

# Evaluation de méthodes pour estimer la teneur en énergie nette d'aliments destinés aux porcs

Louis PATERNOSTRE, Sam MILLET, Johan DE BOEVER

Flanders Research Institute for Agriculture, Fisheries and Food (ILVO), Animal Sciences Unit, Melle, Belgique

Louis.paternostre@ilvo.vlaanderen.be

Avec la collaboration des techniciens et gardiens des animaux de l'ILVO

## Evaluation of methods for estimating the net energy content of pig feeds

The dietary net energy (NE) content determines pig performance, so estimating it accurately and rapidly is important. We designed an experiment to evaluate the use of the Dutch feed tables (CVB, 2016), chemical analyses and *in vitro* organic matter digestibility (OMd) for prediction of *in vivo* NE. Twenty compound feeds with variable nutrient and ingredient composition were formulated, and each feed was supplied to six pens of three pigs in three weight intervals at an initial mean live weight of 52, 72 and 94 kg, respectively. Faeces were spot-sampled for 5 days, and nutrient digestibility was determined using acid insoluble ash as a marker. The chemical composition and *in vitro* Omd of compound feeds and their ingredients were analysed. In addition, the NE contents of the 20 feeds were calculated from the NE contents of their ingredients, using either the tabular NE values (CVB, 2016) directly or the analysed proximate composition along with the tabular digestion coefficients (CVB, 2016), which resulted in a prediction error of 0.34 and 0.19 MJ/kg DM, respectively. Further, multiple regression equations were developed using chemical parameters and *in vitro* Omd. The *in vivo* NE contents of the feeds were calculated according to the Dutch feed evaluation system (CVB, 2016) and equalled  $10.8 \pm 0.9$  MJ/kg DM (mean  $\pm$  standard deviation (SD)), ranging from 8.3-12.0 MJ/kg DM. The SD of the NE due to variability among pens averaged 0.08 MJ/kg DM. The calculated NE content increased by 0.0021 MJ/kg DM per kg of additional bodyweight. The best equation based on chemical parameters (crude fat, starch, lignin and crude ash) resulted in an error of 0.13 MJ/kg DM, and incorporating *in vitro* Omd decreased this error slightly (0.11 MJ/kg DM).

## INTRODUCTION

L'alimentation représente 55 à 65% des coûts totaux de production du secteur porcin (Hoste, 2017). De ce fait, une méthode d'évaluation précise et rapide de l'énergie nette (EN) des aliments est nécessaire pour une alimentation optimale et une production rentable. L'étalon-or permettant de déterminer l'EN d'un aliment suppose des mesures fastidieuses en chambre respiratoire pour évaluer comment l'animal utilise l'énergie qu'il ingère pour déposer du gras ou du maigre (Blok *et al.*, 2015). A partir des mesures en chambre respiratoire, des équations fondées sur la mesure de la digestibilité fécale apparente des nutriments ont été établies afin d'estimer l'EN *in vivo* précisément. Bien que ces méthodes soient plus pratiques, elles n'en restent pas moins onéreuses et chronophages. De ce fait, un essai a été conçu afin d'évaluer l'usage des tables alimentaires, des résultats d'analyse chimique et de digestibilité de la matière organique ( $D_{MO}$ ) estimée *in vitro* pour prédire l'EN *in vivo* selon que la composition en ingrédients de l'aliment soit connue ou non.

## 1. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Expérience *in vivo* et analyses

Vingt aliments de composition variable en constituants et nutriments (matières grasses, fibres brutes) ont été formulés de

sorte à couvrir une large gamme de variation d'EN. Chaque aliment a été distribué *ad libitum* à six enclos de trois porcs répartis sur trois gammes de poids, avec un poids moyen initial de, respectivement, 52, 72 et 94 kg. Après 14 jours d'adaptation, les fèces ont été échantillonnées durant cinq jours (deux fois par jour). Les aliments ainsi que les fèces ont été analysés pour leur teneur en protéines brutes (PB), matières grasses (MG), matières minérales (MM), amidon (AMI), sucres (SUC), NDF, ADF, ADL. Les polysaccharides non amylacés (PNA) ont été calculés avec la formule :  $PNA \text{ (g/kg matières sèche (MS))} = 1000 - PB - MG - MM - AMI - SUG$ . La digestibilité fécale apparente des nutriments a été déterminée au moyen d'un marqueur externe insoluble ( $SiO_2$ ).

### 1.2. Estimation de l'EN

L'EN *in vivo* faisant office de valeur de référence a été calculée selon le système d'évaluation néerlandais (CVB, 2016) utilisant les teneurs (g/kg MS) en nutriments digestibles ( $D_{nut}$ ) selon la formule suivante :  $EN \text{ (MJ/kg MS)} = 11,70 \times D_{PB} + 35,74 \times D_{MG} + 14,14 \times (AMI + 0,9 \times SUC) + 9,74 \times D_{PNA}$ .

L'EN a été estimée selon les tables de composition néerlandaises (CVB, 2016) *via* l'utilisation directe des valeurs d'EN des tables et *via* la composition proximale analysée des ingrédients en combinaison avec les coefficients tabulaires de digestion fécale apparente des ingrédients.

De multiples équations de régression linéaires (MRL) ont également été développées afin de prédire la teneur moyenne

en EN de chaque aliment (n=20) utilisant les paramètres chimiques analysés et la  $D_{MO}$  enzymatique *in vitro* selon le protocole de Boisen et Fernández (1997). Une autre MRL a été développée afin de prédire les valeurs individuelles d'EN (n=120) à l'échelle de chaque enclos en incorporant le poids (BW) des porcs dans l'équation.

