

Besoin en thréonine du porc en finition

Nathalie QUINIOU (1), Laurent LE BELLEGO (2), Robert GRANIER (3)

(1) Institut Technique du Porc, BP 3, 35650 Le Rheu cedex

(2) Ajinomoto Eurolysine SAS, 153, rue de Courcelles, 75817 Paris cedex 17

(3) Institut Technique du Porc, Station d'Expérimentation Nationale Porcine, Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue

nathalie.quiniou@itp.asso.fr

Cet essai a été réalisé à la station expérimentale de Villefranche de Rouergue avec la collaboration technique de Michel Larnaudie, André Bouby, Yves Cantaloube, Sébastien Vixège et Virginie Larrère.

Besoin en thréonine du porc en finition

Le besoin en thréonine de mâles castrés et femelles croisés (LWxLD)xP76 est étudié dans deux essais entre 60 et 110 kg. Dans l'essai 1, les porcs sont répartis entre quatre régimes dont la teneur en lysine digestible (LYSd) est limitante pour la croissance et qui diffèrent par leur rapport thréonine/lysine digestibles (THRd/LYSd, 55, 60, 65 et 70 %). Dans l'essai 2, deux niveaux de LYSd relativement à l'énergie nette et deux rapports THRd/LYSd (60 et 65 %) sont étudiés suivant un dispositif factoriel 2x2. Le 1^{er} niveau en LYSd est identique à celui de l'essai 1 et le second plus proche du besoin. Les apports alimentaires sont égalisés pour les différents lots sur la base du poids moyen de case. L'essai 1 montre une chute des performances quand le rapport THRd/LYSd est inférieur à 60 % (-21 g/j de vitesse de croissance, +1,1 MJ EN/kg d'indice) mais ne montre aucun intérêt à accroître ce rapport au-delà de 60 %. L'essai 2 confirme l'importance du niveau en LYSd sur les performances et indique un besoin en LYSd de 19 g par kg de gain de poids. Comme dans l'essai 1, aucune différence significative n'est mise en évidence entre les rapports THRd/LYSd de 60 et 65 % pour le niveau bas d'apport en LYSd. Bien que l'écart ne soit pas significatif, le GMQ entre 80 kg et l'abattage semble réduit de 5 % avec le rapport THRd/LYSd de 60% (vs. 65 %) et l'apport en LYSd près du besoin. Ces essais indiquent que le rapport THRd/LYSd ne doit pas être inférieur à 60 % pendant la période de finition. En revanche, l'hypothèse selon laquelle le rapport THRd/LYSd serait supérieur à 65 % pendant la période de finition n'est pas validée sur la base des résultats zootechniques obtenus.

Threonine requirement of finishing gilts and barrows

Two trials were carried out in order to study the threonine requirement of crossbred barrows and gilts (LWxLD)xP76 over the 60-100 kg body weight range. In trial 1, four wheat and soybean meal based diets were used: their digestible lysine (LYSd) level was limiting for growth and the ratio between digestible threonine and lysine (THRd/LYSd) was either 55, 60, 65 or 70%. In trial 2, four diets were formulated according to a factorial design 2x2: two LYSd levels and two THRd/LYSd levels (60 or 65%). The lowest LYSd level was similar to the one in trial 1 and the second level was closer to requirement. Feed supplies were adjusted on a body weight basis for each pen of five animals each. In trial 1, lower growth performance were obtained with THRd/LYSd below 60% (-21 g/d of average daily gain, +1.1 MJ NE/kg of feed conversion ratio) but no difference was observed among ratios above 60%. Trial 2 illustrates the impact of LYSd level on growth performance and indicates that LYSd requirement of pigs studied was 19 g/kg body weight gain. Like in trial 1, no significant difference was observed between THRd/LYSd ratios of 60 and 65% when LYSd level was low. When LYSd is less limiting, average daily gain decreased by 5% with THRd/LYSd ratio of 60% (vs. 65%) but this difference was not significant. This study indicates that THRd/LYSd ratio must not be lower than 60% during finishing period but fails to confirm the hypothesis according to which it would be higher than 65% over this period.

