

Incidence de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac

Nadine GUINGAND (1), Laure DEMERSON (2), Jiri BROZ (2)

(1) Institut Technique du Porc, 35650 Le Rheu

(2) DSM Nutritional Products, CH-4070 Basel, Suisse

Avec la collaboration technique du personnel de la station ITP de Villefranche de Rouergue

Incidence de l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac

Une bande de 120 porcs charcutiers répartie en trois salles de 40 porcs chacune a été mise en expérimentation au sein de la station ITP de Villefranche de Rouergue. Deux niveaux d'apport d'acide benzoïque, 0,5 % et 1 %, ont été comparés à un témoin pour leur incidence sur les performances zootechniques et l'émission d'ammoniac. A l'entrée en engraissement, les porcs ont été mis en lots par poids et par sexe et pesés individuellement, ainsi que toutes les 6 semaines jusqu'au départ pour l'abattoir. Les animaux ont reçu des aliments de type bi-phase CORPEN, soit un aliment croissance à 16,5 % de MAT de l'entrée en engraissement jusqu'à un poids de 65 kg et un aliment finition à 15 % de MAT de 65 kg à l'abattage, vers 115 kg. Concernant la configuration des salles, le sol est de type caillebotis béton avec stockage des lisiers en préfosse indépendantes durant toute la durée d'engraissement. L'entrée d'air est assurée par un plafond diffuseur et l'extraction est de type « basse » avec cheminée. Aucun effet statistiquement significatif de l'incorporation d'acide benzoïque n'a été mis en évidence sur les performances zootechniques, GMQ et indice de consommation. Par contre, les concentrations d'ammoniac dans l'air ambiant et l'émission d'ammoniac ont été significativement réduites par l'incorporation de 1 % d'acide benzoïque, cette réduction atteignant 200 grammes pour l'émission par porc produit, en comparaison du lot témoin. Le pH urinaire est également réduit d'un point et contribue à la réduction de l'émission d'ammoniac observée.

Effects of addition of benzoic acid in growing-finishing pig feed on performance and ammonia emission

An experiment was carried out with 120 fattening pigs (60 females and 60 castrated males) from 30 to 115 kg live-weight. They were shared into three groups of 40 pigs in order to evaluate the effect of the incorporation of benzoic acid in the diet on performance and ammonia emission. Two levels of incorporation were compared to a control diet, i.e. 0.5% and 1% of benzoic acid. The pigs were split up according to entry weight and sex. Individual weights were measured, at the beginning then each 6 weeks till slaughter. Feed composition was in accordance to CORPEN requirements i.e. 16.5% protein during the growing stage (under 65 kg weight) and 15% protein in the finishing period (from 65 kg to slaughter, close to 115 kg). The pen floor was made of concrete slats on the whole area and the slurry was stored in separate pits during the whole fattening period. The air entered through a perforated ceiling was extracted under the floor through a chimney. No significant effect of benzoic acid was observed on Average Daily Gain and on feed conversion ratio. But a significant effect of treatment was observed with the 1 % level on ammonia concentration in the air and on ammonia emission per pig per day. Adding 1% of benzoic acid to the feed of growing-finishing pigs led to a reduction of ammonia emission, i.e. 200 g per pig when compared to the control group. Urinary pH, measured during the whole fattening period, was also significantly affected : 1 point lower than for the control group. This decrease of urinary pH was assumed to be one of the reasons explaining the reduction of observed ammonia emission.

INTRODUCTION

Depuis la publication de l'arrêté du 24 décembre 2002 au Journal Officiel du 07 mars 2003, certaines Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation doivent déclarer les émissions de polluants atmosphériques liées à leurs activités au 1^{er} avril de chaque année. Cet arrêté est la conséquence directe de la directive européenne 2001/81 sur la fixation des plafonds nationaux d'émissions de certains polluants atmosphériques comme l'ammoniac. Sont concernés à ce titre les élevages de porcs de plus de 2 000 emplacements de porcs de plus de 30 kg ou 750 emplacements de truies. Cette déclaration est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission d'ammoniac par type d'animal et sur les effectifs présents. Certains abattements, dont l'utilisation d'additifs, peuvent être intégrés dans le calcul de l'émission nette d'ammoniac.

