

Effets des fumonisines et d'une association avec du désoxynivalénol sur les performances de croissance de porcelets

François GROSJEAN (1), Jean Georges CAZAUX (2), Daniela MARIN (3), Isabelle OSWALD (3)

(1) ARVALIS-institut du végétal, 8, rue Joseph et Marie Hackin, 75116 Paris

(2) ADÆSO, 21, route de Pau, 64121 Montardon

(3) INRA-Unité de pharmacologie-toxicologie, 180, Chemin de Tournefeuille, 31931 Toulouse

Effets des fumonisines et d'une association avec du désoxynivalénol sur les performances de croissance de porcelets

Nous avons conduit trois essais avec des porcelets entre J39 et J67, après sevrage à J21. Dans le premier essai, nous avons étudié les effets de très fortes doses de fumonisines (0, 24840, 49680 et 74520 µg de FB1 + FB2 / kg d'aliment). Dans le deuxième essai, nous avons étudié les effets de doses plus faibles de fumonisines (0, 2580, 5160 et 7750 µg de FB1 + FB2 / kg d'aliment). Dans le troisième essai, nous avons étudié les effets d'une association fumonisines et désoxynivalénol (DON) avec quatre aliments dont les teneurs en fumonisines (FB1 + FB2) et en DON étaient respectivement de 0 et 0, 0 et 2130, 31930 et 0, 31930 et 2150 µg / kg. Par ailleurs, dans le deuxième essai, nous avons injecté à la moitié des animaux de l'ovalbumine afin de voir s'ils réagissaient différemment à cette vaccination selon la teneur en fumonisines de leur aliment. Les aliments étaient distribués en farine humidifiée et *ad libitum*. Dans le premier essai, la consommation et l'efficacité alimentaire ont diminué proportionnellement à la teneur en fumonisines de l'aliment. Dans le deuxième essai, aucune différence significative n'a été observée en matière de consommation et d'indice de consommation. L'ingestion de fumonisines n'a pas eu d'effet sur les concentrations sériques en anticorps spécifiques et sur la synthèse d'interleukine-2. Par contre elle a diminué la prolifération des lymphocytes. Dans l'essai 3, les porcelets ont moins consommé les aliments contenant du DON. L'efficacité alimentaire a été fortement dégradée en première quinzaine d'essai avec l'aliment contenant du DON, et des fumonisines.

Effects of fumonisins associated or not with deoxynivalenol on weaned piglet performance

Three trials have been carried out with piglets between D39 and D67 after weaning at D21. In the first trial, effects of high fumonisins doses (0, 24840, 49680, 74520 µg FB1 + FB2 / kg diet) have been studied. In the second trial effects of lower doses (0, 2580, 5160, 7750 µg FB1 + FB2 / kg diet) have been studied. In the third trial effects of the associations of fumonisins and deoxynivalenol have been studied with four diets containing 0 and 0, 0 and 2130, 31930 and 0, 31930 and 2150 µg FB1 + FB2 and DON / kg. Moreover in the second trial ovalbumin was injected in piglets to see if they react according to the fumonisin dose of their diet. In all trials, diets have been given in wet form and *ad libitum*. In the first trial, feed intake and feed efficiency decreased with the fumonisins doses. In the second trial, no difference was observed on feed intake or feed efficiency. Fumonisins intake had no effect on serum specific antibodies and interleukin-2 production but decreased lymphocytes proliferation. In the third trial diets containing DON were less consumed. Feed efficiency of diet containing DON and fumonisins was greatly decreased in the first fortnight.

1.4. Composition et caractéristiques des aliments

Les aliments étaient à base de céréales - tourteau de soja - AMV et étaient formulés pour satisfaire les normes CORPEN en acides aminés. Ainsi, les AMV comportaient des acides aminés industriels.

