

Détermination du besoin en isoleucine chez le porcelet

Mathieu GLOAGUEN (1, 2, 3), Nathalie LE FLOC'H (1, 2), Yvan PRIMOT (3), Etienne CORRENT (3) et Jaap VAN MILGEN (1, 2)

(1) INRA, UMR1079, SENAH, 35590 Saint-Gilles, France

(2) Agrocampus Ouest, UMR1079, SENAH, 35000 Rennes, France

(3) Ajinomoto Eurolysine s.a.s, 75817 Paris Cedex 17, France

jaap.vanmilgen@rennes.inra.fr

Avec la collaboration technique de Marcelle EUDAIMON (3), Yolande JAGUELIN-PEYRAUD (1), Anne PASQUIER (1), Georges GUILLEMOIS (1), Jean-François ROUAUD (1) et Patrick TOUANEL (1).

Isoleucine requirement in post-weaned piglets

The branched-chain amino acids (BCAA: valine, leucine, isoleucine) are among the next-limiting amino acids for growth in piglets after Lys, Thr, Met+Cys and Trp. To formulate low crude protein diets, a clear understanding of the BCAA requirement (e.g. Ile) is required. Most studies dealing with the Ile requirement use blood cells as a protein source, which has a very low Ile content and high or very high Leu and Val contents. However, the BCAA share the first two steps of their catabolism and an excess of one BCAA may affect the availability of the other BCAA. The objective of this study was to determine the Ile requirement with a diet more balanced in BCAA. A dose-response study was carried out with 14 blocs of 6-week-old piglets (11 kg initial body weight). Each piglet within a bloc was allotted to one of six levels of standardized ileal digestible (SID) Ile:Lys (40, 43, 46, 49, 52, 55%) and performance was monitored for three weeks. Requirement for maximum growth rate and feed conversion ratio were estimated, respectively, at 47 and 45% SID Ile:Lys using a linear-plateau model and at 49 and 47% SID Ile:Lys using a curvilinear-plateau model. For diets without an excess supply of BCAA, the Ile requirement may be as low as 49% SID Ile:Lys in post-weaned piglets. With the currently available crystalline amino acids, this recommendation allows further reduction of the crude protein content in piglet diets.

INTRODUCTION

L'isoleucine (Ile) est un acide aminé indispensable pour la croissance du porcelet et les recommandations actuelles du besoin pour cet acide aminé varient de 60% (Henry, 1993) à 54% (NRC, 1998) exprimées en rapport avec la lysine digestible iléale standardisée (DIS Ile:Lys). Des cellules sanguines sont incorporées dans les aliments expérimentaux utilisés dans 33 des 43 dose-réponses répertoriées dans la bibliographie. Ces études ont permis d'estimer un besoin DIS Ile:Lys proche de 60%. Pour les 10 études ne comportant pas de cellules sanguines, seules deux expériences montrent une réponse à l'apport d'Ile et l'estimation du besoin ne dépasse pas 54% DIS Ile:Lys (Wiltafsky *et al.*, 2009 ; Zhu *et al.*, 2009). L'apport excessif d'un acide aminé à chaîne ramifiée (AACR : valine (Val), Ile, leucine (Leu)) peut affecter la disponibilité des autres AACR en stimulant leur catabolisme (Wiltafsky *et al.*, 2010). L'utilisation de cellules sanguines conduit à un apport important de Leu et de Val et les interactions entre Val, Leu et Ile pourraient augmenter le besoin en Ile.

L'objectif de cette étude est de déterminer la réponse en termes de performances des porcelets à l'apport d'Ile sans déséquilibre entre les AACR dans l'aliment.

