text{ PCO} + 8,39 \text{ PCO}^2 \quad (\text{ETR} = 2,6)$$

A partir de cette équation, il est possible de quantifier l'effet moyen de l'interaction sur EM lié à l'apport du concentré (Δ_{CO}) à partir de la base PCO = 0 :

$$\Delta_{\text{CO}} = 8,39 \text{ PCO}^2$$

2.3. ADDITIVITE DES EFFETS DE NA ET PCO

On a ensuite cherché à évaluer si les équations précédentes pouvaient être appliquées en supposant une additivité de leurs effets. Pour cela, les deux bases ont été regroupées et la covariable du produit MSI % PV*PCO a été testée. Au contraire de dE, les effets ne sont pas additifs pour ECH₄ % EB et pour EU % EB. Par contre, ils se compensent statistiquement et n'apparaissent donc pas pour EM % EB. De plus, les coefficients de l'équation globale obtenue ne sont pas statistiquement différents de ceux des équations partielles ci-dessus.

CONCLUSION

Les équations extraites de ces deux bases permettent de prédire les effets des facteurs NA et PCO sur la valeur EM des régimes. Elles montrent que la méthanogénèse compense assez largement les variations observées sur la digestibilité

Michalet-Doreau B., Martin C., Doreau M., 1997. 103-112.

Sauvant D., 2003. Renc. Rech. Rum., 10, 151-158

Sauvant D., Schmidely P., Daudin J. J., 2005. Prod. anim., 18, 63-73

Vermorel M., Coulon J.B., Journet M., 1987. Bull.Tech. CRZV Theix, 70, 9-18