

EVALUATION DU CONTENU EN PHOSPHORE PHYTIQUE D'ALIMENTS COMMERCIAUX POULET STANDARD ET LABEL

Gigaud V  rane¹, Smith Adam², Arroyo Juan-Jose³, Thoby Jean-Marc¹

¹ *DSM Nutritional Products France, 92250 La Garenne Colombes, France*

² *DSM Nutritional Products (UK) Ltd, Heanor Gate Industrial Estate, United Kingdom*

³ *DSM Nutritional Product Spain, Alcalá de Henares, 28806 Madrid, Spain*

Verane.gigaud@dsm.com

RÉSUMÉ

L'acide phytique est un facteur antinutritionnel majeur de l'alimentation des monogastriques, représentant 60 à 80 % du phosphore des plantes. L'étude a évalué les teneurs en phosphore phytique de 22 gammes d'aliments poulet, standard ou label, fabriqués en France (78 échantillons collectés de mai à juin 2017). Les cendres, le phosphore total et le calcium ont été quantifiés par analyse chimique. Les teneurs en protéine et phosphore phytique ont été analysées par SPIR. Les statistiques descriptives ont été analysées par stade physiologique. Le Phosphore non phytique (PnP) a été calculé (par différence) ainsi que différents ratios (Ca/PnP, Ca/Pphytique, Pphytique/P total et Pphytique/protéine).

La teneur moyenne en phosphore phytique dans l'aliment est de 0,27%, variant de 0,20% à 0,41%. Respectivement pour les aliments démarrage, croissance, finition et retrait, les niveaux moyens sont de 0,30 ; 0,27 ; 0,26 et 0,26 % avec des coefficients de variation allant de 10,5 à 14,6% selon les stades.

En fonction des contextes de formulation, certains ratios (Ca/PnP) apparaissent très variables. La connaissance des teneurs en phosphore phytique des aliments, comme évaluées dans cette enquête, permet aux nutritionnistes de quantifier les doses de phytases exogènes à incorporer, libérant une quantité de phosphore disponible permettant d'ajuster finement ces équilibres selon l'objectif recherché (croissance ou minéralisation).

Cette enquête a montré que les niveaux de phosphore phytique dans les différents aliments poulet, comme source de phosphore, sont globalement élevés notamment dans les aliments démarrage. La variabilité des teneurs en phosphore phytique et le potentiel antinutritionnel important de l'acide phytique doivent être considérés dans les stratégies nutritionnelles pour une alimentation de précision.

ABSTRACT

Survey of the phytic phosphorus content of commercially available complete broiler feeds

Phytic acid is the main storage form of phosphorus in plant-based feed ingredients and is found in concentrations from 60 to 80 %. Phytic acid is also an antinutritional factor, binding essential nutrients and making them unavailable for the animal. The addition of an exogenous phytase to the diet of monogastric animals is a way to increase phosphorus bioavailability and to decrease the antinutritional effect of phytate.

The aim of this study was to evaluate the level and variability of phytic phosphorus (phytic P) in poultry feeds typical of the French market. Seventy-eight feed samples were collected between May and June 2017 and analyzed for Phytic P and Protein content by NIR. Ash, total Phosphorus and Ca were analyzed by chemical analysis. Non-Phosphorus phytic acid (NPP) was calculated (by difference) and different important ratios as Ca/PnP, Ca/Pphytic, Pphytic/Total P and Pphytic/protein were also calculated.

The results (n=22 feeding program) were collated according to the four physiological stages of poultry production and analyzed statistically (minimum, maximum, mean, median, quartiles, coefficient of variation).

The mean level of phytic P in all feeds was 0,27% ranging from 0,20% to a maximum of 0,41%. The levels of phytic P for starter, grower, finisher and withdraw feeds were 0,30; 0,27; 0,26 and 0,26% respectively. The coefficient of variation (CV) varied from 10,5 Å 14,6% depending on the type of feed.

This survey demonstrated that phytic P constitutes a significant proportion of the total phosphorus in commercially available poultry feeds. More of this phosphorus could be made available to the animal if an exogenous phytase was added to the feed, while at the same time decreasing the antinutritional effect of phytate.