1. MATERIEL ET METHODES

Les essais ont été réalisés sur des porcelets Piétrain × (Large White × Landrace) femelles et mâles castrés, sevrés à

28 jours et issus du troupeau de l'INRA à St-Gilles (UMR SENAH). Sept jours après le sevrage, quatorze blocs de 6 porcelets ont été formés sur la base du poids vif, du sexe et selon leur origine génétique (frères, demi-frères ou sœurs, demi-sœurs) pour étudier la réponse à l'apport d'Ile (40, 43, 46, 49, 52 et 55% Ile:Lys DIS). Durant la première semaine, les porcelets, logés en cages individuelles, ont reçu un aliment premier âge qui a été progressivement remplacé par l'aliment expérimental. L'eau et l'aliment ont été distribués à volonté pendant toute l'expérience. La période expérimentale a débuté à 42 jours d'âge et a duré 21 jours.

L'aliment expérimental a été formulé à base de céréales (blé tendre : 46%, maïs : 30%, orge : 6%), avec du tourteau de soja (2%) et de la farine de gluten de maïs (6%) comme sources de protéines. Le régime basal était limitant en Ile (40% Ile:Lys DIS), sublimitant en Lys (1,0% DIS), apportait 14,8% de matières azotées totales et 10,4 MJ d'énergie nette. Des acides aminés libres (L-Lys, L-Thr, DL-Met, L-Trp, L-Val, L-His, L-Phe et L-Glu) ont été apportés pour couvrir les besoins en acides aminés essentiels et en azote (NRC, 1998). Les sept régimes différaient uniquement par l'apport de L-Ile.

Les données ont été soumises à une analyse de variance en utilisant la procédure MIXED de SAS (SAS Inst. Inc, Cary, NC) avec le régime comme effet principal et le bloc comme effet aléatoire. La réponse à l'apport d'Ile a été analysée par régression avec les modèles linéaire-plateau et curvilinéaire-plateau (Robbins *et al.*, 2006).

2. RESULTATS ET DISCUSSION

La consommation moyenne journalière (CMJ) et le gain moyen quotidien (GMQ) augmentent, respectivement, de 30 et 51% lorsque l'apport d'Ile:Lys passe de 40 à 49 % DIS ($P < 0,01$) (Tableau 1). Les résultats de l'analyse de la dose-réponse avec le modèle linéaire-plateau et le modèle curvilinéaire-plateau sont présentés dans le tableau 2.

Pour les différents blocs de porcelets, les plateaux varient entre 448 et 654 g/j pour le GMQ et entre 1,54 et 1,88 pour l'indice de consommation (IC). L'apport d'Ile:Lys maximisant l'IC et le GMQ est estimé à 45 et 47% DIS avec le modèle linéaire-plateau alors qu'avec le modèle curvilinéaire-plateau l'estimation du besoin est supérieure de 2 points.

Lorsque le rapport d'Ile:Lys diminue de 47 à 40%, le GMQ chute de 31% avec le modèle linéaire-plateau.

Dans les mêmes conditions expérimentales, le GMQ diminue de 18% lorsque l'apport de Val:Lys diminue de 70 à 60% DIS (Barea *et al.*, 2009).

A niveau de carence égal (85% du besoin estimé), la carence en Ile pénalise davantage les performances que la carence en Val.

En conséquence, formuler un aliment à 47% DIS Ile:Lys est "risqué" car le moindre déficit d'Ile impacte fortement les performances. Le modèle curvilinéaire-plateau suppose que l'efficacité marginale d'utilisation de l'Ile décroît avec l'augmentation de son apport. Une légère carence affectera donc peu les performances.

De plus, le modèle curvilinéaire semble être mieux adapté à une interprétation biologique de la réponse d'une population à un apport de nutriment (Pomar *et al.*, 2003).

Le besoin en Ile estimé dans cette étude à 49% DIS Ile:Lys (GMQ) est en dessous des références actuelles (Henry, 1993 ; NRC, 1998). Cette valeur confirme qu'un apport déséquilibré en AACR, comme avec l'utilisation de cellules sanguines, augmente le besoin en Ile.

CONCLUSION

Cette étude montre que le besoin en Ile avec un apport équilibré en AACR ne dépasse pas 49% DIS Ile:Lys. Ce résultat, en dessous des recommandations actuelles, permet de réduire davantage la teneur en protéines des aliments du porcelet.

Tableau 1 - Effet de l'apport d'isoleucine digestible sur les performances du porcelet 2^{ème} âge (moyennes ajustées).

