

# Effets de doses croissantes d'une phytase expérimentale d'origine bactérienne sur la digestibilité du phosphore, du calcium et du zinc chez le porc en croissance

Patrick GUGGENBUHL, Arturo PIÑÓN QUINTANA, Carlos SIMÕES NUNES,

DSM Nutritional Products France, Centre de Recherche en Nutrition Animale (CRNA), BP 170, 68305 Saint-Louis cedex

patrick.guggenbuhl@dsm.com

## Effects of graded amounts of an experimental phytase from bacterial origin on the digestibility of phosphorus, calcium and zinc in the growing pig.

The effects of graded amounts of an experimental phytase on the digestibility of phosphorus (P), calcium (Ca) and zinc (Zn) was evaluated in the growing pig. The basal diet, without addition of mineral P, was based on soybean meal, maize and barley. The phytase was included in the diet at the levels of 500, 1000, 1500, 1750, 2000, 2500 and 3000 U/kg. In a dietary treatment dicalcium phosphate (diCa-P) was added to the basal diet at the recommended available P level. All the phytase inclusion levels increased the bioavailability of P and accordingly reduced the growing pig quantitative faecal concentration and excretion of P comparatively to the animals ingesting the control diet. The P digestibility was dose dependant and highly significantly improved by supplemented phytase groups as well as by the diCa-P supplemented diet. The P equivalencies, considered as supplemental P digested comparatively to the non supplemented control of 500, 1000, 1500, 1750, 2000, 2500 and 3000 U/kg were 0.91, 1.22, 1.3, 1.32, 1.36, 1.56 and 1.6 g of full available P/kg feed respectively. The P equivalency of the diCa-P supplemented diet was 1.7 g of full available P/kg feed. Ca and Zn digestibilities were significantly improved by all the inclusion levels of the phytase. It can be concluded that the experimental phytase improved on a dose dependant manner the digestibility and the apparent absorption of P, Ca and Zn, and reduced the P faecal excretion in the pig fed on a diet containing P exclusively from vegetable origin.

## INTRODUCTION

L'addition de phytase au régime alimentaire du porc a, généralement, résulté en une amélioration très importante de la digestibilité du phosphore (P) et en une réduction de son exportation fécale. Le prix des phosphates inorganiques utilisés comme supplément dans l'alimentation des monogastriques ne cesse d'augmenter rendant intéressant de valoriser au maximum le P phytique présent dans la majorité des ingrédients des rations utilisées dans l'élevage porcin. Le nombre des phytases présentes sur le marché va croissant et l'origine microbienne des phytases commercialisées se diversifie. L'objectif du présent travail a été d'évaluer les effets de doses croissantes d'une phytase expérimentale d'origine bactérienne sur la digestibilité du P, du Calcium (Ca) et du Zinc (Zn) chez le porc en croissance en comparaison à un régime alimentaire de même composition mais supplémenté en phosphate bicalcique (diCa-P) au taux recommandé.

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

Trente six porcs (Large-White X Landrace) d'un poids initial de  $19,06 \pm 1,82$  kg ont été élevés dans une animalerie à environnement contrôlé et nourris avec un aliment de base sans addition de P minéral durant une période d'adaptation de 16 jours. Ils

ont ensuite été randomisés en 9 groupes de 4 animaux chacun et nourris *ad libitum* pendant 12 jours avec l'aliment contrôle (groupe A) ou cet aliment supplémenté soit avec 12 g/kg de diCa-P (groupe B), soit avec la phytase aux doses de 500 U/kg (groupe C), 1000 U/kg (groupe D), 1500 U/kg (groupe E), 1750 U/kg (groupe F), 2000 U/kg (groupe G), 2500 U/kg (groupe H), 3000 U/kg (groupe I) respectivement.

