

Effets des mycotoxines déoxynivalénol et zéaralénone sur la fertilité de la truie

Andreas Gutzwiller, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, 1725 Posieux.

Renseignements: Andreas Gutzwiller, e-mail: andreas.gutzwiller@alp.admin.ch, tél. +41 26 407 72 23



Le nombre de porcelets élevés par truie est déterminant pour la rentabilité de l'élevage porcin. (Photo: Andrea Koller)

Introduction

Le maïs et les céréales à épis en plein champ sont souvent infectés par des moisissures du genre *Fusarium*. Si les conditions sont propices à leur propagation (précipitations abondantes, céréales sensibles), ces champignons peuvent réduire le rendement et engendrer une contamination des céréales par des mycotoxines. Les porcs sont plus sensibles aux mycotoxines déoxynivalénol (DON) et zéaralénone que les bovins et les poules.

Des essais ont montré que l'ingestion de grandes quantités de zéaralénone a un effet négatif sur la fertilité de la truie. De plus, un aliment contaminé par du DON engendre une diminution de consommation et, lorsque la concentration est élevée, le DON inhibe la synthèse des protéines en endommageant les cellules et tissus à division cellulaire rapide, comme par exemple les embryons. Raison pour laquelle il faut supposer que cette mycotoxine peut également avoir des effets négatifs sur la fertilité. Selon les recommandations de la Com-

mission européenne (2006), la concentration de DON dans la ration complète pour porcs (88 % de MS) ne devrait pas dépasser 0,9 mg/kg. Pour les truies avant et après puberté, la ration ne devrait pas contenir plus de 0,1 mg, respectivement 0,25 mg/kg de zéaralénone.

Deux essais réalisés à ALP ont permis d'étudier l'impact sur la fertilité des truies d'une contamination des aliments par ces mycotoxines à des concentrations deux à trois fois plus élevées que les valeurs recommandées. Les résultats sont résumés dans cette publication. Plus de détails sont disponibles dans les publications de Gutzwiller *et al.* (2009a) et Gutzwiller (2010).

Le premier essai a été effectué sur des jeunes truies. Etant donné que les truies sont particulièrement sensibles à la zéaralénone avant la puberté, l'essai a débuté juste avant leur maturité sexuelle, lorsque les animaux pesaient 80 kg.

Le deuxième essai, conduit sur des truies multipares, a permis d'examiner les effets d'une contamination de l'aliment d'allaitement par le DON sur les performances pendant la lactation et sur la fertilité après le sevrage. Vu le niveau de consommation élevé pendant la lactation, les truies allaient donc ingérer de grandes quantités de DON. Comme les truies allaitantes ont de la peine à manger les quantités suffisantes pour couvrir leurs besoins en nutriments, une réduction de la consommation provoquée par une aversion au DON risquait en plus d'augmenter la mobilisation de leurs réserves corporelles et de diminuer la production de lait, avec des conséquences négatives pour les porcelets allaités. Après le sevrage, il fallait s'attendre à des problèmes de fertilité provoqués par l'effet toxique du DON d'une part et par la perte élevée de masse corporelle d'autre part.

Méthode

Les deux essais ont été réalisés avec des truies de la race Grand Porc Blanc. Pour chaque essai, le groupe M (mycotoxines; aliments composés à raison de 50 % de blé contaminé) a été comparé à un groupe témoin T (aliment composé de blé non contaminé). Le blé contaminé utilisé lors de l'essai avec les jeunes truies était contaminé par 4 mg/kg de DON et 0,8 mg/kg de zéaralénone alors que celui pour les truies multipares contenait 6 mg/kg de DON. Aucune autre mycotoxine produite par *Fusarium* n'a été détectée. Les aliments expérimentaux ont été distribués de manière rationnée.

Les jumelles utilisées dans l'essai sur les jeunes truies ont été placées séparément dans le groupe M et dans le groupe T. Quelques semaines après la dernière saillie, les jeunes truies ont été abattues afin d'examiner leurs utérus et leurs ovaires.