Dans les essais «dose», nous avons travaillé avec des aliments à base de maïs en substituant à un maïs sain différentes doses d'un maïs fusarié naturellement. Dans l'essai «association fumonisines et désoxynivalénol», nous avons travaillé avec des aliments maïs-blé car le blé fusarié ne comporte la plupart du temps que du désoxynivalénol. La composition des aliments figure au tableau 1.

1.5. Mode de distribution des aliments

Les aliments ont été présentés sous forme de farine humidifiée à l'auge juste avant le repas (1,5 litre d'eau pour 1 kg d'aliment). Dans tous les essais, ils ont été distribués à volonté.

1.6. Mesures sur animaux

Dans chaque essai, nous avons mesuré le poids vif des animaux en début d'essai, puis 14 et 28 jours plus tard. Nous avons également mesuré les quantités d'aliment consommé par loge.

Par ailleurs, dans l'essai 2 (doses faibles de fumonisines), nous avons vacciné la moitié des animaux de chaque régime afin de voir s'ils réagissaient différemment à la vaccination selon que leur aliment contenait ou non des fumonisines. La vaccination a été réalisée par injection à J8 et J20 de respectivement 1 et 0,5 ml d'une solution d'ovalbumine (4 mg/ml) dilué au demi dans l'adjuvant incomplet de Freud. Des prélèvements sanguins ont été réalisés à la fin de l'essai afin d'évaluer la réponse vaccinale. Les anticorps spécifiques anti-ovalbumine ont été dosés dans le sérum par ELISA. La prolifération lymphocytaire et la production d'interleukine 2 ont été analysées sur les cellules sanguines après stimulation *in vitro* avec 10 µg/ml de concanavaleine A. Les méthodes utilisées pour ces mesures ont été décrites par PINTON et al 2004.

2. RÉSULTATS

2.1. Les teneurs en mycotoxines des grains

Les résultats d'analyse de la teneur en fumonisines du ring test font apparaître de grandes différences entre les laboratoires (figure 1). Le rapport entre la teneur en fumonisine B2 et la teneur en fumonisine B1 est trouvé identique par la quasi-totalité des laboratoires (0,292 avec un coefficient de détermination de 0,99).

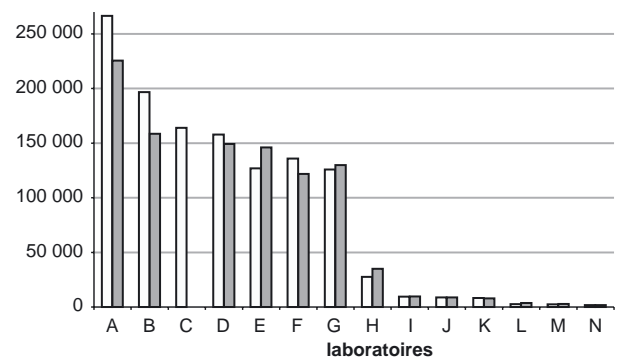


Figure 1 - Teneur en fumonisines B1 (µg/kg) de deux répétitions du lot de maïs fusarié des essais 1 et 3

2.2. Les teneurs en mycotoxines des aliments

Les teneurs prévisionnelles et mesurées (en double par le laboratoire B) en fusariotoxines des aliments établies à partir des teneurs des matières premières figurent au tableau 2. Il y a parfois des écarts importants entre ces teneurs. Vu le nombre d'analyses faites sur les matières premières, nous retiendrons comme teneur des aliments les valeurs prévisionnelles.