INTRODUCTION

L'étude présentée s'inscrit dans un contexte plus large de quantification du besoin en acides aminés du porc. Pendant l'engraissement, les apports en acides aminés essentiels sont établis suivant le concept de la protéine idéale à partir de l'apport en lysine. Ainsi, chez le porc en croissance entre 25 et 100 kg, Henry (1993) recommande des apports en thréonine (THRd), acides aminés soufrés (MET+CYSD) et tryptophane (TRYd) digestibles à hauteur de, respectivement, 65, 60 et 18 % de l'apport en lysine digestible (LYSd). En pratique, ces valeurs sont étendues jusqu'à l'abattage, soit

115 kg de nos jours. Or, quand le poids du porc charcutier augmente, le besoin d'entretien augmente également alors que le besoin lié au dépôt protéique reste stable, voire diminue. Cela signifie que la contribution de l'entretien au besoin protéique global s'accroît. La thréonine est le principal facteur limitant pour l'entretien. Cela conduit donc à s'interroger sur l'évolution du profil de la protéine idéale au cours de la croissance et à étudier en particulier le besoin en thréonine relativement à la lysine. De plus, la thréonine est le second acide aminé limitant des régimes à base de blé. Cette céréale est donc intéressante à utiliser comme source principale de protéine pour étudier le rapport THRd/LYSd.

Tableau 1 - Formulation des aliments expérimentaux

Essai/gamme de poids	n°1/60-80				n°1/80-ab.				n°2/60-80				n°2/80-ab.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	5	6	7	8	
Lot	T55	T60	T65	T70	T55	T60	T65	T70	60B	65B	60H	65H	60B	65B	60H	65H	
Aliment	T55	T60	T65	T70	T55	T60	T65	T70	60B	65B	60H	65H	60B	65B	60H	65H	
Matières premières, g/kg																	
Tourteau de soja 48	45	45	45	46					40	40	89	89	11	11	36,8	37	
Huile de soja	4,6	4,7	4,7	4,8					3,2	3,2	8,6	8,6	2,2	2,2	2,6	2,6	
Blé	898,4	897,0	895,7	893,6	949,8	948,8	948,0	947,3	908,4	907,8	855,6	855,1	942,0	941,9	914,0	913,5	
Lysine pure									3,6	3,6	3,9	3,9	2,2	2,2	2,6	2,6	
Lysine 46%	6,2	6,2	6,2	6,1	4,6	4,6	4,6	4,6									
Méthionine pure									0,4	0,4	0,5	0,5					
Méthionine 34%	1,3	1,3	1,3	1,3													
Thréonine pure									0,7	1,1	0,9	1,4		0,3	0,2	0,6	
Thréonine 26%	1,4	2,7	3,9	5,0	0,0	0,9	1,8	2,6									
Carbonate de calcium	15,9	15,9	15,9	15,9	16,1	16,0	16,0	16,0	13,4	13,4	13,2	13,2	13,7	13,5	13,4	13,7	
Phosphate bicalcique	8,5	8,5	8,5	8,5	8,8	9,0	8,9	8,9	9,7	9,7	9,5	9,5	9,8	9,8	9,7	9,7	
Sel	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
COV 0,5%	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Bicarbonate de Sodium	10,7	10,7	10,8	10,8	12,7	12,7	12,7	12,6	12,8	12,8	10,8	10,8	13,3	13,3	12,5	12,5	

