

## EFFETS ZOOTECHNIQUES ET BIOCHIMIQUES DE L'ADDITION DE PHYTASE AU RÉGIME ALIMENTAIRE DU PORC

C. SIMÕES NUNES

Société Chimique Roche

Centre de Recherche en Nutrition et Santé Animale, B.P. 170, 68305 Saint-Louis Cédex, France

Les effets de l'addition d'une préparation de phytase produite par *Aspergillus niger* (200 unités de phytase/g d'aliment) à un régime alimentaire, dépourvu de phosphore (P) minéral et riche en P phytique, ont été étudiés chez 40 porcelets (Poids vif initial  $27 \pm 2$  kg). Pendant une période de 21 jours la totalité des animaux a ingéré le régime de base. Par la suite et pendant 52 jours, la moitié de l'effectif (A) a continué d'être alimentée avec ce même régime et l'autre moitié (B) a ingéré en plus 200 U de phytase/g d'aliment. Le gain moyen quotidien du groupe B a été significativement supérieur à celui du groupe A ( $505 \pm 94$  g/jour versus  $414 \pm 144$  g/jour ;  $P < 0,05$ ). L'indice de consommation du groupe A a été de  $2,51 \pm 0,12$  et celui du groupe B de  $2,34 \pm 0,20$  ( $P < 0,05$ ). L'ingestion de phytase a restauré la normophosphatémie (B -  $2,97 \pm 0,56$  mmol/l, A -  $2,40 \pm 0,37$  mmol/l ;  $P < 0,01$ ). La concentration de P dans les fèces a été d'environ 25 % inférieure chez les animaux ayant ingéré le régime supplémenté en phytase (A -  $2,23 \pm 0,17$  % de la matière sèche, B -  $1,65 \pm 0,12$  % de la matière sèche ;  $P < 0,001$ ).

### Biochemical and zootechanical effects of phytase addition to the growing pig diet

The effects of diet supplementation with a phytase preparation from *Aspergillus niger* (200 phytase U/g of feed) were studied in forty growing pigs (initial body weight  $27 \pm 2$  kg). The basal diet (maize, rapeseed and barley) was rich in phytic phosphorus (P) and devoid of any mineral P addition. During a first period (21 days) all the animals were fed with this diet. Then and for 52 days, half of them ingested the basal diet (A) and the other half the supplemented diet (B). Daily mean gain was higher in group B ( $505 \pm 94$  g) than in group A ( $414 \pm 144$  g ;  $P < 0,05$ ). Feed conversion ratio was higher in the control group than in the supplemented one ( $2,51 \pm 0,12$  vs.  $2,34 \pm 0,20$  ;  $P < 0,05$ ). Phytase ingestion restored normophosphataemia (B -  $2,97 \pm 0,56$  mmol/l, A -  $2,40 \pm 0,37$  mmol/l ;  $P < 0,01$ ). P concentration in feces was as an average 25 % lower in supplemented animals (A -  $2,23 \pm 0,17$  and B -  $1,65 \pm 0,12$  % of dry matter ;  $P < 0,001$ ).

## INTRODUCTION

Le phosphore (P) des céréales et des légumineuses est présent pour les deux-tiers sous forme de phytates (POINTILLART, 1988). La biodisponibilité du P-phytique est très inférieure à celles du P minéral et du phosphore organique d'origine non phytique (REDDY et al., 1982). Ceci a au moins deux conséquences. D'une part, la nécessité d'inclure du P-minéral dans les aliments composés pour le porc et pour d'autres animaux monogastriques de rente, ce que renchérit son coût. D'autre part, le P non utilisé contribue aux nuisances de l'élevage industriel. L'inclusion dans le régime alimentaire de son de céréales et en particulier de son de seigle, possédant une activité phytasique importante, permet d'améliorer l'utilisation du P-phytique (POINTILLART et al., 1987).

Toutefois et depuis peu de temps, la phytase d'origine fongique fait l'objet de diverses études expérimentales. Cet enzyme semble intéressante dans la recherche de solutions aux deux problèmes évoqués. C'est pour cette raison que les effets de l'addition de phytase produite par *Aspergillus niger* ont été étudiés chez le porc.

