

EFFET DU DEOXYNIVALENOL ET D'UN DECONTAMINANT EN MYCOTOXINES SUR LES PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES, LA MORPHOLOGIE INTESTINALE ET LES FONCTIONS HEPATIQUES DU POULET DE CHAIR

Gallissot Marie¹, Rodriguez Maria Angeles¹, Santos Regiane R.²

¹OLMIX GROUP – ZA du Haut du Bois – 56580 BREHAN,

²SCHOTHORST FEED RESEARCH - Meerkoetenweg 26, 8218 NA LELYSTAD (PAYS-BAS)
mgallissot@olmix.com

RÉSUMÉ

L'exposition chronique au déoxynivalénol (DON) peut avoir des effets néfastes sur le système digestif et le foie du poulet de chair, et pénaliser les performances zootechniques, même à des niveaux de contamination en DON inférieurs aux recommandations européennes (5 mg/kg d'aliment). L'objectif de cette étude était de mesurer les effets d'une contamination naturelle de l'aliment en DON sur les performances zootechniques, la santé digestive et les fonctions hépatiques du poulet de chair, et de tester la capacité d'un décontaminant à base d'algues et d'argile à les prévenir. Six cents poulets Ross de 1 jour d'âge ont été répartis en 3 groupes comprenant chacun 10 parquets de 20 animaux. Chaque groupe a reçu l'un des 3 régimes expérimentaux pendant 37 jours : aliment non contaminé en DON (<0,25 ppm) sans décontaminant ou aliment contaminé en DON (2,69-2,91 ppm) avec ou sans décontaminant (2 kg/T). Sur la période globale (0-37 jours), le groupe supplémenté en décontaminant a eu l'IC le plus bas (non significatif). A 37 jours, l'exposition au DON a engendré une diminution de la hauteur des villosités ($P<0,01$) ainsi que du ratio hauteur des villosités / profondeur des cryptes ($P<0,05$) dans le jéjunum et a augmenté l'expression d'ARNm de l'enzyme antioxydante glutathion synthétase (GSS) dans le foie ($P<0,01$). Ces effets n'ont pas été observés quand l'aliment était supplémenté en décontaminant. Ainsi, même à des niveaux inférieurs aux recommandations européennes, le DON peut avoir des effets négatifs sur la morphologie intestinale et les fonctions hépatiques du poulet de chair. L'utilisation du décontaminant à base d'algues et d'argile permet d'éviter ces effets et pourrait, par ailleurs, améliorer les performances zootechniques.

ABSTRACT

Effect of deoxynivalenol and a mycotoxin decontaminant on the performance, intestinal morphology and hepatic function of broiler chickens

Chronic exposure to deoxynivalenol (DON) can have adverse effects on the digestive system and liver of broiler chickens, and affect zootechnical performance, even at levels of DON below the European recommendations (5 mg/kg of feed). The objective of this study was to measure the effects of a natural contamination of DON in feed on the zootechnical performance, digestive health and liver functions of broiler chickens, and to test the efficacy of an algae- and clay-based decontaminant in preventing them. Six hundred 1-day-old Ross chickens were divided into 3 groups each with 10 pens of 20 animals. Each group received one of 3 experimental diets for 37 days: DON-non-contaminated feed (<0.25 ppm) or DON-contaminated feed (2.69-2.91 ppm) with or without decontaminant (2 kg/T). On the overall period (0-37 days), the decontaminant-supplemented group had the lowest (non-significant) FCR. At 37 days, the exposure to DON resulted in a decrease in villus height ($P<0.01$) and villus height/crypt depth ratio ($P<0.05$) in the jejunum and increased the mRNA expression of the antioxidant enzyme glutathione synthetase (GSS) in the liver ($P<0.01$). These effects were not observed when the feed was supplemented with the decontaminant. Thus, even at levels below the European recommendations, DON can have negative effects on the intestinal morphology and liver functions of broiler chickens. The use of the algae- and clay-based decontaminant avoids these effects and could also improve zootechnical performance.