2.3. Résultats du premier essai (doses élevées en fumonisines)

Les résultats sont présentés au tableau 3. La consommation des porcelets diminue lorsque les aliments contiennent des fumonisines. Cette diminution est plus marquée en première quinzaine d'essai qu'en deuxième quinzaine et est proportionnelle à la teneur en fumonisines de

Tableau 2 - Teneurs prévisionnelles et mesurées en mycotoxines des aliments des différents essais (µg/kg)

Essai	essai 1				essai 2				essai 3			
	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4	A1	A2	A3	A4
Teneurs prévisionnelles												
FB1	-	19530	39060	58590	-	2170	4340	6520	-	-	25110	25110
FB2	-	5310	10620	15930	-	410	820	1230	-	-	6820	6820
ZEN	-	38	76	114	-	-	-	-	-	-	49	59
DON	-	18	36	54	-	40	80	115	-	2130	23	2150
Teneurs mesurées *												
FB1	760	22130	37210	54660	571	1280	2690	3610	347	787	27130	35100
FB2	210	6360	10220	14710	157	240	465	650	46	212	8240	10370
ZEN	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-
DON	62	50	76	120	-	40	55	70	30	1480	100	1235

* moyennes de deux analyses

Tableau 3 - Effets de différents niveaux élevés de fumonisines apportés par un maïs fusarié dans l'alimentation du porcelet (essai 1)

Aliment	A1	A2	A3	A4	ETR	Statistiques effet aliment
Teneur estimée en FB1+FB2	-	24840	49680	74520		
Poids vifs des porcelets (kg)						
Début essai	11,49	11,48	11,44	11,46	0,3	NS
Fin de première quinzaine	17,48 a	17,20 a	16,71 b	16,18 c	0,6	<0,01
Fin de deuxième quinzaine	26,96 a	26,37 ab	25,81 bc	25,18 c	0,8	<0,01
Performances de première quinzaine						
Consommation, g/j	733 a	710 a	701 a	649 b	45	<0,01
Gain de poids, g/j	444 a	424 a	391 b	350 c	39	<0,01
I.C., kg/kg	1,66 a	1,68 a	1,80 b	1,89 b	0,14	<0,01
Performances de deuxième quinzaine						
Consommation, g/j	1233 a	1206 ab	1184 ab	1167 b	50	<0,05
Gain de poids, g/j	677	655	650	643	37	0,15
I.C., kg/kg	1,83	1,84	1,83	1,81	0,08	NS
Performances des deux quinzaines						
Consommation, g/j	988 a	963 ab	947 b	914 c	37	<0,01
Gain de poids, g/j	563 a	542 ab	523 b	499 c	26	<0,01
I.C., kg/kg	1,76 a	1,78 ab	1,82 ab	1,83 b	0,06	<0,05

Tableau 4 - Effets de différents niveaux de fumonisines apportés par un maïs fusarié dans l'alimentation du porcelet (essai 2)

Aliment	A1	A2	A3	A4	ETR	Statistiques effet aliment
Teneurs estimées en FB1+FB2	-	2580	5160	7750		
Poids vifs des porcelets (kg)						
Début essai (kg)	11,08	11,09	11,13	11,17	0,35	NS
Fin de première quinzaine	16,70	16,94	16,57	16,61	0,62	NS
Fin de deuxième quinzaine	26,47	26,38	26,23	25,97	0,92	NS
Performances de première quinzaine						
Consommation, g/j	668	683	666	658	44,4	NS
Gain de poids, g/j	401	418	388	388	31,9	NS
I.C., kg/kg	1,67	1,65	1,72	1,71	0,06	0,13
Performances de deuxième quinzaine						
Consommation, g/j	1245	1232	1252	1174	87,6	NS
Gain de poids, g/j	698	674	690	669	30,5	NS
I.C., kg/kg	1,78	1,83	1,81	1,76	0,08	NS
Performances des deux quinzaines						
Consommation, g/j	956	958	959	916	58,2	NS
Gain de poids, g/j	550	546	539	529	26,0	NS
I.C., kg/kg	1,74	1,75	1,78	1,74	0,05	NS

l'aliment. En moyenne, sur les deux quinzaines d'essai, la diminution est d'environ 0,1 % pour 1000 µg de FB1+FB2 /kg d'aliment.