Résumé

Neuf truies d'un poids vif de 80 kg ont reçu un aliment contaminé par 2 mg/kg de déoxynivaléol (DON) et 0,4 mg/kg de zéaralénone. Leur accroissement journalier entre 80 et 100 kg était inférieur à celui des neuf truies témoins recevant un aliment non contaminé. Les mycotoxines n'ont eu d'effets négatifs ni sur l'apparition de la première chaleur ni sur la fertilité des jeunes truies. Dans un deuxième essai, des truies multipares ont reçu un aliment contaminé par 3 mg/kg de DON pendant une période de lactation. Si l'aliment contaminé a été davantage refusé, l'ingestion de DON pendant la lactation n'a eu d'effets ni sur la perte de poids des truies et l'accroissement des porcelets allaités ni sur la fertilité des truies au cycle de reproduction suivant.

Tableau 1 | Essai sur jeunes truies: performances zootechniques durant la période 80–100 kg de poids vif

	M ¹	T ²	P
Jeunes truies, n	9	9	
PV au début de l'essai, kg	80 ± 2,3	80 ± 2,8	0,73
Accroissement journalier, g	763 ± 89	912 ± 115	0,02
Consommation d'aliment, kg/jour	2,4 ± 0,2	2,6 ± 0,2	0,12
Indice de consommation, kg/kg d'accroissement	3,2 ± 0,3	2,9 ± 0,3	0,05

Les données du tableau indiquent la moyenne et l'écart-type. L'évaluation statistique a été effectuée avec le test t. PV: poids vif; P: probabilité d'erreur; ¹ aliment contaminé par 2 mg/kg DON et 0,4 mg/kg zéaralénone; ² aliment non contaminé.

Pour l'essai sur les truies allaitantes, les 63 truies ont été réparties dans les deux variantes, mycotoxines (M) respectivement témoin (T), à la fin de la première semaine de lactation, de manière équitable selon les critères nombre de portées, nombre de porcelets allaités et indice de fécondité. Après le sevrage des porcelets âgés de 38 jours en moyenne, six truies M et dix truies T ont été réformées pour des raisons indépendantes de l'essai. Les 26 truies M et les 21 truies T, qui avaient à nouveau été saillies après le sevrage, ne différaient pas par rapport aux critères de répartition pour les deux groupes de l'essai.

Résultats

DON et zéaralénone dans l'aliment pour jeunes truies

Durant la période allant de 80 à 100 kg, caractérisée par une importante consommation d'aliments et une croissance rapide, l'ingestion de l'aliment contaminé par 2 mg/kg de DON et 0,4 mg/kg de zéaralénone a diminué

Tableau 2 | Essai sur de jeunes truies: fertilité

	M ¹	T ²	P
Jeunes truies, n	9	9	
Truies ne présentant pas de chaleur	0	1	
Age lors des premières chaleurs, jours	195 ± 24	191 ± 11	0,69
Age lors de la première saillie, jours	223 ± 12	221 ± 18	0,78
PV lors de la première saillie, kg	124 ± 11	124 ± 13	0,92
Portantes après la première saillie, n	5	7	
Portantes après un retour en chaleur, n	2	1	
Jeunes truies portantes, n	7	8	1,0
Fœtus par truie portante, n	11,7 ± 2,1	12,1 ± 4,3	0,82

Les données du tableau indiquent la moyenne et l'écart-type. L'évaluation statistique a été effectuée avec le test t. PV: poids vif; P: probabilité d'erreur; ¹ aliment contaminé par 2 mg/kg DON et 0,4 mg/kg zéaralénone; ² aliment non contaminé.



Figure 1 | Après l'abattage des jeunes truies, les utérus et les ovaires ont été prélevés et examinés quant à des altérations pathologiques ainsi que le nombre et le poids des fœtus. (Photo: ALP)

la croissance de 14% (P = 0,02) et augmenté l'indice de consommation de 10% (P = 0,05; tabl. 1).

