

Réponse de porcs en croissance et finition à l'apport en valine dans des aliments à bas taux protéique

J. Alberto CONDE-AGUILERA (1,2), Raquel MELCHIOR (3), Etienne CORRENT (4), Jaap VAN MILGEN (1,2)

(1) INRA, UMR 1348 PEGASE, 35590 Saint-Gilles, France

(2) Agrocampus Ouest, UMR 1348 PEGASE, 35000 Rennes, France

(3) Universidad Federal de Río Grande del Sur, 90040-060 Porte Alegre, Brésil

(4) Ajinomoto Eurolysine S.A.S, 75817 Paris Cedex 17, France

alberto.conde@rennes.inra.fr

*Avec la collaboration technique de C. MUSTIERE (1), Y. JAGUELIN-PEYRAUD (1), A. STARCK (1), A. MARCHAIS (1),
G. GUILLEMOIS (1), J.F. ROUAUD (1), M. COGNEC (1), P. ROGER (1), et J. DELAMARRE (1).*

Réponse de porcs en croissance et finition à l'apport en valine dans des aliments à bas taux protéique

De récentes études ont estimé les besoins en valine, isoleucine et leucine chez le porcelet. Bien que l'on puisse faire l'hypothèse que ces besoins peuvent être extrapolés aux porcs en phases de croissance et finition, cela n'a pas été confirmé expérimentalement. L'objectif est d'évaluer la réponse des porcs en croissance et finition à l'apport en valine, lysine et matières azotées totales (MAT) du régime. Des porcs alimentés à partir de 45 ou 90 kg de poids vif pendant 3 semaines avec trois régimes à teneurs différentes en valine, lysine et MAT. Un régime à bas taux protéique (régime A) a été formulé pour être limitant en valine [58% digestibilité iléal standardisé (DIS) valine:lysine] et sub-limitant en lysine. Deux régimes ont couvert les besoins en valine (régime B) et en valine et lysine (régime C). Le régime D était similaire au régime C mais avec un haut niveau en MAT. Aux deux stades, la consommation et la croissance ont été réduites de 10-15% chez les animaux qui recevaient le régime A en comparaison avec les autres. La meilleure performance a été observée chez les animaux qui recevaient les régimes B et C, sans différence entre eux. La consommation était ou tendait à être réduite chez les animaux recevant le régime D en comparaison avec les régimes B et C. En conclusion, la réduction de la MAT dans l'aliment n'a pas eu d'impact sur les performances des porcs en croissance et finition quand les besoins en acides aminés étaient couverts. Il apparaît également que la valine est potentiellement limitante dans l'alimentation de ces porcs.

Valine response in growing and finishing pigs under low dietary crude protein levels

Recent studies have been carried out to determine the requirements for valine, isoleucine, and leucine in piglets. Although it is hypothesized that these requirements can be extrapolated to growing and finishing pigs, this has not been confirmed experimentally. The objective of this study was to test the response of growing and finishing pigs to the valine, lysine, and crude protein (CP) contents in the diet. Pigs with an initial body weight of 45 or 90 kg were fed for 3 weeks with diets differing in valine, lysine and CP contents. A low-CP diet (diet A) was formulated to be limiting in valine [58% standardized ileal digestible (SID) valine:lysine] and sub-limiting in lysine. Two other diets (based on diet A) were formulated to cover the valine requirement (diet B) and valine and lysine requirements (diet C). Diet D was similar to diet C but with a higher CP content. At both stages, feed intake and growth rate were 10-15% lower in pigs receiving diet A compared to those receiving the other diets. The best performance was observed in pigs receiving diets B and C, with no difference between these treatments. Feed intake was or tended to be lower in pigs receiving diet D compared with those receiving diets B and C. In conclusion, a reduction in the dietary CP content had no impact on performance of growing and finishing pigs as long as the amino acid requirements were met, and valine can be a potentially limiting amino acid in the diet of these pigs.