Tableau 2 - Caractéristiques nutritionnelles des aliments expérimentaux

Essai/gamme de poids	n°1/60-80				n°1/80-ab.				n°2/60-80				n°2/80-ab.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	5	6	7	8
Lot	T55	T60	T65	T70	T55	T60	T65	T70	60B	65B	60H	65H	60B	65B	60H	65H
Aliment	T55	T60	T65	T70	T55	T60	T65	T70	60B	65B	60H	65H	60B	65B	60H	65H
Matières azotées totales, g/kg¹	124	124	122	124	107	105	106	107	123	124	142	144	116	108	121	123
Acides aminés totaux																
Lysine, g/kg ¹	6,8	6,7	6,5	6,5	5,0	4,9	4,9	4,9	6,7	6,5	8,0	8,0	5,1	4,8	5,8	5,9
Isoleucine / lysine, % ¹	60	63	63	63	68	69	69	69	61	62	60	60	69	75	71	68
Valine / lysine, % ¹	75	78	80	77	92	92	90	90	76	78	73	71	90	98	86	85
Acides aminés digestibles																
Lysine (LYSd), g/kg ²	6,2	6,1	5,9	5,9	4,4	4,3	4,3	4,3	6,0	5,9	7,2	7,3	4,5	4,2	5,2	5,3
Thréonine, g/kg ²	3,4	3,7	3,8	4,2	2,6	2,7	2,9	3,1	3,7	4,0	4,4	4,8	2,6	2,9	3,1	3,5
Thréonine / LYSd, % ²	54	60	64	71	58	62	66	71	60	68	60	65	58	69	60	66
Méthionine / LYSd, % ²	32	33	32	34	32	33	33	33	31	32	29	29	31	33	29	28
Méthi. + cystine / LYSd, % ²	68	69	70	71	79	80	80	80	67	69	61	61	78	83	71	70
Tryptophane / LYSd, % ²	20	21	22	21	24	25	25	25	24	25	23	22	29	32	28	27
Energie nette (EN), MJ/kg³	10,29	10,21	10,21	10,25	10,27	10,30	10,26	10,22	10,38	10,38	10,46	10,44	10,27	10,31	10,32	10,31
LYSd²/EN, g/MJ	0,60	0,59	0,57	0,57	0,43	0,42	0,42	0,42	0,58	0,57	0,69	0,70	0,44	0,41	0,50	0,51

¹. Résultats des dosages réalisés sur les échantillons de repas fictifs.

². Calculée à partir de la teneur en acide aminé total, multipliée par la digestibilité iléale standardisée moyenne obtenue lors de la formulation.

³. Valeurs EN des matières premières issues des tables INRA-AFZ (2002) et des équations de calculs proposées par Noblet et al. (2003).

1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

1.1. Dispositif expérimental

Deux essais successifs sont mis en place pour étudier le rapport THRd/LYSd entre 60 kg et l'abattage sur les performances de croissance et d'abattage à raison de 40 porcs par lot, issus du croisement (LWxLD)xP76 (20 mâles castrés et 20 femelles). L'essai 1 est réalisé en conditions limitantes d'apport en LYSd d'après les données acquises dans un essai préalable (Quiniou et al., 2005). La période de finition est séparée en deux sous-périodes (avant ou après 80 kg) afin de s'assurer que les régimes soient limitants du début à la fin de la période étudiée. Les quatre régimes expérimentaux sont formulés à base de blé et tourteau de soja et sont isoénergétiques (Tableau 1); ils diffèrent par leur rapport THRd/LYSd (de 55 à 70 %, Tableau 2). L'essai 2 est réalisé après analyse des résultats de l'essai 1 et s'appuie sur un dispositif factoriel 2x2 (Tableau 1) : 2 rapports THRd/LYSd (60 et 65 %) et 2 niveaux de LYSd dont le 1^{er} est comparable à celui de l'essai 1 tandis que le 2nd est plus proche du besoin et en conséquence 21 % plus élevé (Tableau 2). La période de finition est également coupée en deux comme l'essai 1 avec des formules spécifiques avant ou après 80 kg.

A partir de 60 kg de poids moyen de case, les animaux sont répartis selon leur poids initial et leur sexe entre les aliments expérimentaux (Tableau 1). Les régimes sont formulés à partir des résultats d'analyse de composition chimique des lots de blé et de tourteau de soja utilisés et de leur aminogramme. Le bilan électrolytique est égalisé pour les aliments de chaque essai à 209 mEq/kg. Les apports d'aliment augmentent linéairement de 1,4 kg à 30 kg en moyenne jusqu'à 3 kg à 85 kg puis plafonnent jusqu'à l'abattage, les apports étant égalisés pour les différents lots sur la base du poids moyen de case. L'aliment est distribué en farine à l'auge puis est humidifié pour constituer une soupe à raison de 3 (essai 1, août – novembre 2003) ou 2,5 (essai 2, octobre 2004 – janvier 2005) litres d'eau par kg.

Le même bâtiment expérimental est utilisé pour les deux essais. Les porcs sont logés en cases de 5 individus d'un même sexe, à raison de 8 cases par salle. Chaque régime est étudié dans une salle spécifique afin de pouvoir caractériser les lisiers produits (résultats non présentés).

