

B. SAUVEUR

INRA Station de Recherches avicoles
37380 Nouzilly

Les phytases fongiques dans l'alimentation des volailles

L'introduction aux Pays-Bas d'une taxe sur les rejets de phosphore en provenance des élevages intensifs a constitué une étape marquante de la lutte contre la pollution phosphorée de l'environnement. Elle a aussi stimulé brutalement le développement de phytases fongiques capables d'améliorer la disponibilité du phosphore phytique des plantes alors que la démonstration d'efficacité de ces enzymes datait de 20 ans.

L'intérêt d'utiliser dans l'alimentation des volailles des sources naturelles de phytases permettant une meilleure utilisation du phosphore phytique des plantes est de plus en plus reconnu en même temps que l'on cherche à réduire les rejets phosphatés dans l'environnement. Une précédente revue (Sauveur 1989) a fait le point sur cette question en insistant sur les phytases présentes dans les graines végétales.

Dès 1971, Nelson *et al* avaient montré par ailleurs qu'une préparation phytasique extraite d'*Aspergillus ficuum*, ajoutée à un aliment pour poulets de chair ne contenant pas de phosphore minéral, permettait l'obtention de performances normales. La production récente, à l'échelle industrielle, de phytases fongiques purifiées produites par le même *A. ficuum* (Simons *et al* 1990) ou par *A. Niger* (Zyla *et al* 1989, Kiiskinen et Piironen 1990, Broz et Perrin Voltz 1991) ouvre des possibilités considérables. Elle a suscité, au cours des deux dernières années, de nombreuses expérimentations qu'il nous a paru utile de résumer ici.

In vitro tout d'abord, Simons *et al* (1990) ont montré que 85 % du phosphore présent dans le maïs sous forme de phytate étaient hydrolysés après une heure d'incubation à 40°C en présence de phytase fongique. Les études ont surtout été nombreuses *in vivo* sur le poulet en croissance mais il convient de noter que plusieurs d'entre elles souffrent de

différents défauts qui leur retirent une part de leur pouvoir démonstratif. On ignore ainsi trop souvent quelle est la nature exacte des matières premières incorporées dans le régime (et donc leur teneur en phytases naturelles) ou si les aliments ont été granulés ou non et à quelle température alors que les phytases sont connues comme thermosensibles (voir plus loin). Dans d'autres cas, l'absence d'un aliment témoin contenant 0,2 à 0,3 % de phosphore minéral ajouté, empêche de savoir si les performances enregistrées étaient ou non maximales.

Malgré cette réserve, les expériences conduites montrent clairement que, lorsque la phytase est utilisée à raison de 500 Unités⁽¹⁾/kg, la **digestibilité apparente** du phosphore du régime, considéré comme un tout, augmente de 10 à 15 points, passant en moyenne de 45 à 60 % (Kiiskinen et Piironen 1990, Kiiskinen 1992, Huyghebaert et De Groot 1992). Avec 800 U phytase/kg, Farrel *et al* (1992) observent une progression de 18 et 29 points, chez le poulet et le canard respectivement.

Si l'on cumule l'augmentation de digestibilité du phosphore végétal ainsi observée et la réduction d'incorporation au régime de phosphore minéral qu'elle permet, la **diminution possible de rejet de phosphore** peut être estimée entre 40 et 50 % (Simons *et al* 1990, Kiiskinen 1992, Schöner et Hoppe 1992).

(1) Une unité de phytase est définie comme étant l'activité d'enzyme permettant de libérer 1 μ mole de phosphore par minute à 37°C et pH 5,5 à partir d'un substrat de phytate de sodium en excès.

Les équivalences d'action entre les phytases fongiques et les phytases végétales d'une part, puis entre l'ajout de phytase et celui de phosphore minéral d'autre part, ont été estimées par plusieurs auteurs. **La comparaison des phytases entre elles** fait apparaître des différences d'efficacité non négligeables. Ainsi, selon Eeckout et De Paepe (1992b) la digestibilité chez le porc du phosphore phytique serait accrue de 20 % de plus en présence de 500 U/kg de phytase fongique qu'avec 500 U/kg de phytase de blé, ce qui peut être expliqué par le fait que les conditions de définition de l'unité d'activité phytasique *in vitro* ne sont pas reproduites *in vivo*.

Peut-être cette différence doit-elle être rapprochée des écarts de zone optimale de pH connue pour chaque type d'enzyme. On sait en effet que l'activité des deux enzymes est similaire à pH 5,5 alors que ce n'est plus vrai aux pH inférieurs ; à pH 3 par exemple, la phytase du blé serait totalement inactive alors que la phytase fongique conserverait 60 à 80 % de son action (Eeckout et De Paepe 1992a). Cet aspect, particulièrement important pour l'action de l'enzyme dans le tube digestif, mériterait des études plus approfondies dans le jabot et le gésier des oiseaux.

