

Effet de différents apports alimentaires de calcium sur la réponse à la phytase microbienne de porcs en croissance

Xavière ROUSSEAU (1,2), Marie-Pierre LETOURNEAU-MONTMINY (3), Michel MAGNIN (2),
Agnès NARCY (1) et Candido POMAR (3)

(1) INRA, UR83 Unité de Recherches Avicoles, 37380 Nouzilly, France

(2) BNA Nutrition animale, 53200 Château-Gontier, France

(3) Agriculture et Agroalimentaire Canada, CP 90, J1M 1Z3 Sherbrooke, Canada

Effect of different dietary calcium concentration on the digestive and metabolic response to microbial phytase in growing pigs

An experiment was conducted to assess the effect of dietary calcium (Ca) concentration on the response of growing pigs to microbial phytase in terms of phosphorus (P) and Ca utilization at the digestive and metabolic levels. Sixty-three pigs were fed diet according to a 3x3 factorial arrangement in which dietary Ca (5.8, 7.2, 8.4 g/kg) and microbial phytase (0, 353 and 615 FTU/kg) were provided at constant P concentrations (4.8 g/kg). Pigs were individually fed while raised in one large group. At the beginning and at the end of the period pigs were weighed and 4 pigs per treatment were scanned with Dual energy X-ray absorptiometry to estimate total body bone mineral content (BMC) and density (BMD). Microbial phytase tended to improve average daily feed intake ($P = 0.07$) without modification of average daily gain and feed conversion ratio. Total body BMD ($P < 0.001$) and BMC ($P < 0.001$) were linearly increased by microbial phytase. Dietary Ca concentration had no effect on bone mineralization. This last criterion was improved by microbial phytase independently of Ca.

INTRODUCTION

Les pressions environnementale et économique concernant le phosphore (P) restent au cœur des préoccupations nécessitant une diminution de ses apports et une maîtrise de ses rejets pour assurer la durabilité de la production porcine.

Dans ce cadre, la compréhension des mécanismes sous-jacents contrôlant l'utilisation de P au niveau digestif et métabolique est un pré-requis pour le développement de nouvelles stratégies alimentaires. Notamment, l'effet du calcium (Ca) sur l'efficacité de la phytase demeure controversé (Selle *et al.*, 2009). Il semblait donc important de vérifier l'impact de différentes concentrations de Ca alimentaire sur la réponse de porcs en croissance à la phytase microbienne, dans des conditions d'apport proches de celles pratiquées en élevage chez des animaux nourris à volonté.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Animaux et mesures expérimentales

Les porcelets (≈ 15 kg) issus d'un croisement de truies Fertilis 25 (Génétiporc) x mâle Piétrain, ont reçu un aliment standard correspondant à l'ensemble de leurs besoins (NRC, 1998) jusqu'à 25 kg. A ce poids, 7 porcs par traitement, de poids homogène, ont reçu un des 9 aliments expérimentaux à l'aide d'automates nourriciers (Pomar *et al.*, 2009) permettant d'alimenter les porcs de façon individuelle tout en étant élevés en un seul groupe. Ces aliments ont été formulés suivant un dispositif factoriel 3x3 (3 niveaux de Ca (5,8 ; 7,2 et 8,4 g/kg) x 3 niveaux de phytase (0, 353, 615 FTU/kg ; *Aspergillus Niger*, Natuphos®), pour une teneur en P constante (4,8 g/kg).

Parmi les 63 porcs, 4 par traitement ont été pesés et scannés via un appareil de mesure d'absorption des rayons X à double intensité, au début (25 kg) et à la fin (50 kg) de la phase expérimentale, pour déterminer l'évolution de la densité (DMO) et du contenu (CMO) minéral osseux du corps entier. Quatre autres animaux par traitement (33,5 kg en moyenne) ont été placés en cages individuelles pour une collecte totale des urines et fèces durant 5 jours après une adaptation à la cage de 2 jours.

Le P est analysé par méthode colorimétrique Vanadate (Perkinelmer Lambda-35, Waltham, MA) et le Ca par ICP-AOE (PerkinElmer instrument, USA).

1.2. Composition des traitements alimentaires

Les régimes à base de maïs et de tourteau de soja étaient distribués sous forme de granulés. Les aliments ont été formulés afin de couvrir l'ensemble des besoins (NRC, 1998) excepté celui de Ca, pour une valeur énergétique nette de 10,8 Mcal/kg. Le niveau de P utilisé correspond aux recommandations en P disponible (2,3 g/kg) du NRC (1998) et en P digestible (2,6 g/kg) de Jondreville et Dourmad (2005). Les concentrations en Ca et l'activité phytasique des différents régimes ont été analysées.

1.3. Analyses statistiques

Les données ont été soumises à une analyse de variance (procédure MIXED, SAS Inst. Inc., 2000, USA) avec les effets du Ca, de la phytase et leur interaction, l'animal étant considéré comme l'unité expérimentale. Une analyse de contrastes (effets linéaire et quadratique) des effets du Ca et de la phytase a été réalisée lors d'absence d'interaction.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances de croissance et minéralisation osseuse

La consommation moyenne journalière tendait à être augmentée par la phytase ($P = 0,07$; 2,71 kg/j en moyenne) sans pour autant que le GMQ (1,06 kg/j) ni l'IC (2,59) soient modifiés. En revanche, la phytase a permis d'améliorer linéairement la DMO ($P < 0,001$) et la CMO ($P < 0,001$) du corps entier et ce, indépendamment du Ca (+0,08 g/cm² et + 174,3 g respectivement entre 0 et 650 FTU/kg). Les critères de performances de croissance n'étant que peu affectés par les différents traitements alors que la minéralisation osseuse est améliorée linéairement par la supplémentation en phytase illustrent des besoins de P différents pour la croissance musculaire et la croissance osseuse. L'os apparaît plus sensible à l'apport de P, ce qui s'explique par le fait que 85% du P du corps entier est fixé dans le squelette.

