

Impact d'une carence en calcium et d'une contamination par le déoxynivalénol sur le métabolisme osseux et phosphocalcique de porcelets

Béatrice SAUVÉ (1), Frédéric GUAY (1), Marie-Pierre LÉTOURNEAU MONTMINY (1)

(1) Département des sciences animales, Université Laval, 2425 rue de l'Agriculture, Québec (QC), Canada, G1V 0A6

beatrice.sauve.1@ulaval.ca

Mots-clés : Calcium, Phosphore, Déoxynivalénol, minéralisation osseuse

Introduction

Le déoxynivalénol (DON) induit une anorexie ainsi qu'une altération du métabolisme phosphocalcique (Etienne, 2007; Le Thanh et al., 2015). Une carence en calcium (Ca) engendre également une augmentation de l'efficacité d'utilisation du Ca et du phosphore (P) chez le porc (Létourneau-Montminy et al., 2011). Il a donc été proposé qu'une carence en Ca pouvait modifier la réponse du métabolisme phosphocalcique et osseux chez les porcelets recevant un aliment contaminé au DON.

Matériel et Méthodes

Soixante-quatre porcelets ont reçu l'un des quatre traitements durant une première phase de 13 jours : les traitements témoin (TEM) et DON (2,72 mg/kg). Ces traitements étaient carencés (LowCa, 0,39%) ou non (NCa, 0,65%) en Ca avec un niveau de P digestible constant (0,40%). Durant la seconde phase de 14 jours, les porcs recevant les traitements TEM et DON ont tous reçu un niveau de Ca (0,65%) et P digestible (0,35%) normal (NCa). En plus des performances de croissance, le contenu minéral osseux (CMO) d'un porcelet par parc a été mesuré par ostéodensitométrie à doubles rayon-X (DXA) au début de l'essai et après chaque phase. Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) du P et du Ca a également été évalué.

Résultats

Après la phase 1, la consommation moyenne journalière (CMJ) tendait à être inférieure pour LowCa ($P=0,06$). L'indice de conversion (IC) était néanmoins inférieur pour LowCa comparativement au NCa ($P<0,01$). Le CUD du P était supérieur pour le traitement DON recevant LowCa alors que ceux recevant NCa étaient intermédiaires (Interaction DON x Ca, Tableau 1; $P<0,01$). Le CUD du Ca était plus élevé pour DON comparativement au TEM ($P<0,001$). Le gain osseux (CMO/GMQ) était inférieur pour LowCa ($P<0,001$) alors que le P plasmatique était plus élevé pour LowCa ($P=0,05$). Le CMO était plus élevé chez les porcelets DON recevant le NCa, alors que ceux recevant le LowCa avaient le CMO le plus bas (Interaction DON x Ca, Tableau 1; $P<0,001$). À l'issue de la phase 2, le gain moyen quotidien (GMQ) des porcelets LowCa tendait à être inférieur au NCa ($P=0,08$) alors que ce GMQ tendait à être supérieur pour DON comparativement au TEM ($P=0,06$). La CMJ tendait également à être inférieure pour LowCa ($P=0,09$). Le CUD du Ca pour les DON et le TEM recevant le traitement LowCa tendait à être supérieur au NCa (Interaction DON x Ca, Tableau 1; $P=0,06$). Le CUD du P était d'ailleurs inférieur pour les TEM recevant le traitement NCa comparé au DON recevant le NCa (Interaction DON x Ca, Tableau 1; $P=0,04$). Les porcelets LowCa ont augmenté leur gain osseux au niveau des NCa. Les LowCa ne recevant pas de DON ont rattrapé leur déficit en CMO alors que ceux recevant DON étaient toujours inférieurs (Interaction DON x Ca, Tableau 1; $P=0,06$). Les porcelets DON avaient un gain osseux inférieur au TEM ($P<0,01$). La concentration de P plasmatique était plus élevée pour LowCa ($P=0,05$) et son ratio Ca/P était inférieur au NCa ($P=0,02$).

