

Réduction des rejets en phosphore des porcs charcutiers par la suppression de la supplémentation minérale en phosphore et par l'ajout de phytase microbienne dans des régimes à activité phytasique modérée

Frédéric PABOEUF (1), Alain POINTILLART (2), Marina MAHE (3), Herminie L. LACROIX (2), Louis NEVEU (1), Catherine CALVAR (4), Brigitte LANDRAIN (5), Hervé ROY (6)

(1) Chambre d'agriculture des Côtes d'Armor, Service Recherche et production - BP 540, 22195 Plérin Cedex.

(2) INRA, Laboratoire de Nutrition et Sécurité Alimentaire - 78352 Jouy-en-Josas Cedex.

(3) Institut Universitaire de Technologie, Département Génie Biologique - BP 45, 29284 Brest Cedex.

(4) Etablissement Départemental de l'Élevage du Morbihan - B.P. 77, 56002 Vannes Cedex.

(5) Chambre d'agriculture du Finistère, Etablissement Départemental de l'Élevage - B.P.504, 29322 Quimper Cedex.

(6) Chambre d'agriculture d'Ille et Vilaine, Etablissement Départemental de l'Élevage - C.S. 14226, 35042 Rennes Cedex.

Avec la collaboration technique de J. Le Pan (1), M. Gautier (1), D. Lesaichere (1),

l'établissement LE MEN et la firme Mg2Mix

Réduction des rejets en phosphore des porcs charcutiers par la suppression de la supplémentation minérale en phosphore et par l'ajout de phytase microbienne dans des régimes à activité phytasique modérée.

La suppression de la supplémentation minérale en phosphore et l'intérêt de l'ajout de phytase microbienne dans l'aliment en phase de croissance et de finition dans une conduite alimentaire de type biphasique sont étudiés à l'aide de 4 régimes à base de maïs et de blé. Le premier régime (MinCF) contient 0,54 % et 0,44 % de phosphore total respectivement en croissance et en finition. Il est supplémenté en phosphate bicalcique. Le phosphore du second (T) est apporté essentiellement par le blé (et les autres matières premières) soit 0,36 à 0,34 % de phosphore total respectivement en croissance et en finition. Le troisième régime (PhC), analogue au second, est supplémenté en phytase microbienne uniquement en croissance (de 28 kg à 60 kg de poids vif). Enfin, le dernier régime (PhCF) est également comparable au second mais supplémenté en phytase microbienne en croissance et en finition (soit de 28 kg à 108 kg de poids vif). Les écarts de performances de croissance et de carcasse entre les 4 régimes ne sont pas significatifs. Cependant, les animaux des régimes T et PhC ont un IC en phase de finition en retrait par rapport aux 2 autres régimes. Même si les animaux des régimes T et PhC ont des valeurs de moments de flexion des métacarpiens légèrement plus faibles que celles des porcs des 2 autres régimes, les différences entre les régimes ne sont pas significatives. Enfin, comparativement au régime MinCF, la diminution d'excrétion de phosphore est de 43 % pour le régime PhCF et autour de 41 % pour les régimes T et PhC. L'ensemble de ces résultats suggère que la présence dans l'aliment de phytase végétale et microbienne permet de supprimer l'incorporation de phosphore inorganique dans l'aliment des porcs charcutiers.

The effect of a microbial phytase supplement and no mineral phosphorus supplement in growing/finishing pig diets, with average levels of plant phytase activity, on performance and excretion of phosphorus

