

Effets de la phytase, de la vitamine C et du cuivre sur la rétention du cadmium chez le porc charcutier

Eric ROYER (1) et Nathalie LEBAS (2)

(1) IFIP-Institut du porc, Pôle Techniques d'élevage, 34 boulevard de la Gare, 31500 Toulouse

(2) IFIP-Institut du porc, Station expérimentale, Les Cabrières, 12200 Villefranche de Rouergue

eric.royer@ifip.asso.fr

Avec la collaboration technique des personnels de la station de Villefranche de Rouergue.

Effects of microbial phytase, vitamin C and copper on cadmium retention in fattening pigs

From 13.5 kg live weight, 36 female pigs (LWxLD x LWxPiétrain) were assigned to control diets or to experimental diets containing cadmium-contaminated wheat and sunflower meal without phytase (PHOS), or with 1000 FTU/kg phytase (PHYT), or with 1000/kg FTU phytase, 1000 then 700 mg/kg vitamin C and low copper content (44 then 17 mg/kg) (CuVitC). Experimental diets had Cd concentrations ranging from 0.54 to 0.72 mg/kg and were given *ad libitum* for the phase 2 period (27 days of exposure) or the phase 2 and growing periods (69 days) before returning to the control diets, or for the whole fattening period (132 days). All pigs were slaughtered on the same day at an average body weight of 113.1 kg. Cadmium content in the kidney was significantly increased by the contaminated diets ($P < 0.001$) and by the duration of exposure ($P < 0.001$). However, a significant variability was found as the kidney cadmium levels varied on average by a factor of two between individuals given the same treatment. Kidney cadmium concentration was slightly but not significantly lower in PHOS pigs than in PHYT pigs ($P = 0.14$). Pigs fed the CuVitC diets had lower cadmium level in kidney in comparison to the pigs fed the PHYT diets after 69 days ($P < 0.05$) or 132 days of exposure ($P < 0.05$). Management of calcium, phosphorus and phytase levels, reduction in copper content and supplementation with vitamin C could limit cadmium accumulation in the kidneys of exposed pigs.

INTRODUCTION

Dans les conditions usuelles d'alimentation des porcs, une contamination modérée au cadmium (Cd), proche des limites réglementaires, et pendant la totalité de la période d'élevage, peut provoquer des concentrations en Cd dans les reins supérieures à la limite réglementaire pour la consommation humaine (Royer et Lebas, 2010a, b).

Les objectifs de l'étude sont de mesurer les effets de plusieurs paramètres de la formulation des aliments (présence ou non de phytase, teneur en cuivre, supplémentation en vitamine C) sur les concentrations finales dans les reins des porcs.

1. MATERIEL ET METHODES

Trente-six porcs femelles(LWxLd)x(LWxPP) sevrés à 28 jours sont affectés à une case témoin (n=6) et trois cases expérimentales (n=10), en inox et plastique. A partir de 13,5 kg de poids vif, ils reçoivent *ad libitum* des aliments témoins à base de blé et de tourteaux de soja, tournesol et colza ou des aliments naturellement contaminés en Cd avec phytase (PHYT), sans phytase (PHOS), avec phytase, vitamine C et moindre teneur en cuivre (CuVitC).

Au terme de la période de 2^{ème} âge puis de celle de croissance, 4 porcs (exposition de 27 jours) puis 2 porcs (69 jours) sont retirés de chaque case expérimentale et reçoivent séparément