1.2. Mesures

1.2.1. Sur les aliments

Des échantillons sont prélevés lors de la fabrication pour contrôler la composition du mélange. Pendant l'essai, des échantillons sont prélevés chaque quinzaine pour chaque lot suivant la technique du repas fictif pour dosage des caractéristiques nutritionnelles classiques et des acides aminés (Tableau 2).

1.2.2. Sur les animaux

Les porcs sont pesés tous les 14 jours le matin après une mise à jeun la veille. La consommation d'aliment entre deux

pesées est déterminée pour chaque case. La date à laquelle les porcs atteignent 60 kg est calculée à partir des résultats des deux pesées précédentes. Dès que les porcs de la case pèsent en moyenne 60 kg, ils reçoivent le premier aliment finition selon leur lot d'affectation. Puis à 80 kg, ils reçoivent le second aliment finition jusqu'à l'abattage. En cas de mort prématurée, le poids, la date et la cause sont notés. Les porcs sont abattus en trois (essai 1) ou deux (essai 2) départs au poids minimal de 106 kg (sauf pour le dernier départ). A l'abattage, le poids de carcasse individuel et la TVM sont relevés pour chaque porc.

1.3. Calculs et analyses statistiques

Pendant la période de finition, la vitesse de croissance (GMQ) est calculée pour chaque porc. A l'échelle de la case, un GMQ moyen pour la période de finition et son écart-type sont également calculés. De même, la consommation d'aliment par jour et par porc et l'indice de consommation (IC) sont calculés en moyenne par case à partir des quantités d'aliment cumulées, de la durée de la période et du nombre de porcs présents. Les porcs morts en cours d'essai sont pris en compte au prorata de leur temps de séjour. Des calculs similaires sont réalisés entre le début de la période de finition et 80 kg et entre 80 kg et l'abattage.

Dans chaque essai, les données individuelles de croissance sont soumises à une analyse multifactorielle de la variance (proc GLM, SAS, 1990) incluant en effets principaux le lot (L, n=4), le type sexuel (S, n=2), l'interaction LxS, la case intra-LxS étant considérée comme unité expérimentale. Les données moyennes obtenues par case sont analysées par analyse de la variance avec L, S et LxS en effets principaux.

2. RÉSULTATS

2.1. Essai 1

Le GMQ des porcs du lot T55 est significativement plus faible que celui des autres lots (Tableau 3, 734 vs. 754 g/j). Le régime ne génère pas de différence d'homogénéité entre les porcs dans les cases (± 40 -42 g/j). Les apports alimentaires étant égalisés entre lots, il s'ensuit une augmentation significative de 1,1 MJ de l'IC_{EN} chez les porcs du lot T55 (36,6 vs. 35,5 MJ/kg pour les autres lots en moyenne). Cet écart n'est toutefois pas suffisant pour induire une dégradation de la TVM dont la valeur moyenne est de 58,5 % pour les quatre lots.

2.2. Essai 2

A l'entrée en engraissement, les porcs sont un peu plus légers que dans l'essai 1 ce qui est dû à la période d'étude : les animaux sont nés début août et ont subi les chaleurs estivales en maternité. Il est possible qu'ils aient compensé la moindre croissance en maternité et en post-sevrage par une meilleure croissance avant 60 kg. En revanche, pendant la période de finition, les porcs de cet essai présentent un GMQ inférieur à celui de l'essai 1, l'écart étant surtout observé entre 80 kg et l'abattage. Cette différence peut s'expliquer par les difficultés rencontrées pour réguler la température ambiante après le

Tableau 3 - Effet du rapport entre la thréonine et la lysine digestibles (THRd/LYSd) sur les performances de croissance en finition (essai 1)

