

# Intérêt d'une préparation multienzymatique unique sur différents types d'aliments, du post-sevrage à l'abattage

Stéfan JAKOB (1), Séverine MAISONNIER-GRENIER (1), Pierre DALIBARD (1), Franz Xaver ROTH (2)

(1) Adisseo France S.A.S., Antony, France

(2) Technical University Munich, Weihenstephan, Allemagne

## Intérêt d'une préparation multienzymatique unique sur différents types d'aliments, du post-sevrage à l'abattage

L'intérêt de l'utilisation d'une préparation multienzymatique unique pour l'amélioration de l'utilisation digestive des régimes chez le porc a été étudié par différentes études de digestibilité fécale ou iléale et de croissance sur différents régimes alimentaires du post-sevrage jusqu'à l'abattage des animaux. Pour chacune des variables utilisées deux études ont été réalisées en faisant varier la formulation alimentaire. Les digestibilités fécales ont été réalisées chez le porcelet âgé de 8-9 semaines, soit par une méthode de collecte totale des excréta, soit en utilisant un marqueur non digestible. Les digestibilités iléales ont été réalisées chez le porc charcutier avec une anastomose iléo rectale. Les essais de croissance ont été réalisés soit, chez le porcelet pendant 35 ou 42 jours soit, chez le porc charcutier en alimentation *ad libitum* ou contrôlé entre 30 et 100 kg. Ces essais montrent que l'utilisation d'une préparation multienzymatique unique permet d'améliorer, la digestibilité fécale de l'énergie (+2 points chez le porcelet (régime base orge ou maïs), la digestibilité iléale de l'énergie (+4,4 points pour un régime base orge et +2,8 points pour un régime base blé chez le porc charcutier) ainsi que les performances de croissance (+6 à +7 % de GMQ chez le porcelet et +3,6 % à +4,6% chez le porc charcutier) indépendamment des matières premières et du stade physiologique de l'animal. Un produit enzymatique unique est donc capable d'améliorer la digestion de différents types d'aliment et les performances de croissance du post-sevrage jusqu'à l'abattage ce qui simplifie l'utilisation des enzymes NSP chez le porc.

## Interest for utilizing a single multi-enzyme preparation on different types of diets, from post-weaning to slaughter

The interest to utilize a single multi-enzyme preparation in order to increase the nutritive value of swine diets was examined by means of different digestibility and performance trials. Different dietary regimens as well as different physiological stages, from post-weaning piglets up to slaughter animals, were studied. For each variable two studies were conducted by changing the dietary compositions. In piglets, fecal digestibilities were determined either by quantitative sampling of feces or by analysis of an indigestible marker in the feces. Ileal digestibilities were determined using ileal-rectal anastomosed growing pigs as a model. The performance trials with piglets were conducted for 35 or 42 d, in growing pigs the experimental phase was between 30 and 100 kg live weight. These trials proved that by the utilization of a single multi-enzyme preparation it is possible to increase energy digestibility (+ 2% in piglets fed corn- or barley-based diets; 4.4% and 2.8% for fattening pigs when fed diets based on barley or wheat, respectively). Moreover, animal performance was improved (6 – 7% in average daily gain for piglets; 3.6% and 4.6% for fatteners) independently of the main cereal used to formulate the experimental diets and the physiological stage of the animals. With a single multi-enzyme preparation it is therefore possible to increase the digestibility of different types of diets and therefore the animal performance. This effect can be observed for piglets as well as for growing-finishing pigs.