Paramètres	DIS Ile:Lys, % ¹						Statistiques ²	
	40	43	46	49	52	55	ETR	P
CMJ, g/j ³	717 ^a	816 ^b	899 ^c	932 ^c	917 ^c	933 ^c	93	< 0,01
GMQ, g/j	379 ^a	465 ^b	540 ^c	573 ^c	554 ^c	545 ^c	60	< 0,01
IC, g/g ³	1,91 ^a	1,76 ^b	1,67 ^{bc}	1,63 ^c	1,66 ^{bc}	1,71 ^{bc}	0,15	< 0,01

¹Valeurs anticipées d'Ile:Lys (digestibilité iléale standardisée) lors de la formulation. En se basant sur les teneurs en Ile et Lys mesurées et l'estimation de la digestibilité iléale standardisée, les valeurs d'Ile:Lys étaient respectivement de 38, 41, 43, 47, 50 et 52%.

²ETR : écart-type résiduel. P : valeur pour l'effet régime. Sur une même ligne, les moyennes ajustées non suivies d'une même lettre sont différentes ($P < 0,05$).

³Ajustée à 87,3 % de matière sèche.

Tableau 2 - Réponse des porcelets à l'apport d'isoleucine digestible analysée par le modèle linéaire-plateau et curvilinéaire-plateau (paramètres estimés et écart-types)¹.

Modèle Paramètres	Linéaire-plateau			Curvilinéaire-plateau		
	CMJ	GMQ	IC	CMJ	GMQ	IC
Besoin, % Ile:Lys DIS	46,8 (1,1)	46,6 (0,7)	44,6 (1,2)	49,9 (2,5)	49,4 (1,8)	47,2 (2,4)
Réponse à 40 % Ile:Lys, % de la valeur du plateau	-21,5 (2,8)	-31,0 (2,9)	+15,2 (2,7)	-22,1 (2,9)	-31,9 (3,1)	+15,3 (2,7)
Gamme des plateaux, min-max	841-1107	448-654	1,54-1,88	842-1107	447-654	1,54-1,88

¹ Les modèles étaient paramétrés pour inclure le besoin en Ile:Lys en % DIS, la réponse à 40% Ile:Lys DIS relativement au plateau, et la gamme des plateaux pour chaque bloc (i.e., le modèle inclut $1 + 1 + 14 = 16$ paramètres). Les valeurs anticipées d'Ile:Lys DIS lors de la formulation ont été utilisées dans le modèle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barea R., Brossard L., Le Floch N., Primot Y., Melchior D., van Milgen J., 2009. The standardized ileal digestible valine-to-lysine requirement ratio is at least seventy percent in post-weaned piglets. J. Anim. Sci., 87, 935-947.
- Henry, Y. 1993. Affinement du concept de la protéine idéale pour le porc en croissance. INRA Prod. Anim., 6, 199-212.
- NRC, 1998. Nutrient Requirement of Swine. 10th ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC, 189 p.
- Pomar C., Kyriazakis I., Emmans G.C., Knap P.W., 2003. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. J. Anim. Sci., 81, E178-186.
- Robbins K.R., Saxton A.M., Southern L.L., 2006. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. J. Anim. Sci., 84, E155.
- Wiltafsky M.K., Bartelt J., Relandeau C., Roth F.X., 2009. Estimation of the optimum ratio of standardized ileal digestible isoleucine to lysine for eight- to twenty-five-kilogram pigs in diets containing spray-dried blood cells or corn gluten feed as a protein source. J. Anim. Sci., 87, 2554-2564.
- Wiltafsky M.K., Pfaffl M.W., Roth F.X., 2010. The effects of branched-chain amino acid interactions on growth performance, blood metabolites, enzyme kinetics and transcriptomics in weaned pigs. Br. J. Nutr., 103, 964-976.
- Zhu, C. L., J. K. Htoo, and C. F. M. de Lange. 2009. Optimum isoleucine to lysine ratio in a barley and wheat based pig starter diet. Can. J. Anim. Sci., 89, 174-174.