

Absorption, utilisation et émission d'AGV par les tissus digestifs : développement d'un modèle mécaniste dynamique

A dynamic model of VFA absorption, use and emission by the digestive tract in ruminants

GLASSER F. (1), RÉMOND D. (2), NOZIÈRE P. (1)

(1) INRA, Unité de Recherche sur les Herbivores, UR 1213, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

(2) INRA, Unité de Nutrition Humaine, UMR1019, Theix, 63122 Saint-Genès-Champanelle

INTRODUCTION

Les acides gras volatils (AGV) produits par les fermentations microbiennes dans le rumen constituent la principale source d'énergie absorbée par le ruminant. Ils contribuent pour 40 à 70 % à l'énergie digestible ingérée mais les flux d'AGV individuels sont mal prédits par les modèles existants. L'estimation des flux des différents AGV arrivant au foie à partir de leurs concentrations ruminales nécessite de développer une représentation mécaniste des relations entre les concentrations ruminales d'AGV et des quantités produites, absorbées et utilisées par la paroi du tube digestif (TD). Ce travail présente un modèle mécaniste dynamique de l'absorption, de l'utilisation et de l'émission des AGV par les tissus digestifs.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. DESCRIPTION DU MODELE

Pour chaque AGV, le modèle distingue deux segments du TD : le réticulo-rumen et le reste du TD (feuillet, caillette et intestins), et le reste de l'organisme. Chacun des 2 segments du TD comprend un *pool* "lumen", un *pool* "paroi" et un *pool* "sang". Les *pools* "lumen" sont alimentés par un flux de production, et vidangés par des flux d'absorption et de transit. Les *pools* "paroi" sont alimentés par le flux d'absorption et vidangés par des flux d'oxydation totale ou partielle (synthèse de β -hydroxy-butyrate (β -OH) à partir de butyrate) et de transfert vers le sang. Les *pools* "sang" sont alimentés par les flux en provenance de la paroi et par le flux artériel, et vidangés par les flux veineux et d'extraction par les tissus du TD. Le *pool* "reste de l'organisme" est alimenté par les flux veineux, et vidangé par les flux artériels et un flux d'utilisation nette par l'organisme. Le modèle permet de modéliser les variations à l'échelle de la journée avec un pas d'intégration d'une minute.

La production d'AGV dans le rumen est décrite par une fonction exponentielle décroissante avec le temps :

$Prod = b \cdot (1 - e^{-ct})$, et la vitesse d'absorption est considérée comme étant fonction du pH (Nozière et Hoch, 2005) ; la production et l'absorption dans le reste du TD, le volume du rumen, le taux de sortie vers le feuillet et vers les fèces, les taux d'oxydation des AGV absorbés par les parois du TD et d'utilisation nette par le reste de l'organisme sont considérés comme constants dans le temps. L'extraction du C2 et du β -OH artériels par les parois du TD est considérée comme fonction du flux artériel (Nozière et Hoch, 2005).

1.2. DONNEES EXPERIMENTALES

Le modèle a été appliqué à des données expérimentales obtenues sur moutons castrés recevant du dactyle en vert (1,3 kg MS / j en deux repas espacés de 12 h). La digestion de la MO par compartiment digestif, le volume et le taux de transit liquide du rumen, les cinétiques de pH et de concentration d'AGV dans le rumen (six moutons), les débits et les concentrations d'AGV en artère, veine porte et veine ruminale (trois moutons) ont été mesurés (sept mesures entre 0 et 8 h 30 après le repas (Rémond *et al.*, 2003). Les données "reste du TD" ont été calculées par différence entre les données "veine porte" et les données "veine ruminale".

2. RESULTATS ET DISCUSSION

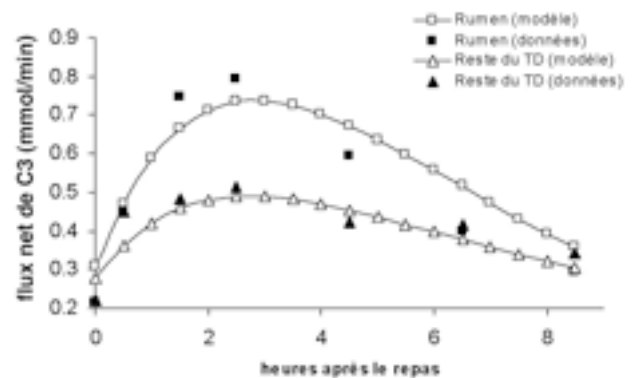
2.1. PRODUCTION DES AGV DANS LE RUMEN

La production d'AGV modélisée par une exponentielle décroissante du temps permet de simuler correctement l'évolution des concentrations ruminales d'AGV et produit des estimations réalistes de production : 11,7 mol d'AGV totaux / kg MO digérée dans le rumen, dont acétate (C2) : 64 %, propionate (C3) : 24 % et butyrate (C4) : 13 %. La production d'AGV dans le rumen et le reste du TD (83 % dans le rumen) est cohérente avec la répartition de la digestion de la MO entre rumen et gros intestin.

2.2. UTILISATION DES AGV PAR LA PAROI DU TD

Des taux d'oxydation (et de conversion de C4 en β -OH) constants dans le temps permettent de simuler correctement l'évolution au cours du temps des flux nets d'AGV en veine ruminale et dans le reste du TD (exemple du C3, figure 1). Les valeurs numériques ajustées pour ces taux sont proches de celles connues par ailleurs dans la bibliographie (10 % du flux absorbé est oxydé pour C2, 30 % pour C3, 45 % pour C4, et 40 % du C4 absorbé converti en β -OH). Seuls les flux nets de C4 sont moins bien ajustés, faisant supposer une variation des taux d'oxydation au cours du temps, peut-être régulée par les apports. L'hypothèse de taux constants d'utilisation par l'organisme au cours du temps permet également d'ajuster de façon satisfaisante les concentrations veineuses et artérielles des AGV.

Figure 1 : Evolution des flux nets de propionate (C3) absorbés à partir du rumen et du reste du TD : données mesurées et simulations du modèle



CONCLUSION

Ce modèle assez simple de la production et de l'utilisation des AGV par le TD (séparé en rumen et reste du TD) permet de simuler de façon satisfaisante les mesures in vivo et offre une vision intégrée des différents flux d'AGV produits et utilisés par les tissus digestifs, et mis à disposition du reste de l'organisme. Il sera utilisé pour étudier la réponse à d'autres régimes expérimentaux.

Nozière P., Hoch T. 2005. pp. 40-47 Kebreab, E. *et al.*, *Nutrient digestion and utilization in farm animals: modelling approaches*. CABI Publishing, Wallingford, UK

Rémond D., Bernard L., Chauveau B., Nozière P., Poncet C. 2003. *Br. J. Nutr.* 89, 649-666.