INTRODUCTION

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires produits par des moisissures, principalement des genres *Fusarium*, *Aspergillus* et *Penicillium*. Le déoxynivalénol (DON), majoritairement produit par *F. graminearum*, compte parmi les mycotoxines les plus fréquentes en Europe (Gruber-Dorninger *et al.*, 2019). Ses effets délétères sur la santé intestinale et les performances zootechniques sont par ailleurs bien documentés (Osselaere *et al.*, 2013). Des effets sur le métabolisme du foie ont également été rapportés (Kubena *et al.*, 2017 ; Osselaere *et al.*, 2013). Pour limiter le risque lié à sa toxicité, la Commission européenne recommande un niveau maximal de DON dans l'aliment des volailles de 5 mg/kg (2006/576/CE). Néanmoins, de récentes études ont montré que les poulets de chair pouvaient être affectés par le DON à des niveaux inférieurs à ces recommandations (Santos et van Eerden, 2021 ; EFSA 2023). L'incorporation dans l'aliment de décontaminants, permettant d'inactiver les mycotoxines ou de prévenir leur absorption par les animaux, peut permettre de limiter les effets néfastes mentionnés ci-dessus. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude était de mesurer l'impact d'une contamination naturelle de l'aliment en DON sur les performances zootechniques, la santé digestive et les fonctions hépatiques du poulet de chair, et de tester l'efficacité d'un décontaminant à base d'algues et d'argile à les prévenir.

1. MATERIELS ET METHODES

1.1. Schéma expérimental

Six cents poulets Ross de 1 jour d'âge ont été répartis en 3 groupes comprenant chacun 10 parquets de 20 animaux. Durant les 37 jours d'essai, chaque groupe a reçu l'un des 3 régimes expérimentaux suivants : témoin, DON et test dont les modalités sont présentées dans le Tableau 1. L'aliment témoin a été formulé avec un maïs très faiblement contaminé en DON (<0,25 mg/kg) et les aliments DON et test ont été formulés avec un maïs naturellement contaminé en DON (~ 6,8 mg/kg).

Tableau 1. Teneur en DON et en décontaminant dans les aliments expérimentaux

Teneur dans l'aliment	DON (mg/kg)	Décontaminant (g/kg)
Témoin	0,19-0,25	0
DON	2,69-2,82	0
Test	2,66-2,91	0,2

1.2. Paramètres mesurés

Les poulets ont été pesés par parquet aux jours 0, 14, 28 et 37. La consommation d'aliment et la mortalité ont été enregistrées quotidiennement. Le gain de poids et l'indice de consommation (IC) ont ainsi été calculés pour les périodes 0-14 jours, 14-28 jours, 28-37 jours et la période totale 0-37 jours. Des échantillons de jéjunum ont été prélevés sur un poulet par parquet aux jours 14, 28 et 37. Les échantillons de jéjunum ont été fixés et teints pour analyse histologique. La hauteur des villosités (HV) et la profondeur des cryptes (PC) ont été mesurées et ont permis de déterminer le ratio HV/PC. Des échantillons de foie ont été prélevés en même temps que ceux de jéjunum. Après extraction de l'ARNm, l'expression génique de plusieurs marqueurs a été mesurée : la glutathion synthase (GSS) et l'oxyde nitrique synthase (iNOS), comme marqueurs du stress oxydatif, ainsi que la carnitine O-palmitoyltransferase-1 (CPT1), comme marqueur du métabolisme hépatique.

1.3. Statistiques

Le parquet était l'unité expérimentale pour l'ensemble des paramètres. Les données expérimentales ont été analysées par ANOVA (GenStat, version 22.0) et les moyennes des groupes ont été comparées par test de Tukey, avec un risque $\alpha = 0,05$.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Performances zootechniques

Les performances zootechniques sont présentées dans le Tableau 2. Dans l'ensemble, le gain de poids des poulets était supérieur aux objectifs annoncés par Aviagen (2022) pour la génétique Ross, à savoir 16, 229 et 253 g plus élevé respectivement aux jours 14, 28 et 37. De 0 à 28 jours, l'exposition au DON a amélioré l'IC et le gain de poids par rapport au témoin, indépendamment de la supplémentation en décontaminant. Cet effet inattendu pourrait être lié à la teneur en protéines du maïs contaminé en DON plus élevée que le maïs témoin. Les analyses nutritionnelles des aliments ont en effet révélé une teneur en protéine brute plus élevée d'environ 1,5 g/kg dans les aliments contaminés (DON et test) que dans les aliments témoin (Tableau 3). Aucune différence significative n'a été observée entre 28 et 37 jours. Sur la période totale (0-37 jours), le groupe supplémenté en décontaminant a eu l'IC le plus bas et le gain de poids le plus élevé (non significatif). Aucune différence n'a été observée entre les groupes sur la mortalité.