Par la suite, les mycotoxines n'ont plus eu d'impact sur ces indicateurs de performance et n'ont pas retardé l'apparition des premières chaleurs (tabl. 2). Après la première saillie, cinq des neuf truies du groupe M étaient portantes, deux présentaient des chaleurs trois semaines après et ont été saillies avec succès tandis que deux truies étaient non portantes bien qu'elles n'aient pas démontré de chaleur après la première saillie (tabl. 2). Une truie sur les neuf du groupe témoin n'a jamais présenté de chaleur. Dans ce groupe, sur les huit jeunes truies en chaleur, sept étaient portantes après la première saillie et une après saillie intervenue lors de chaleurs apparues trois semaines après la première saillie. Aucune modification pathologique sur les organes génitaux des 18 truies abattues n'a été constatée (fig. 1). La contamination par des mycotoxines n'a pas eu d'effet négatif sur le nombre et le poids des fœtus.

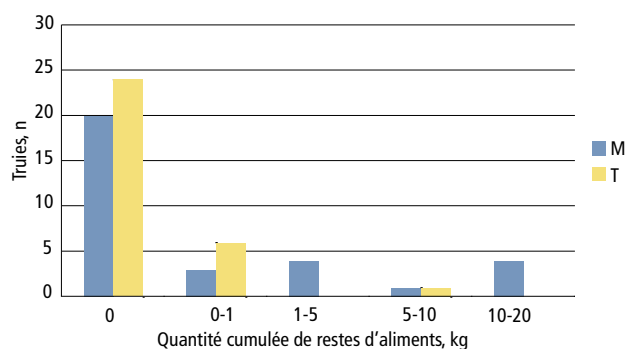


Figure 2 | Nombre de truies allaitantes multipares ayant laissé des restes d'aliments et quantité cumulée de restes entre la deuxième semaine de lactation et le sevrage.

Tableau 3 | Essai sur des truies multipares: période de lactation

	M ¹	T ²	P
Truies, n	32	31	
PV après la mise bas, kg	261 ± 33	266 ± 29	0,57
Nombre de portées	3,6 ± 1,9	2,0 ± 0,4	0,45
Distribution d'aliments expérimentaux, kg/jour	6,1 ± 0,5	6,1 ± 0,5	0,82
Restes d'aliments au total (90% de MS), kg par truie	2,6 (0–19)	0,4 (0–10)	0,05
Pertes de poids au cours de la lactation, kg	27,9 ± 12,3	29,7 ± 10,2	0,54
Porcelets sevrés, n	9,8 ± 1,4	9,7 ± 1,6	0,78
Poids des porcelets au début de l'essai, kg ³	2,90 ± 0,69	2,96 ± 0,74	0,30
Accroissement journalier 7 – 28 jours, g	266 ± 70	272 ± 64	0,30

Les données du tableau indiquent la moyenne et l'écart-type. L'évaluation statistique a été effectuée avec le test t, à l'exception du paramètre «Restes d'aliments» (pas de distribution normale des données) pour lequel les valeurs minimale et maximale sont indiquées, et les données sont comparées avec le test U. PV: poids vif; ¹ aliment contaminé par 3 mg/kg de DON; ² aliment non contaminé; ³ l'essai a commencé une semaine après la mise bas.

DON dans l'aliment de truies multipares pendant la lactation

Davantage de restes d'aliments ont été relevés dans le groupe M (P = 0,05), étant donné que certaines truies refusaient jusqu'à 10% de l'aliment contaminé par 3 mg/kg de DON (fig. 2).