INTRODUCTION

L'acide phytique est la première forme de stockage du phosphore dans la plupart des matières premières végétales utilisées en alimentation animale. Dans les céréales, co-produits de céréales et tourteaux d'oléoprotéagineux communément utilisés en France, le phosphore sous forme phytique représente de 55 à 90 % du phosphore total présent (de 7-8 g/kg dans les céréales et jusqu'à 50-60 g/kg dans les tourteaux et certaines issues) (Eekhout and Paepe, 1994). Au-delà du contenu en P phytique, c'est la variabilité au sein d'une même famille de matière première qui rend l'estimation du contenu dans les aliments difficile (Gady et Dalibard, 2011 ; Aureli et al, 2016).

Naturellement peu digestible pour les monogastriques (Shan et David, 1994) sans ajout de phytase exogène, la maîtrise du contenu en P phytique des aliments est un enjeu important, aussi bien en termes de valorisation de cette ressource végétale pour la couverture des besoins en P des animaux, que pour la limitation des rejets associés. Enfin l'acide phytique, par sa forte capacité de chélation (minéraux, protéines), est un facteur antinutritionnel majeur de l'alimentation des monogastriques (Cowieson et al., 2016). La connaissance de son niveau est nécessaire pour la mise au point de stratégies nutritionnelles de réduction de ses effets. L'objectif de cette étude était par conséquent double et consistait à 1) quantifier dans les aliments les niveaux de phosphore phytique, substrat disponible pour les phytases et 2) mettre ces niveaux en relation avec d'autres nutriments (Protéine, Ca) afin de mieux évaluer le pouvoir antinutritionnel des phytates dans les aliments poulet de chair.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1 Collecte des échantillons

Soixante-dix-huit échantillons d'aliments complets pour poulets de chair ont été collectés auprès des fabricants d'aliments du bétail français durant la période allant de mai à juin 2017. Un quart des échantillons collectés (25,8%) étaient des aliments Poulet Label Rouge. L'ensemble des aliments contenait un phytase. La distribution des échantillons par origine géographique est représentative de la répartition de la production en France (avec 34 % des échantillons collectés en Bretagne, 25% en Nouvelle Aquitaine, 14 % en Pays de la Loire et 27% sur le reste du territoire. Le stade physiologique de l'animal destinataire était renseigné par le fabricant et correspondait à l'un des quatre stades couramment utilisés : démarrage, croissance, finition et retrait.

1.2. Mesure du contenu en phosphore phytique

Le contenu en phosphore phytique ($R^2 = 0.91$; $SECV = 0.36$, $SEP = 0.41$) ainsi que la teneur en protéines ont été déterminés par spectroscopie proche infrarouge (SPIR) selon la méthode décrite par Aureli et al. (2016). L'appareil utilisé est un FOS DS2500. Le contenu en phosphore total ainsi que le taux de cendres ont été analysés par spectrophotométrie après minéralisation selon la méthode officielle (Reg, CE N°152/2009). Le calcium a été analysé après minéralisation suivi d'un titrage par complexation à l'EDTA (méthode interne).

1.3. Analyse des résultats de l'enquête

Les statistiques descriptives ont été réalisées par stade physiologique. Le Phosphore non phytique (PnP) a été calculé (par différence : $P_{tot} - P_{phytique}$) ainsi que différents ratios (Ca/PnP, Ca/Pphytique, Pphytique/P total et Pphytique/protéine) avec le logiciel Microsoft Excel 365.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

Les 78 aliments collectés répartis par stade physiologique, représentent entre 17 et 22 échantillons par sous-population. Les échantillons Label Rouge et standard ont été regroupés pour l'analyse. En effet, les aliments standard et Label Rouge sont comparables sur les critères d'intérêt de cette étude, à savoir, les niveaux de phosphore, phosphore phytique et calcium.