## INTRODUCTION

L'utilisation de carbohydrases chez le porc dans les régimes à base d'orge ou de blé, est aussi ancienne que chez les volailles. Toutefois, leurs effets sont beaucoup plus variables. Les données de la littérature montrent que, si des améliorations de performance ou de digestibilité peuvent être observées avec certains produits enzymatiques et certains régimes alimentaires (orge (LI et al, 1996), blé (OMOGBENIGUN et al, 2004)), celles-ci sont assez variables d'un essai à l'autre (TACKER et al, 1992, BAIDOO et al, 1998, LI et al, 1999, GILL et al, 2000). Il est fort probable que la complexité des substrats à dégrader et l'utilisation d'activités enzymatiques souvent peu adaptées à la dégradation efficace de ces composants soient responsables de cette variabilité (SLOMINSKI, 2000). Des essais antérieurs chez la volaille (CLEOPHAS et al, 1995 ; MATHLOUTHI et al, 2002) et le porc (GRAHAM et al, 1988) suggèrent qu'une combinaison de différentes activités enzymatiques est nécessaire à la dégradation complète des polysaccharides non amyliques (PNA) et à l'amélioration de la digestibilité des nutriments. Ceci est également confirmé par des essais *in vitro* qui montrent qu'une combinaison de carbohydrases est nécessaire à la dégradation des PNA des protéagineux tels que le tourteau de soja, le tourteau de colza et le pois (MENG et al, 2002). Il ressort donc qu'un produit multienzymatique pourrait diminuer la variabilité de ces résultats et serait plus facilement utilisable en pratique. Les changements de formulations alimentaires en fonction du prix de marché des matières premières ou du stade physiologique n'imposeraient plus un changement du produit enzymatique utilisé. Dans le but de vérifier cette hypothèse, différentes études de digestibilité et de croissance sur différents régimes expérimentaux et stades physiologiques ont été réalisées avec la même préparation multienzymatique (Rovabio™ Excel).

## 1. MATÉRIELS ET MÉTHODES

### 1.1. Préparation enzymatique

Une seule et unique préparation enzymatique a été utilisée dans l'ensemble des études réalisées. Cette préparation enzymatique (Rovabio™ Excel) contenait les activités suivantes : endo-1,4- $\beta$ -xylanase, endo-1,3(4)- $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -arabinofuranosidase,  $\beta$ -xylosidase, feruloyl-esterase, endo-1,5- $\alpha$ -arabinanase, laminarinase, celobiohydrolase,  $\beta$ -glucosidase, pectinase, polygalacturonase, pectin estérase, endo-1,4- $\beta$ -mannanase,  $\beta$ -mannosidase, protéases. Cette préparation enzymatique existe sous deux formes soit, sous forme de poudre (Excel AP) à incorporer à l'aliment avant granulation soit, sous forme liquide (Excel LC) à pulvériser sur granulé. Suivant les essais l'une ou l'autre de ces formes a été utilisée.

### 1.2. Digestibilité des aliments

#### 1.2.1. Chez le porcelet

Deux essais de digestibilité fécale chez le porcelet ont été réalisés. Pour chaque essai, 16 porcelets de 3-4 semaines d'âge ont été sélectionnés sur leur poids vif (8 kg pour l'essai 1 et

7,5 kg pour l'essai 2). Ces 16 porcelets ont été divisés en deux groupes de 8 porcelets, placés dans des cages individuelles suivant un schéma en blocs et nourris, de façon *ad libitum* pendant 5 semaines (essai 1) ou 4 semaines (essai 2), avec un régime supplémenté ou non avec la préparation multienzymatique (0,2l/t d'aliment). La composition des régimes utilisés dans les deux essais est présentée dans le tableau 1. Durant la dernière semaine d'expérience, un bilan digestif a été réalisé. Pour l'essai 1, le bilan digestif a été réalisé en utilisant un marqueur non digestible (la célite ajoutée à 0,5 % dans l'aliment) tandis que dans l'essai 2, le bilan a été réalisé suivant la méthode quantitative qui consiste à collecter la totalité des excréta durant les 5 jours de bilan. Les excréta ainsi que les aliments expérimentaux ont été analysés pour déterminer leur teneur en énergie brute, en azote (pour les deux essais) et en célite (pour l'essai 1) afin de calculer la digestibilité apparente de l'énergie et de l'azote. L'analyse statistique des données a été effectuée suivant la procédure ANOVA du logiciel StatView. Les essais ont été analysés séparément.