Cependant, les restes de nourriture du groupe M s'élevaient en moyenne à moins de 2% de l'aliment distribué. C'est la raison pour laquelle l'aliment contaminé M n'a pas eu d'impact sur la perte de poids des truies allaitantes (tabl. 3). La croissance des porcelets était comparable dans les deux variantes expérimentales, ce qui indique que l'ingestion quotidienne d'environ 18 mg de DON n'a pas eu d'impact négatif sur la quantité de lait produite.

Tableau 4 | Essai sur des truies multipares : fertilité

	M ¹	T ²	P
Truies gardées après le sevrage, n	26	21	
Truies non portantes après 1 – 2 saillies, n	1	1	
Truies mettant bas, n	25	19 ³	
Sevrage-prochaine naissance, jours	120 ± 0,9	120 ± 1,3	0,78
Sevrage-première saillie, jours	4,3 ± 0,5	4,5 ± 0,7	0,25
Porcelets nés, n	14,5 ± 2,7	14,9 ± 3,0	0,66
Poids de la portée, kg	20,3 ± 3,7	21,1 ± 4,1	0,48

A l'exception du nombre de truies, les données du tableau indiquent la moyenne et l'écart-type. L'évaluation statistique a été effectuée avec le test t. ¹ aliment contaminé par 3 mg/kg de DON; ² aliment non contaminé; ³ une truie du groupe T est morte deux semaines après la saillie.

L'intervalle de 120 jours entre le sevrage et la mise bas suivante était identique pour les deux variantes (tabl. 4). Cela indique que la plupart des truies ont présenté des chaleurs peu après le sevrage et étaient portantes après la première saillie. Dans chaque variante, une truie a été réformée car elle n'était pas portante après deux saillies. La consommation de l'aliment contaminé par le DON pendant la période d'allaitement n'a pas eu d'impact négatif sur la taille et le poids de la portée suivante (tabl. 4).

Discussion

Aversion contre les aliments contaminés par le DON

Les porcs n'apprécient pas les aliments contaminés par le DON. Nous avons observé ce phénomène aussi bien lors de l'essai avec les jeunes truies que lors de l'essai avec les truies multipares. Cette aversion contre la nourriture contaminée, qui peut être considérée comme un mécanisme de protection du porc, est causée par un effet du DON sur le centre de l'appétit situé dans le cerveau ainsi que par une irritation de la muqueuse du tube digestif. Elle constitue le premier symptôme d'une contamination des aliments par le DON et peut déjà survenir à des doses qui ne sont pas encore nuisibles pour l'organisme (Eriksen et Pettersson 2004).

Les mycotoxines n'ont pas eu d'impact sur la fertilité

La teneur en mycotoxines des aliments expérimentaux M contaminés était nettement plus élevée que les limites recommandées par la Commission européenne en 2006 (DON : 0,9 mg/kg de la ration; zéaralénone: 0,1 et 0,25 mg/kg de la ration pour truies avant et après la puberté). Étant donné que les mycotoxines n'ont pas eu d'impact

Tableau 5 | Effets du DON sur les truies (selon la littérature)

Age, poids au début de l'essai	Dosage dans les aliments Durée	Résultats
178 jours	1,7; 3,5 mg/kg 50 – 54 jours	Ingestion d'aliments diminuée; 3,5 mg/kg : gain de poids de la truie et poids des fœtus diminués.
Première saillie	1,3; 2,4; 3,3 mg/kg Gestation + lactation	Pas d'impact sur la taille de la portée, sur le poids des porcelets lors de la naissance et au sevrage; 3,3 mg/kg : gain de poids pendant la gestation diminué; 1,3 et 2,4 mg/kg: perte de poids augmentée pendant la lactation.
110 kg	3,8; 6,2 mg/kg Gestation + lactation	Pas de diminution du poids de la truie, de la taille de la portée, du poids à la naissance et au sevrage.
23 kg	3,7; 4,2 mg/kg 7 semaines	Histologies des ovaires: pas d'influence du DON.