Concernant l'activité comparée des phytases fongiques et d'un apport de phosphore minéral, plusieurs observations s'appuyant sur la digestibilité apparente du phosphore alimentaire montrent que 550 à 650 U de phytase/kg seraient équivalentes à 1 g/kg de P minéral apporté sous forme de phosphate dicalcique dihydraté (Huyghebaert et De Groot 1992, Vogt 1992).

Des résultats aussi démonstratifs sont obtenus avec les critères zootechniques de croissance. Selon différents auteurs (Simons *et al* 1990, Kiiskinen 1992, Schöner et Hoppe 1992), des phytases fongiques permettent en effet d'assurer un gain de poids et une efficacité alimentaire normaux chez des poulets nourris sans phosphore minéral ajouté, la dose requise pour une performance maximale étant vraisemblablement plus proche de 1000 que de 500 U/kg. Enfin, si le critère "phosphorémie" paraît être aussi un reflet correct de l'apport de phytase (Broz *et al* 1992), il semble difficile d'obtenir une minéralisation osseuse maximale par usage exclusif de phytase, sans ajout de phosphore minéral (Kiiskinen et Piironen 1990, Huyghebaert et De Groot 1992), ce qui confirme nos observations antérieures consécutives à l'usage de son de blé riche en phytases (Sauveur 1989).

Les aliments composés destinés au poulet étant très généralement présentés sous forme granulée, la question de la **stabilité à la chaleur** des phytases est particulièrement importante. Des observations effectuées chez le porc montrent que la digestibilité du phosphore en présence de phytases végétales (blé, orge, seigle) n'est pas modifiée par une granulation de l'aliment autour de 40°C (sortie de presse à 61°C ; Pointillart *et al* 1993) mais abaissée de 10 points lorsque la température finale des granulés atteint 80°C (Jongbloed et Kemme 1990). Selon Simons *et al* (1990) l'activité phytasique extraite de *A. ficuum* resterait maximale jusqu'à une température de granulation

de 50°C (sortie de presse à 71°C) mais serait réduite de moitié lorsque la température du granulé atteint 87°C *in fine*.

Des résultats assez proches ont été obtenus chez le poulet, indiquant une conservation correcte de l'action phytasique d'*A. Niger* après granulation de l'aliment à une température finale de 67 et 72°C (Schöner et Hoppe 1992), mais il convient cependant de noter que, dans des conditions de laboratoire, une baisse d'activité de l'enzyme de 50 % a pu être notée dès 60°C (Simell *et al* 1989).

Sans que cette conclusion n'ait de valeur définitive, il semble donc prudent actuellement de limiter la température finale du granulé à 70-72°C. Il reste possible que les différentes enzymes fongiques présentent une résistance thermique elle-même légèrement variable et que l'incorporation au sein d'un aliment accroisse quelque peu cette résistance mais ces points devraient faire l'objet d'études complémentaires. La possibilité d'ajouter la phytase après granulation existe également sous forme liquide pulvérisée.

Plusieurs études récentes ont également été conduites sur la possibilité de remplacer l'apport de phosphore minéral par des phytases fongiques dans des aliments destinés à des volailles adultes, **poules pondeuses et reproductrices** (Van der Kliis *et al* 1992, Peter 1992, Meijerhof et Van der Haar 1992). Selon les premiers auteurs, 250 U phytase ajoutée par kg seraient équivalents à 0,12 % de P minéral mais cette conclusion est limitée par la non-indication des matières premières utilisées. De même, les résultats de Peter (1992) montrent que l'intensité de ponte, le poids de l'oeuf et la solidité de la coquille sont accrus par l'ajout de phytase à un régime pauvre en phosphore minéral mais ne démontrent pas que les performances maximales ont été atteintes.

Le modèle de prédiction élaboré par Molenaar et Zanders (1992) permet d'estimer que l'usage de phytase réduirait de 0,50 à 0,32 kg P₂O₅/poule/an l'excrétion phosphorée, ce qui permettrait d'économiser 18 % de la taxe due aux Pays-Bas pour le rejet de phosphore. De plus, lorsque les "quotas" de rejet seront réduits, comme prévu, de 25 %, un éleveur possédant 35 000 poules ne serait contraint qu'à une réduction de 2 050 animaux (6 %) avec usage de phytase au lieu de 8 350 (24 %) en l'absence de celle-ci.

Les phytases fongiques sont donc certainement appelées à jouer un rôle important dans l'alimentation des animaux monogastriques, principalement dans les zones où un contrôle strict des rejets de phosphore est mis en place. Il convient cependant de ne pas oublier les phytases naturellement présentes dans certaines graines, et qui, selon des estimations récentes, peuvent aboutir à une activité de 50 à 250 U/kg d'aliment composé (Kiiskinen 1992, Schöner et Hoppe 1992).

Cet article est extrait d'une conférence donnée dans le cadre des "2nd Belgian days on Pigs and Poultry", Brugge, février 1993.