Dans une démarche globale d'acquisition de données sur les voies de réduction des émissions d'ammoniac en porcherie, une étude a été mise en place pour déterminer l'incidence de l'incorporation d'acide benzoïque sur l'émission d'ammoniac en engraissement.

L'incorporation d'acide benzoïque ($C_7H_6O_2$) dans l'alimentation des porcs charcutiers est autorisée par la législation européenne actuellement en vigueur, dans la catégorie des régulateurs d'acidité, à des taux d'incorporation compris entre 0,5 et 1 %. L'utilisation d'acides dans l'alimentation des porcs a fait l'objet d'un certain nombre d'études, principalement pour leur incidence sur le statut digestif de l'animal et les performances zootechniques. Cependant, l'intérêt de ces produits pour la réduction de certains impacts environnementaux comme les émissions d'ammoniac a été peu abordé.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Animaux et bâtiment

L'étude a été réalisée au sein de la Station d'Expérimentation Nationale Porcine de l'ITP à Villefranche de Rouergue (12 - France) sur une bande de 120 porcs charcutiers répartis dans trois salles identiques de 8 cases de 5 animaux. Le sol est de type caillebotis béton avec stockage des déjections en préfosse sur l'ensemble de l'engraissement. Par salle, deux préfosse indépendantes stockent le lisier de 4 cases de 5 porcs. L'entrée d'air se fait par un plafond diffuseur et l'extraction d'air, dite basse, est réalisée sous le caillebotis par cheminée. La surface par porc est de 0,65 m². L'aliment est distribué sans restriction aux animaux. Le régime alimentaire est de type bi-phase CORPEN avec un aliment croissance distribué jusqu'à 60-65 kg et un aliment finition distribué jusqu'à l'abattage (tableau 1). Les deux régimes contenant l'acide ont été formulés pour une incorporation de 0,5 et de 1 % d'acide benzoïque et un niveau en énergie nette (EN) et Lysine Digestible/EN équivalents à ceux du régime témoin.

1.2. Mesures sur les animaux

Les animaux ont été pesés individuellement à leur entrée en engraissement puis toutes les trois semaines jusqu'au départ pour l'abattoir. Les aliments distribués sont pesés case par case lors de la distribution quotidienne permettant ainsi de

calculer l'indice de consommation par case sur l'ensemble de l'engraissement.

Des prélèvements d'urine ont été réalisés sur 10 porcs par salle au cours de six campagnes de mesures réparties sur la période d'engraissement (à 15, 28, 44, 58, 71 et 83 jours d'engraissement) en vue de déterminer l'incidence du taux d'incorporation de l'acidifiant dans l'aliment, sur le pH urinaire. La mesure du pH a été réalisée sur site immédiatement après le prélèvement sur l'animal.

A l'issue du dernier départ pour l'abattoir, un échantillon moyen de lisier a été réalisé dans chacune des deux salles et le pH, la matière sèche, la concentration en azote total et en azote ammoniacal ont été mesurés.

1.3. Mesures sur l'ambiance

Les paramètres physiques d'ambiance, ainsi que les consignes de ventilation, ont été enregistrés sur toute la période de présence des animaux en engraissement.

La concentration en ammoniac dans l'ambiance (exprimée en ppm) a été mesurée à l'aide de tubes diffuseurs au niveau de trois sites par salle et à deux hauteurs (0,3 et 1 mètre) au-dessus du caillebotis. La concentration en ammoniac dans l'air extrait a été mesurée par barbotage en solution acide et est exprimée en mg/m³ d'air. Douze campagnes de mesures de la concentration en ammoniac dans l'ambiance et dans l'air extrait ont été réalisées au rythme d'une par semaine entre l'entrée en engraissement et le premier départ pour l'abattoir.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel S.A.S (version 2000). Pour les performances zootechniques, les analyses ont intégré l'effet du traitement et du poids à l'entrée en engraissement ; pour la concentration et de l'émission d'ammoniac, l'effet du traitement, de l'âge des animaux et du site de mesure.

2. RÉSULTATS

2.1. Performances zootechniques

Le tableau 2 regroupe l'ensemble des performances zootechniques mesurées et calculées sur les trois salles au cours de la période d'engraissement.