Le régime de base sous forme de farine a été formulé pour fournir du P exclusivement d'origine végétale et pour satisfaire les besoins des animaux selon Henry et al., (1989) et NRC 1998). L'aliment de base contenait 0,41 % de P et 1,24 g de P biodisponible par kg. Les concentrations fécales en P, Ca, Zn et Cr ont été mesurées sur des prélèvements individuels réalisés dans des conditions identiques les 3 derniers jours de l'étude. Pour chaque traitement et chaque paramètre 12 déterminations individuelles ont été réalisées. Tous les minéraux ont été analysés selon les méthodes standard de l'Association of Official Analytical Chemists (1990). La digestibilité apparente des minéraux a été calculée à l'aide d'un traceur l'oxyde de chrome (Cr) à 0,4 % pour la période des 3 jours. L'analyse statistique des résultats a impliqué le calcul des moyennes et des écarts types suivi d'une analyse de la variance puis d'un test de Duncan selon le modèle de Snedecor et Cochran, (1989).

**Tableau 1 - Concentration en phytase des différents régimes et effets de la phytase sur le P, Ca et Zn chez le porc en croissance**

Groupes	Régime de base	Régime de base + diCa-P	Phytase expérimentale d'origine bactérienne						
			A	B	C	D	E	F	G
Phytase programmée (U/kg)	0	0	500	1000	1500	1750	2000	2500	3000
Phytase mesurée (U/kg)	225 ± 4	219 ± 4	678 ± 6	1179 ± 24	1723 ± 13	1985 ± 8	2232 ± 34	2798 ± 35	3329 ± 54
Digestibilité fécale du P (%)	29,3 ± 5,5	47,2 <sup>c</sup> ± 7,9	50,4 <sup>c</sup> ± 5,6	57,8 <sup>c</sup> ± 3,9	59,8 <sup>c</sup> ± 3,5	61,3 <sup>c</sup> ± 3,9	61,5 <sup>c</sup> ± 3,3	66,6 <sup>c</sup> ± 4,2	68,0 <sup>c</sup> ± 6,2
Excrétion fécale du P (mg/g de MS)	2,99 ± 0,23	3,29 <sup>c</sup> ± 0,49	2,11 <sup>c</sup> ± 0,24	1,79 <sup>c</sup> ± 0,16	1,71 <sup>c</sup> ± 0,15	1,62 <sup>c</sup> ± 0,16	1,63 <sup>c</sup> ± 0,14	1,40 <sup>c</sup> ± 0,18	1,34 <sup>c</sup> ± 0,26
P équivalence (g/kg d'aliment)	0,00 ± 0,23	1,70 <sup>c</sup> ± 0,49	0,91 <sup>c</sup> ± 0,24	1,22 <sup>c</sup> ± 0,16	1,30 <sup>c</sup> ± 0,15	1,32 <sup>c</sup> ± 0,16	1,36 <sup>c</sup> ± 0,14	1,56 <sup>c</sup> ± 0,18	1,60 <sup>c</sup> ± 0,26
Digestibilité fécale du Ca (%)	60,2 ± 3,7	61,1 ± 7,1	68,8 <sup>c</sup> ± 5,9	73,0 <sup>c</sup> ± 5,8	72,8 <sup>c</sup> ± 5,5	75,7 <sup>c</sup> ± 3,6	75,3 <sup>c</sup> ± 2,7	86,7 <sup>c</sup> ± 4,2	81,8 <sup>c</sup> ± 7,9
Excrétion fécale du Ca (mg/g de MS)	2,77 ± 0,26	3,11 <sup>b</sup> ± 0,57	2,11 <sup>c</sup> ± 0,40	1,81 <sup>c</sup> ± 0,39	1,75 <sup>c</sup> ± 0,35	1,60 <sup>c</sup> ± 0,23	1,62 <sup>c</sup> ± 0,18	0,89 <sup>c</sup> ± 0,28	1,19 <sup>c</sup> ± 0,52
Digestibilité fécale du Zn (%)	11,4 ± 5,6	16,7 <sup>b</sup> ± 9,4	25,5 <sup>c</sup> ± 7,0	21,4 <sup>c</sup> ± 6,5	17,3 <sup>b</sup> ± 8,7	25,0 <sup>c</sup> ± 6,2	21,6 <sup>c</sup> ± 4,8	17,5 <sup>b</sup> ± 3,7	18,1 <sup>b</sup> ± 9,7
Excrétion fécale du Zn (mg/g de MS)	0,086 ± 0,005	0,083 ± 0,009	0,070 <sup>c</sup> ± 0,007	0,074 <sup>c</sup> ± 0,006	0,074 <sup>c</sup> ± 0,008	0,070 <sup>c</sup> ± 0,006	0,076 <sup>c</sup> ± 0,005	0,080 <sup>c</sup> ± 0,004	0,078 <sup>c</sup> ± 0,009

Significativement différent du régime de base : <sup>b</sup> pour  $p < 0,05$  ; <sup>c</sup> pour  $p < 0,001$

## 2. RÉSULTATS

L'activité phytasique dans les différents régimes a été en accord avec les inclusions programmées (Tableau 1). Les animaux ont grandi normalement pour atteindre un poids moyen final de  $44,84 \pm 3,37$  kg. Aucun signe de toxicité lié à l'addition de phytase n'a été observé.