#### 1.2.2. Chez le porc charcutier

Deux essais de digestibilité iléale chez le porc charcutier ont été réalisés avec deux types de régimes (tableau 1) : un régime majoritairement à base de blé (essai 1) et un régime majoritairement à base d'orge (essai 2). Pour chacun de ces essais, 6 porcs charcutiers, mâles castrés avec anastomose iléo rectale, ont été alimentés successivement avec 3 régimes expérimentaux pendant trois semaines suivant un carré latin 3 x 3. Les régimes expérimentaux consistent en un régime témoin et deux régimes « enzymés ». Pour l'essai 1, la préparation enzymatique était sous forme de poudre, elle a été incorporée avant granulation à 50 et 100 g/t d'aliment. Pour l'essai 2, la préparation enzymatique était sous forme liquide, elle a été pulvérisée sur les granules à 0,2 et 0,3 l/t d'aliment. Les porcs ont été placés dans des cages de digestibilité individuelle et chaque régime expérimental a été distribué de façon *ad libitum* à tous les porcs durant une période de 7 jours. Durant les

**Tableau 1** - Composition et caractéristiques des régimes utilisés pour les essais de digestibilité chez le porcelet et le porc charcutier

Essai :	Porcelet		Porc	
	1	2	1	2
<b>Composition (g/kg)</b>				
Orge	691	-	97	480
Maïs	-	670	-	-
Blé	-	-	600	200
Tourteau de soja	246	240	-	267
Pois	-	-	114	-
Mélasse	-	40	-	-
Farine de poisson (30)	-	-	50	-
Huile de soja	26	-	-	-
Saindoux	-	-	-	19
Tourteau de tournesol (30)	-	-	100	-
Prémix	37	50	39	34
<b>Caractéristiques</b>				
EM (MJ/kg)	12,9	13,4	13,2	12,5
Lys (g/kg)	11	11	8	10

deux derniers jours, de chaque période, un bilan digestif a été réalisé par une mesure de la quantité d'aliment ingéré et une collecte total du jus iléal excrété (PICARD et al, 1984). Ce jus iléal a été pesé, homogénéisé et poolé par porc. Un échantillon de cet excréta (environ 400 g) est lyophilisé, après homogénéisation et sa teneur en énergie brute est mesurée par calorimétrie. Cette analyse a également été effectuée sur les aliments expérimentaux. L'analyse statistique des données a été effectuée suivant un carré latin (effet enzyme, effet période, interaction enzyme période) en utilisant le logiciel StatView. Les essais ont été analysés séparément.

### 1.3. Performances de croissance

#### 1.3.1 Chez le porcelet

Deux expériences de croissance ont été réalisées avec des porcelets nourris avec deux types de régimes supplémentés ou non avec la préparation multienzymatique (0,2 l/t). La composition des régimes expérimentaux utilisés dans chacun des essais est présentée dans le tableau 2. Le premier essai a été réalisé avec 48 porcelets sélectionnés sur la base de leur poids (8,0 kg). Ces 48 porcelets ont été divisés en deux groupes répartis en cages individuelles suivant un schéma en blocs. Les groupes ont été alimentés avec l'un des régimes expérimentaux pendant 35 jours. Le deuxième essai a été réalisé avec 232 porcelets sélectionnés sur la base de leur poids vif (10 kg). Ces 232 porcelets ont été divisés en deux groupes répartis en 4 loges de 28 ou 30 porcelets. Ils ont été nourris avec l'un des régimes expérimentaux pendant 42 jours. Au cours des deux essais, le gain de poids moyen quotidien (GMQ), l'ingéré journalier et l'indice de consommation ont été mesurés. L'analyse statistique des données a été effectuée suivant la procédure ANOVA du logiciel StatView. Les essais ont été analysés séparément.