The effects of a microbial phytase supplement during the growing/finishing period (from 25 to 60 kg and from 60 to 107 kg) and the absence of a mineral phosphorus supplement on growth performance, bone resistance and phosphorus excretion were studied in 120 crossbred pigs (60 castrated males, 60 females). The pigs were allocated to 4 dietary treatments (MinCF, T, PhC, PhCF). The principal raw materials used in the diets were wheat (40 %) and maize (35 %). MinCF was supplemented with phosphorus (total P content : 0.53 % during growing and 0.43 % during finishing periods respectively). The second diet T was not supplemented with phosphorus (total P content : 0.36 % during growing and 0.34 % during finishing periods respectively). PhC and PhCF were identical to diet T but supplemented with 500 UI phytase «Natuphos»/kg during the growing period (PhC) and during the growing + finishing periods (PhCF). The pigs were slaughtered at market body weight (approximately 107 kg) and the following parameters were analysed : average daily gain (ADG), feed conversion ratio (F/G), carcass traits (muscle percentage TVM, backfat thickness G1/G2 and loin muscle thickness M2), bone resistance and P excretion. Pigs in the MinCF, T, PhC and PhCF groups had the same mean ADG, F/G and carcass traits, except for the F/G measurement which was higher in T and PhC during the finishing period. Bone resistance of the 2 metacarpal bones (III and IV) was similar in the 4 groups. Phosphorus excretion was lower in T, PhC and PhCF than that MinCF (-41 % and -43 % respectively). These results showed that the presence of both plant and microbial phytase activity can remove the need for phosphorus supplements in the diets of growing/finishing pigs.

INTRODUCTION

Les mesures préventives de diminution des rejets en phosphore font l'objet de nombreuses investigations. Il s'agit notamment de mieux valoriser le phosphore phytique des graines grâce à la présence de phytase végétale et à l'ajout de phytase microbienne (POINTILLART et al, 1987 ; EECKHOUT et DEPAEPE, 1992 ; PABOEUF et al, 1999). La réduction de la supplémentation minérale ainsi permise contribue à diminuer les rejets en phosphore des porcs (CASADO et al, 1993 ; PABOEUF et al, 1999, 2001).

L'utilisation de matières premières présentant une forte activité phytasique permet de supprimer la supplémentation miné-

rale en phosphore chez le porc (POINTILLART et al, 1993 ; PABOEUF et al, 1999). Cependant, peu d'espèces végétales ont une activité phytasique élevée hormis le blé, le seigle et le triticale. L'incorporation de phytase microbienne dans l'aliment améliore également l'utilisation du phosphore phytique par l'animal notamment lorsque les matières premières végétales sont pauvres en phytase (LATIMIER et al, 1994 ; CHAUVEL et al, 1997 ; JEAN DIT BAILLEUL et al, 2001).

Le travail présenté répond à un double objectif. D'une part, il s'agit d'évaluer l'impact de l'absence de supplémentation minérale en phosphore sur les performances zootechniques et sur les rejets des porcs charcutiers alimentés avec des régimes dont l'activité phytasique naturelle est modérée.

Tableau 1 - Composition et caractéristiques prévues des régimes

Régimes	CROISSANCE			FINITION		
	MinCF	T	PhC-PhCF	MinCF	T-PhC	PhCF
Matières premières (%)						
Blé	43,60	43,60	43,60	42,40	42,40	42,40
Maïs	30,00	30,00	30,00	35,00	35,00	35,00
Soja Brésil 48	17,60	17,60	17,60	13,84	14,07	14,07
Pois de printemps	3,40	3,40	3,40	3,50	3,50	3,50
Mélasse de canne	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
L Lysine	0,18	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15
L Thréonine	0,05	0,05	0,05	0,01	0,01	0,01
Carbonate de calcium	1,35	1,91	1,91	1,60	1,97	1,97
Phosphate bicalcique	0,89	-	-	0,58	-	-
Sel	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
COV 0,5%	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Phytase Natuphos	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Valeurs prévues (/kg)						
Matière sèche g	864,2	864,0	864,0	833,3	863,1	863,1
Amidon g	460,2	461,6	461,6	483,1	484,7	484,7
Matière grasse g	26,1	26,2	26,2	27,1	27,2	27,2
Acide linolique g	12,0	12,1	12,1	12,5	12,6	12,6
Cellulose Weende g	24,1	24,2	24,1	23,7	23,7	23,7
Matière azotée totale g	164,3	165,0	165,0	150,0	150,0	150,0
Lysine totale g	9,5	9,5	9,5	8,4	8,4	8,4
Méthionine totale g	2,6	2,6	2,6	2,3	2,3	2,3
Méth. + Cyst. totaux g	5,8	5,8	5,8	5,3	5,3	5,3
Thréonine totale g	6,5	6,5	6,5	5,8	5,8	5,8
Tryptophane total g	1,9	1,9	1,9	1,6	1,7	1,7
Lysine digestible g	8,6	8,6	8,6	7,6	7,6	7,6
Matières minérales g	48,0	45,0	45,0	45,4	43,3	43,3
Calcium g	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Phosphore total g	5,2	3,6	3,6	4,5	3,5	3,5
Phosphore digestible* g	2,9	1,3	1,3	2,3	1,2	1,2
Activité phytasique UP	259	259	259	253	253	253
Energie digestible ED Kcal	3250	3261	3261	3258	3258	3250
Energie nette EN MJ	9,87	9,90	9,90	10,01	10,01	9,99