## 1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Quarante porcelets Large White X Landrace X Piétrain, âgés d'environ 10 semaines, d'un poids vif initial  $27 \pm 2$  kg ont été utilisés. Pendant une première période de 21 jours les animaux ont ingéré un régime alimentaire sans addition de P minéral. Dans une deuxième période de 52 jours, la moitié de l'effectif a continué de consommer le régime initial (A) et l'autre moitié a été nourrie avec ce même régime supplémenté avec 200 U de phytase d'*Aspergillus niger*/g d'aliment (B). La composition du régime est présentée dans le tableau 1. Les matières premières le constituant ont été choisies en fonction d'une part par leur richesse en P-phytique (colza) et d'autre part par la faible activité phytasique (maïs et orge). L'alimentation et l'eau ont été distribuées ad libitum.

Le poids de chaque porcelet et la consommation alimentaire ont été déterminés à intervalles de 10 jours. Un prélèvement de sang (5 ml) par ponction jugulaire a été effectué aux mêmes dates que les pesées des animaux. Sur le plasma sanguin obtenu après centrifugation du sang, il a été procédé à la détermination de la concentration en P (DALY et

**Tableau 1** - Composition centésimale du régime alimentaire

Ingrédients	%
Maïs	50
Colza	30
Orge	17
CMV <sup>(1)</sup>	3
Activité phytasique <sup>(2)</sup>	26

<sup>(1)</sup> Selon SIMOES NUNES et al., 1991; ne contenant pas de phosphore.

<sup>(2)</sup> en mUI/g d'aliment; 1 UI = 1 µmole de P libéré /min.  
Teneur en protéines brutes : 17,5 % ; lysine : 1,04 % ; méthionine 0,37 % ; Ca 0,96 % ; P 0,62 %.  
Énergie digestible estimée : 3400 kcal/kg.

ENINGSHAUSEN, 1972), en calcium (Ca) (GINGLER et KING, 1972) et en phosphatase alcaline (PAL) (SFBC, 1982). Des échantillons de fécès ont été prélevés à la fin de l'expérimentation pour détermination de la concentration en P.

## 2. RÉSULTATS

### 2.1. Croissance et indice de consommation

Pendant la première période l'ensemble des animaux a présenté un gain moyen quotidien (GMQ) de  $403 \pm 94$  g/j. Lors de la deuxième période le groupe B a eu un GMQ nettement plus élevé que celui du groupe A ( $505 \pm 94$  g/j *versus*  $414 \pm 144$  g/j ;  $P < 0,05$ ). L'indice de consommation (IC) lors de la première période a été en moyenne de  $2,32 \pm 0,24$ . Pendant la deuxième période, l'IC du groupe témoin a été de  $2,51 \pm 0,12$  tandis que celui du groupe supplémenté en phytase a été de  $2,34 \pm 0,20$  ( $P < 0,05$ ).

### 2.2. Phosphatémie (tableau 2)

Au début de l'expérience le taux de P plasmatique était en moyenne de  $2,59 \pm 0,32$  mmol/l. A la fin de la première période, la phosphatémie n'était que de  $1,60 \pm 0,19$  mmol/l alors que les valeurs normales pour le porc sont comprises entre 2,40 mmol/l et 3,55 mmol/l (MITRUKA et RAWNSLEY, 1977). Lors de la deuxième période, le profil de la courbe de la phosphatémie est apparu identique pour les deux groupes compte tenu de la différence de concentration de P plasmatique. La phosphatémie a augmenté de façon importante chez le groupe supplémenté en phytase, pour atteindre une valeur finale de  $2,97 \pm 0,56$  mmol/l. Chez le groupe témoin la phosphatémie a présenté une valeur maximale de  $2,40 \pm 0,37$  mmol/l. La différence entre les concentrations en P plasmatique des deux groupes était statistiquement significative ( $P < 0,01$ ). L'augmentation de la phosphatémie chez les animaux supplémentés n'a pas été continue. Elle s'est effectuée par paliers avec un léger fléchissement après le pic maximal de concentration observé 20 jours après le changement de régime.

### 2.3. Calcémie (tableau 2)

La valeur normale de la calcémie chez le porc est comprise entre 3,00 mmol/l et 5,28 mmol/l (MITRUKA et RAWNSLEY, 1977). Au début de l'expérience la calcémie était de  $3,29 \pm 0,40$  mmol/l pour atteindre la valeur de  $2,95 \pm 0,20$  mmol/l à la fin de la première période. Après le changement de régime l'aspect général de la courbe de la concentration plasmatique en Ca était très semblable pour les deux groupes. Toutefois, le groupe A avait un taux de Ca plasmatique très faiblement supérieur à celui du groupe supplémenté en phytase ( $3,03 \pm 0,25$  mmol/l *versus*  $2,95 \pm 0,21$  mmol/l).