Conclusion

Le DON augmente l'absorption intestinale du Ca et du P en plus de modifier la minéralisation osseuse, même s'il n'est plus présent dans l'alimentation. La carence en Ca a entraîné des régulations du métabolisme phosphocalcique en plus d'augmenter l'efficacité d'utilisation du Ca des porcs durant la phase de réplétion, mais sa réponse dépend de DON.

Comment cette recherche pourrait-elle s'appliquer à la ferme?

L'ajustement des apports en Ca pourrait être applicable à la ferme afin de diminuer l'excrétion de P et de maximiser son efficacité d'utilisation et celle du Ca. En effet, il est possible de faire varier l'apport en Ca dans l'alimentation porcine de façon sécuritaire avec les nouveaux modèles de prédiction des besoins en Ca et en P dont celui de Lautrou et al. (2020) tout en maximisant les performances de croissance et la minéralisation osseuse. Ensuite, la mycotoxine DON est la plus répandue sous nos températures en plus d'être très résistante à la chaleur et au processus mécanique (Sobrova et al., 2010; Keçi et al., 2019). En l'absence de moyen efficace d'éliminer le DON dans les grains, une meilleure compréhension de son mécanisme d'action permettrait d'atténuer ses effets néfastes sur le porc. Ainsi, cette recherche sur le DON permettra de mieux comprendre son impact sur le métabolisme phosphocalcique afin d'émettre des recommandations pour l'alimentation porcine.

Tableaux

Tableau 1 : Résumé des interactions entre la carence en Ca et le DON sur le CUD du P et du Ca ainsi que le CMO après les phases 1 et 2

Traitements	Phase 1		Phase 2			
		CUD du P, %	CMO, g	CUD du P, %	CUD du Ca, %	CMO, g
Ca						
NCa	TEM	58,16	356,76	45,55	57,81	458,99
NCa	DON	63,14	382,04	60,56	67,69	462,95
LowCa	TEM	57,68	334,46	54,03	68,52	450,03
LowCa	DON	68,85	304,77	51,68	66,92	396,26
SEM		1,45	7,90	5,24	3,71	11,39
ANOVA mixte						
Ca		0,02	0,001	0,96	0,10	0,02
DON		0,001	0,75	0,12	0,18	0,11
Ca x DON		0,009	0,001	0,04	0,06	0,06

Références :

- Etienne, M. 2007. Synthèse - Effets biologiques et physiologiques d'une mycotoxine, le deoxynivalenol (DON), chez le porc. Journées de la recherche porcine en France. 39:407-418.
- Keçi, M., A. Lucke, P. Paulsen, Q. Zebeli, J. Böhm, and B. U. Metzler-Zebeli. 2019. Deoxynivalenol in the Diet Impairs Bone Mineralization in Broiler Chickens. *Toxins* 11(6):352. doi: 10.3390/toxins11060352
- Lautrou, M., C. Pomar, J. Y. Dourmad, A. Narcy, P. Schmidely, and M. P. Létourneau-Montminy. 2020. Phosphorus and calcium requirements for bone mineralisation of growing pigs predicted by mechanistic modelling. *animal* 14(S2):s313-s322. doi: 10.1017/S1751731120001627
- Le Thanh, B. V., M. Lessard, Y. Chorfi, and F. Guay. 2015. The efficacy of anti-mycotoxin feed additives in preventing the adverse effects of wheat naturally contaminated with *Fusarium* mycotoxins on performance, intestinal barrier function and nutrient digestibility and retention in weanling pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 95(2):197-209. doi: 10.4141/cjas-2014-126
- Létourneau-Montminy, M.-P., P.-A. Lovatto, and C. Pomar. 2011. Effets d'un protocole de déplétion-réplétion en phosphore et calcium sur l'utilisation digestive et métabolique de phosphore et de calcium chez le porc en croissance. *Journées Rech. Porcine* 43:87-94.
- Sobrova, P., V. Adam, A. Vasatkova, M. Beklova, L. Zeman, and R. Kizek. 2010. Deoxynivalenol and its toxicity. *Interdisciplinary toxicology* 3(3):94-99. doi: 10.2478/v10102-010-0019-x