L'indice de consommation des porcelets est affecté par la teneur en fumonisines en première quinzaine : il se dégrade d'autant plus que la teneur en fumonisines de l'aliment est élevée. Par contre, l'indice de consommation est indépendant de la teneur en fumonisines en deuxième quinzaine. Sur l'ensemble des deux quinzaines, les écarts entre régimes alimentaires observés en première quinzaine se diluent et la dégradation de l'indice de consommation atteint en moyenne près de 0,05 % pour 1000 µg de FB1+FB2 /kg d'aliment.

Dans ces conditions, la vitesse de croissance des animaux est affectée négativement par la présence de fumonisines, et notamment en première quinzaine d'essai.

Les animaux nourris avec l'aliment 4 ont présentés un aspect moins tonique que les autres, et leurs fèces étaient beaucoup plus mous que les fèces des animaux des autres régimes alimentaires.

2.4. Résultats du deuxième essai (doses moyennes en fumonisines)

2.4.1. Performances des animaux

Les résultats figurent au tableau 4
Les animaux n'ont pas consommé de façon différente selon le régime alimentaire. Tout au plus peut-on noter une tendance à une moindre consommation avec l'aliment le plus contaminé en fumonisines. Les gains de poids sont le reflet des quantités ingérées car les indices de consommation sont très voisins d'un régime alimentaire à un autre.

2.4.2. Effet sur les paramètres immunitaires

Les résultats figurent au tableau 5. Ils montrent que l'ingestion de dose moyenne de Fumonisines n'a pas d'effet sur les concentrations sériques en anticorps spécifiques et sur la synthèse d'interleukine-2. Par contre ces résultats montrent que l'ingestion de fumonisines diminue de façon non significative la prolifération des lymphocytes. Ceci est observé à la fois lors d'une stimulation mitogénique et lors d'une stimulation antigénique (résultats non présentés).

2.5. Résultats du troisième essai (association de DON et de fumonisines)

Les résultats figurent au tableau 6

Les porcelets ont moins consommé les aliments contenant des fusariotoxines que l'aliment sain, notamment en première quinzaine d'essai. Leur réduction de consommation a été plus forte quand l'aliment contenait du DON que lorsqu'il ne comportait que des fumonisines. Leur consommation d'ali-

ment contenant à la fois du DON et des fumonisines n'est pas sensiblement différente de celle observée lorsque l'aliment ne contient que du DON.

L'indice de consommation est fortement dégradé en première quinzaine d'essai avec l'aliment contenant à la fois du DON et des fumonisines. En deuxième quinzaine d'essai, l'indice de consommation varie peu avec la teneur en fusariotoxines des aliments. Il a même tendance à être meilleur que celui de l'aliment témoin, ce qui témoigne une légère croissance compensatrice ou tout au moins un plus faible poids des animaux. Sur l'ensemble de l'essai, les différences entre indices sont à la limite de la signification et montrent une tendance à une dégradation avec la présence de fusariotoxines.

La vitesse de croissance des porcelets, résultante de la consommation et de l'indice, est pénalisée avec des aliments contenant des fusariotoxines, notamment en première quinzaine d'essai, et notamment avec l'aliment contenant à la fois DON et fumonisines. En deuxième quinzaine d'essai, les écarts entre régimes ne sont plus significatifs, mais sur l'en-

Tableau 5 - Effet de différents niveaux de fumonisines sur la réponse immunitaire vaccinale du porcelet

Aliment	A1	A1	A2	A3	A4	ETR	Statistiques effet aliment	
	Animaux non-vaccinés	Animaux vaccinés						
Anticorps anti-ovalbumine (densité optique à 450 nm)	0,00 b	0,255 a	0,249 a	0,289 a	0,138 b	0,18	0,02	
Production d'IL-2 (pg/ml)								
- sans stimulation	328	381	422	522	316	175	0,20	
- après stimulation (ConA 10 µg/ml)	569	828	707	971	860	256	NS	
Prolifération lymphocytaire (coups par minute)								
- sans stimulation	109,8	120,5	138,9	113,4	65,8	87,8	NS	
- après stimulation (ConA 10 µg/ml)	-	3665	2719	2014	1765	915	NS	