2.2. Intégrité intestinale

Les résultats d'histo-morphométrie du jéjunum sont présentés dans le Tableau 4. Aucune différence morphologique n'a été observée entre les groupes aux jours 14 et 28. A 37 jours, une diminution de la hauteur des villosités ($P < 0,01$) ainsi que du ratio HV/PC ($P < 0,05$) dans le jéjunum a été observée chez les

animaux exposés au DON. Ceci pourrait être lié à une moindre prolifération des entérocytes et un ralentissement du renouvellement des villosités provoqués par le DON (Santos et van Eerden, 2021 ; Santos *et al.*, 2021 ; Wan *et al.*, 2022). Lorsque l'aliment contaminé était supplémenté en décontaminant, ces effets n'ont pas été observés : la hauteur des villosités et le rapport HV/PC sont identiques au témoin. Sur la base de précédentes études mettant en évidence la capacité du décontaminant à base d'algues et d'argile à réduire l'absorption intestinale de DON (Demais et Havenaar, 2006), les effets positifs observés sur l'intégrité intestinale pourraient s'expliquer par une adsorption du DON sur le décontaminant.

2.3. Stress oxydatif dans le foie

L'expression d'ARNm dans le foie est présentée dans le Tableau 5. Aucune différence dans l'expression génique de l'iNOS et de la CPT1 dans le foie n'a été observée, quel que soit le jour d'échantillonnage. A 37 jours, l'expression génique de l'enzyme antioxydante GSS a été augmentée ($P<0,01$) chez les poulets exposés au DON. L'expression de GSS dans le foie augmente en cas de stress, tel qu'une exposition au

DON (Nakade *et al.*, 2018). L'expression de ce marqueur était similaire à celle du témoin lorsque le régime contaminé en DON était supplémenté avec le décontaminant. Considérant que le décontaminant à base d'algues et d'argile ne contient pas d'ingrédient pouvant agir directement sur les fonctions hépatiques, cela renforce l'hypothèse d'une adsorption du DON sur le décontaminant.

CONCLUSION

L'étude confirme que le DON peut avoir des effets négatifs sur la morphologie intestinale et les fonctions hépatiques du poulet de chair même à des niveaux inférieurs aux recommandations européennes. L'utilisation du décontaminant à base d'algues et d'argile a permis d'éviter ces effets. Par ailleurs, si les performances zootechniques n'ont pas été impactées dans ces conditions, la présence d'autres facteurs de stress impactant l'intestin pourrait aggraver les effets du DON et avoir un impact plus important sur les performances technico-économiques en élevage. L'utilisation du décontaminant à base d'algues et d'argile pourrait limiter de tels effets.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Demais H., Havenaar R., 2006. In: Proceedings of the 4th World Mycotoxin Forum. Cincinnati, pp89.
- EFSA Panel CONTAM, 2023. EFSA Journal, 21(2):7806.
- Gruber-Dorninger C., Jenkins T., Schatzmayr G., 2019. Toxins 11, 375.
- Kubena L.F., Edrington T.S., Harvey R.B., Buckley S.A., Phillips T.D., Rottinghaus G.E., Casper H.H., 1997. Poult Sc. 76, 1239–1247.
- Nakade M., Pelyhe C., Kovesi B., Balogh K., Kovacs B., Szabo-Fodor J., Zandoki E., Mezes M., Erdelyi M., 2018. Acta Vet Hung, 66, 28-39.
- Osselaere A., Santos R.R., Hautekiet V., De Backer P., Chiers K., 2013. PLoS ONE 8(7): e69014.
- Santos R.R., Oosterveer-van der Doelen M.A.M., Tersteeg-Zijderfeld M.H.G., Molist F., Mezes M., Gehring R., 2021. Animals, 11, 989.
- Santos R.R., Van Eerden E., 2021. Toxins 13:170.
- Wan S., Sun N., Li H., Khan A., Zheng X., Sun Y., Fan R., 2022. BMC Vet Res, 18, 311.