2.2. Utilisation digestive et métabolique

Dans les conditions de l'expérimentation, le P excrété au niveau fécal (Tableau 1) a été diminué linéairement grâce à la supplémentation en phytase microbienne quel que soit le niveau de Ca ($P < 0,001$) (615 FTU de phytase/kg diminue l'excrété fécal de 19%). L'apport de phytase a donc permis d'améliorer la digestibilité du P, en libérant du P, indépendamment de l'apport calcique.

Par ailleurs, la rétention de P a été améliorée par l'addition de phytase ($P < 0,001$) (615 FTU phytase/kg améliore la rétention de 18%) quelle que soit la concentration de Ca considérée en

accord avec les résultats de minéralisation osseuse. Il faut toutefois noter qu'au niveau bas de Ca, la phytase a augmenté les pertes urinaires de P illustrant un manque de Ca pour la fixation de P au niveau osseux. L'abaissement de Ca (de 8,4 à 5,8 g/kg) en présence de phytase (615 FTU/kg) provoque des pertes de 23% du P ingéré dans les urines.

CONCLUSION

Au regard des différents critères mesurés et dans les conditions de l'expérimentation, on peut conclure que le besoin de P est différent suivant le critère considéré : performances de croissance vs minéralisation osseuse. Le P ne semble pas être l'élément limitant pour la croissance contrairement au développement osseux. Finalement, même si les pertes urinaires de P ont été augmentées suite à la diminution du niveau de Ca, en présence de phytase, la digestibilité et la minéralisation de l'os ne sont pas affectées. Le calcium n'a pas eu d'effet négatif ni sur l'efficacité de la phytase au niveau digestif, ni sur les performances de croissance contrairement à ce qui est souvent véhiculé (Liu *et al.*, 1998). Au niveau métabolique, l'utilisation du P dépend directement du niveau de Ca. Ces résultats confirment qu'il est nécessaire de trouver un équilibre d'apport entre Ca et P (en prenant en compte le P libéré par la phytase) pour assurer une minéralisation osseuse adéquate tout en limitant l'excrétion de P, délétère pour l'environnement, et en maximisant les performances de croissance. Cependant les besoins de P et Ca étant différents suivant le critère considéré, des compromis devront être trouvés suivant l'objectif visé.

Tableau 1 - Utilisation digestive et métabolique du P suivant les différentes teneurs en Ca, avec ou sans phytase microbienne

Ca (g/kg)	Phytase (FTU/kg)	P ingéré (g/j)	P fécal (g/j)	P absorbé (g/j)	Absorption P (%)	P urinaire (mg/j)	P retenu (g/j)	Rétention P (%)
5,8	0	8,22	3,83	4,39	53,5	23,2	4,37	53,2
7,2	0	8,32	4,08	4,24	51,0	23,5	4,22	50,7
8,4	0	8,73	3,82	4,91	56,3	24,4	4,89	56,0
5,8	350	8,13	2,91	5,21	64,4	19,1	5,19	64,2
7,2	350	8,18	2,86	5,32	65,2	18,2	5,30	65,0
8,4	350	8,48	3,32	5,16	60,7	23,3	5,13	60,4
5,8	700	8,97	2,42	6,55	72,5	606,1	5,95	66,5
7,2	700	8,23	2,49	5,73	69,7	53,9	5,68	69,1
8,4	700	7,78	2,34	5,44	70,5	20,4	5,42	70,2
Valeur de P (proc Mixed)¹								
Ca		NS	NS	NS	NS	0,008	NS	NS
Phytase		NS	<0,001 (L)	0,021 (L)	<0,001 (L)	0,004	0,034 (L)	<0,001 (L)
Ca x phytase		NS	NS	NS	NS	0,002	NS	NS
ETR		1,53	0,76	1,14	6,51	0,16	1,06	6,56

¹ ETR = écart-type résiduel ; L = linéaire

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Jondreville C., Dourmad J.Y., 2005. Le phosphore dans la nutrition des porcs. INRA Prod. Anim., 18 3, 183-192
- Liu J., Boliinger D.W., Ledoux D.R., Veum T.L., 1998. Lowering the dietary calcium to total phosphorus ration increases phosphorus utilization in low-phosphorus corn-soybean meal diets supplemented with microbial phytase for growing-finishing pigs. J. Anim. Sci., 76, 808-813.
- NRC, National Research Council, 1998. Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition, National Academy Press, Washington DC, 189 p.
- Pomar C., Hauschild L., Zhang G.H., Pomar J., Lovatto P.A., 2009. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pigs operations. Braz. J. Anim. Sci., 38, 226-237.
- Selle P.H., Cowieson A.J., Ravindran V., 2009. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. Livest. Sci., 124, 126-141.