INTRODUCTION

L'utilisation des acides aminés de synthèse en élevage porcin permet de réduire la teneur en matières azotées totales (MAT) dans l'aliment tout en préservant la croissance des animaux et, par conséquent, permet de réduire les rejets d'azote dans l'environnement. Cet impact environnemental a été récemment étudié par Garcia-Launay *et al.* (2013) qui concluent que l'incorporation d'acides aminés de synthèse dans des aliments à faible teneur en MAT permet une réduction de leur contribution au changement climatique, de l'eutrophisation et de l'acidification. Une réduction en MAT de l'aliment nécessite de bien connaître les besoins en acides aminés essentiels et en azote afin d'éviter des carences. Depuis quelques années, notre laboratoire a étudié le besoin en valine (Val) chez le porcelet (Barea *et al.*, 2009; Gloaguen *et al.*, 2011). Ce besoin est maintenant connu et permet de formuler des régimes à basse teneur en MAT pour le porcelet. Néanmoins, aucune information concluante n'existe quant au besoin en Val chez les porcs plus lourds. De plus, la consommation de MAT est la plus importante chez les porcs en croissance et finition et des connaissances sur le besoin en Val peuvent contribuer de façon importante à la réduction des excréments azotés.

L'objectif de ce travail a été de déterminer la réponse des porcs en croissance et en finition à l'apport en Val et d'établir les conditions expérimentales permettant d'évaluer *a posteriori* le besoin en Val chez ces animaux.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Dispositif expérimental

Deux essais ont été réalisés sur des porcs Piétrain x (Large White x Landrace) femelles et mâles castrés, issus du troupeau de l'INRA à Saint-Gilles (35). Les porcs ont été sevrés à 28 jours et logés en groupes de six ou huit jusqu'à 12 et 19 semaines d'âge, respectivement pour les essais 1 et 2. Les animaux ont ensuite été pesés à jeun afin de constituer des blocs homogènes puis logés en cases individuelles. Quinze blocs de quatre porcs ont été constitués avec des animaux de même sexe et de poids et d'origine similaires (frères, demi-frères ou sœurs, demi-sœurs). Au sein de chaque bloc, les animaux ont été répartis entre les différents régimes expérimentaux. Pendant les deux premières semaines, les animaux ont reçu un aliment croissance standard à volonté qui a ensuite été progressivement remplacé (sur 3 jours) par l'aliment expérimental. La période expérimentale de 21 jours a débuté à 12 semaines d'âge et 47 kg de poids vif en moyenne pour l'essai 1 et 19 semaines d'âge et 88 kg pour l'essai 2. Durant toute la durée des expériences, l'eau et l'aliment ont été distribués à volonté et la température ambiante a été maintenue à $22 \pm 0,5$ °C.

Les effets attendus pendant les deux stades étaient des performances et une consommation moindres chez les animaux recevant le régime A (carencé en Val) en comparaison avec le régime B, de même que chez les animaux recevant le régime B (carencé en lysine (Lys)) en comparaison avec le régime C. Enfin, aucune différence de performance n'était attendue entre les animaux recevant les régimes C et D (baisse de MAT).

1.2. Régimes expérimentaux

Dans les deux essais, les aliments expérimentaux ont été formulés à base de maïs, de son de blé et de tourteaux de colza ou soja (Tableau 1). Trois régimes ont été formulés pour avoir une faible teneur en MAT (11 et 9%, respectivement pour les porcs en croissance et en finition). Le régime A a été formulé pour être limitant en Val (58% Val:Lys digestible iléale standardisée (DIS)) et sub-limitant en Lys (0,75 et 0,55% Lys DIS, respectivement pour les porcs en croissance et en finition). Le régime B a été supplémenté en L-Val pour couvrir le besoin théorique en Val (70% Val:Lys DIS) alors que le régime C a été supplémenté en L-Val et en L-Lys pour couvrir les besoins théoriques en Val et en Lys (0,86 et 0,63% Lys DIS, respectivement pour les porcs en croissance et en finition). Le régime D a été formulé avec les mêmes contraintes que le régime C, mais avec des teneurs en MAT plus élevées (14 et 11%, respectivement pour les porcs en croissance et en finition). Pour chaque stade, les régimes avaient des teneurs en énergie nette similaires et les apports en acides aminés autres que la Val et la Lys étaient suffisants pour couvrir les besoins (Tableau 1).