Rapport THRd/LYSd, %	55	60	65	70	ETR	Stat ¹
Résultats individuels²						
Nombre d'observations	40	39	40	40		
Poids initial, kg	59	58	58	58	2	L**
Poids final, kg	107	107	107	107	4	
TVM, % ³	58,6	58,8	58,2	58,5	2,0	S***
Résultats moyens par case						
Nombre de cases	8	8	8	8		
Nombre de porcs/case	5,00	4,98	5,00	5,00		
GMQ, g/j ²						
Finition	734	754	752	755	16	L*, S*
±Ecart-type	±40	±40	±42	±42	14	
Avant 80 kg	754	784	768	789	19	L**
Après 80 kg	723	734	743	734	21	
Consommation, kg/j						
Finition	2,59	2,59	2,58	2,61	0,02	
Avant 80 kg	2,39	2,39	2,38	2,38	0,02	
Après 80 kg	2,72	2,71	2,72	2,76	0,05	
Indice de consommation, MJ EN/kg						
Finition	36,6	35,4	35,5	35,6	0,8	L*
Avant 80 kg	32,6	31,1	32,3	30,9	1,5	
Après 80 kg	39,2	38,5	37,6	38,9	1,5	
Lysine digestible ingérée /GMQ, g/kg						
Finition	17,8	17,0	16,8	16,8	0,4	L***
Avant 80 kg	19,7	18,6	18,3	17,8	0,6	L***
Après 80 kg	16,6	15,9	15,7	16,2	0,5	L*

¹ Analyse de la variance incluant les effets du niveau LYSd/EN (L), du type sexuel (S) et l'interaction (LxS). La case intra lot et sexe est considérée comme unité expérimentale.

² Performances des porcs vivants à la fin de la période de finition.

³ Donnée manquante pour une femelle du lot T65, morte pendant le transport à l'abattoir.

premier départ pour l'abattoir en janvier : les températures extérieures très froides combinées avec un effectif réduit de porcs dans les salles conduisent à des températures ambiantes inférieures au seuil de confort de 24°C.

Les performances pendant la période de finition dépendent essentiellement du niveau d'apport en lysine et du sexe (Tableau 4). Les aliments présentant une teneur plus élevée en lysine induisent une augmentation significative de 83 g/j du GMQ (797 vs. 714 g/j, P<0,001), une diminution de 4,5 MJ de l'IC_{EN} (34,4 vs. 38,9 MJ, P<0,01) et une augmentation de 0,9 point de la TVM (58,1 vs. 57,2 %, P<0,05). Ces résultats traduisent une moindre adiposité du gain de poids consécutive à la réduction de la carence en acides aminés relativement à l'énergie.

En accord avec l'essai 1, l'augmentation du rapport THRd/LYSd de 60 à 65 % n'a pas d'influence significative sur les performances de finition et de composition corporelle. La variabilité du GMQ intra-case n'est pas influencée par le régime. Aucune interaction n'est observée entre le niveau de LYSd et le rapport THRd/LYSd. Néanmoins, l'analyse des résultats obtenus après 80 kg met en évidence un GMQ supérieur de 38 g/j avec le lot 65H par rapport au lot 60H, alors que l'écart n'est que de 7 g/j entre les lots 60B et 65B. Avant 80 kg, le GMQ est comparable pour les lots 60H et 65H, mais pendant cette période il semble que les apports en lysine soient moins limitants.

3. DISCUSSION

Dans l'essai 2, les résultats des lots 60B et 65B indiquent que la quantité de LYSd minimale à ingérer par kilogramme de gain de poids est environ de 19 g/kg, soit 21 g de lysine totale. Cette valeur est supérieure à celle proposée sur l'ensemble de la période de croissance par Noblet et al. (1987, 19 g LYS totale/kg) ou au-dessus de 60 kg par Quiniou et al. (2006, 19 g LYS totale/kg). Elle traduit les différences génétiques de composition du gain de poids mais également d'efficacité d'utilisation des nutriments. En effet, l'essai 2 et celui de Quiniou et al. (2006) sont contemporains mais réalisés avec différents types de porcs ((LWxLD)xP76 vs. (LWxLD)x(LWxPP)), différents niveaux d'alimentation (rationnés vs. à volonté) et différentes conditions de logement (en groupe vs. en individuel). Cela se traduit par des écarts d'efficacité alimentaire (respectivement l'IC_{EN} est de 38,6 et 28,5 MJ/kg).