de l'aliment témoin, alors que 4 porcs reçoivent les aliments contaminés jusqu'à la fin de l'engraissement (132 jours). Un lot de blé et un lot de tourteau de tournesol contenant 0,62 et 0,87 mg de Cd par kg, soit des teneurs conformes (< 1 mg/kg) mais égales à 3 fois et 2 fois les concentrations moyennes calculées par l'EFSA (2004), sont incorporés à des taux respectifs de 72 à 79 % et de 6 à 8% dans les aliments contaminés afin d'obtenir des concentrations proches de la limite maximale autorisée de 0,50 mg/kg dans les aliments porcins. Les aliments PHYT et CuVitC contiennent 1000 FTU par kg de phytase microbienne alors que les aliments PHOS ont une quantité équivalente de phosphore digestible sous forme de phosphate bicalcique. Un ajout de vitamine C de 1000 mg/kg en 2^{ème} âge et de 700 mg en engraissement est fait dans les aliments CuVitC. En outre, pendant la phase de 2^{ème} âge, la teneur en cuivre de l'aliment CuVitC est réduite à 44 mg/kg au lieu de 130 mg, puis une teneur de 17 mg/kg identique à celle des autres traitements est apportée en engraissement. Les formules en 2^{ème} âge, croissance et finition, sont ajustées sur la base de respectivement 9,5, 9,6 et 9,6 MJ d'énergie nette (EN) par kg et respectivement 1,2, 0,9 et 0,8 g de lysine digestible par MJ EN et sont équilibrées pour les teneurs en minéraux, notamment calcium et magnésium. Les quantités d'aliments sont enregistrées et les porcs pesés individuellement toutes les deux semaines. Trente-cinq porcs sont abattus le même jour au poids moyen de 113,1 kg. Les deux reins et le foie sont prélevés, pesés et congelés. Les concentrations en Cd des aliments et du rein gauche sont

Tableau 1 – Effets de la durée d'exposition et de l'aliment sur les teneurs en cadmium des reins des porcs¹

Exposition Aliment	Témoïn	27 j			69 j			132 j			ETR ²	Statistiques ³
		PHYT	PHOS	CuVitC	PHYT	PHOS	CuVitC	PHYT	PHOS	CuVitC		
Effectif final	6	3	4	4	2	2	2	4	4	4		
Poids vif, kg												
début exposition	13,6	14,6	13,9	12,7	12,7	12,9	14,7	12,8	14,1	12,9	1,3	NS
fin exposition		33,3	29,4	26,6	57,9	61,1	65,6	114,1	113,4	112,6	5,2	E***
abattage	113,1	122,1	115,4	111,8	106,7	103,4	112,5	114,1	113,4	112,6	6,5	E*
Exposition par porc												
Aliment total, kg	285	281	266	259	256	241	263	284	279	273	20	NS
dont aliment contaminé, kg	0	39	32	28	109	113	120	279	274	268	10	A***, E***
dont cadmium, mg	32	36	32	28	76	73	85	183	181	169	9	A***, E***
Rein												
Poids, g	158	171	144	156	125	149	175	137	138	153	30	NS
Concentration Cd, µg/kg	292	902	736	542	1762 ^a	1227 ^{ab}	730 ^b	2589 ^a	2207 ^{ab}	1775 ^b	504	A***, E***
Quantité Cd, µg par rein	44	156	106	85	217	182	128	352 ^a	298 ^{ab}	262 ^b	62	A***, E***

¹ Les valeurs correspondent aux moyennes par groupe de porcs. ² Ecart-type résiduel. ³ Analyse de la variance avec en effets principaux l'aliment (A), la durée d'exposition (E) et l'interaction. Le poids du rein et le poids de carcasse sont pris en compte comme covariables pour la concentration en Cd du rein. NS (non significatif) : P>0,05, * P<0,05, ***: P<0,001. Les moyennes intra-exposition avec des lettres non identiques diffèrent au test de Waller Duncan (P< 0,05).

mesurées par spectrométrie d'absorption atomique avec four graphite (GF-AAS). Les résultats font l'objet d'une analyse de variance (proc GLM, SAS 9.2, 2012, SAS Inst. Inc. Cary, NC) avec l'aliment, l'exposition et leur interaction comme effets principaux. Les moyennes des effets aliment et exposition sont comparées par la méthode des contrastes, et celles des aliments intra-exposition par le test de Waller-Duncan.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des aliments fait apparaître des teneurs en Cd comprises entre 0,54 et 0,72 mg/kg, légèrement supérieures aux concentrations attendues. L'exposition totale calculée à partir de ces valeurs et des consommations d'aliments, atteint respectivement 183, 181 et 169 mg de Cd par porc pour les groupes PHYT, PHOS et CuVitC ayant reçu les aliments contaminés pendant 132 jours, alors qu'elle est de 32 mg pour les porcs témoins (Tableau 1).