1.3. Mesures et analyses

Les porcs ont été pesés à jeun au début et à la fin de la période expérimentale pour le calcul de la vitesse de croissance. Les refus d'aliment ont été collectés chaque semaine pour la mesure de la matière sèche et le calcul de la consommation moyenne journalière. Un échantillon moyen d'aliment a été constitué à la fin de la période expérimentale en vue des analyses de laboratoire.

Les teneurs en matière sèche, matières azotées (NF V18-100), acides aminés totaux et libres (ISO 13903-2005) et énergie brute (ISO 9831) ont été mesurées pour chaque régime. A la fin de la période expérimentale, les animaux de l'essai 2 (finition) ont été abattus dans un abattoir commercial et les caractéristiques de carcasses ont été obtenues par un capteur gras-maigre (CSB Image-Meater). Le taux de muscle des pièces (TMP) est obtenu à partir de l'équation de Blum *et al.* (2014) :

$$TMP = 60,12 - 0,487 G3 - 0,133 G4 + 0,111 M3 + 0,036 M4, \text{ où :}$$

- G3 est l'épaisseur minimale de gras (couenne incluse) recouvrant le muscle *gluteus medius* ;
- G4 est l'épaisseur moyenne de gras (couenne incluse) recouvrant quatre vertèbres lombaires ;
- M3 est l'épaisseur minimale de muscle entre l'extrémité antérieure du muscle *gluteus medius* et la partie dorsale du canal médullaire ;
- M4 est l'épaisseur moyenne de muscle recouvrant quatre vertèbres lombaires.

Les données ont été soumises à une analyse de variance en utilisant la procédure MIXED de SAS (SAS, 2004) avec le régime comme effet fixe et le bloc comme effet aléatoire. Le poids vif final a été introduit en covariable dans le modèle pour analyser les données de rendement, G3, G4, M3 et M4. L'animal était considéré comme l'unité expérimentale.

2. RESULTATS

Les porcs n'ont montré aucun problème de santé tout au long des essais. Un seul porc est mort au cours de l'essai 2 sans relation apparente avec le régime alimentaire. Les résultats de ces deux essais sont présentés dans les Tableaux 2, 3 et 4.

Tableau 1 – Caractéristiques nutritionnelles des régimes expérimentaux croissance (essai 1) et finition (essai 2)