#### 1.3.2. Chez le porc charcutier

Deux essais croissance ont été réalisés chez le porc charcutier avec deux types de régimes différents : un régime principalement à base d'orge et un régime principalement à base

de blé. Le premier essai croissance a été réalisé avec 60 porcs femelles en croissance de 30 kg à 100 kg. Ces 60 porcs ont été divisés en deux groupes de 30, répartis dans des loges en 6 répétitions de 5 porcs dans deux salles. Les groupes ont été nourris de façon *ad libitum* avec, soit le régime témoin, soit le régime supplémenté avec la préparation multienzymatique (0,2 l/t). La composition des régimes utilisés est présentée dans le tableau 2. L'aliment croissance a été distribué durant la période de 30 à 60 kg. Deux aliments finition ont ensuite été distribués (Finition 1 de 60 à 90 kg et finition 2 de 90 à 100 kg). Le gain de poids moyen quotidien (GMQ), l'ingéré et l'indice de consommation ont été mesurés tous les 21 jours. L'analyse statistique des données a été effectuée suivant la procédure ANOVA du logiciel StatView. Le model statistique incluait l'effet régime, l'effet salle et le poids vif initial en covariable. Le deuxième essai a été réalisé avec 36 porcs mâles castrés divisés en quatre groupes de 9 porcs répartis dans des loges individuelles dans deux salles suivant un schéma en blocs. Les groupes ont été nourris avec un des quatre régimes expérimentaux. La composition des régimes de base est présentée dans le tableau 2 et les 4 régimes expérimentaux correspondent à 4 régimes avec des doses différentes d'enzymes (0, 0,2, 0,3 et 3,0 l/tonne d'aliment). L'alimentation des porcs a été restreinte et les quatre traitements expérimentaux ont reçu la même quantité d'aliment. Les porcs ont été pesés toutes les semaines. La fin de l'expérience et l'abattage des animaux ont été déclenchés à l'atteinte du poids de 103 kg. Le GMQ, l'indice de consommation ainsi que le nombre de jours mis pour atteindre les 103 kg ont été mesurés. Les analyses statistiques des données ont été effectuées suivant la procédure ANOVA du logiciel StatView.

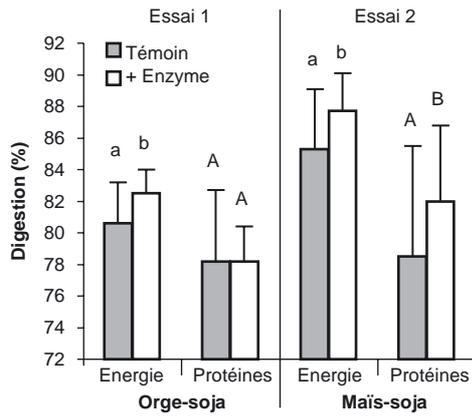
## 2. RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 2.1. Effet d'une préparation multienzymatique sur la digestion et les performances de croissance des porcelets.

La digestibilité de l'énergie et de l'azote des porcelets nourris, soit avec un régime à base d'orge et de tourteau de soja, soit avec un régime à base de maïs et de tourteau de soja

**Tableau 2** - Composition et caractéristiques des régimes utilisés pour les essais de croissance chez le porcelet et le porc

	Porcelet		Porc				
	Essai 1	Essai 2	Essai 1			Essai 2	
			Croissance	Finition		Croissance	Finition
			I	II			
<b>Composition (g/kg)</b>							
Orge	691	120	420,1	607,1	598,7	50	50
Blé	-	500	304,1	206,8	261,1	700	700
Seigle	-	100	-	-	-	-	-
Tourteau de soja	246	210	235,0	153,0	108,0	137	132,6
Pois	-	-	-	-	-	50	52,2
Huile de soja	26	30	-	-	-	21,2	22,4
Huile de colza	-	-	10,0	5,0	5,0	-	-
Prémix	37	40	30,8	28,1	27,2	41,8	42,8
<b>Caractéristiques</b>							
EM (MJ/kg)	12,9	13,9	13,6	13,2	13,2	13,6	13,6
Lys (g/kg)	11,0	13,0	9,0	7,1	6,6	10,1	9,1