* Valeurs obtenues par le logiciel PORFAL

Tableau 2 - Caractéristiques chimiques après analyse

Régimes (/kg)	CROISSANCE			FINITION		
	MinCF	T	PhC-PhCF	MinCF	T-PhC	PhCF
Matière sèche g	873,8	876,4	879,2	859,6	864,2	862,7
Matières minérales g	52,4	46,2	44,8	47,9	43,0	42,5
Protéines g	165,0	168,0	162,0	144,0	149,0	145,0
Cellulose Weende g	32,6	31,5	29,8	25,8	25,2	24,4
Matières grasses g	24,2	26,9	23,5	24,2	24,6	23,9
Amidon g	476,0	477,0	474,0	491,0	497,0	501,0
Calcium g	9,6	8,5	7,1	9,1	7,6	7,5
Phosphore g	5,4	3,6	3,4	4,4	3,4	3,2
Lysine totale g	9,2	9,4	9,3	8,4	8,0	8,1
Energie Digestible Kcal	3320	3368	3338	3288	3334	3333
Energie Nette MJ	10,07	10,23	10,14	10,12	10,25	10,27

D'autre part, il s'agit de mesurer l'intérêt de l'ajout de phytase microbienne dans l'aliment des porcs en phase de finition dans une conduite alimentaire de type biphasé caractérisée par l'utilisation d'un aliment de type « croissance » de 28 à 60 kg de poids vif et d'un aliment de type « finition » de 60 kg de poids vif à l'abattage. Les régimes mis en comparaison renferment en moyenne 42 % de blé et 32 % de maïs.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODE

1.1. Régimes

4 régimes ont été mis en comparaison à la station expérimentale des Chambres d'Agriculture de Bretagne située à Crécom (22) suivant un dispositif en blocs équilibrés :

- MinCF : régime comportant une supplémentation minérale en phosphore (0,52 % et 0,45 % de phosphore total respectivement en croissance et en finition).
- T : régime témoin sans supplémentation minérale en phosphore (0,36 % de phosphore total) ni phytase microbienne.
- PhC : régime sans supplémentation minérale en phosphore (0,36 % de phosphore total) mais supplémenté en phytase microbienne uniquement en croissance (500 UP/kg d'aliment de phytase Natuphos).
- PhCF : régime sans supplémentation minérale en phosphore (0,36 % de phosphore total/kg d'aliment) mais supplémenté en phytase microbienne en croissance et en finition (500 UP/kg d'aliment de phytase Natuphos).

D'après les recommandations de la firme BASF, 500 UP/kg d'aliment de phytase Natuphos permet un apport de 0,08 % de phosphore digestible en plus. La teneur en phosphore digestible des régimes PhC et PhCF s'élèverait donc à 0,21 % en croissance (0,29 % et 0,12 % de phosphore digestible respectivement pour les régimes MinCF et T). En finition, elle serait de 0,20 % pour le régime PhCF (0,23 % et 0,12 % de

phosphore digestible respectivement pour les régimes MinCF et T-PhC).

La composition des régimes et leurs caractéristiques analytiques sont rapportées dans les tableaux n°1 et 2.

1.2. Animaux et logement

Cent vingt porcelets issus de 17 truies croisées Large White x Landrace inséminées ou saillies par des verrats croisés Large White x Piétrain ont permis la constitution des lots. La durée moyenne d'allaitement est de 28 jours. Au sevrage, les animaux sont tatoués puis séjournent 35 jours en post-sevrage.