| Expérience | Essai 1 (poids vif initial 47 kg) | | | | Essai 2 (poids vif initial 88 kg) | | | | |
|--|-----------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|---|
| | Régime ¹ | A | B | C | D | A | B | C | D |
| Matières premières, % | | | | | | | | | |
| Maïs | 79,03 | 79,03 | 79,03 | 73,58 | 58,13 | 58,13 | 58,13 | 76,83 | |
| Tourteau de soja | 2,42 | 2,42 | 2,42 | 5,48 | – | – | – | – | |
| Son de blé tendre | 6,45 | 6,45 | 6,45 | – | 23,15 | 23,15 | 23,15 | 11,33 | |
| Tourteau de colza | 7,26 | 7,26 | 7,26 | 16,43 | – | – | – | 8,58 | |
| Amidon de maïs | 0,50 | 0,33 | 0,19 | – | 14,89 | 14,77 | 14,67 | – | |
| Huile de tournesol | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 1,52 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| L-Lysine (Lys) HCl | 0,53 | 0,53 | 0,67 | 0,47 | 0,43 | 0,43 | 0,53 | 0,40 | |
| L-Thréonine (Thr) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,13 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,09 | |
| L-Tryptophane (Trp) | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | |
| DL-Méthionine (Met) | 0,13 | 0,13 | 0,13 | 0,02 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | – | |
| L-Isoleucine (Ile) | 0,11 | 0,11 | 0,11 | – | 0,10 | 0,10 | 0,10 | – | |
| L-Valine (Val) | – | 0,17 | 0,17 | 0,04 | – | 0,12 | 0,12 | – | |
| Sel | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | |
| Bicarbonate de sodium | 0,26 | 0,26 | 0,26 | 0,05 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,17 | |
| Carbonate de calcium | 1,23 | 1,23 | 1,23 | 1,12 | 1,21 | 1,21 | 1,21 | 1,08 | |
| Phosphate bicalcique | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,13 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | – | |
| Phytase | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | |
| Complément oligo-vitaminique | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | 0,50 | |
| Composants majeurs² | | | | | | | | | |
| Matières azotées totales (MAT), % | 11,47 | 11,60 | 11,73 | 14,21 | 9,00 | 9,09 | 9,18 | 11,29 | |
| Energie nette ³ , MJ/kg | 10,20 | 10,21 | 10,21 | 10,20 | 10,00 | 10,00 | 10,01 | 10,00 | |
| Lys DIS ⁴ , % | 0,75 | 0,75 | 0,86 | 0,86 | 0,55 | 0,55 | 0,63 | 0,63 | |
| Val DIS ⁴ , % | 0,44 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,32 | 0,44 | 0,44 | 0,44 | |
| Val:Lys DIS ⁴ , % | 58 | 81 | 70 | 70 | 58 | 80 | 70 | 70 | |
| Ile:Lys DIS ⁴ , % | 60 | 60 | 52 | 53 | 60 | 60 | 53 | 53 | |
| Leucine:Lys DIS ⁴ , % | 127 | 127 | 110 | 130 | 129 | 129 | 113 | 153 | |
| Thr:Lys DIS ⁴ , % | 75 | 75 | 65 | 65 | 75 | 75 | 66 | 65 | |
| Met:Lys DIS ⁴ , % | 41 | 41 | 36 | 30 | 41 | 41 | 36 | 30 | |
| (Met+Cystine):Lys DIS ⁴ , % | 69 | 69 | 60 | 61 | 69 | 69 | 61 | 65 | |
| Trp:Lys DIS ⁴ , % | 24 | 24 | 21 | 21 | 24 | 24 | 21 | 21 | |
| Phénylalanine (Phe):Lys DIS ⁴ , % | 57 | 57 | 50 | 63 | 58 | 58 | 51 | 67 | |
| (Phe+Tyrosine):Lys DIS ⁴ , % | 102 | 102 | 89 | 111 | 102 | 102 | 90 | 121 | |
| Histidine:Lys DIS ⁴ , % | 34 | 34 | 30 | 38 | 35 | 35 | 31 | 42 | |
| Arginine:Lys DIS ⁴ , % | 68 | 68 | 59 | 81 | 69 | 69 | 60 | 80 | |

¹A = régime à faible teneur en MAT, carencé en Val et sub-carencé en Lys ; B = régime à faible teneur en MAT et sub-carencé en Lys ; C = régime à faible teneur en MAT ; D = régime témoin.

²Valeurs analysées et ajustées à 87,3% de matière sèche.

³Valeurs d'énergie nette calculées à partir de la composition des matières premières (Sauvant et al., 2004).

⁴Digestibilité iléale standardisée calculée à partir de l'analyse des acides aminés des régimes et de la digestibilité des matières premières (Sauvant et al., 2004).

Les différents régimes n'ont pas eu d'effet sur le poids vif final, ni sur l'efficacité alimentaire dans les stades de croissance et de finition ($P > 0,10$). La consommation d'aliment a été affectée par les régimes expérimentaux dans les deux essais. Dans l'essai 1 (croissance), il n'y a pas eu de différences significatives entre les animaux ayant reçu les régimes C et D (effet de la teneur en MAT), ni entre ceux qui ont reçu les régimes B et C (effet de la teneur en Lys) ; en revanche ceux qui ont reçu le régime A avaient une consommation plus faible en comparaison avec les régimes B et C (effet de la teneur en Val ; $P < 0,001$). Dans l'essai 2 (finition), la consommation des animaux n'était pas différente entre les régimes B et C, elle était cependant moindre dans le régime A en comparaison avec le régime B, et dans le lot D *versus* le lot C ($P < 0,01$).