En fonction des stades, la moyenne du contenu en phosphore total (Tableau 1) varie de 4,0 g/kg dans les aliments retrait jusqu'à 5,9 g/kg dans les aliments démarrage. Les aliments croissance et finition ont des niveaux intermédiaires de 5,1 g/kg et 4,4 g/kg respectivement. La variabilité du contenu en P Total, appréciée par le coefficient de variation, est faible dans les aliments démarrage et croissance (autour de 10%) et beaucoup plus élevée dans les aliments finition (20 %).

Les moyennes de contenu en P phytique s'échelonnent de 2,6 g/kg pour les aliments retrait et finition jusqu'à 3,0 g/kg pour les aliments démarrage en lien avec l'utilisation plus importante de tourteaux dans ces aliments. Les aliments croissance et finition sont moins variables ($CV = 11$ %) que les aliments démarrage et retrait ($CV = 16$ et 15 % respectivement).

Bien qu'une corrélation existe entre P Phytique et P Total au niveau de l'aliment ($r=0,55$), ce dernier n'explique que 30 % de la variabilité totale observée.

Si l'on considère la part du P Phytique dans le P Total, celui-ci représente en moyenne 50,6 % du P Total dans les aliments démarrage et plus de 67 % dans les aliments finition. Ces données confirment que les aliments contiennent toujours une part

importante de P minéral (notamment en démarrage). Le phosphore phytique est par conséquent la forme de phosphore majoritaire dans les aliments poulet de chair, objets de l'enquête. Quel que soit le stade physiologique concerné, la plage de valeurs (Minimum-Maximum) observées pour ce ratio P Phytique / P Total est importante et dans tous les cas, supérieure à 20 points. Ceci traduit la diversité des stratégies nutritionnelles employées pour couvrir le besoin en phosphore des animaux (appréciation du besoin, niveau de sécurité, quantité de P phytique valorisée par la phytase), et/ou réduire l'incidence de l'effet facteur antinutritionnel des phytates par l'emploi de doses de phytase supérieures.

Dans tous les cas observés, les niveaux de P phytique dans les aliments étaient supérieurs à 2,0 g/kg, ce qui paraît suffisant pour servir de substrat à la phytase, (Cowieson et al., 2016). Cependant, selon le même auteur, tous les aliments avec un niveau de P phytique supérieur à 3,0 g/kg sont susceptibles de présenter des performances dégradées liés aux effets antinutritionnels associés à une telle quantité de P Phytique. En effet, à ces niveaux, les phytates s'ils ne sont pas hydrolysés par des phytases exogènes au niveau stomacal, réduisent la digestibilité des acides aminés et augmentent les pertes endogènes associées (Cowieson et al., 2017). L'acide phytique impacte la solubilité des protéines et par conséquent leur digestibilité (Selle et al., 2012). D'après Cowieson et al. (2016), un ratio intermédiaire Phosphore phytique/protéine conduit à une chélation forte entre les deux molécules, réduisant fortement la solubilité de la protéine. Dans cette étude, le ratio Phosphore phytique/Protéine a été calculé (Tableau 2) et comparé avec les valeurs maximales de turbidité de la protéine de Colza comprises entre 0,0085 – 0,020, d'après Mothes et al (1990). Il apparaît, sur cette seule donnée, que les ratios obtenus pour l'ensemble des aliments poulet de chair sont systématiquement compris dans la zone de turbidité maximale. Ainsi, l'ajout d'une phytase exogène permet aisément de diminuer ce ratio et augmenter la solubilité des protéines.

Enfin, selon Narcy et al (2009), l'optimisation de la minéralisation tibiale requiert des quantités de PnP