Indications des publications citées par Eriksen et Pettersson (2004)

Tableau 6 | Effets de la zéaralénone sur les truies (selon la littérature)

Age, poids	Dosage dans les aliments Durée	Résultats
145 jours	10 mg/kg 48 jours	Puberté retardée, pas d'impact sur la durée des cycles oestriques.
178 jours	10 mg/kg 14 jours	Pas de puberté tardive; pas d'impact négatif sur la performance reproductive subséquente.
70 jours	1,5 – 2 mg/kg 45 et 90 jours	Pas d'influence sur le taux d'ovulation/taux de conception.
247 jours	3,6 et 4,3 mg/kg De la puberté jusqu'à l'insémination	Pseudogestation chez 45 % des truies.
247 jours	3,6 et 4,3 mg/kg Pendant la gestation	Diminution du poids de l'utérus, du placenta et des fœtus.
210 jours	2,1; 3,7; 4,8 mg/kg Pendant deux gestations et deux périodes de lactation	Pas d'impact négatif sur les chaleurs et la durée de la gestation; 4,8 mg/kg: tendance à absences de chaleurs, nombre de porcelets diminué, augmentation du nombre d'animaux mort-nés, et de la mortalité après la naissance.
199 jours 124 kg	3,1; 6,0; 8,1 mg/kg	3,1 mg/kg: pseudogestation chez 4 des 16 truies. 6,0 et 8,1 mg/kg: pseudogestation chez 28 des 32 truies.

Tableau selon Bauer et Meyer (2006)

sur la fertilité dans les deux essais, il faut conclure que ces valeurs d'orientation présentent une grande marge de sécurité par rapport aux effets sur la fertilité. La valeur d'orientation pour le DON est assez basse parce qu'une contamination de l'aliment dépassant 1 mg/kg peut freiner la prise de nourriture et donc la croissance de jeunes porcs nourris à volonté, ce qui engendre des conséquences financières pour le détenteur.

La limite recommandée de la zéaralénone pour les truies adultes semble également présenter une grande marge de sécurité car, selon une étude du Scientific Committee on Food (SCF 2000), l'ingestion quotidienne de 40 µg de zéaralénone par kg de poids vif (soit 4 mg par 100 kg de PV) n'a pas d'impact négatif sur des truies adultes.

Concordance avec les résultats d'essais publiés

Les effets du DON sur les truies cités dans la publication de Eriksen et Pettersson (2004) sont présentés dans le tableau 5. Presque toutes les doses de contamination étaient nettement supérieures aux limites recommandées par la Commission européenne sans que des effets graves comme par exemple des avortements ou la stérilité aient été observés. La consommation réduite observée chez les jeunes truies expérimentales suffit à expliquer les effets négatifs. Les résultats des essais d'ALP

concordent avec ceux présentés dans le tableau 5.

Le tableau 6 montre les résultats des effets de la zéaralénone sur les truies, mentionnés dans la publication de Bauer et Meyer (2006). La teneur en zéaralénone de l'ensemble des rations expérimentales était considérablement plus élevée que les valeurs d'orientation.

Les trois premiers essais montrent que la fertilité des jeunes truies n'est pas perturbée en permanence par une contamination de zéaralénone de courte durée avant la puberté. Si la contamination de l'aliment est dix fois plus élevée que la valeur d'orientation de 0,25 mg/kg, des cas de pseudogestation (la truie n'est pas portante après la saillie, mais ne présente pas de chaleur) apparaissent parce que la zéaralénone freine la régression du corps jaune, ce qui interrompt le cycle œstral. En outre, un essai de longue durée avec 2,1 et 3,7 mg de zéaralénone par kg d'aliment n'a montré aucun effet négatif pendant deux périodes de gestation et de lactation. Comparée à la teneur en zéaralénone des aliments expérimentaux figurant dans le tableau 6, la concentration de 0,4 mg/kg utilisée dans notre essai sur les jeunes truies était relativement faible. Il est donc tout à fait plausible que l'on observe aucun problème de fertilité lors de cette contamination. De plus, les présents résultats concordent avec les observations faites dans une grande exploitation porcine dans laquelle, malgré une contamination de la ration avec 1–3 mg/kg de zéaralénone, il n'y a pas eu de problèmes à part des enflures de la vulve auprès de quelques jeunes truies prépubères (Gutzwiller et Gafner 2009b).