Le poids moyen à l'entrée en engraissement est identique dans les trois salles, ce qui permet de comparer entre salles les performances de gain de poids sur l'ensemble de la période d'engraissement. Un léger avantage en terme de performances zootechniques apparaît en faveur des animaux ayant consommé un régime alimentaire contenant de l'acide benzoïque. Cependant, aucun effet statistiquement significatif n'a été mis en évidence et ce, quelque soit le taux d'incorporation (0,5 ou 1 %).

2.2. Ammoniac

2.2.1. Dans l'ambiance

Les valeurs moyennes de concentration en ammoniac dans l'ambiance de la salle témoin sont en accord avec les

Tableau 1 - Composition et caractéristiques nutritionnelles des aliments impliqués dans l'étude

		ALIMENT TEMOIN	ALIMENT 0,5 %	ALIMENT 1 %
Aliment croissance	Blé	47	46	45
	Orge	23	23	23
	Pois	15	15	15
	T.Soja VdR 04 46% MAT	7,8	8,1	8,4
	T. Colza	3	3	3
	Huile soja	0	0,3	0,65
	Carbonate de calcium	1,08	1,02	1
	Phosphate bicalcique	0,28	0,29	0,3
	Blé pré-mélange	1,315	1,28	1,145
	Lysine pure	0,325	0,32	0,31
	Méthionine pure	0,075	0,075	0,075
	Thréonine pure	0,115	0,11	0,11
	Tryptophane pur	0,01	0,01	0,101
	Acide benzoïque	0	0,5	1
	Premix 1 %	1	1	1
	Matière sèche	88,8	88,9	89
	Cellulose (%)	4,4	4,4	4,4
	Matières grasses (%)	1,9	2	2,6
	Protéines brutes (%)	16,6	16,8	16,9
	Calcium (%)	0,8	0,9	0,8
Amidon (%)	49,9	48,4	48,5	
Pouvoir tampon (ml HCl 0,1)	29,97	27,21	25,2	
Energie nette (MJ/kg)	9,81	9,81	9,81	
Lysine digestible (g/kg)	8,84	8,84	8,81	
Aliment finition	Blé	54	54	54
	Orge	20	20	20
	Pois	15	15	15
	T. Soja VdR 04 46 % MAT	5,4	5,7	6
	Huile soja	0	0,3	0,63
	Carbonate de calcium	1,35	1,3	1,3
	Blé pré-mélange	2,715	1,67	0,545
	Lysine pure	0,34	0,335	0,33
	Méthionine pure	0,07	0,07	0,07
	Thréonine pure	0,115	0,115	0,115
	Tryptophane pur	0,01	0,01	0,01
	Acide benzoïque	0	0,5	1
	Premix 1 %	1	1	1
	Matière sèche	89,8	89,9	89,8
	Cellulose (%)	4	2	4
	Matières grasses (%)	1,6	4	2,6
	Protéines brutes (%)	15,5	15,6	15,5
	Calcium (%)	0,8	0,8	0,8
	Amidon (%)	53,2	52,4	52,4
	Pouvoir tampon (ml HCl 0,1)	27	27,2	24,9
Energie nette (MJ/kg)	10,05	10,05	10,05	
Lysine digestible (g/kg)	8,01	8,02	8,02	

valeurs établies par GUINGAND (2003) pour des porcs à l'engraissement en période chaude. Dans les trois salles, les concentrations mesurées à 0,30 m au-dessus du caillebotis ne présentent pas de différence statistiquement significative par rapport à celles mesurées à 1 m ; aucun effet du site de mesure n'a été mis en évidence, témoignant de la très

bonne homogénéité de l'air ambiant dans chacune des salles.

Dans nos conditions d'étude, l'incorporation de 0,5 % et de 1 % d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers permet de réduire significativement la concentration en ammoniac dans l'ambiance.