plus élevées que pour les performances de croissance. En effet, pour 10 g/kg de Ca, 5,0 et 4,4 g/kg de PnP sont nécessaires respectivement pour maximiser les cendres tibiales et le GMQ, alors que pour 6 g/kg de Ca, 4,2 et 3,0 g/kg de PnP sont nécessaires, respectivement. Ces données ont été confrontées avec les ratios obtenus dans nos aliments (Tableau 2 et Figure 1A, aliment finition présenté uniquement). Pour l'ensemble des stades étudiés, le ratio Ca/PnP, pris en tant que tel sans intégrer le phosphore libéré par la phytase, n'est pas satisfaisant pour obtenir des performances, zootechniques ou de minéralisation, optimales. Une forte variabilité de ce ratio est également observée, qui traduit une fois de plus la diversité des stratégies nutritionnelles employées pour couvrir le besoin en phosphore des animaux. Néanmoins, les aliments contenaient tous une phytase microbienne qui permet de rééquilibrer ce ratio en libérant du phosphore que l'on peut qualifier de non phytique (PnP) à partir du phosphore phytique, et ainsi couvrir les besoins (Figure 1B). Enfin, l'étude met en évidence des ratios qui ne permettront jamais d'atteindre les besoins de l'animal, en particulier les besoins de minéralisation, y compris en baissant les niveaux de calcium et/ou en augmentant la dose de phytase. Dans ce cas, il est nécessaire de revoir les stratégies nutritionnelles, et/ou de mieux qualifier les matières premières afin de répondre aux besoins de l'animal.

CONCLUSION

Les résultats de cette enquête montrent que le contenu en P Phytique dans les aliments poulets de chair produits en France est élevé, mais aussi variable. Cette variabilité est à relier aux écarts existants entre et au sein même des matières premières utilisées dans la fabrication des aliments complets poulet de chair. Étant donné ces niveaux élevés et leur variabilité, l'utilisation de techniques d'analyse rapide et peu coûteuse, telles que la spectroscopie en proche infrarouge permet d'ajuster de manière dynamique les stratégies nutritionnelles (dose de phytase, niveaux de Ca), pour potentialiser l'utilisation du P Phytique des aliments et réduire ses effets antinutritionnels.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aureli R., Ueberschlag Q., Klein F., Noël C., Guggenbuhl P., 2016, *Poult Sci*, (96), 160-168.
- Cowieson A.J., Ruckebusch J.P., Knap I., Guggenbuhl P., Fru-Nji F., 2016, *Anim, Feed Sci, and Tech.*, (222), 180-189.
- Cowieson A.J., Ruckebusch J.P., Sorbara J.O.B., Wilson J.W., Guggenbuhl P., Tadini L., Ross F.F., 2017, *Anim, Feed Sci, and Tech*, (225), 182-194.
- Eekhout and Paepe, 1994. *Anim.Feed.Sci.Tech*, (47), 19-29.
- Gady C., Dalibard P., 2011, 15th International Conference on Near Infrared Spectroscopy, 13-20 May 2011 – Cape Town, South Africa, pp361-362
- Mothes, R., Schwenke, K.D., Zirwer, D., Gast, K., 1990. *Nahrung*, (34), 375–385.
- Narcy A., Létourneau-Montminy M.P., Magnin M., Nys Y., Jondreville C., 2009, *Journée de Recherche Avicole* 102-109.
- Selle, P.H., Cowieson, A.J., Cowieson, N.P. and Ravindran, V. (2012) *Nutr. Res. Rev.*, (25), 1-17.
- Shan A.S ; David R.H, 1994. *Br.Poult.Sci.* 35,725-741.

Tableau 1. Description du contenu en P phytique, P total, Calcium dans les aliments poulets (standard + label).