Références bibliographiques

- Broz J., Perrin Voltz A.H., 1991. Effects of supplemental phytase on dietary phosphorus utilization in broiler chickens. Proc. Roche Symp. Basel, 132.
- Broz J., Oldale P., Rychen G., Schulze J., Simoes Nunes C., 1992. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens reared until market weight. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 435-438.
- Eeckout W., De Paepe M., 1992a. Phytase microbienne : phytase de blé, phytase microbienne et digestibilité apparente du phosphore d'un aliment simple pour porcelets. Landbouwjdschrift, Rev. Agricult., 45, 195-207.
- Eeckout W., De Paepe M., 1992b. Phytase microbienne : comparaison de l'effet de 500 unités de phytase de blé et d'une phytase microbienne sur la digestibilité apparente du phosphore d'un aliment pour porcs à l'engrais. Landbouwjdschrift, Rev. Agricult., 45, 209-215.
- Farrel D.J., Martin E., Thomson E., Du Preez J., Bongarts M., 1992. The effects of the addition of microbial phytase to sorghum-soybean meal based diets in chickens and ducklings. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 420-423.
- Huyghebaert G., De Groote G., 1992. The definition of Natuphos-5000 phytase in terms of relative P-values for least-cost formulation of broiler diets. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 455-457.
- Jongbloed A.W., Kemme P.A., 1990. Effect of pelleting mixed feeds on phytase activity and the apparent absorbability of phosphorus and calcium in pigs. Anim. Fd. Sci. Technol., 28, 233-242.
- Kiiskinen T.O., 1992. Effect of supplemental phytase on the performance of broiler chickens. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 457.
- Kiiskinen T.O., Piironen J., 1990. Effect of phytase supplementation on utilization of phosphorus in chicken diets. Proc. 8th Europ. Poult. Conf. Barcelona, 376-379.
- Meurerhof R., Van der Haar J.W., 1992. Effect of microbial phytase on production results of broiler breeders. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 433-434.
- Molenaar C.P., Zanders F.H.C., 1992. Decreasing phosphate content in the manure of White Leghorns in Holland : nutritional possibilities and economic consequences on farm level. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, Poster session.
- Nelson T.S., Shieh T.R., Wodzinski R.J., 1971. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytate phosphorus by chicks. J. Nutr., 101, 1289-1293.
- Peter W., 1992. Investigations into the application of phytase for the feeding of laying hens. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, Poster session.
- Pointillart A., Colin C., Lacroix C., Radisson J., 1993. Réduction chez le porc en croissance de la supplémentation en phosphore minéral par l'utilisation de céréales à activité phytasique élevée. 25^e Journées Rech. Porcine France, 233-238.
- Sauveur B., 1989. Phosphore phytique et phytases dans l'alimentation des volailles. INRA Prod. anim., 2, 343-351.
- Schöner F.J., Hoppe P.P., 1992. Microbial phytase, a tool to alleviate environmental phosphorus pollution from broiler production. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 429-432.
- Simell M., Turunen M., Piironen J., Vaara T., 1989. Feed and food applications of phytase. Proc. 3d Meeting Ind. Applic. Enzymes, Barcelona, 1-8.
- Simons P.C.M., Versteegh H.A.I., Jongbloed A.W., Kemme P.A., Slum P., Bos K.D., Wolters G.E., Beudeker R.F., Verschoor G.J., 1990. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in broilers and pigs. Br. J. Nutr., 64, 525-540.
- Van der Klis J.D., Versteegh H.A.J., Geerse C., 1992. The effect of dietary phytase and calcium level on the ileal absorption of phosphorus in laying hens. Proc. 19th Wld. Poult. Cong. Amsterdam, vol. 3, 458-459.
- Vogt H., 1992. Einsatz von Phytase im Broiler mast futter mit unterschiedlichem Phosphorgehalt. Arch. Geflügelk., 56, 93-98.
- Zyla K., Koreleski J., Kujawski M., 1989. Dephosphorylation of phytate compounds by means of acid phosphatase from *Aspergillus niger*. J. Sci. Fd. Agric., 49, 315-324.

Summary

Fungous phytases in poultry nutrition.

New phytase preparations have been recently derived from both *Aspergillus ficuum* and *A. Niger*. Most of the experiments conducted in broiler chickens have shown that vegetal P digestibility could be increased by 15 to 25 % with 500 or 1000 Units phytase/kg diet. Simultaneously the total P excretion could be reduced by 40 to 50 %. In terms of efficiency, 600 U/kg diet would correspond with 1 g mineral P/kg so that near 1000 U are probably required for optimizing growth perfor-

mance (but not enough for obtaining an optimal bone mineralization). These enzymes are heat sensitive but their action seemed to be conserved when temperature was kept below 70-72°C at the end of the pelleting process. Microbial phytases have also been shown active for layer and breeder hens. Their use is probably destined to grow as a complement of a better utilization of natural phytases present in wheat or barley.

SAUVEUR B. Les phytases fongiques dans l'alimentation des volailles. INRA Prod. Anim., 6 (4), 265 - 267.