Les animaux ont été mis en lots au début du mois de décembre 2000. La constitution des blocs et l'affectation des animaux dans des loges de 5 sont réalisées en tenant compte du poids, du sexe, de l'âge et de l'origine des porcs.

Chacun des 4 lots est élevé en bâtiment fermé, sur caillebotis intégral et placé sur une fosse à lisier préalablement vidée, lavée et désinfectée. La température ambiante contrôlée à la hauteur des animaux est régulée autour de 23,5°C durant toute la période d'engraissement. La ventilation est de type dynamique. La surface disponible et la longueur d'auge par porc sont respectivement de 0,79 m² et 0,37 m.

1.3. Conduite alimentaire

Les aliments sont distribués en granulés humidifiés à raison de 2,75 litres d'eau/kg d'aliment dans une auge munie d'un volet obturateur. La ration est apportée en 2 repas par jour selon un plan d'alimentation établi en énergie nette. Le passage de l'aliment croissance à l'aliment finition a lieu 47 jours après la mise en lots, sans transition et à un poids moyen de 60 kg vif.

1.4. Variables mesurées

A chaque fabrication d'aliment, des échantillons sont prélevés par régime afin de vérifier leurs caractéristiques nutritionnelles ainsi que leur activité phytasique. Les températures

à la sortie de la presse sont relevées pour chaque régime. La température n'a pas dépassé 65 °C afin de préserver l'activité de l'enzyme microbienne.

Les animaux sont pesés individuellement à la mise en lots puis tous les 14 jours et la veille du départ à l'abattoir. Ils jeûnent 16 heures avant la tuerie. Les consommations d'aliment sont connues par loge.

Les caractéristiques individuelles de carcasse sont exploitées : mesures des épaisseurs de lard dorsal (valeurs G1 et G2), de muscle (valeur M2), de la teneur en viande maigre (TVM) et du poids de carcasse.

La production d'effluents est mesurée par régime tous les 14 jours à l'aide d'une règle graduée. Des échantillons de lisier propres à chaque régime sont prélevés au terme de l'essai par carottage. Les caractéristiques physiques et chimiques sont recherchées.

Les mesures de moment de flexion des métacarpiens principaux (interne III et externe IV) de la patte avant gauche sont réalisées par le laboratoire de nutrition et de sécurité alimentaire de l'INRA à Jouy-en-Josas sur 48 porcs charcutiers, soit 12 porcs par régime, choisis suivant leur sexe et leur origine paternelle. Ces mesures d'évaluation de la résistance osseuse permettent d'apprécier la minéralisation osseuse et donc l'utilisation par l'animal des éléments minéraux ingérés (POINTILLART et al, 1987).

1.5. Analyse des données

Les données sont traitées par analyse de variance suivant un modèle mixte hiérarchisé par le logiciel SPAD (version 3).

2. RÉSULTATS

2.1. Activité phytasique des régimes (tableau 3)

Les valeurs d'activité phytasique des régimes exempts d'enzyme microbienne (MinCF-T en croissance, MinCF-T-PhC en finition) sont 3 fois plus faibles que celles des régimes renfermant de la phytase microbienne (PhC-PhCF en croissance, PhCF en finition). Elles sont conformes à nos attentes (autour de 780 UP/kg d'aliment pour les régimes contenant de la phytase microbienne, 200 UP/kg d'aliment pour ceux qui en sont exempts) sauf pour le

régime T, où la valeur attendue est assez différente de la valeur analysée.

2.2. Poids et consommation

A la mise en lots, les castrats et les femelles pèsent 25,6 kg. Les poids des animaux au changement d'aliment et à l'abattage sont respectivement de 60,1 kg et 106,7 kg pour les deux sexes. Aucun effet significatif des régimes n'est observé sur ces 2 variables même si le poids moyen des porcs du régime T est légèrement inférieur lors du passage à l'aliment finition (écart moyen NS de 2,0 %).