Le gain de poids a été affecté par les différents régimes expérimentaux dans les deux essais bien qu'aucune différence n'ait été démontrée entre les régimes C et D.

Pour le stade de croissance (essai 1), le gain de poids des porcs recevant le régime A était 13% plus faible par rapport aux porcs recevant les autres régimes ($P < 0,01$).

Pour le stade de finition (essai 2), le gain de poids des animaux recevant le régime B était 20% moindre en comparaison avec ceux recevant le régime C ($P = 0,05$) et 7% moindre pour les animaux recevant le régime A par rapport à ceux recevant le régime B ($P = 0,06$).

Aucune différence de qualité de la carcasse (TMP, G3, G4, M3 et M4) n'était observée entre les régimes utilisés pendant le stade de finition ($P > 0,10$; Tableau 4).

Tableau 2 – Effet de la réduction de la teneur en matières azotées totales (MAT) et de différentes teneurs en valine (Val) et lysine (Lys) de l'aliment sur les performances des porcs en croissance (essai 1 ; moyennes ajustées)¹

| Régime | A | B | C | D | Statistiques | |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------|---------|
| | | | | | ETR | P |
| Poids vif initial, kg | 46,1 | 48,0 | 47,8 | 47,3 | 6,3 | 0,84 |
| Poids vif final, kg | 61,9 | 68,9 | 68,6 | 67,3 | 9,6 | 0,16 |
| Consommation d'aliment, kg/j | 2,58 ^a | 3,14 ^c | 3,09 ^{bc} | 2,85 ^{ab} | 0,38 | < 0,001 |
| Gain de poids, kg/j | 0,78 ^a | 0,98 ^b | 0,98 ^b | 0,95 ^b | 0,15 | < 0,01 |
| Efficacité alimentaire, kg/kg | 0,30 | 0,31 | 0,32 | 0,33 | 0,04 | 0,10 |

¹A = régime à faible teneur en MAT, carencé en Val et sub-carencé en Lys ; B = régime à faible teneur en MAT et sub-carencé en Lys ; C = régime à faible teneur en MAT ; D = régime témoin ; ETR = écart-type résiduel ; P = probabilité de l'effet régime (analyse de variance avec le régime en effet fixe et le bloc en effet aléatoire). Sur une même ligne, les moyennes non suivies d'une même lettre sont différentes ($P < 0,05$).

Tableau 3 – Effet de la réduction de la teneur en matières azotées totales (MAT) et de différentes teneurs en valine (Val) et lysine (Lys) de l'aliment sur les performances des porcs en finition (essai 2 ; moyennes ajustées)¹

| Régime | A | B | C | D | Statistiques | |
|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------|------|
| | | | | | ETR | P |
| Poids vif initial, kg | 87,3 | 88,4 | 87,4 | 88,4 | 8,4 | 0,97 |
| Poids vif final, kg | 106,4 | 110,1 | 110,6 | 109,9 | 10,4 | 0,68 |
| Consommation d'aliment, kg/j | 3,56 ^a | 4,03 ^b | 4,13 ^b | 3,69 ^a | 0,52 | 0,01 |
| Gain de poids, kg/j | 1,01 ^a | 1,14 ^b | 1,23 ^c | 1,13 ^{abc} | 0,19 | 0,03 |
| Efficacité alimentaire, kg/kg | 0,28 | 0,29 | 0,30 | 0,31 | 0,03 | 0,14 |

¹A = régime à faible teneur en MAT et carencé en Val et sub-carencé en Lys ; B = régime à faible teneur en MAT et sub-carencé en Lys ; C = régime à faible teneur en MAT ; D = régime témoin ; ETR = écart-type résiduel ; P = probabilité de l'effet régime (analyse de variance avec le régime en effet fixe et le bloc en effet aléatoire). Sur une même ligne, les moyennes non suivies d'une même lettre sont différentes ($P < 0,05$).