Tableau 2. Effet des traitements sur les performances zootechniques des poulets de chair

	Régimes			P-value	ETM
	Témoin	DON	Test		
J0-14					
Poids vif j14	534	550	557	0.06	6.4
Ingéré (g)	553	549	554	0.89	7.33
IC (g/g)	1.119 b	1.076 a	1.071 a	<0.0001	0.0064
J14-28					
Poids vif j28	1774 a	1859 b	1870 b	0.01	19.9
Ingéré (g)	1692	1753	1749	0.08	19.3
IC (g/g)	1.366 b	1.340 a	1.332 a	0.01	0.0070
J28-37					
Poids vif j37	2694	2762	2773	0.12	27.6
Ingéré (g)	1566	1599	1575	0.56	22.0
IC (g/g)	1.705	1.775	1.749	0.14	0.0234
J0-37					
Poids vif (g)	2654	2722	2733	0.12	27.6
Ingéré (g)	3811	3901	3877	0.23	36.9
IC (g/g)	1.436	1.433	1.419	0.16	0.0062
Mortalité (%)	2.0	4.5	3.5	0.49	1.45

^{a,b}, Des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$). ETM : écart-type à la moyenne

Tableau 3. Valeurs nutritionnelles calculées et mesurées des régimes expérimentaux

	Nutriments (g/kg)					
	Matière sèche	Matière minérale	Protéine brute	Matière grasse	Cellulose brute	Amidon
J0-14						
Calculée	880	53	218	58	23	368
Mesurée						
Témoin	907	47	216	57	29	410
DON	902	50	228	57	31	393
Test	902	52	221	57	30	394
J14-28						
Calculée	881	50	201	70	22	385
Mesurée						
Témoin	895	49	204	66	31	410
DON	889	49	212	65	30	398
Test	890	49	211	65	32	398
J28-37						
Calculée	882	47	182	77	21	408
Mesurée						
Témoin	896	47	186	69	29	424
DON	895	48	189	70	30	419
Test	895	49	192	68	29	417

Tableau 4. Effet des traitements sur l'histo-morphométrie du jéjunum des poulets de chair

	Régimes			P-value	ETM
	Témoin	DON	Test		
J14					
Hauteur des villosités (µm)	730	613	703	0.19	45.2
Profondeur des cryptes (µm)	182	178	192	0.62	10.2
HV : PC	4.17	3.58	3.77	0.16	0.21
J28					
Hauteur des villosités (µm)	990	765	873	0.15	76.4
Profondeur des cryptes (µm)	200	189	224	0.19	13.2
HV : PC	5.06	4.27	4.18	0.13	0.32
J37					
Hauteur des villosités (µm)	1187 b	884 a	1030 ab	0.01	59.3
Profondeur des cryptes (µm)	224	225	201	0.50	15.9
HV : PC	5.58 b	4.13 a	5.41 b	0.02	0.33

^{a,b}, Des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$). ETM : écart-type à la moyenne

Tableau 5. Effet des traitements sur l'expression génique relative de différents marqueurs dans le foie

Table 5. Effet des traitements sur l'expression génique relative de différents marqueurs dans					
	Régimes			P-value	ETM
	Témoin	DON	Test		
J14					
GSS	1.00	0.84	0.93	0.61	0.12
iNOS	1.00	1.06	0.95	0.66	0.09
CPT1	1.00	0.99	1.10	0.74	0.11
J28					
GSS	1.00	0.69	0.57	0.68	0.35
iNOS	1.00	1.03	1.16	0.81	0.17
CPT1	1.00	0.68	1.29	0.11	0.19
J37					
GSS	1.00 a	2.01 b	1.05 a	0.01	0.20
iNOS	1.00	1.09	0.89	0.27	0.09
CPT1	1.00	1.32	1.20	0.79	0.32

^{a,b}, Des lettres différentes indiquent une différence significative ($P < 0,05$). ETM : écart-type à la moyenne