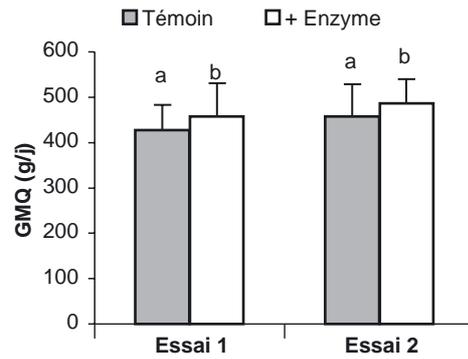


**Figure 1** - Digestibilité fécale de l'énergie et des protéines chez le porcelet nourri avec différents régimes supplémentés ou non avec la préparation multienzymatique

sont présentés dans la figure 1. Le gain de poids moyen quotidien des porcelets nourris avec un régime soit principalement à base d'orge (essai 1) soit principalement à base de blé (essai 2) sont présentés dans la figure 2.

Indépendamment du régime, la préparation enzymatique utilisée permet une amélioration significative ( $p < 0,05$ ) de la digestibilité de l'énergie (+ 2 points), une réduction de la variabilité individuelle et une augmentation de la vitesse de croissance des porcelets (+ 7 % de GMQ sur un régime à base d'orge et +6 % de GMQ sur régime à base de blé). Ces résultats sont en accord avec les études de LI et al (1996), YIN et al (2000) et OMOGBENIGUM et al (2004) qui montrent un effet positif de différents produits enzymatiques à activités carbohydrases sur la valeur énergétique des régimes à base d'orge, ou de blé et sur les performances de croissance des porcelets. Au contraire, TACKER et al (1992), BAIDOO et al (1998) et GILL et al (2000) n'avaient pu mettre en évidence d'amélioration. Alors que LI et al (1999) n'avaient pu mettre en évidence d'effet significatif de l'ajout d'enzymes  $\beta$ -glucanase et xylanase chez le porcelet en croissance nourris avec un régime purement maïs-soja, notre étude montre que l'ajout d'une préparation multi-enzymatique permet l'obtention d'une amélioration significative.

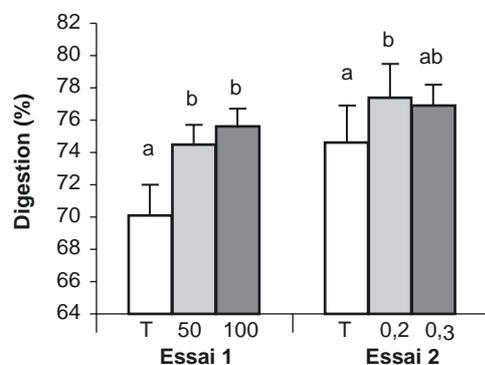
La variabilité des résultats obtenus chez les porcelets en croissance peut être liée à la composition et la teneur en polysaccharides non-amylacés des aliments. Les principaux PNA de l'orge sont des  $\beta$ -glucanes complexes (75 % des PNA de l'orge) (FINCHER, 1975 ; DE SILVA et al, 1983) tandis que les principaux PNA du blé et du maïs sont des pentosanes (SLOMINSKI, 2000) avec notamment des arabinoxylanes hautement substitués dans le maïs nécessitant des activités de débranchement des arabinoses pour leur dégradation. Pour les protéagineux (pois, tourteau de soja, colza etc...), les principaux PNA sont des arabinogalactanes, arabinanes, galactanes, galactomannanes, mannanes et substances pectiques. Malgré les changements de matières premières dans les aliments utilisés dans nos essais qui ont montré dans la littérature des variabilités de réponse aux enzymes, nous observons ici à chaque fois un effet bénéfique du produit testé. Il est probable que les nombreuses activités enzymatiques présentes dans le produit lui permette d'être actif sur une grande variété de matières premières.