### 2.4. Phosphatasémie (tableau 3)

Au début de l'essai la PAL était de  $277 \pm 47$  UI/l pour diminuer jusqu'à  $96 \pm 30$  UI/l à la fin de la première période. A la fin de la seconde période la PAL était de  $196 \pm 47$  UI/l pour le groupe témoin et de  $130 \pm 28$  UI/l pour le groupe supplémenté en phytase ( $P < 0,05$ ).

### 2.5. Phosphore fécal

A la fin de l'essai, la concentration de P dans les fécès, en pourcentage de la matière sèche était de  $2,23 \pm 0,17$  pour le

**Tableau 2** - Cinétique des variations de la phosphatémie et de la calcémie (mmol/l)

Période	Phosphatémie		Calcémie	
	A	B	A	B
J 0	2,59 ± 0,32 <sup>(1)</sup>		3,29 ± 0,40	
J 10	1,66 ± 0,20		3,07 ± 0,19	
J 21	1,60 ± 0,19		2,95 ± 0,20	
J 31	1,81 ± 0,27 A <sup>(2)</sup>	2,05 ± 0,23 B	3,27 ± 0,30	3,05 ± 0,27
J 42	2,05 ± 0,31	2,51 ± 0,42	3,07 ± 0,29	2,90 ± 0,15
J 53	1,84 ± 0,28 A	2,17 ± 0,25 B	2,90 ± 0,23	2,85 ± 0,17
J 63	1,79 ± 0,28 A	2,28 ± 0,36 B	2,87 ± 0,24	2,82 ± 0,21
J 73	2,04 ± 0,37 C	2,97 ± 0,56 D	3,03 ± 0,25	2,95 ± 0,21

<sup>(1)</sup> Moyenne ± écart-type de 40 déterminations.

<sup>(2)</sup> Moyenne ± écart-type de 20 déterminations.

A,B,C,D : les moyennes ne portant pas les mêmes lettres sont significativement différentes (A, B : P<0,05 ; C, D : P<0,01).

**Tableau 3** - Cinétique des variations de la phosphatasémie (U/l)

Période	Phosphatasémie	
	A	B
J 0	277 ± 47 <sup>(1)</sup>	
J 10	140 ± 28	
J 21	96 ± 30	
J 31	159 ± 69 <sup>(2)</sup>	124 ± 44
J 42	170 ± 76	152 ± 44
J 53	170 ± 57	154 ± 51
J 63	192 ± 71	165 ± 57
J 73	196 ± 47 A	130 ± 28 B

<sup>(1)</sup> Moyenne ± écart-type de 40 déterminations.

<sup>(2)</sup> Moyenne ± écart-type de 20 déterminations.

A, B : les moyennes ne portant pas les mêmes lettres sont significativement différentes (P<0,05).

groupe A et de 1,65 ± 0,12 pour le groupe B (P<0,001). Ainsi, la concentration de P dans les fèces a été d'environ 25 % inférieure chez les animaux ayant ingéré le régime supplémenté en phytase.

### 3. DISCUSSION

La croissance du groupe supplémenté en phytase a été plus importante que celle du groupe témoin. En effet, le GMQ du groupe B a été supérieur d'environ 20 % à celui du groupe A. L'IC a présenté des variations inverses, suggérant une meilleure utilisation digestive des aliments ingérés. Cette observation confirme celle de NÂSI (1990) et de SIMONS et al. (1992) et souligne l'importance de la bonne utilisation digestive du P sur l'utilisation digestive globale. Il semblerait que 60 à 74 % des phytates pourraient être hydrolysés en présence de suppléments

de phytase alors qu'en l'absence de cet enzyme seulement 10 % pourraient être hydrolysés (JONGBLOED et al., 1992). Pendant la première période, les animaux ont vraisemblablement subi une mauvaise absorption de P. La phosphatémie était à la fin de cette période de 1,60 mmol/l. Cette valeur était largement inférieure aux taux normaux pour l'espèce porcine (2,40 mmol/l à 3,55 mmol/l ; MITRUKA et RAWNSLEY, 1977). Au cours de la deuxième période, l'hypophosphatémie a persisté chez les animaux du groupe témoin. Quinze jours après le début de la supplémentation une situation de normophosphatémie était atteinte chez les animaux du groupe phytase. La phytase semble avoir permis une meilleure utilisation digestive du P-phytique présent dans l'aliment.