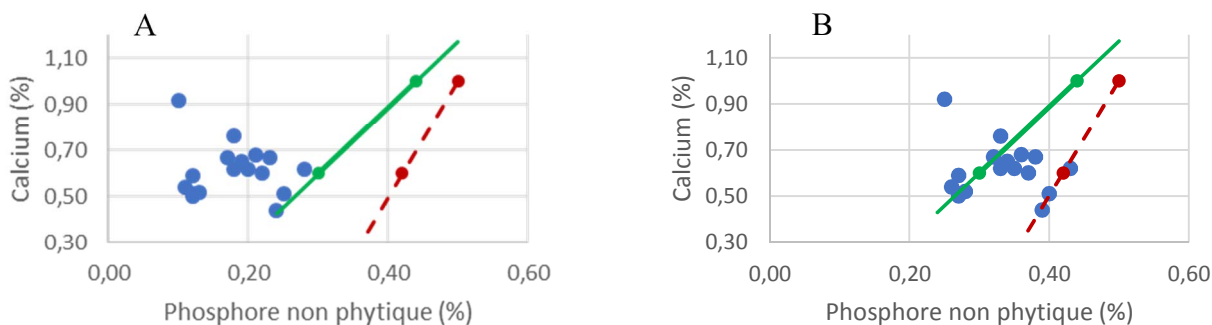
	Démarrage	Croissance	Finition	Retrait
Nombre d'échantillons	22	18	17	21
P Total (g/kg sur brut)				
Moyenne	5,90	5,1	4,4	4,0
Ecart-type (CV ¹ %)	0,6 (10,2%)	0,5 (9,8%)	0,6 (13,6%)	0,8 (20%)
Q1 ² – Médiane – Q3 ³	5,6 – 5,90 – 6,2	4,8 – 5,1 – 5,4	4,2-4,5-4,8	3,4-3,8-4,3
Min – Max	4,90 – 7,70	4,0 – 6,1	3,3-6,0	3,2-6,4
P Phytique (g/kg sur brut)				
Moyenne	3,0	2,7	2,6	2,6
Ecart-type (CV ¹ %)	0,5 (16,7 %)	0,3 (11,1%)	0,3 (11,5%)	0,4 (15,4%)
Q1 ² – Médiane – Q3 ³	2,70 – 2,90 – 3,20	2,6-2,7-2,8	2,4-2,6-2,7	2,4-2,7-2,9
Min – Max	2,40 – 4,10	2,1-3,3	2,2-3,2	2,0-3,4
P Phytique / P total (%)				
Moyenne	50,6	53,0	59,5	67,3
Ecart-type	6,3	6,2	8,0	10,9
Q1 ² – Médiane – Q3 ³	47 – 50,0 – 54,0	50,0-53,0-58,0	54-60-69	59-66-73
Min – Max	39,0 – 61,0	43-63	49-72	51-91
Ca (g/kg sur brut)				
Moyenne	7,9	6,9	6,1	5,5
Ecart-type	1,0 (12,6%)	1,0 (14,5%)	1,1 (18,0%)	1,2 (21,8%)
Q1 ² – Médiane – Q3 ³	7,5 – 8,0 – 8,5	6,4-7,0-7,5	5,2-6,2-6,7	4,8-5,5-5,9
Min – Max	6,2 – 9,4	4,8-8,2	4,4-9,2	3,8-8,8

¹CV : Coefficient de variation, ²Q1 : 1^{er} quartile, ³Q3 : 3^{ème} quartile

Tableau 2. Description des ratios P non Phytique/Ca et P Phytique/Protéine dans les aliments poulets (standard + label).

	Démarrage	Croissance	Finition	Retrait
Nombre d'échantillons	22	18	17	21
Ca / P non Phytique (%)				
Moyenne	2,80	2,97	3,73	5,3
Ecart-type	0,68	0,68	1,64	3,68
Q1 ² – Médiane – Q3 ³	2,23-2,72-3,22	2,59-2,9-3,45	2,77-3,43-4,21	3,43-4,25-5,58
Min – Max	1,67-4,27	1,73-4,32	1,83-9,2	1,90-18,3
P Phytique/ Protéine (%)				
Moyenne /10 ²	1,4	1,49	1,51	1,64
Ecart-type/10 ²	0,22	0,25	0,24	0,38
Q1* ² – Médiane* – Q3* ³ (/10 ²)	1,3-1,4-1,5	1,31-1,49-1,61	1,31-1,43-1,62	1,44-1,54-1,90
Min – Max (/10 ²)	1,1-2,1	1,1-2,0	1,3-2,1	1,1-2,4

²Q1 : 1^{er} quartile, ³Q3 : 3^{ème} quartile

Figure 1. Représentation des échantillons « finition » selon l'équilibre Ca / PnP : A (sans phytase) - B (avec phytase valorisée 0.15 % PnP)

***droite pleine :** ratio optimal pour les performances zootechniques ; ***droite en pointillé :** ratio optimal pour la minéralisation, en fonction de deux niveaux de calcium 6g/kg et 10g/kg d'après Narcy et al 2009.