Les concentrations fécales en P des animaux supplémentés par l'enzyme ont été significativement inférieures et dose dépendantes à celles des animaux ayant ingérés les régimes contrôle et diCa-P. La digestibilité apparente du P a été très significativement améliorée de 72, 98, 104, 109, 110, 127 et 132 % respectivement pour les doses croissantes de phytase. Dans le groupe diCa-P la digestibilité a également été significativement supérieure et similaire à la phytase 500 U/kg. L'excrétion fécale de P a été réduite significativement et de manière dose dépendante dans les groupes supplémentés en phytase et augmentée de 10 % avec le régime diCa-P. L'absorption apparente du P a été de 2,15, 2,45, 2,54, 2,56, 2,60, 2,80 et 2,84 g/kg d'aliment avec les doses croissantes de phytase et de 2,93 g/kg avec le régime contenant du diCa-P. Elle a été significativement augmentée avec tous les régimes supplémentés par rapport au groupe contrôle (1,24 g/kg). A l'exception de l'inclusion de phytase à 500 U/kg, l'absorption de tous les autres groupes a été supérieure aux apports recommandés de 2,25 g de P digestible par kg d'aliment (Ernandoréna et al., 2008). Les équivalents P, considérés comme le P supplémentaire digéré comparativement au

contrôle non supplémenté, ont été de 0,91, 1,22, 1,30, 1,32, 1,36, 1,56 et 1,60 g de P total disponible par kg d'aliment respectivement pour les doses croissantes de phytase. L'équivalent P a été 1,70 g dans le groupe supplémenté en diCa-P (Tableau 1).

La concentration fécale en Ca a été significativement réduite dans les groupes supplémentés en phytase et légèrement augmentée avec l'inclusion de diCa-P. La digestibilité du Ca a été significativement améliorée de 14, 21, 21, 26, 25, 44 et 36 % respectivement avec les doses croissantes de phytase. L'excrétion fécale de Ca a été augmentée avec les animaux ayant ingéré le régime diCa-P et significativement diminuée pour tous les groupes supplémentés en phytase (Tableau 1).

La concentration fécale en Zn des animaux nourris avec le régime contrôle et les aliments supplémentés en phytase à 2500 et 3000 U/kg a été supérieure à ceux ayant reçu les autres doses de phytase. La digestibilité du Zn a été significativement augmentée et l'excrétion fécale significativement réduite dans tous les groupes supplémentés en phytase (Tableau 1).

## CONCLUSION

La phytase testée a amélioré la digestibilité et l'absorption apparente du P, Ca et Zn et réduit l'excrétion fécale de P chez le porc nourri à l'aide d'un régime contenant exclusivement du P d'origine végétale. Les effets dose dépendants démontrent la possibilité de valoriser l'utilisation du P phytique sans addition de diCa-P.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official methods of analysis. 15<sup>th</sup> edition, Association of Official Analytical Chemists, Arlington.
- Ernandoréna V., Gaudré D., Granier R. 2008. Quelle teneur en phosphore digestible alimentaire retenir pour le porc en phases de croissance et de finition ? Journées Rech. Porcine, 40, 191-196.
- Henry Y., Perez J.M., Sève B., 1989. In: L'alimentation des animaux domestiques - porc, lapin, volailles. Ed. INRA, 2<sup>ème</sup> édition, Paris, 49-76.
- NRC, 1998. Nutrient requirements of swine, 10<sup>th</sup> revised edition, National Academic Press, Washington.
- Snedecor G.W., Cochran W.G., 1989. Statistical methods, 8<sup>th</sup> édition, Iowa University Press, Ames.