Les consommations alimentaires au cours de chaque période d'engraissement sont similaires pour les 4 régimes étudiés (1,62 kg/j en croissance, 2,52 kg/j en finition et 2,11 kg/j sur l'ensemble de la période d'engraissement). La consommation des femelles sur toute la phase d'engraissement est légèrement supérieure à celle des castrats conformément au plan d'alimentation (2,07 kg/j contre 2,14 kg/j).

2.3. Gain moyen quotidien et indice de consommation (tableau 4)

Aucun effet significatif des régimes n'est observé sur le GMQ des porcs charcutiers durant la période de croissance (GMQ moyen de 732 g, écart maximum NS de 5,7 % en faveur du régime PhC par rapport au régime T). Le GMQ des animaux du régime T est légèrement inférieur à celui des 3 autres régimes (écart moyen NS de 3,2 %). Il n'y a pas d'effet significatif des régimes sur l'IC (IC moyen de 2,21, écart maximum NS de 5,2 % en faveur du régime PhC par rapport au régime T). Cependant, l'IC des animaux du régime T est légèrement supérieur à celui des 3 autres régimes (écart moyen NS de 3,0 %). Cette observation est en accord avec celle concernant le GMQ rapportée précédemment.

Au cours de la phase de finition, les différences de GMQ entre les régimes ne sont pas significatives (GMQ moyen de 860 g, écart maximum NS de 4,7 % en faveur des régimes MinCF et PhCF par rapport au régime PhC) même si le GMQ des porcs du régime T et PhC est légèrement inférieur à celui des 2 autres régimes (écart moyen NS de 4,2 %). Par contre, les IC des porcs du régime T et PhC sont significativement plus élevés que ceux des 2 autres régimes (écart moyen S de 3,9 %).

Tableau 3 - Activité phytasique des régimes et températures en sortie de presse

	REGIMES CROISSANCE			REGIMES FINITION		
	MinCF	T	PhC-PhCF	MinCF	T-PhC	PhCF
Activité phytasique théorique (UP/kg d'aliment)	259	259	759	253	253	753
Activité phytasique analysée (UP/kg d'aliment)	190	110	730	250	280	840
Température moyenne (°C)	66,5	62,4	59,9	61,3	61,0	61,9

Tableau 4 - Performances de croissance et efficacité alimentaire

	MinCF	T	PhC	PhCF	Effet régime	CV résiduel	Effet sexe
GMQ 0 - 47 j (g)							
Castrats	747	698	743	723	NS	14	
Femelles	733	720	761	731	NS	13	
Sexes confondus	740	709	752	727	NS	14	NS
GMQ 47 j - vente(g)							
Castrats	886	829	830	851	NS	12	
Femelles	872	865	843	907	NS	13	
Sexes confondus	879	847	837	879	NS	13	NS
GMQ 0 - vente (g)							
Castrats	820	771	789	796	NS	6	
Femelles	807	899	807	823	NS	5	
Sexes confondus	814	785	798	810	NS	5	NS
IC 0 - 47 j							
Castrats	2,18	2,32	2,19	2,22	NS	5	
Femelles	2,21	2,25	2,14	2,24	NS	2	
Sexes confondus	2,19	2,28	2,16	2,21	NS	4	NS
IC 47 j - vente							
Castrats	2,86	3,06	3,02	2,98	NS	4	
Femelles	2,98	2,99	3,14	2,90	NS	3	
Sexes confondus	2,92a	3,02b	3,08b	2,94a	S	3	NS
IC 0 - vente							
Castrats	2,56	2,75	2,64	2,66	NS	5	
Femelles	2,65	2,68	2,70	2,63	NS	3	
Sexes confondus	2,60	2,71	2,67	2,64	NS	3	NS

Probabilité sous H0. Risque $\alpha = 0,05$. NS : non significatif ; S : significatif ($P < 0,05$).

Enfin, pour l'ensemble de la période d'essai, les écarts de GMQ entre les régimes ne sont pas significatifs même si les performances des porcs du régime T sont légèrement inférieures aux 3 autres régimes (GMQ moyen de 801 g, écart maximum NS de 3,5 % en faveur du régime MinCF par rapport au régime T). Il en est de même pour l'IC calculé sur toute la période d'engraissement (IC moyen de 2,65 points, écart maximum NS de 4 % en faveur du régime MinCF par rapport au régime T).

