

Méta-analyse de la réponse des porcs en croissance à l'apport alimentaire de zinc

Julien LABARRE (1,2), Patrick SCHLEGEL (3), Marie-Pierre LETOURNEAU-MONTMINY (1)

(1) Département des sciences animales, Université Laval, Québec, Canada

(2) UMR MoSAR, AgroParisTech-Université Paris-Saclay-INRAE, Palaiseau, France

(3) Groupe Recherche Porcine, Agroscope, Posieux, Suisse

marie-pierre.letourneau-montminy.1@ulaval.ca

Meta-analysis of the response of growing pigs to dietary zinc supply

Zinc (Zn) is an essential nutrient involved in many metabolic functions. The NRC requirement for growing pigs is 100 mg Zn/kg, but nutritional practices vary greatly worldwide. The objective of this study was to conduct a meta-analysis to determine the response of growing-finishing pigs to traits relevant to dietary Zn concentration and to estimate a requirement. Studies that included at least three dietary Zn concentrations that did not exceed 1200 mg Zn/kg were first selected. Studies that included phytase were excluded. Then, a linear regression was applied to each study to select the studies that presented a dose-response of the parameters of interest. In total, 13 studies were selected for average daily gain (ADG), 11 for average daily feed intake (ADFI), and 24 for plasma Zn concentration. Two non-linear models were used to estimate the response, and the data were normalized (relative to the largest Y value) to capture differences among studies. The type of model strongly influenced the estimated requirement. The concentrations required to maximize ADG, ADFI, and plasma Zn concentration were 58, 52, and 86 mg Zn/kg diet, respectively, using the linear-plateau model and 80, 64, and 114 mg Zn/kg, respectively, using the quadratic-plateau model. The maximum concentration of 114 mg Zn/kg is higher than the requirement estimated by the NRC but lower than the maximum authorized dose in Europe (150 mg Zn/kg).

INTRODUCTION

Le zinc (Zn) est un élément essentiel à la croissance du porc. Une déficience en Zn peut par exemple entraîner un retard de croissance ainsi que des lésions cutanées de type parakératose (Tucker, Salmon, 1955). Le NRC (2012) estime le besoin en Zn à 100 mg Zn/kg. Toutefois, celui-ci n'est pas basé sur une approche de revue quantitative de la littérature. Les performances de croissance ne constituent pas un indicateur suffisant pour déterminer le besoin en Zn des porcs. Il est nécessaire de mesurer la concentration en Zn dans l'os ou dans le sang afin de connaître le statut minéral (Baker, 1986).

L'objectif de ce travail était de déterminer, grâce à une méta-analyse, la réponse des porcs en croissance à l'apport de Zn alimentaire afin de maximiser les performances de croissance (gain moyen quotidien (GMQ), consommation moyenne journalière (CMJ)) et la concentration plasmatique en Zn.

1. MATERIEL ET METHODES

Une base de données de 26 publications a été constituée à partir d'expériences publiées dans des revues scientifiques à comité de lecture. Les traitements comprenant une concentration alimentaire en Zn supérieure à 1200 mg/kg ont été exclus car ces niveaux de Zn relevaient d'un usage pharmacologique. Les traitements alimentaires utilisant la phytase microbienne ont aussi été exclus. Finalement, seules les

expériences rapportant au moins trois niveaux d'apport en Zn ont été retenues. Les variables dépendantes étaient le GMQ, la CMJ et la concentration plasmatique en Zn. Les études avec des données sur la concentration en Zn dans l'os n'étaient pas suffisamment nombreuses pour nous permettre d'étudier ce critère.

Une régression linéaire a été réalisée pour chaque expérience afin d'exclure celles ne présentant pas de réponse ($P > 0,25$), ou une réponse négative, à l'apport alimentaire en Zn comme proposé par van Milgen *et al.* (2012). Ensuite, les modèles « linéaire-plateau » (LP) et « curvilinéaire-plateau » (CP) ont été utilisés pour modéliser la réponse des porcs à différents niveaux d'apport en Zn. Dans chaque cas, la concentration en Zn permettant d'atteindre le plateau a été considérée comme représentant le besoin en Zn. Afin de prendre en compte l'effet étude, les performances de croissance ainsi que la concentration plasmatique en Zn ont été exprimées relativement à la réponse observée au niveau d'apport le plus élevé en Zn dans chaque expérience, auquel une valeur de 100 a été attribuée. Dù, à un manque de données, il n'était pas possible de tester l'effet de la phase de croissance sur la réponse des porcs à l'apport Zn.

2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Tableau 1 – Paramètres estimés pour les modèles testés et les variables de réponse : Gain Moyen Quotidien (GMQ), Consommation Journalière Moyen (CMJ) et la concentration plasmatique en zinc (Plasma Zn)

	Linéaire -plateau ¹			Curvilinéaire-plateau ²		
	GMQ	CMJ	Plasma Zn	GMQ	CMJ	Plasma Zn
B (Sy)	55,1 (8,21)	64,7 (8,02)	18,50 (7,67)	46,20 (12,20)	48,2 (15,65)	-3,40 (13,29)
S (Sy)	0,72 (0,20)	0,63 (0,20)	0,90 (0,14)	1,30 (0,45)	1,50 (0,67)	1,80 (0,39)
R ²	58,0 (5,6)	52,0 (4,7)	86,2 (6,2)	79,5 (10,6)	64,1 (8,7)	113,6 (12,2)
REQM ⁴ , % de la moyenne	0,52	0,43	0,63	0,51	0,44	0,63
	4,93	4,40	16,96	4,98	4,36	17,02