Impact d'une carence en calcium et d'une contamination par le déoxynivalénole sur le métabolisme osseux et phosphocalcique de porcelets

Béatrice Sauvé, Frédéric Guay et Marie-Pierre Létourneau-Montminy

Département des sciences animales, Université Laval, 2425 rue de l'Agriculture, G1V 0A6, Québec (QC), Canada

Introduction

Diminution des coûts aliments :

- Ajout de grains de moins bonne qualité
- MAIS, augmente risque de contamination au **déoxynivalénole (DON)**

DON

- Mycotoxine produite par *Fusarium* infectant:
- Altère **métabolisme phosphocalcique**

Gestion du phosphore (P)

- **Rejets P** coût de transport
- Ressource non renouvelable

Solutions:

- **Carence en calcium (Ca)**
- Régulations pour maximiser l'efficacité d'**utilisation Ca et P**



Objectif

- Évaluer l'impact des stratégies de déplétion et du DON sur les performances de croissance, le métabolisme phosphocalcique et les capacités de rattraper la minéralisation osseuse suite à une réplétion en Ca.

Méthodes

Phase 1 : 13 jours

- P digestible 0,40%
- NCa: 0,65% Ca total
- LowCa : 0,39% Ca total
- TEM: non contaminé
- DON: 2,92 mg/kg

Phase 2 : 14 jours

- P digestible 0,35%
- NCa et LowCa → NCa 0,65% Ca total
- DON → TEM

Mesures :

- Poids
- Consommation alimentaire
- Contenu minéral osseux (CMO) absorptiométrie biphotonique à rayons X
- Coefficient d'utilisation digestive (CUD) par marqueur indigestible
- Prise de sang (Ca et P plasma)

Résultats phase 1

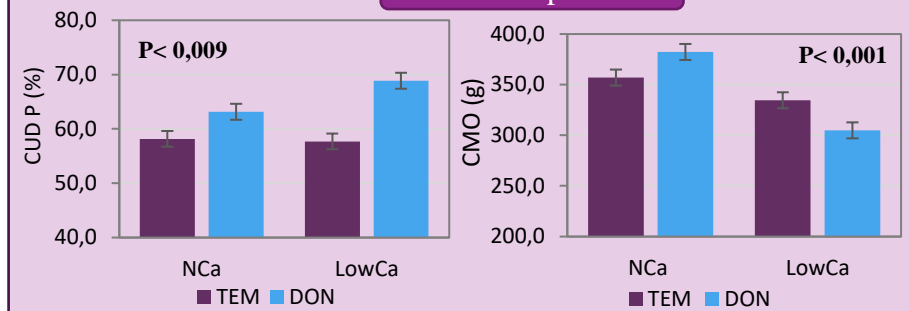


Figure 1 : Interaction entre la carence en Ca et le DON sur le CUD du P (%)

Figure 2 : Interaction entre la carence en Ca et le DON sur le CMO (g)

Résultats phase 2

Tableau 2: Impact d'une carence en Ca et du DON sur les performances de croissance, le gain osseux et les paramètres sanguins

	NCa	LowCa	TEM	DON	SEM	Valeur de P	
						Ca	DON
GMQ, kg/j	1,95	1,85	1,85	1,95	0,03	0,08	0,06
CMJ, kg/j	3,30	3,14	3,17	3,25	0,06	0,09	0,58
Gain osseux, CMO/GMQ	4,45	4,02	4,68	3,79	0,30	0,16	0,005
P, mg/mL	107,92	115,98	112,92	110,99	3,07	0,05	0,63
Mg, mg/mL	15,56	16,47	15,90	16,13	0,32	0,05	0,60
Ca/P	1,18	1,11	1,15	1,14	0,02	0,02	0,64