Les moindres performances observées quand les apports de LYSd diminuent en deçà de 19 g/kg confirment que ce niveau est limitant pour les porcs des lots 60B et 65B, ainsi que pour ceux de l'essai 1. En revanche, les apports de lysine sont excédentaires pour les porcs 60H et 65H avant 80 kg d'après la quantité plus élevée de LYSd ingérée par kg de gain de poids (plus de 20-21 g/kg). Or un apport sub-limitant en LYSd est l'une des conditions requises pour étudier le besoin en thréonine quand il est exprimé en pourcentage de l'apport en lysine. Les résultats de l'essai 1 ne

Tableau 4 - Effet du rapport entre la THRd et la LYSd et du niveau de lysine sur les performances de croissance en finition (essai 2)

Niveau de lysine Rapport THRd/LYSd, %	Bas		Haut		ETR	Stat ¹
	60	65	60	65		
Résultats individuels²						
Nombre d'observations	38	39	40	39		
Poids initial, kg	60	60	61	60	3	
Poids final, kg	106	106	109	110	5	L***
TVM, %	57,4	57,0	57,9	58,2	1,9	L**, S***
Résultats moyens par case						
Nombre de cases	8	8	8	8		
Nombre de porcs/case	4,8	5,0	5,0	4,9		
GMQ, g/j ²						
Finition	715	713	786	808	31	L***
±Ecart-type	±43	±49	±44	±49	15	
Avant 80 kg	798	775	859	857	102	L***
Après 80 kg	666	673	744	782	125	L***
Consommation, kg/j						
Finition	2,63	2,67	2,62	2,62	0,03	L***, T*, S**
Avant 80 kg	2,45	2,49	2,42	2,43	0,08	
Après 80 kg	2,73	2,79	2,73	2,74	0,04	S**
Indice de consommation, MJ EN/kg						
Finition	38,6	39,1	34,8	34,0	1,5	L***
Avant 80 kg	32,1	32,5	29,4	29,6	1,0	L***
Après 80 kg	43,0	44,3	38,8	37,1	2,5	L***
Lysine digestible ingérée /GMQ, g/kg						
Finition	18,8	18,2	19,8	19,8	0,7	L***
Avant 80 kg	18,5	18,5	20,2	21,4	1,2	L***
Après 80 kg	18,9	18,3	19,5	19,2	1,2	

¹ Analyse de la variance incluant les effets du niveau de lysine (L), de thréonine (T), de l'interaction L x T et du sexe (S). La case intra lot et sexe est considérée comme unité expérimentale. Les interactions entre le sexe et les caractéristiques de l'aliment ne sont pas significatives.

² Performances des porcs vivants à la fin de la période de finition.

montrent pas de différence significative entre des rapports THRd/LYSd de 60, 65 et 70 % mais pour des apports en LYSd très en-deçà du besoin. L'essai 2 a été mené afin de déterminer dans quelle mesure l'écart entre apports et besoins en LYSd était susceptible d'influencer la réponse à différents niveaux d'apport en THRd. Ainsi, lorsque les apports en lysine sont bas, aucune différence de performance n'est observée entre les rapports THRd/LYSd de 60 et 65 %, confirmant en cela les résultats de l'essai 1. Quand les apports en LYSd sont accrus de 21 %, la différence reste non significative entre 60 et 110 g/kg.

Le NRC (1998) estime que le rapport minimal THRd/LYSd doit être supérieur de 2 points en finition (66-67 vs. 64-65 % en croissance selon le potentiel des porcs). L'hypothèse d'une augmentation du besoin en THRd relativement à la LYSd quand le porc s'alourdit s'appuie sur le fait, d'une part, que la contribution du besoin d'entretien au besoin global augmente et, d'autre part, que le GMQ diminue de façon plus ou moins marquée en fin de croissance. Ce concept est donc d'autant moins facile à mettre en évidence que le GMQ reste élevé jusqu'à l'abattage. Ainsi, entre 60 et 100 kg, Henry et Bourdon (1993) ne trouvent pas de différence de GMQ entre des rapports THRd/LYSd de 61 et 65 % quand le GMQ est environ de 900 g/j. Le plan d'alimentation utilisé dans nos essais conduit à un ralentissement marqué de la croissance après 80 kg dans les deux essais. Cette diminution est encore plus importante dans l'essai 2 compte tenu de l'utilisation d'une partie de l'énergie allouée pour la thermorégulation.

