



# Effet des niveaux de calcium et de doses croissantes de phytase sur la digestibilité du phosphore et du calcium, les performances zootechniques et la minéralisation chez le porcelet sevré

Heng-Xiao ZHAI (1), Raffaella AURELI (2), Pauline JENN (2), Anaëlle TSCHAMBSER (2), Ivan GAYTAN-PEREZ (2), Daniel PLANCHENault (3)

(1) DSM Nutritional Products, Animal Research Center, Bazhou, Chine

(2) DSM Nutritional Products, Centre de Recherche en Nutrition et Santé Animale, F-68305 Saint Louis, France

(3) DSM Nutritional Products France, 71 boulevard National, 92250 La Garenne-Colombes, France

[daniel.planchenault@dsm.com](mailto:daniel.planchenault@dsm.com)

## Effects of calcium levels and increasing doses of phytase on phosphorus and calcium digestibilities, zootechnical performances and mineralization in weaned piglets

A 21-day trial with 144 weaned piglets (28 days old) was performed to investigate effects of the dietary calcium (Ca) level on phytase-use efficiency as measured as growth performance, digestible Ca and phosphorus (P) released by phytase, and bone mineralization. Nine treatments were compared by combining three total Ca levels (0.56%, 0.64%, and 0.78% on analysis) and three doses of phytase (0, 1000 and 2000 FYT/kg feed). Faecal Ca and P digestibilities were determined using an indigestible marker. Femur samples were collected at the end of the trial to analyse the percentage bone ash. The results showed that the negative interaction between dietary Ca level and phytase was significant only for bone P content. The added phytase increased bone P content only for the two lower levels of dietary Ca. The digestible Ca and P released by phytase increased from 1.2 to 2.0 g/kg and from 1.3 to 1.8 g/kg, respectively, with decreasing dietary Ca level. In conclusion, decreasing the dietary Ca level from 0.78% to 0.56% improved phytase-use efficiency as measured as the release of digestible Ca and P. Bone mineralization improved with added phytase only at relatively low Ca levels. The Ca:P ratio appeared to be more critical for post-absorptive use of P than during digestion or absorption.

## INTRODUCTION

La phytase est une des enzymes les plus fréquemment utilisées dans l'alimentation des porcs. Elle permet de valoriser le phosphore (P) phytique peu digestible et naturellement présent dans les matières premières végétales. Sa généralisation limite le recours aux phosphates minéraux et diminue les rejets dans les lisiers. Pour établir les matrices d'utilisation, en particulier les quantités de P digestible libérées, les phytases et leurs effets sur la performance zootechnique sont évaluées à différentes doses. Si l'effet négatif du niveau de Calcium (Ca) sur la digestibilité du P est connu, celui du Ca sur l'efficacité de la phytase est moins documenté.

Les objectifs de cette étude étaient d'évaluer l'effet de différents niveaux de Ca et de phytase, à quantité de P total fixe, sur l'efficacité de la phytase en termes de digestibilité du P et du Ca et sur la croissance et la minéralisation osseuse.

## 1. MATERIEL ET METHODES

Cent quarante-quatre porcelets mâles castrés, sevrés à 28 jours d'âge et d'un poids moyen de 7,9 kg ± 1,1 kg, ont été utilisés

dans cet essai. Après le sevrage, les porcelets ont été allotés en neuf lots constitués de quatre blocs de quatre animaux.

Au cours des 21 jours d'essai, les porcelets ont été alimentés *ad libitum* avec un aliment à base de maïs, tourteaux de soja et de colza pour un niveau de P total de 0,39 %. Les aliments différaient entre les lots selon un plan factoriel avec trois niveaux de Ca analysés (0,56 ; 0,64 ou 0,78 %) et trois doses (0 ; 1 000 ou 2 000 FYT/kg d'aliment) de phytase (HiPhorius® - DSM Nutritional Products). Les digestibilités fécales du P et Ca ont été évaluées grâce à un marqueur indigestible, le dioxyde de titane.