Résultats phase 1

Tableau 1: Impact d'une carence en Ca et du DON sur les performances de croissance, le gain osseux et le P plasmatique après la phase 1

	NCa	LowCa	TEM	DON	SEM	Valeur de P	
						Ca	DON
CMJ, kg/j	2,34	2,16	2,31	2,19	0,09	0,06	0,18
IC	1,65	1,56	1,62	1,59	0,04	0,007	0,26
CUD Ca, %	60,49	63,69	53,57	70,61	3,49	0,34	0,001
Gain osseux, CMO/GMQ	7,34	5,22	6,55	6,02	0,36	0,001	0,21
P, mg/mL	115,81	121,61	117,72	119,70	3,77	0,05	0,49

CMJ: consommation moyenne journalière; IC: indice de consommation; GMQ: gain moyen quotidien

Résultats phase 2

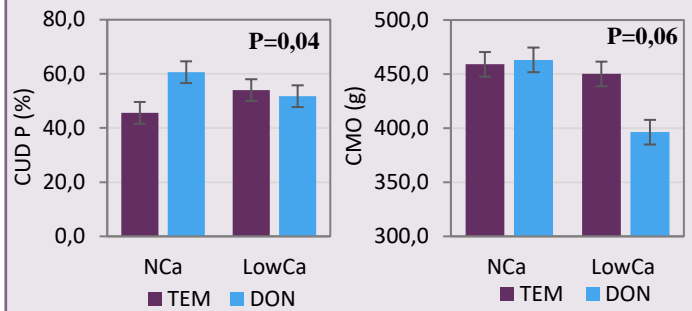


Figure 3 : Interaction entre la carence en Ca et le DON sur le CUD du P (%)

Figure 4 : Interaction entre la carence en Ca et le DON sur le CMO (g)

Discussion

Déplétion :

- La **carence en Ca** entraîne des **régulations du métabolisme phosphocalcique** pour l'absorption du Ca et sa libération dans le sang.
- **DON** augmente l'**absorption intestinale** du Ca et du P sans toutefois améliorer le **dépôt osseux**.

Réplétion :

- Les porcelets **LowCa** ont rattrapé leur déficit en **minéralisation osseuse** mais pas pour les porcelets recevant **DON**.
- La **carence** a toutefois affecté la **croissance** et la **consommation** d'aliments.

Conclusion

- La carence en Ca a augmenté l'efficacité d'utilisation du Ca et du P bien que les performances de croissance étaient diminuées
- DON modifie la minéralisation osseuse, même lorsqu'il n'est plus présent dans l'alimentation, malgré une meilleure absorption du Ca et P

Littérature & remerciements

Ce projet a été supporté par Dupont et le programme innovation du MAPAQ. Merci pour l'appui financier. Ce projet a été réalisé au Centre de recherche en sciences animales de Deschambault. Merci pour l'appui technique.

Littérature :
 Cordell, D., and S. White. 2013. Sustainable Phosphorus Measures: Strategies and Technologies for Achieving Phosphorus Security. *Agronomy* 3(1):86-116.
 Dourmad, J.-Y., A. Boudon, and A. Narcy. 2020. Le phosphore dans les systèmes d'élevage. *INRAE Productions Animales* 33(1)
 Létourneau-Montminy, M.-P., P.-A. Lovatto, and C. Pomar. 2011. Effets d'un protocole de déplétion-réplétion en phosphore et calcium sur l'utilisation digestive et métabolique de phosphore et de calcium chez le porc en croissance. *Journées Rech. Porcine* 43:87-94.
 Mishra, S., P. D. Dwivedi, H. P. Pandey, and M. Das. 2014. Role of oxidative stress in Deoxynivalenol induced toxicity. *Food and Chemical Toxicology* 72(C):20-29.