Tableau 2 - Incidence du traitement sur les performances zootechniques

	Salle témoin	Salle 0,5 %	Salle 1 %	ETR ⁽¹⁾	T ⁽²⁾
Poids moyen entrée engraissement (kg)	28,8	28,7	28,8	1,3	NS
Poids moyen à l'abattage (kg)	111,7	112,4	112,8	4,0	NS
Durée d'engraissement (j)	102,3	101,8	102,3	5,9	NS
GMQ période croissance (g/j)	865,5	877,1	879,3	56,8	NS
GMQ période finition (g/j)	781,2	793,9	785,9	76,4	NS
GMQ global (g/j)	806,7	817,8	815,4	57,4	NS
IC période croissance (kg/kg)	2,32	2,28	2,22	0,09	NS
IC période finition (kg/kg)	3,16	3,16	3,13	0,24	NS
IC global (kg/kg)	2,80	2,78	2,74	0,15	NS

⁽¹⁾ ETR : Ecart-Type Résiduel

⁽²⁾ T : effet statistique du traitement : NS : P>0,1 - * : P<0,05 - ** : P<0,01 - *** : P<0,001

Tableau 3 - Concentration moyenne en ammoniac dans l'ambiance selon le traitement

Concentration en ammoniac (ppm)	Salle témoin	Salle 0,5 %	Salle 1%	ETR ⁽¹⁾	T ⁽²⁾
à 30 cm du sol	4,5a	3,5b	3,4b	1,1	***
à 1 m du sol	4,6a	3,4b	3,4b	1,1	***
Moyenne	4,5a	3,4b	3,4b	1,1	***

⁽¹⁾ ETR : Ecart-Type Résiduel

⁽²⁾ T : effet statistique du traitement : NS : P>0,1 - * : P<0,05 - ** : P<0,01 - *** : P<0,001

(a,b) les différences entre valeurs d'une même ligne non suivies de la même lettre sont statistiquement significatives

Tableau 4 - Emission moyenne d'ammoniac selon le traitement

	Salle témoin	Salle 0,5 %	Salle 1%	ETR ⁽¹⁾	T ⁽²⁾
Concentration en ammoniac (mg/m ³)	7,8 a	7,0 a	5,9 b	1,2	**
Débit de ventilation (m ³ /h/p)	43,2	47,1	44,6	11,5	NS
Emission d'ammoniac (g/p/j)	8,08 a	7,79 a	6,14 b	1,8	*

⁽¹⁾ ETR : Ecart-Type Résiduel

⁽²⁾ T : effet statistique du traitement : NS : P>0,1 - * : P<0,05 - ** : P<0,01 - *** : P<0,001

(a,b) les différences entre valeurs d'une même ligne non suivies de la même lettre sont statistiquement significatives

2.2.2. A l'extraction

Le tableau 4 rapporte les valeurs moyennes de concentration en ammoniac obtenues dans l'air extrait (mg/m³) et les niveaux d'émission par animal calculés, journaliers (en g/jour) ou globaux sur la période (en kg).

La concentration en ammoniac dans l'air extrait de la salle témoin est de 7,8 ± 1,3 mg/m³ ce qui correspond aux valeurs de référence proposées par GUINGAND (2003) pour une salle d'engraissement en période chaude.

L'effet du traitement ressort de manière statistiquement significative avec le niveau d'incorporation de 1 % ; par contre, au taux d'incorporation de 0,5 %, le niveau du lot traité, quoique légèrement plus faible que le témoin, n'en diffère pas significativement : la concentration moyenne en ammoniac est inférieure au témoin de 1,9 mg/m³ avec une incorporation de 1 %, et de 1,1 mg/m³ avec une incorporation de 0,5 %.

Le débit de ventilation par porc de la salle témoin est de l'ordre de 43 m³/h ce qui est tout à fait représentatif des débits moyens

appliqués en période chaude pour la période d'engraissement. Aucun effet significatif du traitement sur les débits n'a été mis en évidence ce qui autorise à considérer que les différences observées tant pour les concentrations en ammoniac dans l'air extrait que pour les émissions d'ammoniac par porc sont bien imputables à l'effet du traitement et non à la ventilation.

L'émission journalière d'ammoniac par porc est proche de 8 grammes, ce qui est en accord avec la valeur moyenne de référence de 8,8 grammes donnée par GUINGAND (2003) pour la période chaude en engraissement. Les émissions d'ammoniac par porc et par jour de la salle témoin et de la salle 0,5 % sont équivalentes alors que celle du lot ayant reçu 1 % d'acide benzoïque est significativement plus faible, soit 6,14 grammes/porc/jour. Ce niveau d'incorporation conduit également à une réduction statistiquement significative de l'émission globale d'ammoniac par porc.