Tableau 6 - Effet de l'association DON et fumonisines dans l'alimentation du porcelet (essai 3)

Aliment	A1	A2	A3	A4	ETR	Statistiques				
						effet aliment	effet inter DON x fumonisines	effet DON	effet fumonisines	
Performances de première quinzaine										
Poids début essai	10,90	10,90	10,91	10,90	0,14	NS	NS	NS	NS	
Poids fin	17,76a	16,86bc	17,26ab	16,39c	0,46	<0,01	NS	<0,01	0,02	
Consommation, g/j	746	685	719	706	39	0,09	0,15	0,03	NS	
Gain de poids, g/j	490a	425bc	454b	392c	29	<0,01	NS	<0,01	0,01	
I.C., kg/kg	1,52a	1,61a	1,59a	1,80b	0,07	<0,01	0,06	<0,01	<0,01	
Performances de deuxième quinzaine										
Poids de fin d'essai	27,77a	25,56b	27,12ab	26,20b	0,65	<0,01	NS	<0,01	0,08	
Consommation, g/j	1203	1170	1223	1164	44	0,11	NS	0,02	NS	
Gain de poids, g/j	715	693	705	700	28	NS	NS	NS	0,26	
I.C., kg/kg	1,68	1,69	1,74	1,66	0,06	0,22	0,10	0,21	NS	
Performances des deux quinzaines										
Consommation, g/j	975	928	971	935	35	0,07	NS	0,01	NS	
Gain de poids, g/j	603a	559b	579ab	546b	22	<0,01	NS	<0,01	0,05	
I.C., kg/kg	1,62	1,66	1,68	1,71	0,06	0,06	NS	0,11	0,02	

semble de la durée de l'essai, la vitesse de croissance est affectée négativement par la présence de fusariotoxines.

Les fecès des animaux nourris avec l'aliment 4 ont été plus mous que ceux des animaux des autres régimes alimentaires. Cependant leur consistance était dans l'ensemble plus forte que celle des fecès des animaux du régime 4 de l'essai 1.

3. DISCUSSION

3.1. Les teneurs en mycotoxines

Nous avons pu récupérer deux lots de maïs fusariés contenant des fumonisines et quasiment pas d'autres fusariotoxines. Cela confirme que les teneurs en certaines fusariotoxines sont indépendantes d'autres et qu'on ne peut pas utiliser une des fusariotoxines comme marqueur pour indiquer la teneur en d'autres fusariotoxines. Cela s'explique par le fait que les fumonisines sont produites par des *Fusarium* de type *Lyseola* (principalement *F. verticillioïdes* et *F. proliferatum*) alors que le DON et la ZEN sont produites par d'autres *Fusarium* (principalement *F. graminearum* et *F. culmorum*). Le fait que l'on ait trouvé ces lots à la suite de la récolte 2003, et que l'un de ces lots soit très contaminé doit s'expliquer par les fortes températures de cette année, favorables au développement de *F. verticillioïdes*.

Le dosage des fumonisines a montré de grandes divergences entre laboratoires avec cependant un rapport entre les teneurs en fumonisines B1 et B2 assez constant. Cela tendrait à prouver que tous les laboratoires n'extraient pas complètement les fumonisines avant l'analyse au sens strict. Cela doit venir d'une saturation des colonnes d'immunoaffinité. C'est la raison pour laquelle nous avons retenu comme teneurs en fumonisines B1 et B2 du lot que nous avons travaillé des valeurs plutôt élevées.

Malgré les difficultés d'analyse, il faut bien voir que le lot qui a servi dans les essais 1 et 3 était atypiquement très contaminé en fumonisines. En effet, la contamination des maïs français est en général inférieure à 2000 µg/kg (enquête SCOOP, 2003).