**Figure 2** - Gain de poids moyen quotidien (GMQ) de porcelets nourris, pendant 35 jours (8-25 kg) pour l'essai 1 et 42 jours (10-30 kg) pour l'essai 2, avec différents régimes supplémentés ou non avec la préparation multienzymatique

## 2.2. Effet d'une préparation multienzymatique sur la digestion et les performances de croissance des porcs charcutiers.

Les résultats de digestibilité iléale de l'énergie des porcs charcutiers nourris avec un régime, soit principalement à base d'orge (essai 1), soit principalement à base de blé (essai 2), sont présentés dans la figure 3. Les performances de croissance des porcs de 30-100 kg sont présentées dans le tableau 3. La même préparation enzymatique que celle utilisée dans les essais porcelets améliore également la digestibilité iléale d'un régime principalement à base d'orge ou de blé (figure 3) ainsi que les performances de croissance des porcs charcutiers nourris avec un régime à base principalement d'orge. Dès la plus faible incorporation enzymatique (50 g/t ou 0,2 l/t), la digestibilité iléale de l'énergie est améliorée de 4,4 points avec le régime à base d'orge et de 2,8 points avec le régime à base de blé. Sur régime principalement à base d'orge (essai 1), l'amélioration des performances de croissance (+3,6 % de GMQ) conduit à l'obtention de porcs plus lourds de 2,8 kg à la fin de l'essai avec le régime « enzymé » par rapport au régime témoin. L'amélioration des performances est due à



**Figure 3** - Digestibilité iléale de l'énergie chez le porc nourri avec différents régimes supplémentés ou non avec la préparation multienzymatique (T = témoin, 50=50 g/t d'enzyme, 100=100g/t d'enzyme, 0,2=0,2 l/t d'enzyme, 0,3=0,3l/t d'enzyme)

**Tableau 3** - Performances de croissance des porcs charcutiers nourris avec un régime supplémenté ou non avec la préparation multienzymatique

	Essai 1				Essai 2						
	Témoin	+ Enzyme	SEM	P	Témoin	Enzyme (l/t)			Statistiques		
						0,2	0,3	3	RSD	T	R
Poids vif final (kg)	101,9	104,8	0,9	0,048	102,9	103,5	103,1	103,3	2,6	0,95	0,64
GMQ (kg/j)	0,923	0,956	0,012	0,049	0,939 <sup>a</sup>	0,982 <sup>b</sup>	0,976 <sup>ab</sup>	0,986 <sup>b</sup>	41	0,08	0,01
Aliment ingéré (kg/j)	2,505	2,537	0,046	0,615	2,282	2,281	2,284	2,283	35	0,99	0,97
Indice (g/g)	2,72	2,64	0,05	0,33	2,44 <sup>a</sup>	2,33 <sup>b</sup>	2,34 <sup>ab</sup>	2,32 <sup>b</sup>	0,10	0,07	0,01
Nbre de jours pour atteindre 105 kg	-	-	-	-	77,1	74,8	73,9	73,5	3,9	0,23	0,05

une augmentation numérique, quoique non significative, de l'ingéré moyen quotidien (+1,3 %) et à une diminution de l'indice de consommation (-3 %). Les mêmes observations ont été faites sur régimes principalement à base de blé avec une amélioration du GMQ et de l'indice de consommation de 4,6 % avec la plus faible dose d'incorporation de l'enzyme (tableau 3 deuxième essai). Le deuxième essai croissance montre également une réduction numérique, quoique non significative, du nombre de jours pour atteindre les 103 kg. Ces résultats sont en accord avec les résultats de certains essais qui montrent une amélioration de la digestibilité ou des performances de croissance des porcs sur régime à base d'orge de 9-60 kg (BAIDOO et al, 1998), de blé de 22-80 kg (VAN LUMEN et SCHULZE, 1996). Les enzymes à activités carbohydrases apparaissent donc bénéfiques également chez le porc en croissance ou en finition bien que ceux-ci aient une capacité de digestion des fibres supérieure aux porcelets (GRAHAM et al, 1988).