### 1.2.1. Statistiques

Les MRL ont été réalisées avec le logiciel R (v3.3.3, (R Core Team, 2016). Uniquement les régressions contenant des variables indépendantes avec une contribution significative ( $p < 0.05$ ) ont été considérées. La précision des estimations de l'EN *in vivo* est évaluée via le coefficient de détermination ( $R^2$ ) et la moyenne de la valeur absolue de la différence entre la valeur estimée et *in vivo* (DIF) en MJ/kg MS.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'EN *in vivo* des 20 aliments était en moyenne de  $10,84 \pm 0,92$  MJ/kg MS (moyenne  $\pm$  erreur standard), variant de 8,31 à 12,01 MJ/kg MS. La variabilité de l'EN *in vivo* au sein du même aliment était en moyenne de 0,08 MJ/kg MS

### 2.1.1. Tables de composition

La prédiction de l'EN avec les tables CVB résultait en une erreur moyenne de 0,34 MJ/kg MS par rapport à l'EN *in vivo*. L'analyse des matières premières en combinaison avec les coefficients tabulaires de digestion des aliments permettait de réduire cette erreur à 0,19 MJ/kg MS. Cette importante augmentation de la précision est principalement due à une surestimation de l'EN de la pulpe de betterave dans les tables où un facteur correctif de  $+3,9 \times D_{PNA}$  est appliqué (CVB, 2016).

Dans les tables CVB (2016), la détermination des coefficients de digestibilité, et donc de l'EN, est réalisée à un niveau d'apport énergétique équivalent à 2,8 ou 2,9 fois le besoin d'entretien. La distribution *ad libitum* des aliments dans le cas ci-présent peut également expliquer une partie de l'imprécision (CVB, 2016).

### 2.1.2. Régression linéaires multiples

La meilleure régression linéaire basée uniquement sur la composition chimique résultait en un  $R^2$  de 0,979 et une erreur de prédiction moyenne de 0,13 MJ/kg MS. L'incorporation de la  $D_{MO}$  *in vitro* permettait d'augmenter la précision de prédiction ( $R^2 = 0,985$ ) et de réduire l'erreur à 0,11 MJ/kg MS.

Le poids moyen des porcs de l'enclos a également eu un impact significatif sur l'EN de l'aliment consommé équivalant à  $+0,002$  MJ/kg MS par kg de poids vif initial supplémentaire. La différence de poids au sein des six répétitions permet d'expliquer une partie la variabilité de l'EN observée pour un aliment donné.

**Tableau 1** – Prédiction de l'EN *in vivo* (MJ/kg MS) selon les analyses du laboratoire<sup>1</sup> et en tenant compte du poids<sup>2</sup>

MRL	$R^2$	DIF
$15,41 + 0,019 \times MG - 0,058 \times MM - 0,011 \times NDF$ <sup>1</sup>	0,98	0,15
$11,41 + 0,019 \times MG - 0,044 \times MM + 0,005 \times AMI$ <sup>1</sup> - $0,037 \times ADL$	0,98	0,14
$5,25 + 0,019 \times MG - 0,043 \times MM + 0,004 \times AMI +$ <sup>1</sup> $0,067 \times D_{MO}$	0,99	0,11
$5,07 + 0,019 \times MG - 0,043 \times MM + 0,004 \times AMI +$ <sup>2</sup> $0,067 \times D_{MO} + 0,002 \times BW$	0,98	0,12

**Tableau 2** – Précision des méthodes de prédiction de l'EN *in vivo* (MJ/kg MS)

Méthodes de prédiction	$R^2$	DIF
Valeurs de l'EN tabulaires CVB des constituants	<sup>1</sup> 0,87	0,34
Analyse des constituants + coefficients de digestibilité tabulaire CVB	<sup>1</sup> 0,96	0,19
MRL analyse chimique	<sup>2</sup> 0,98	0,13
MRL analyse chimique + $D_{MO}$ <i>in vitro</i>	<sup>2</sup> 0,99	0,11

<sup>1</sup> Composition en ingrédients connue.

<sup>2</sup> Indépendant de la connaissance de la composition en ingrédients.

## CONCLUSION

Lorsque la composition d'un aliment est connue, les tables alimentaires permettent d'estimer précisément l'EN *in vivo* (CVB, 2016) si celui-ci ne contient pas de pulpe de betterave. Cette estimation peut être améliorée via l'analyse de la composition chimique des matières premières.

Lorsque la formulation de l'aliment n'est pas connue, l'utilisation de MRL basées sur la composition chimique pour prédire l'EN *in vivo* (CVB, 2016) d'un aliment s'avère prometteuse. L'incorporation de la  $D_{MO}$  permet encore d'augmenter la précision. Cependant, ces équations nécessitent une validation indépendante.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Blok M.C., Brandsma G., Bosch G., Gerrits W.J.J., Jansman A.J.M., Fledderus J., Everts H., 2015. A new Dutch net energy formula for feed and feedstuffs for growing and fattening pigs. Retrieved from <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/375605>
- Boisen S., Fernández J.A., 1997. Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by *in vitro* analyses. *Animal Feed Sci. Technol.*, 68, 277–286.
- CVB, 2016. CVB Veevoedertabel 2016. Wageningen, Federatie Nederlandse Diervoederketen. 629 p.
- Hoste R., 2017. International comparison of pig production costs 2015. Wageningen University & Research, 2017–048, 28. Retrieved from [www.wur.eu/economic-research](http://www.wur.eu/economic-research)
- R Core Team, 2016. R : a language and environment for statistical computing. Vienna, Australia: R Foundation for Statistical Computing. Site web.