2.3. Incidence du traitement sur le pH urinaire

Le pH de l'urine fraîche d'un porc charcutier est de l'ordre de 7 (CANH et al, 1997). La valeur moyenne observée dans

le cas présent pour les animaux de la salle témoin est en accord avec cette référence. L'effet du traitement sur l'acidification des urines est statistiquement significatif pour les deux niveaux d'incorporation d'acide benzoïque étudiés ; la différence entre les deux lots traités, 0,5 et 1 %, est elle-même significative : ainsi, l'incorporation de 0,5 % d'acidifiant permet une réduction du pH de 0,3 point, celle de 1 % de 0,9 point de pH.

2.4. Lisier

Par salle, deux échantillons moyens de lisier ont été prélevés pour analyse après le dernier départ des animaux pour l'abattoir. Aucun effet du traitement n'a pu être mis en évidence pour les caractéristiques des lisiers. Le rapport entre l'azote ammoniacal et l'azote total varie entre 76 et 79 % dans les trois échantillons, mais sans lien notable avec le traitement.

3. DISCUSSION

Dans cet essai, l'effet de l'incorporation d'acide benzoïque (0,5 et 1 %) dans l'alimentation des porcs charcutiers a été étudié sur les performances zootechniques et sur l'émission d'ammoniac.

Concernant les performances zootechniques, aucun effet statistiquement significatif n'a été observé et ceci pour les deux modalités d'incorporation de l'acide benzoïque dans l'aliment. Sur l'ensemble de la période d'engraissement, les valeurs moyennes de GMQ et d'indice de consommation sont équivalentes entre les traitements. Cependant, sur la période croissance, l'indice de consommation des animaux ayant consommé l'aliment contenant 1 % d'acide benzoïque est inférieur de 0,1 point à celui des animaux de la salle témoin. Cette différence n'est cependant pas statistiquement significative. Un effet de l'acide benzoïque sur l'amélioration des performances zootechniques et particulièrement sur l'indice de consommation avait été montré par VAN DER PEET-SCHWERING et al en 1999. Les auteurs de ce travail mettaient en évidence, en relation avec l'incorporation de 1 % d'acide benzoïque, des évolutions significatives des performances : réduction de 0,1 point de l'indice de consommation, augmentation de 40 grammes du GMQ. De même,

DEN BROK et al observent en 1999 une amélioration significative des performances zootechniques de porcs charcutiers ayant consommé un aliment contenant 1 % d'un mélange contenant au moins 70 % d'acide benzoïque. Dans un travail non encore publié, l'ITP observe également, pour une incorporation de 0,5 % d'acide benzoïque, une réduction significative de l'indice de consommation. L'amélioration des performances zootechniques, particulièrement de l'indice de consommation, s'expliquerait par une meilleure digestibilité des acides aminés.

Concernant l'ammoniac, l'incorporation d'acide benzoïque ne permet dans nos conditions expérimentales une réduction significative de l'émission par porc qu'avec un taux d'incorporation de 1 %. L'émission d'ammoniac par porc et par jour est alors réduite à 6,14 grammes contre 8,08 grammes mesurée au niveau de la salle témoin. Le calcul de la quantité d'ammoniac émise dans l'air par porc charcutier peut être réalisé en multipliant cette émission journalière par la durée moyenne de présence des animaux pour le traitement considéré. La quantité d'ammoniac émise par un porc de la salle témoin est alors de 827 grammes contre 793 grammes avec une incorporation de 0,5 % et 628 grammes avec un apport de 1 % (soit une réduction de près de 200 grammes par porc, ou encore de l'ordre de 600 grammes par place de porc charcutier).