La teneur en Cd des reins est augmentée par la contamination des aliments et par la durée d'exposition (P<0,001). Les résultats montrent cependant une variabilité importante, puisque la concentration rénale en Cd varie en moyenne d'un facteur 1 à 2 entre individus soumis au même traitement.

L'apport de phosphore minéral diminue la concentration rénale en Cd de façon non significative (P = 0,14) chez les porcs du groupe PHOS par rapport aux porcs du groupe PHYT, alors que les deux aliments ont les mêmes teneurs en phosphore digestible et calcium. Cette différence est en accord avec les résultats rapportés par Zacharias *et al.* (2001) montrant que 800 FTU de phytase augmentent la teneur rénale en Cd de

porcs alimentés avec un régime contenant 0,78 mg/kg de Cd.

La réduction de la teneur en cuivre de l'aliment 2^{ème} âge ainsi que l'ajout simultané de 1000 puis 700 mg de vitamine C dans les régimes contaminés contenant de la phytase permettent de réduire la quantité de Cd dans les reins des porcs CuVitC par rapport aux porcs PHYT (P=0,01) après 69 et 132 j d'exposition. En effet, des études antérieures à la limitation à 25 mg/kg de la teneur en cuivre des aliments pour porcs au-delà de 12 semaines d'âge, ont montré que la concentration en Cd des reins était doublée lorsque la teneur en cuivre des aliments d'engraissement était portée à 175 ou 200 mg/kg (Rambeck *et al.*, 1991 ; Rothe *et al.*, 1994). Ainsi, dans les situations d'exposition élevée, une réduction supplémentaire de la teneur en cuivre pendant la phase de 2^{ème} âge pourrait contribuer à minimiser les effets du Cd dans les reins.

L'influence de la vitamine C sur l'absorption du Cd a été montrée pour le rat (Grosicki, 2004) et le porc (Rothe *et al.*, 1994) chez lequel elle annule la hausse de la teneur rénale provoquée par la présence de 175 mg/kg de cuivre dans l'aliment porc croissance. Elle abaisse également de 35 % la concentration en Cd du rein et du foie lorsque la teneur en cuivre des aliments est modérée (35 mg/kg).

CONCLUSION

L'ajustement des apports de calcium et de phytase, la réduction de la teneur en cuivre de l'aliment de post sevrage et l'ajout de vitamine C sont des pratiques pouvant limiter le stockage du cadmium dans le rein dans les situations où l'exposition des porcs présente des risques.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- EFSA, 2004. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to cadmium as undesirable substance in animal feed. The Efsa Journal, 72, 1-24.
- Grosicki A., 2004. Influence of vitamin C on cadmium absorption and distribution in rats. J. Trace Elem. Med. Biol., 18, 2, 183-187.
- Rambeck W.A., Brehm H.W., Kollmer W.E., 1991. Der Einfluss erhöhter Kupferzulagen zum Futter auf die Rückstandsbildung von Cadmium beim Schwein. Z. Ernährungswiss., 30, 298-306.
- Rothe S., Gropp J., Weiser H., Rambeck W.A., 1994. Der Einfluss von Vitamin C und Zink auf die durch Kupfer Erhöhte Rückstandsbildung von Cadmium beim Schwein. Z. Ernährungswiss., 33, 61-67.
- Royer E., Lebas N., 2010a. Effet de la présence de cadmium ou de plomb dans l'alimentation du porc sur les teneurs dans les tissus comestibles. Actes 13^{èmes} Journées "Sciences du Muscle et Technologies des Viandes", Clermont-Ferrand, 19 et 20 octobre 2010, pp. 159-160.
- Royer E., Lebas N., 2010b. Invloed van cadmiumconcentraties in minerale of plantaardige grondstoffen op deze gehalten in bloed en nieren van vleesvarkens. Mini-symposium nieuwe voedselveiligheidsrisico's, VLAG & Rikilt Wageningen UR, Wageningen, 23 juni 2010, poster.
- Zacharias B., Lantzsch H.J., Drochner W., 2001. The influence of dietary microbial phytase and calcium on the accumulation of cadmium in different organs of pigs. J. Trace Elem. Med. Biol., 15, 2-3, 109-114.