Les quantités de P et Ca digestibles apparents libérées par la phytase ont été calculées par différence avec la valeur mesurée pour le régime sans phytase. Les fémurs ont été prélevés sur 8 animaux par lot à la fin de l'essai pour mesurer la minéralisation.

Une analyse de la variance a été réalisée sur les données de performances, de digestibilité et de minéralisation (JMP®, v15.2, SAS Institute Inc.). L'unité expérimentale était la case pour les données de digestibilité et de performances et le porcelet pour les données de minéralisation. Les facteurs principaux considérés étaient le niveau de Ca et la dose de phytase. L'interaction entre ces facteurs a été testée.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSION

Pour la première partie de l'étude portant sur les mesures de digestibilité, il existe une interaction ( $P<0,01$ ) entre niveaux de Ca et la dose de phytase : l'amélioration de digestibilité du P et du Ca grâce à la phytase est plus importante dans les régimes à bas niveau de Ca (Figure 1a et 1b). Dans ces conditions, les quantités de P et Ca digestible libérées par les différentes doses de phytase diminuent significativement avec les niveaux croissants de Ca (Tableau 1). Les meilleures libérations de Ca et de P sont obtenues à 2 000 FYT de phytase ajoutée et 0,56 % soit un ratio Ca/P total dans l'aliment de 1,44.

**Tableau 1** – Quantités de P et de Ca digestible apparent libérées par la phytase en fonction du niveau de Ca.

Ca total (%)	Phytase (FYT/kg)	P digestible (g/kg)	Ca digestible (g/kg)
0,56	1000	1,63 <sup>b</sup>	1,73 <sup>bc</sup>
	2000	2,01 <sup>a</sup>	2,23 <sup>a</sup>
0,64	1000	1,50 <sup>b</sup>	2,05 <sup>ab</sup>
	2000	1,68 <sup>ab</sup>	2,11 <sup>ab</sup>
0,78	1000	1,16 <sup>c</sup>	1,01 <sup>d</sup>
	2000	1,36 <sup>bc</sup>	1,36 <sup>cd</sup>
Effets		P-value	
Ca		<0,01	<0,01
Phytase		<0,01	<0,01
ETR <sup>1</sup>		0,25	0,34

<sup>1</sup>ETR : Ecart-type résiduel du modèle. <sup>a,b,c,d</sup> : différence significative entre les traitements 2 à 2 ( $P<0,05$ )

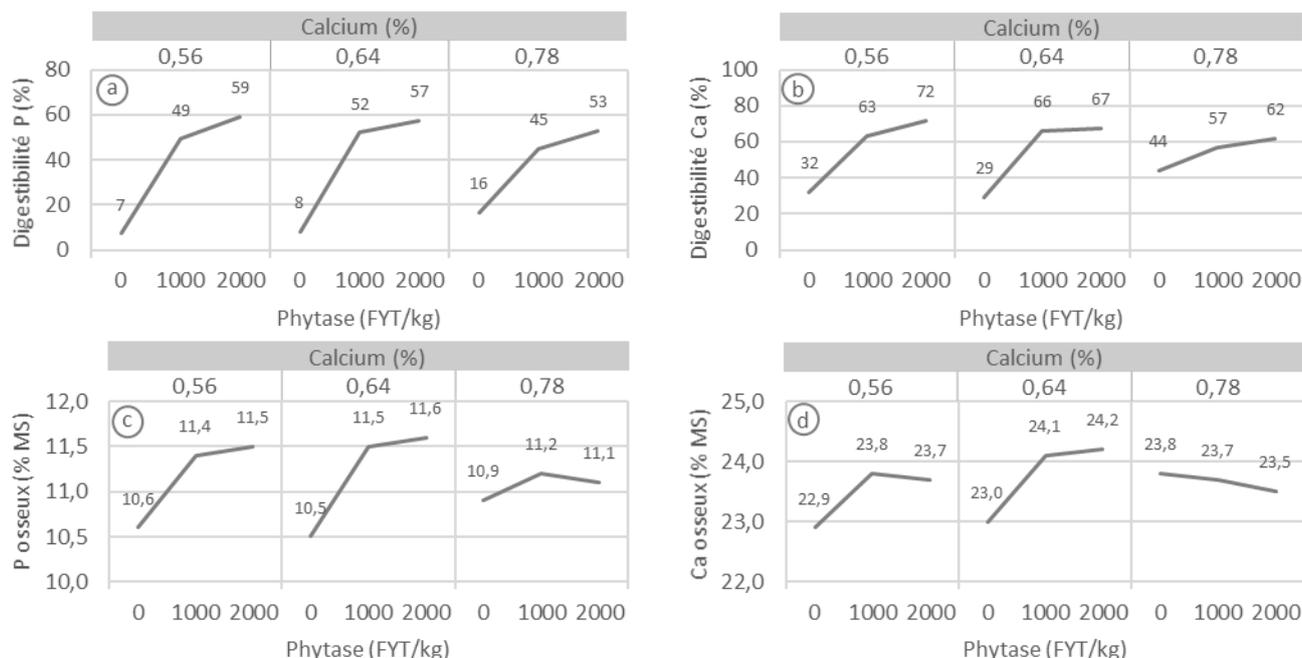
Au niveau des performances zootechniques, aucune interaction entre le niveau de Ca et la dose de phytase n'a été détectée. L'ajout de phytase a amélioré, en tendance ( $P=0,06$ ), le gain moyen quotidien (GMQ), depuis 296 g/j pour les régimes sans phytase jusqu'à 363 et 344 g/j pour les régimes à 1 000 et 2 000 FYT. L'indice de consommation (IC) est significativement