3. DISCUSSION

3.1. La lysine doit être limitante après la valine dans une étude dose-réponse

Être sub-limitant en Lys est un pré requis pour faire une étude de dose-réponse d'un acide aminé si on souhaite exprimer les résultats par rapport à la Lys. Utiliser une teneur en Lys plus élevée que le besoin a pour conséquence une sous-estimation du besoin de l'acide aminé étudié (Boisen, 2003). Dans notre étude, le gain de poids différait entre les régimes B et C pour le stade de finition (Tableau 3) ce qui indique que le niveau de 0,55% de Lys DIS apporté dans l'aliment finition était sub-limitant pour la croissance. En revanche, cette différence entre les régimes B et C n'était pas observée en phase de croissance (Tableau 2) indiquant que le niveau de 0,75% de Lys DIS du régime B en phase croissance n'était pas sub-limitant.

Dans une perspective d'estimation du besoin en Val par dose-réponse, une teneur en Lys plus faible serait nécessaire pour exprimer correctement le besoin en Val par rapport à la Lys.

3.2. La valine peut être limitante dans les aliments croissance et finition

Les performances des animaux qui ont reçu le régime A ont été plus faibles en comparaison avec celles des animaux recevant le régime B pour les stades croissance et finition (Tableaux 2 et 3). Cette réponse démontre l'impact de la Val sur les performances d'animaux lorsque la teneur en MAT est réduite. Chez le porcelet, la Val est un acide aminé limitant pour la croissance dans des régimes à base de céréales, après la Lys, la thréonine, la méthionine et le tryptophane (Barea *et al.*, 2009 ; van Milgen, 2013).

Or, le besoin en Val chez les porcs de 25 à 110 kg de poids vif est mal connu et les deux expériences déjà publiées étaient non-concluantes. Ainsi, Lewis et Nishimura (1995) n'ont pas trouvé de réponse aux différents teneurs en Val chez les porcs en finition, probablement à cause d'une carence en tryptophane apporté à 76% du besoin du NRC (1998). De façon similaire, Liu (2000) n'a pas observé de réponse à l'apport en Val chez des porcs en finition, ce qui est probablement dû au fait que la carence en Val était insuffisante ; le régime le plus carencé étant apporté à 93% du besoin en Val estimé par le NRC (1998). Ceci confirme la nécessité d'étudier les besoins en Val des porcs aux stades de croissance et finition.

Dans notre étude, les régimes A, B, et C ont été formulés pour couvrir les besoins en acides aminés autres que la Val et la Lys. La seule différence entre ces régimes était les apports en L-Val et/ou en L-Lys. En conséquence, les apports en acides aminés relativement à la Lys étaient élevés dans les régimes A et B, ce qui aurait pu entraîner un déséquilibre entre acides aminés. Pour le régime A, la carence en Val était associée à un excès modéré en isoleucine et leucine (Leu). Chez le porcelet, Gloaguen *et al.* (2011) ont montré qu'un apport excessif en Leu pouvait amplifier les effets d'une carence en Val. Or, dans l'étude de Gloaguen *et al.* (2011), l'apport excessif en Leu était beaucoup plus important que dans notre étude (165 vs 127% Leu:Lys DIS).

Tableau 4 – Effet de la réduction en matières azotées totales (MAT) et de différents teneurs en valine (Val) et lysine (Lys) de l'aliment sur la qualité de la carcasse (essai 2 ; moyennes ajustées)¹

| Régime ² | A | B | C | D | Statistiques | |
|---------------------|------|------|------|------|--------------|------|
| | | | | | ETR | P |
| TMP | 59,7 | 59,5 | 59,2 | 59,1 | 2,3 | 0,20 |
| G3, mm | 15,0 | 15,3 | 15,3 | 16,4 | 4,2 | 0,36 |
| G4, mm | 23,4 | 24,3 | 23,4 | 25,3 | 4,5 | 0,31 |
| M3, mm | 73,0 | 71,1 | 70,6 | 74,3 | 6,3 | 0,13 |
| M4, mm | 53,4 | 52,5 | 52,5 | 53,8 | 4,1 | 0,73 |

¹Mesures d'épaisseur de gras (G3, G4) et de muscle (M3, M4) à l'image Meater ; TMP = taux de muscle des pièces.