3.2. Effets sur la consommation et la croissance des porcelets

Dans le premier essai, les teneurs en fumonisines étudiées peuvent être considérées comme élevées. ZOMBORSZKY-KOVACS et al (2002) considèrent que les teneurs peuvent être considérées comme faibles en dessous de 20000 µg de fumonisines (somme des FB1+FB2+FB3) /kg d'aliment, alors que la teneur en FB3 est habituellement faible (moins de 10% de l'ensemble). Les baisses de performances des porcelets de l'essai 1 sont à comparer aux essais de la littérature ayant de tels teneurs en fumonisines. Or ces essais sont peu nombreux vu que les fumonisines ont d'abord des effets sur les organes et les paramètres immunitaires (OSWALD et al 2003), et seulement après sur la consommation et la croissance des animaux. MOTELIN et al (1994), en comparant des aliments contenant 175000, 101000, 39000, 23000, 5000 et moins de 1000 µg de fumonisines (somme B1+B2)

/kg, observent chez le porcelet entre 6 et 13 kg des diminutions fortes de l'ingestion et de l'efficacité alimentaire avec l'aliment contenant 175000 µg de fumonisines /kg. ZOMBORSZKY et al (2000) observent qu'avec 40000 µg de fumonisines (somme des FB1+FB2+FB3) /kg d'aliment il n'y a pas d'effet significatif sur la consommation et la croissance des porcelets mais des modifications d'activité enzymatique hépatique et du rapport sphinganine/sphingosine. Est-ce à dire que nous avons choisi d'attribuer une teneur trop élevée en fumonisines aux lots de maïs et aux aliments, ou est-ce à dire qu'il y a un problème d'association de mycotoxines entre elles ?

Les performances sont plus affectées en première quinzaine qu'en seconde quinzaine. On peut se demander s'il s'agit d'un effet lié à l'âge des animaux, ou d'un effet d'adaptation des animaux à leur aliment d'autant plus que la consommation de fumonisines rapportée au poids vif de l'animal augmente de la première à la deuxième quinzaine d'essai.

Dans le deuxième essai, la consommation et les performances de croissance sont peu affectées par la présence de fumonisines. Ce résultat est en accord avec les travaux de ZOMBORSZKY et al (2000), ZOMBORSZKY-KOVACS et al (2002).

Dans le troisième essai, la moindre consommation d'aliment contenant du DON que d'aliment sain est en conformité avec la littérature. Cependant, la baisse de consommation rapportée à la teneur prévisionnelle en DON des aliments est un peu plus faible que celle indiquée par GROSJEAN et al (2003) et DÄNICKE et al (2001) et qui est proche de 4 % par 1000 µg de DON par kg d'aliment. Pourtant, nous sommes assez sûrs de l'analyse de la teneur en DON du lot de blé que nous avons mesurée plusieurs fois. Est-ce à nouveau un effet de l'hétérogénéité des lots en fusariotoxines ?

La moindre consommation d'aliment ne contenant que des fumonisines en première quinzaine d'essai (aliment 3) est en accord avec ce qui est observé dans l'essai 1 avec l'aliment 2 qui a une teneur voisine en fumonisines. Par contre, le rattrapage de consommation en deuxième quinzaine d'essai n'a pas été observé dans l'essai 1. La dégradation de l'indice de consommation est un peu plus forte que dans l'essai 1.

La dégradation des performances (et notamment l'indice de consommation) enregistrée avec l'aliment contenant à la fois du DON et des fumonisines par rapport à celles permises par l'aliment sain est plus forte en première quinzaine d'essai qu'en seconde. On peut en conclure que l'association DON + fumonisines est de type synergique en première période d'essai, mais de type associatif simple sur la durée de l'essai. Le caractère synergique de l'effet dû à l'association fumonisines et désoxynivalénol a déjà été observé par HARVEY et al (1996).