amélioré ( $P=0,01$ ), respectivement de 1,61 à 1,38 et 1,46 . Les niveaux de Ca croissants n'ont pas eu d'effet significatif sur le GMQ ( $P=0,32$ ) ou l'IC ( $P=0,38$ ). L'amélioration du GMQ et de l'IC serait à mettre en relation avec l'augmentation du niveau de P digestible des aliments qui passe de 0,40 g/kg dans les régimes sans phytase à respectivement 1,90 et 2,15 g/kg dans les régimes à 1 000 et 2 000 FYT.

Une interaction entre niveaux de Ca et de phytase a été détectée pour la minéralisation osseuse. Cette interaction est significative pour le contenu en P osseux ( $P<0,01$ ) mais pas pour celui en Ca ( $P=0,10$ ). Pour ces deux minéraux, l'ajout de phytase améliore significativement ( $P<0,05$ ) le contenu en Ca et P des os avec les bas niveaux de Ca (entre 0,56 et 0,64 %) mais est sans effet sur le niveau élevé de Ca à 0,78 % (Figure 1c et 1d). Si la minéralisation osseuse a été améliorée avec les doses croissantes de phytase en lien avec l'augmentation du niveau de P digestible, il semblerait que la minéralisation maximale soit atteinte pour un apport de P digestible apparent de 2,0 g/kg avec un ratio Ca/P digestible inférieur à 2,1. Ces valeurs sont en accord avec les résultats, sans utilisation de phytase publiés par González-Vega *et al.* (2016).

## CONCLUSION

Dans les conditions de l'essai, avec un apport en P limitant, diminuer les niveaux de Ca de 0,78 % jusqu'à 0,56 % améliore la libération du P et du Ca par la phytase, ceci d'autant plus que les doses de phytase sont croissantes. L'augmentation de la quantité de P digestible dans l'aliment se traduit par une amélioration des performances de croissance indépendamment des niveaux de Ca testés. *A contrario*, la minéralisation osseuse est améliorée avec des doses croissantes de phytase seulement pour les niveaux de Ca compris entre 0,56 et 0,64 %.



**Figure 1** – Effets des niveaux de Ca et de la dose de phytase sur la digestibilité du P (a) et du Ca (b) ainsi que sur le contenu en P (c) et en Ca (d) du fémur des porcelets.

## REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- González-Vega J. C., Walk C.L., Murphy M. R., Stein H.H. 2016. Requirement for digestible calcium by 25 to 50 kg pigs at different dietary concentrations of phosphorus as indicated by growth performance, bone ash concentration, and calcium and phosphorus balances. *J. Anim. Sci.*, 94, 5272-5285.