²A = régime à faible teneur en MAT, carencé en Val et sub-carencé en Lys ; B = régime à faible teneur en MAT et sub-carencé en Lys ; C = régime à faible teneur en MAT ; D = régime témoin ; ETR = écart-type résiduel ; P = probabilité de l'effet régime (analyse de variance avec le régime en effet fixe et le bloc en effet aléatoire). Sur une même ligne, les moyennes non suivies d'une même lettre sont différentes (P < 0,05). Le poids vif final est pris en compte en covariable dans le modèle.

3.3. Protéines et consommation alimentaire

Dans notre étude, la consommation a diminué chez les animaux recevant le régime témoin (D) en comparaison avec ceux recevant un régime à faible teneur en MAT (C ; P < 0,01). Un apport important en MAT peut effectivement diminuer la consommation d'aliment (Potier *et al.*, 2009). Le changement d'un régime témoin à un régime à haute teneur en MAT induit très rapidement une réduction de la consommation spontanée, suivie par un rétablissement progressif mais incomplet (L'Heureux-Bouron *et al.*, 2004). Or, dans notre étude, la teneur en MAT dans le régime D était considérée comme « normale » alors que celle dans le régime C était faible.

La baisse de la consommation observée pour les animaux recevant le régime D par rapport à ceux recevant le régime C n'était pas anticipée, d'autant plus que les teneurs en énergie nette étaient identiques pour les deux régimes. On ne peut que spéculer sur le fait que les mécanismes qui induisent la baisse de consommation quand les animaux reçoivent un régime à haute teneur en MAT soient aussi à l'origine de l'augmentation de la consommation quand les animaux reçoivent un régime à (très) faible teneur en MAT. Néanmoins, Harper et Peters (1989) ont suggéré que l'ingestion de protéines n'est pas régulée en soi, mais est le reflet du contrôle des concentrations plasmatiques en acides aminés. Indépendamment des mécanismes impliqués, nos résultats indiquent en conséquence que la teneur en protéines des aliments destinés aux porcs en croissance et finition peut être réduite de trois points, respectivement de 14% à 11% et de 11% à 9% sans conséquence sur les performances, lorsque le profil en acides aminés apporté dans le régime couvre les besoins de l'animal.

3.4. Conséquences sur la qualité des carcasses

L'absence d'effet sur les critères de la qualité de la carcasse (TMP, G3, G4, M3 et M4) des différents régimes expérimentaux utilisés pendant le stade finition n'est pas surprenant. Un effet important sur ces critères n'était pas attendu en raison d'une période expérimentale relativement courte et d'un dépôt adipeux déjà en place en bonne partie dès le début de l'essai. Par rapport aux périodes expérimentales plus longues, des régimes à faible teneur en MAT n'ont pas induit de changement dans la composition de la carcasse à condition de fournir un profil en acides aminés et un niveau d'énergie nette de l'aliment adaptés aux besoins de l'animal (Le Bellego *et al.*, 2002). Récemment et de manière similaire, il a été démontré que la réduction de la teneur en MAT jusqu'à des niveaux de 11% n'a pas conduit à des effets sur la proportion du muscle, du gras, des os ou du gras intramusculaire de la carcasse mesurés chez les porcs en respectant le profil idéal en acides aminés (Lambe *et al.*, 2013). Ainsi, des périodes plus longues d'expérimentation en complémentarité avec d'autres mesures de qualité (pH, couleur, sensoriel, etc.) seraient nécessaires pour évaluer l'impact de la réduction protéique dans l'aliment sur la qualité de la viande.