Conclusions

Les deux essais menés à ALP ainsi qu'un grand nombre d'expériences faites dans d'autres instituts montrent que les valeurs d'orientation pour le déoxynivalénol (DON) et la zéaralénone présentent une grande marge de sécurité concernant les effets de ces deux mycotoxines sur la fertilité de la truie. ■

Riassunto**Effetto delle micotossine deossinivalenolo e zearalenone sulla fertilità delle scrofe.**

Nove giovani scrofe con un peso corporeo iniziale di 80 chili sono state foraggiate con un alimento completo contenente 2 mg/kg di deossinivalenolo (DON) e 0,4 mg/kg di zearalenone. Il loro aumento di peso giornaliero fino a 100 chili era ridotto rispetto alle scrofe di controllo che non avevano assunto micotossine. Il carico di micotossine, tuttavia, non influiva né sull'età del primo calore né sulla fertilità delle giovani scrofe. In un secondo esperimento, a scrofe multipare è stato somministrato un alimento completo contenente 3 mg/kg di DON durante un periodo di lattazione. Rispetto alla dieta priva di micotossine del gruppo di controllo, gli animali avanzavano maggiori quantità di alimento contaminato. Tuttavia, la concentrazione di DON non influiva né sul peso delle scrofe né sulla crescita dei lattonzoli e nemmeno sulla fertilità delle scrofe nel successivo ciclo riproduttivo.

Summary**Effects of the *Fusarium* toxins deoxynivalenol and zearalenone on the fertility of sows.**

Nine gilts with an initial body weight (BW) of 80 kg were fed a diet contaminated with 2 mg/kg deoxynivalenol (DON) and 0,4 mg/kg zearalenone. Their daily weight gain until 100 kg BW was reduced in comparison to the nine control animals fed the uncontaminated diet. The mycotoxins neither influenced the age at the first observed oestrus nor the fertility of the gilts. Multiparous sows received a diet contaminated with 3 mg/kg DON during one lactation period. In comparison to the uncontaminated diet fed to the control animals, more contaminated feed was refused, but the daily intake of 18 mg DON affected neither the weight loss of the sows nor the growth rate of the suckled piglets. Neither the weaning to oestrus interval nor the fertility in the following reproductive cycle was affected by DON.

Key words: deoxynivalenol, DON, zearalenone, pig, fertility.

Bibliographie

- Bauer J. & Meyer K., 2006. Stoffwechselprodukte von Pilzen in Silagen: Einflüsse auf die Gesundheit von Nutztieren. *Übers. Tierernährg* **34**, 27–55.
- EU Kommission, 2006. Commission recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, ZON, ochratoxin, T-2 and HT-2 and fumonisin in products intended for animal feeding. Adresse: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:229:0007:0009:EN:PDF>
- Erikson G.S. & Pettersson H., 2004. Toxicological evaluation of trichothecenes in animal feed. *Anim. Feed Sci. Techn.* **114**, 205–239.
- Gutzwiller A., 2010. Effects of deoxynivalenol (DON) in the lactation diet on the feed intake and fertility of sows. *Mycotox. Res.* **26**, 211–215.
- Gutzwiller A., Gafner J.-L. & Stoll P., 2009a. Effects of diets containing *Fusarium* toxins on the fertility of gilts and on bulbourethral gland weight in barrows. *Arch. Anim. Nutr.* **63**, 16–25.
- Gutzwiller A. & Gafner J.-L., 2009b. Fertility of sows exposed to zearalenone and deoxynivalenol - a case report. *Mycotox. Res.* **25**, 21–24.