Entre 80 kg et l'abattage, les porcs des lots 60H et 65H sont étudiés dans des conditions qui satisfont donc aux conditions nécessaires pour l'évaluation de l'hypothèse étudiée (niveau LYSd proche du besoin, baisse de GMQ importante), alors qu'avant 80 kg les apports en LYSd n'étaient probablement pas limitants. Ainsi, entre 80 kg et l'abattage, un écart de GMQ de 38 g/j au profit du lot 65H apparaît, mais il faudrait quatre fois plus d'observations par lot pour qu'une telle différence soit significative au seuil de 5 %.

La synthèse des résultats disponibles dans la bibliographie (Le Bellego et al., 2002) montre qu'il est difficile de confirmer l'hypothèse d'une augmentation du rapport THRd/LYSd avec le poids pour un stade physiologique donné. Lenis et van Diepen (1990) ne mettent pas en évidence de différence entre des rapports de 59 et 67 %, dans des conditions d'apports en lysine moins limitantes que nos deux essais. D'après de La Lata et al. (2002), un rapport de 60 % serait suffisant entre 90 et 120 kg ; ces auteurs concluent d'ailleurs à une surestimation du rapport THRd/LYSd par le NRC (1998). L'absence d'intérêt à augmenter le rapport THRd/LYSd avec le poids du porc pourrait s'expliquer par une surestimation du rapport THRd/LYSd pour l'entretien (van Milgen, 2002), et/ou une augmentation du rendement d'utilisation de la thréonine avec le poids.

Comme dans toute évaluation du besoin s'appuyant sur la méthode empirique, le choix des critères mesurés a son importance. Pedersen et al. (2003) concluent à un rapport

THRd/LYSd optimal de 62 %, tandis que la valeur serait plutôt de 64 % d'après les mesures de bilan azoté. D'après Schutte et al. (1997), le besoin pour maximiser la croissance est supérieur à celui permettant de minimiser l'IC. Toutefois, dans l'essai 1 aucune différence entre les deux critères n'est observée entre des rapports THRd/LYSd de 60 et 70 % ce qui semble indiquer que le rapport de 60% permet de maximiser les deux critères. Li et al. (1999) mettent en évidence que les performances zootechniques maximales sont atteintes, en post-sevrage, à un niveau d'apport de thréonine inférieur à celui correspondant à la production maximale d'immunoglobulines. Dans un contexte de suppression des facteurs de croissance antibiotiques, l'augmentation du rapport THRd/LYSd au-delà de 60 % pourrait donc être considérée comme un moyen de sécuriser l'aliment, dans un objectif d'amélioration de la résistance des animaux aux maladies.

Dans l'essai 1, la dégradation des performances du lot T55 démontre que le rapport THRd/LYSd ne doit pas être inférieur à 60 % en accord avec les résultats de Lenis et van Diepen (1990) et Cadogan et al. (1998, cités par Le Bellego et al., 2002), obtenus sur la même période avec des régimes plus complexes et des apports en lysine moins limitants. Ces résultats sont également en accord avec Eittle et al. (2004) qui montrent une réduction des performances avec un rapport THRd/LYSd de 54 % par rapport à 59 et 65 % entre 65 et 110 kg.

CONCLUSION

D'un point de vue zootechnique, l'étude ne met pas en évidence de différences de performances de finition significatives lorsque l'apport en THRd représente 60 à 70 % de l'apport en

LYSd. Les recommandations du NRC (1998) visant à augmenter pendant la finition le rapport THRd/LYSd au-delà des 65 % généralement admis dans le profil de la protéine idéale ne semblent pas justifiées. En revanche, le premier essai indique que les performances diminuent lorsque le rapport THRd/LYSd est inférieur à 60 %. Une partie de l'hypothèse du NRC (1998) repose sur la contribution respective de la lysine et de la thréonine au besoin d'entretien. Il convient sans doute de mieux caractériser ce dernier afin d'améliorer la démarche de calcul factoriel du besoin en acides aminés du porc en finition et les recommandations alimentaires qui en découlent.