CONCLUSION

Les résultats indiquent que la teneur en protéines des aliments pour porcs en croissance et finition peut être réduite de trois points, respectivement de 14% à 11% et de 11% à 9%, sans affecter négativement les performances lorsque les apports en acides aminés couvrent les besoins de l'animal. De plus, la Val apparaît comme un acide aminé potentiellement limitant pour la croissance des porcs en croissance et finition dans des régimes à base de céréales.

REMERCIEMENTS

Cette étude a bénéficié d'un soutien financier de la société Ajinomoto Eurolysine SAS. Les auteurs remercient le personnel des installations expérimentales de l'Unité PEGASE à Saint-Gilles pour leur collaboration technique. Ils remercient aussi Aude Simongiovanni pour son aide lors de la lecture et la correction du texte en français.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barea R., Brossard L., Le Floc'h N., Primot Y., Melchior D., van Milgen J., 2009. The standardized ileal digestible valine-to-lysine requirement ratio is at least seventy percent in postweaned piglets. *J. Anim. Sci.*, 87, 935-947.
- Blum J., Monziols M., Causeur D., Daumas G., 2014. Recalibrage de la principale méthode de classement des carcasses de porcs en France. *Journées Rech. Porcine*, 46, 39-44.
- Boisen S., 2003. Ideal dietary amino acid profiles for pigs. In: J.P.F. D'Mello (Ed), *Amino acids in animal nutrition*, 157-168. CABI Publishing, Oxon, UK.
- Garcia-Launay F., Van Der Werf H., Nguyen T.T.H., Le Tutour L., Dourmad J.-Y., 2013. L'incorporation d'acides aminés dans les aliments permet de réduire les impacts environnementaux de la production porcine. *Journées Rech. Porcine*, 46, 123-128.
- Gloaguen M., Le Floc'h N., Brossard L., Barea R., Primot Y., Corrent E., van Milgen J., 2011. Response of piglets to the valine content in diet in combination with the supply of other branched-chain amino acids. *Animal*, 5, 1734-1742.
- Harper A.E., Peters J.C., 1989. Protein intake, brain amino acid and serotonin concentrations and protein self-selection. *J. Nutr.*, 119, 677-689.
- Lambe N.R., Wood J.D., McLean K.A., Walling G.A., Whitney H., Jagger S., Fullarton P., Bayntun J., Bunger L., 2013. Effects of low protein diets on pigs with a lean genotype 2. Compositional traits measured with computed tomography (CT). *Meat Sci.*, 95, 129-136.
- Le Bellego L., van Milgen J., Noblet J., 2002. Effect of high temperature and low-protein diets on the performance of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 691-701.
- Lewis A.J., Nishimura N., 1995. Valine requirement of the finishing pig. *J. Anim. Sci.*, 73, 2315-2318.
- L'Heureux-Bouron D., Tome D., Bensaid A., Morens C., Gaudichon C., Fromentin G., 2004. A very high 70%-protein diet does not induce conditioned taste aversion in rats. *J. Nutr.*, 134, 1512-1515.
- Liu H., 2000. Effect of reducing dietary protein level and adding amino acids on performance, carcass characteristics, and nitrogen excretion of finishing pigs. Doctor of Philosophy, University of Missouri, USA. 416 p.
- NRC, 1998. Nutrient requirement of swine. 10th revised edition. Natl. Acad. Press (Ed.), Washington, DC, USA. 210 p.
- Potier M., Darcel N., Tome D., 2009. Protein, amino acids and the control of food intake. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*, 12, 54-58.
- SAS, 2004. SAS/STAT 9.1 user's guide. Eds, SAS Institute Inc., Cary (NC).
- Sauvant D., Perez J.-M., Tran G., 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage. Porcs, volailles, bovins, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. INRA Eds, Paris, 301 p.
- van Milgen J., Gloaguen M., Le Floc'h N., Brossard L., Primot Y., Corrent E., 2013. Meta-analysis of the response of growing pigs to valine content of the diet. In: Proc. of the 4th International Symposium on Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production, J.W. Oltjen, E. Kebreab, H. Lapierre (Eds), 134, 339-340, Wageningen Academic Publishers, Sacramento, California, USA.