L'absence de gros problème respiratoire dans les essais et notamment dans l'essai 1 est en accord avec le travail de MOTELIN et al (1994) qui, sur des jeunes animaux entre 3 et 10 kg, ont observé des oedèmes lorsque la teneur en fumonisines (somme B1+B2) dépasse 175000 µg/kg.

CONCLUSIONS

L'alimentation de porcelets avec du maïs fusarié contenant de très fortes teneurs en fumonisines s'est avérée possible sur le plan zootechnique, sans trop de conséquences autres qu'économiques. Il est évident que les doses élevées testées dans ces essais ne peuvent pas être recommandées en pratique, notamment parce que les maïs peuvent être contaminés par plusieurs autres mycotoxines et que leur association peut se révéler plus problématique pour les porcs que la consommation de l'une d'elles. La deuxième raison qui incite à ne pas utiliser des lots

de maïs fortement contaminés en fumonisines réside dans le rôle que peuvent avoir ces molécules toxiques en cas de pathologie (OSWALD et al 2003). Par ailleurs, la filière de l'alimentation animale et les producteurs de maïs sont conscients que l'analyse de la teneur en fumonisines des lots et aliments doit s'améliorer afin de mieux statuer sur les lots à rejeter ou à utiliser en alimentation porcine.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient l'ACTA pour sa participation financière.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DANICKE S., GAREIS M., BAUER J., 2001. *Proc. Soc. Physiol.*, 10, 171-174.
- D'MELLO J.P.F., PACINTA C.M., MACDONALD A.M.C., 1999. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 80, 183-205.
- EFSA, 2004. Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the Commission related to deoxynivalenol as undesirable substance in animal feed, *The EFSA Journal*, 73, 1-41.
- GROSJEAN F., PINTON P., CALLU P., OSWALD I., 2003. Effets du déoxynivalénol du blé fusarié consommé par les porcelets. Septième conférence internationale sur les maladies des plantes, Tours, France, 3-4-5 décembre 2003, 8 p.
- HARVEY R.B., EDRINGTON T.S., KUBENA L.F., ELISSALDE M.H., CASPER H.H., ROTTINGHAUS G.E., TURK J.R., 1996. *Am. J. Vet. Res.*, 57, 1790-1794.
- MOTELIN G.K., HASCHEK W.M., NESS D.K., HALL W.F., HARLIN K.S., SCHAEFFER D.J., BEASLY V.R., 1994. *Mycopathologia*, 126 27-40.
- OSWALD I.P., DESAUTELS C., LAFFITTE J., FOURNOUT S., PÉRÈS S.Y., ODIN M., LE BARS P., LE BARS J., AND FAIRBROTHER J.M., 2003. *Appl. Env. Microbiol.*, 69, 5870-5874.
- ROTTER B.A., PRELUSKY D.B., PESTKA J.J., 1996 *J. Toxicol. Environ. Health*, 48, 1-34.
- SCOOP 2003 : Collection of occurrence data of Fusarium toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU member states. Directorate-general health and consumer protection. <http://europa.eu.int/comm/food/fs/scoop/task3210.pdf>
- PINTON P., ROYER E., ACCENSI F., MARIN D., GUELFY J-F., BOURGÈS-ABELLA N., GRANIER R., GROSJEAN F., OSWALD I.P., 2004. *Journées Rech. Porcine*, 36, 301-308.
- TARANU I., MARIN D., PASCALE F., HABEANU M., HEBAN V., BAILLY J.D., OSWALD I., 2003. *Journées Rech. Porcine*, 35, 451-458.
- THIBAUT N., BURGAT V., GUERRE P., 1997. *Rev. Med. Vet.*, 148, 369-388.
- ZOMBORSZKY M.K., VETESI F., REPA I., KOVACS F., BATA A., HORN P., TOTTH A., ROMVARI, 2000. *J. Vet. Med.*, B47, 277-286.
- ZOMBORSZKY-KOVACS M., VETESI F., HORN P., REPA I., KOVACS F., 2002. *J. Vet. Med.*, B49, 197-201.