## CONCLUSION

Un produit enzymatique unique est capable d'améliorer à la fois la digestion de différents types d'aliment et les performances de croissance du post-sevrage jusqu'à l'abattage. Le large spectre d'action de ce produit est lié au fait que celui-ci possède un large panel d'activités enzymatiques (17 activités carbohydrases), des activités principalement rencontrées dans d'autres produits enzymatiques telles que les activités endoxylanases et  $\beta$ -glucanases jusqu'à des activités secondaires, telles que l'arabinofuranosidase, mais non moins indispensables à l'action des précédentes pour des substrats complexes.

## REMERCIEMENT

Nous remercions chaleureusement Roland Maillard, Guy Courtaud d'Adisseo-Commentry, Ruurd Zijlstra du Prairie Swine Research Center (Saskatoon, Canada) ainsi que Jean Noblet de l'INRA de St Gilles pour leur contribution dans ce travail.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAIDOO S.K., LIU Y.G., YUNGBLUT D., 1998. *Can. J. Anim. Sci.*, 78, 625-631.
- CLEOPHAS G.M.L., VAN HARTINGSVELDT W.A.C., VAN DER LUGT J.P.K., 1995. *World Poultry-Misset*, 4, 12-15.
- DAUMAS G., DHORNE T., 1997. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 29, 411-418.
- DE SILVA S., HESSELMAN K., AMAN P., 1983. *Swed. J. Agric. Res.*, 13, 211-219.
- FINCHER G.B., 1975. *J. Inst. Brew.*, 81, 116-122.
- GILL B.P., MELLANGE J., ROOKE J.A., 2000. *Anim. Sci.*, 70, 107-118.
- GRAHAM H., LOWGREN W., PETTERSON D., AMAN P., 1988. *Nutr. Rep. Intern.*, 38, 1073-1079.
- LI D., LIU S.D., QIAO S.Y., YI G.F., LIANG C., THACKER P., 1999. *Asian-Australia J. Anim. Sci.*, 12, 411-416.
- LI S., SAUER W.C., HUANG S.X., GABERT V.M., 1996. *J. Anim. Sci.*, 74, 1649-1656.
- MATHLOUTHI, N., SAULNIER L., QUEMENER, B. AND LARBIER, M. 2002. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 50, 5121-5127.
- MENG X.F., OMOGBENIGUN F.O., NYACHOTI M.C., SLOMINSKI B.A., 2002. *J. Anim. Sci.*, 80, 253 (abstract).
- OMOGBENIGUN F.O., NYACHOTI C.M., SLOMINSKI B.A., 2004. *J. Anim. Sci.*, 82, 1053-1061.
- PICARD M., BERTRAND S., GENIN F., MAILLARD M., 1984. *Journées de la Recherche Porcine en France*, 16, 355-360.
- SLOMINSKI B.A., 2000. *Proc. 21<sup>st</sup> Western Nutrition Conf. Winni-peg, MB, Canada*.
- THACKER P.A., CAMPBELL G.L., GROOT WASSINK J.W.D., 1992. *Can. J. Anim. Sci.*, 72, 395-402.
- VAN LUMEN, T.A., SCHULZE, H., 1996. *Can. J. Anim. Sci.*, 76, 271-273.
- YIN Y.L., Mc EVOY J.D.G., SCHULZE H., Mc CRACKEN K.J., 2000. *Anim. Sci.* 70, 63-72.