¹Linéaire-plateau : $Y_i = A_i + B_i \times x_i + \varepsilon_i$ pour $x_i < S$; $Y_i = A_i + B_i \times S + \varepsilon_i$; ²Curvilinéaire-plateau : $Y_i = A_i + B_i \times x_i - 0.5 \times (B_i/S) \times x_i^2 + \varepsilon_i$ pour $x_i < S$; $Y_i = A_i + B_i \times S - 0.5 \times (B_i/S) \times S^2 + \varepsilon_i$; ³A : l'ordonnée à l'origine ; B : la pente ; S : la concentration minimale en Zn (mg/kg) pour atteindre le plateau (valeur du besoin) ; Sy : erreur standard ; ⁴REQM : racine de l'erreur quadratique moyenne (REQM) ; les variables réponse ont été exprimées relativement à la réponse observée au niveau d'apport le plus élevé en Zn dans chaque expérience, auquel une valeur de 100 a été attribuée.

2.1. Meta-design

Les apports alimentaires en Zn variaient de 25 à 1100 mg/kg (moyenne : 224 mg/kg). Le poids vif moyen des animaux était de 23,6 kg et variait de 6,4 à 120,6 kg. Le GMQ était en moyenne de 439 g/j (173 à 1210 g/j) et la CMJ de 841 g/j (275 à 3316 g/j). La concentration plasmatique en Zn présentait une moyenne de 0,83 mg/L, avec une amplitude comprise entre 0,14 et 2,21 mg/L.

2.2. Réponse au zinc alimentaire

Les résultats obtenus avec les modèles LP et CP sont présentés dans le Tableau 1. Comme attendu, le type de modèle a un impact important sur l'estimation de la réponse à l'apport alimentaire en Zn, bien que la qualité d'ajustement soit similaire (Tableau 1). Concernant le GMQ, la réponse à l'apport en Zn augmentait jusqu'à 58 ± 5,6 mg/kg avec le modèle LP et 80 ± 11 mg/kg avec le modèle CP. Pour la CMJ, la réponse augmentait jusqu'à 52 ± 4,7 ppm et 64 ± 8,7 ppm pour les modèles LP et CP respectivement. Enfin, pour la concentration plasmatique en Zn, la réponse augmentait jusqu'à 86 ± 6,2 ppm et 114 ± 12 ppm pour les modèles LP et CP respectivement (Figure 1). Ces résultats montrent que le maintien du Zn plasmatique nécessite des apports en Zn plus élevés que pour la croissance, conformément aux observations de Hankins *et al.* (1985) et confirment l'importance de mesurer le statut en Zn pour déterminer le besoin en Zn.

Les réserves corporelles en Zn constituent également un facteur déterminant dans l'évaluation des besoins en minéraux, puisqu'elles peuvent influencer la réponse des animaux à un apport alimentaire donné (Baker, 1986). Cependant, les informations relatives à l'alimentation et à l'état nutritionnel des porcs durant la période pré-expérimentale sont rarement rapportées dans les publications. La méthode de sélection des articles en fonction de la réponse observée aux traitements alimentaires permet néanmoins de réduire partiellement ce

biais et d'intégrer indirectement cet aspect dans l'analyse. L'estimation des besoins en Zn chez le porc doit intégrer les facteurs influençant son métabolisme, la composition de la ration (la teneur en phytates et l'activité phytasique), et certains stress externes. Compte tenu des évidences quant à l'effet du Zn en conditions de challenge, des approches comme celle proposée pourraient être envisagées en utilisant des données en conditions de challenge.

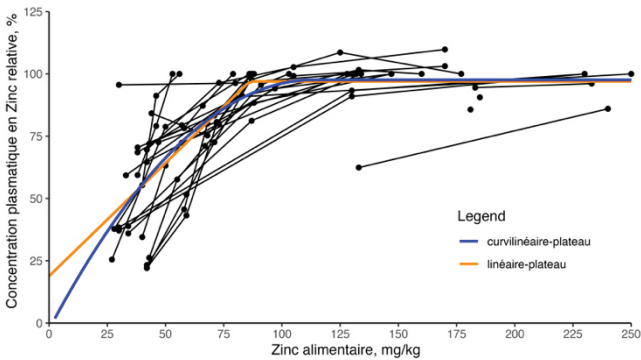


Figure 1 – Réponse des porcs en croissance à l'apport de zinc (Zn) alimentaire

CONCLUSION

Cette méta-analyse met en évidence que les besoins en Zn chez le porc en croissance sont cohérents avec les recommandations du NRC (100 mg Zn/kg). Ils sont également largement inférieurs aux apports généralement pratiqués dans les pays hors union européenne. Selon le modèle retenu, les apports permettant d'optimiser les performances de croissance et la concentration plasmatique en Zn se situent entre 58 et 114 mg Zn/kg. Ces résultats fournissent une base pour affiner les recommandations nutritionnelles en Zn chez le porc.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baker D.H., 1986. Problems and pitfalls in animal experiments designed to establish dietary requirements for essential nutrients. J. Nut.r, 116, 2339-2349.
- Hankins C.C., Veum T.L., Reeves P.G., 1985. Zinc requirement of the baby pig when fed wet-autoclaved spray-dried egg albumen as the protein source. J. Nutr., 115, 1600-1612.
- Tucker H.F., Salmon W.D., 1955. Parakeratosis or zinc deficiency disease in the pig. Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 88, 613-616.
- van Milgen J., Gloaguen M., Le Floc'h N., Brossard L., Primot Y., Corrent E., 2012. Meta-analysis of the response of growing pigs to the isoleucine concentration in the diet. Animal, 6, 1601-1608.