Sur la base des résultats moyens en finition, il serait tentant de revoir les recommandations à la baisse vers un rapport THRd/LYSd de 60 % (au lieu de 65 % actuellement). Néanmoins, sur la période de finition tardive, c'est à dire au-delà de 80 kg, les résultats de l'essai 2 semblent indiquer une baisse de 5 % du GMQ avec un rapport THRd/LYSd de 60 %. Par ailleurs, maintenir le niveau d'apport en THRd à 65 % de l'apport en LYSd pourrait être d'un intérêt majeur si ce niveau contribue à l'amélioration de la résistance des animaux aux maladies, notamment dans un contexte de taux de pertes élevés en engraissement. Un tel effet mérite des investigations spécifiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier le personnel de la station expérimentale ITP de Villefranche de Rouergue (12) pour la fabrication des aliments expérimentaux et la réalisation des mesures sur animaux à la station et à l'abattoir ainsi que Marcelle Eudaimon (Ajinomoto Eurolysine SAS) pour l'analyse des aminogrammes et l'ADAR.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- De La Lla M., Dritz S.S., Tokach M.D., Goodband R.D., Nelssen J.L. 2002. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, 80, 2420-2432.
- Eittle T., Roth-Maier D.A., Bartel T.J., Roth F.X. 2004. Requirement of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 88, 211-222.
- Henry Y. 1993. Affinement du concept de la protéine idéale pour le porc en croissance. *INRA Prod. Anim.*, 6, 199-212.
- Henry Y., Bourdon D. 1993. Réduction des intrants azotés dans l'alimentation du porc en croissance : utilisation d'un modèle à base de blé avec supplémentation en lysine, thréonine et méthionine. *Journées Rech. Porcine Fr.*, 25, 263-272.
- INRA-AFZ 2002. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovines, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Ed.: Sauvant D., Perez J.-M., Tran G., INRA éditions, 304 pp.
- Le Bellego L., Relandeau C., van Cauwenberghe S. 2002. Besoin en thréonine du porc : intérêt de la supplémentation en L-thréonine. *Ajinomoto Eurolysine Information N°26*, 24 pp.
- Lenis R.P., van Diepen J.T.M. 1990. Amino acid requirements of pigs. 3. Requirement for apparent digestible threonine of pigs in different stages of growth. *Neth. J. Agric. Sci.*, 38, 609-622.
- Li D.F., Xiao C.T., Qiao S.Y., Zhang J.H., Johnson E.W., Thacker P.A. 1999. Effects of dietary threonine on performance, plasma parameters and immune function of growing pigs. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, 78, 179-188.
- Noblet J., Henry Y., Dubois S. 1987. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 65, 717-726.
- Noblet J., Shi X.S., Fortune H., Dubois S., Lechevestrier Y., Corniaux C., Sauvant D., Henry Y. 1994. Teneur en énergie nette des aliments chez le porc. Mesure, prédiction et validation aux différents stades de sa vie. *Journées Rech. Porcine Fr.*, 26, 235-250.
- Noblet J., Bontemps V., Tran G. 2003. Estimation de la valeur énergétique des aliments pour le porc. *INRA Prod. Anim.*, 16, 197-210.
- NRC 1998. Nutrient requirements of swine. National Academy Press, Washington, DC.
- Pedersen C., Lindberg J.E., Boisen S. 2003. Determination of the optimal dietary threonine:lysine ratio for finishing pigs using three different methods. *Livest. Prod. Sci.*, 82, 233-243.
- Quiniou N., Gaudré D., Royer E., Alibert L., 2005. Quel doit être le rapport lysine digestible / Energie nette dans les aliments pour porcs charcutiers ? *TechniPorc*, 28 (5), 37-43.
- Quiniou N., Hamelin E., Noblet J. 2006. Le besoin en lysine digestible relativement à l'énergie nette des porcs rationnés est-il plus élevé que celui des porcs alimentés à volonté ? *Journées Rech. Porcine*, 38, 149-156.
- SAS. 1990. «SAS/STAT User's Guide (version 6 4th Ed.)», SAS Inst. Inc. Cary, NC.
- Schutte J.B., Dejong J., Smink W., Koch F. 1997. Threonine requirement of growing pigs (50 to 95 kg) in relation to diet composition. *Anim. Sci.*, 64, 155-161.
- Van Milgen J. 2002. Une revue des besoins en thréonine du porc. Réunion Technique CEVA, SPACE 2002.