Les valeurs de la calcémie et de la phosphatase alcaline ont varié dans une moindre mesure. Toutefois, les animaux ingérant le régime non supplémenté ont présenté une calcémie plus élevée que ceux recevant de la phytase. Une hypercalcémie plus ou moins marquée est classiquement décrite dans les situations de carence en phosphore, quelles qu'en soient les origines (POINTILLART, 1991).

Une meilleure utilisation digestive du P-phytique pourrait réduire l'excrétion fécale du P contribuant ainsi à éviter une partie des nuisances sur l'environnement provoquées par l'élevage industriel du porc. Dans la présente étude, il a été montré que l'inclusion de 200 U de phytase par gramme d'aliment réduisait d'environ 25 % l'excrétion fécale de P par le porc en croissance.

L'addition de 200 U de phytase par gramme d'aliment chez des porcs en finition (70-110 kg) n'a pas d'effets sur la phosphatémie, le GMQ et l'IC (SIMOES NUNES, résultats non publiés). Il est connu que les besoins des monogastriques en P diminuent avec l'âge et que la capacité à utiliser digestivement le P-phytique augmente avec l'âge (REDDY et al., 1982), probablement comme résultat d'une adaptation de la microflore digestive (MOORE et VEUM, 1983). Le rôle de la microflore dans la biodisponibilité du P-phytique a été bien démontré chez les ruminants (WILSON, 1975). A notre connaissance, aucune étude consacrée à ce sujet chez le porc n'a utilisé des animaux en période de finition mais systématiquement des animaux en post-sevrage et en croissance (7-70 kg).

#### 4. CONCLUSION

L'addition de phytase au régime alimentaire, dépourvu de P minéral, du porc en croissance permet des performances zootechniques de bonne qualité. L'enzyme autorise une dégradation partielle du P-phytique suffisante pour restaurer la normophosphatémie. Cette utilisation du P-phytique permet une importante diminution de l'utilisation du P minéral et peut ainsi réduire l'excrétion de P polluant pour l'environnement.

L'étude de l'utilisation de la phytase en alimentation animale n'est que partiellement réalisée. Toutes les conséquences

biochimiques et zootechniques de l'incorporation de cette enzyme dans l'aliment ne sont pas encore définies. Ainsi, il semble évident que des travaux expérimentaux soient nécessaires pour établir clairement la ou les périodes dans l'élevage porcin ou la supplémentation en phytase est biologiquement et économiquement intéressante.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Anne COLLE, Rose-Marie PINTON, P. ROBIN et J. GASSER pour leur excellente aide technique.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DALY J.A., ENINGSHAUSEN G., 1972. Clin. Chem., 18, 263-265.
- GINGLER E.M., KING J.D., 1972. Am. J. Clin. Pathol., 58, 376-382
- JONGBLOED A.W., MROZ Z., KEMME P.A., 1992. J. Anim. Sci., 70, 1159-1164.
- MITRUKA B.M., RAWNSLEY H.M., 1977. (Masson, éd., New-York) 272 p.
- MOORE R., VEUM T., 1983. Br. J. Nutr., 49, 145-152.
- NÁSI M., 1990. J. Agric. Sci. Finland, 62, 435-443.
- POINTILLART A., 1988. In : Digestive Physiology in The Pig. (Polish Acad. Sci., éd., Varsovie), pp 319-326.
- POINTILLART A., 1991. J. Anim. Sci., 69, 1109-1115.
- POINTILLART A., FOURDIN A., FONTAINE N., 1987. J. Nutr., 117, 907-913.
- REDDY N.R., SATHE S.K., SALUNKHE D.K., 1982. Adv. Food Res., 28, 1-92.
- SIMOES NUNES C., GALIBOIS I., RERAT A., SAVOIE L., VAUGELADE P., 1991. Reprod. Nutr. Dev., 31, 217-231.
- SIMONS P.C.M., VERSTEEGH H.A.J., JONGBLOED A.W., KEMME P.A., SLUMP P., BOS K.D., WOLTERS M.G.E., BEUDEKER R.F., VERSCHOOR G.J., 1990. Br. J. Nutr., 64, 525-540.
- SOCIETE FRANCAISE DE BIOLOGIE CLINIQUE (SFBC), 1982. Ann. Biol. Clin., 40, 150-154.
- WILSON W.M.D., 1975. PhD Dissertation, University of Illinois, Urban-Champaign.