L'incidence attendue de l'incorporation d'acide benzoïque sur l'émission d'ammoniac était imputée a priori à un abaissement du pH urinaire. Ceci est effectivement observé dans nos conditions d'étude, le pH urinaire des porcs ayant consommé un aliment avec 1 % d'acide benzoïque étant réduit de 1 point par rapport au témoin. Cet effet de l'acide benzoïque sur le pH urinaire a déjà été montré par VAN DER PEET-SCHWERING et al (1999) et par DEN BROK et al (1999). Le processus de production d'ammoniac, produit de la dégradation de l'urée présente dans les urines, par l'uréase présente dans les fécès, débute dès la mise en contact de l'urine avec les fécès encore présents sur le caillebotis. L'émission d'ammoniac est alors influencée par la concentration en ammonium, le pH et la température (MUCK et STEENHUIS, 1981). L'équilibre entre ammoniac et ammonium dans ce mélange fécès-urine présent sur les sols est orienté vers un maintien des ions ammonium du fait du pH

Tableau 5 - Incidence de l'apport d'acide benzoïque sur le pH urinaire

	Salle témoin	Salle 0,5%	Salle 1%	T ⁽²⁾
pH urinaire	7,3 ± 0,2 (a)	7,0 ± 0,5 (b)	6,4 ± 0,6(c)	***

NS : T>0,10 - + T<0,10 - * : T<0,05 - ** : T<0,01 - *** : T<0,001

(a,b) les différences entre valeurs d'une même ligne non suivies de la même lettre sont statistiquement différentes

Tableau 6 - Caractéristiques moyennes des lisiers en fin d'engraissement selon le traitement

Traitement	Matière Sèche (%)	pH	Azote ammoniacal (g/kg)	Azote total (g/kg)
Témoin	8,77	7	6,77	8,54
0,50%	8,51	6,8	6,48	8,59
1%	8,82	6,8	6,63	8,66

acide des urines. L'émission d'ammoniac par les surfaces souillées serait alors réduite, contribuant ainsi à la réduction globale d'émission par porc, si l'on considère, avec HOEKSMAN et al (1992), que l'émission d'ammoniac provient pour 2/3 de la préfosse et pour 1/3 des sols.

La réduction du pH urinaire n'engendre pas de réduction notable du pH des lisiers dans nos conditions d'étude. Contrairement aux observations réalisées par VAN DER PEET-SCHWERING et al (1999), le pH et le rapport azote ammoniacal/azote total des lisiers sont équivalents pour les trois traitements. Il faut cependant noter que, dans la présente étude, la caractérisation des lisiers n'a été réalisée qu'en fin de bande, tandis que les auteurs précités analysaient la composition des lisiers en continu tout au long de la phase d'engraissement.

CONCLUSION

Dans nos conditions expérimentales, l'incorporation d'acide benzoïque dans l'alimentation des porcs charcutiers n'a pas d'incidence sur leurs performances zootechniques. Par contre, l'incorporation au taux de 1 % contribue à réduire l'émission d'ammoniac, particulièrement celle imputable aux sols souillés par les urines et les fécès. L'émission d'ammoniac par le bâtiment est alors réduite de 200 grammes par porc produit, soit une baisse de 25 %. Si l'on considère que l'émission par le bâtiment représente environ 60 % de l'émission totale (CORPEN, 2003), cette réduction observée de 25 % de l'émission d'ammoniac correspondrait à un abattement de 15 % de l'émission totale d'ammoniac par porc à l'engrais, incluant l'émission par le bâtiment, lors du stockage et de l'épandage des déjections.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CANH T.T., VERSTEGEN M.W.A, AARNINK A.J.A, SCHRAMA J.W., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 700-706.
- CORPEN, 2003. Estimation des rejets d'azote-phosphore-potassium- cuivre et zinc des porcs, 41.
- DEN BROK G.M., HENDRIKS J.G.L., VRIELINK M.G.M., VAN DER PEET-SCHWERING C.M.C, 1999. Research Report P1.194, Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, 27.
- GUINGAND N., 2003. *TechniPorc*, vol.(26), 3, 17-24.
- HOEKSMAN P., VERDOES N., OOSTHOEK J., VOERMANS J.A.M., 1992. *Livest. Prod. Sci.*, 31, 121-132.
- MUCK R.E., STEENHUIS T.H., 1981. In Proc. Fourth Int. Symp. Livest. Wastes, ASAE St Joseph MI, 406.
- VAN DER PEET-SCHWERING C.M.C., VERDOES N., PLAGGE J.G., 1999. Research Report P1.212, Research Institute for Pig Husbandry, Rosmalen, 24.