2.4. Caractéristiques de carcasse (tableau 5)

L'épaisseur de lard G1 des porcs charcutiers n'est pas différente d'un régime à l'autre (valeur moyenne de 17,9 mm, écart maximum NS de 6,0 % en faveur du régime MinCF par rapport au régime T). Par contre, l'épaisseur de lard G2 des porcs du régime T est significativement plus élevée que celle des 3 autres régimes (écart S de 8,5 %).

L'épaisseur de muscle M2 n'est pas significativement différente entre les régimes (valeur moyenne de 53,8 mm, écart maximum NS de 2,7 % en faveur du régime PhC par rapport au régime T).

La teneur en viande maigre ne varie pas significativement d'un régime à l'autre (valeur moyenne de 59,9 points, écart maximum NS de 1,3 % entre les régimes MinCF-PhC et T). L'écart de TVM entre les 2 sexes est significatif en défaveur des castrats (écart S de 2,4 points).

2.5. Résistance à la rupture des métacarpiens (tableau 6)

Les mesures du moment de flexion des métacarpiens internes ne montrent pas de différence significative de résistance des os entre les animaux des 4 régimes (moment moyen de 14,14 Nm, écart maximum NS de 11 % en faveur du régime MinCF par rapport au régime PhC). Il en est de même pour les mesures réalisées sur les métacarpiens externes (moment moyen de 10,65 Nm, écart maximum NS de 10 % en faveur du régime PhCF par rapport au régime PhC). Cependant, les os des porcs des régimes T et PhC présentent des valeurs de moment de flexion légèrement inférieures à ceux des régimes MinCF et PhCF (écart moyen NS de 9,3 % et 7,6 % respectivement pour les métacarpiens internes et externes). La même tendance est observée chez les castrats et chez les femelles.

Tableau 5 - Caractéristiques de carcasse

	MinCF	T	PhC	PhCF	Effet régime	CV résiduel	Effet Sexe
Rendement chaud (%)							
Castrats	80,4	79,5	79,2	79,6	NS	2	
Femelles	79,4	78,7	79,3	79,9	NS	2	
Sexes confondus	79,9	79,1	79,2	79,7	NS	2	NS
Teneur en viande maigre							
Castrats	58,7	58,6	58,8	58,8	NS	5	
Femelles	61,7	60,1	61,5	61,4	NS	3	
Sexes confondus	60,2	59,4	60,2	60,2	NS	4	S
Epaisseur G1 (mm)							
Castrats	18,2	18,5	19,2	18,5	NS	19	
Femelles	16,1	18,1	17,3	17,9	NS	17	
Sexes confondus	17,2	18,3	18,2	18,2	NS	18	S
Epaisseur G2 (mm)							
Castrats	16,7	17,0	16,1	15,7	NS	20	
Femelles	13,7	15,9	14,1	14,2	NS	19	
Sexes confondus	15,2	16,4	15,1	15,0	S	20	S
Epaisseur M2 (mm)							
Castrats	53,3	53,8	53,5	52,0	NS	12	
Femelles	55,0	52,5	55,9	54,8	NS	11	
Sexes confondus	54,2	53,2	54,7	53,4	NS	11	S

Probabilité sous H0. Risque $\alpha = 0,05$. NS : non significatif ; S : significatif ($P < 0,05$).

2.6. Teneurs en éléments fertilisants des lisiers (tableau 7)

Les quantités d'anhydride phosphorique total des effluents des animaux des régimes T et PhC sont très proches (autour de 0,53 kg/porc) et très légèrement supérieures à celles mesurées dans le lisier des porcs du régime PhCF (0,51 kg/porc). Elles sont en moyenne inférieures de 41 % à la quantité présente dans les déjections des porcs du régime MinCF.

Le pourcentage du phosphore rejeté rapporté à celui ingéré

est le plus important avec le régime MinCF. Il est autour de 30 % pour les régimes T, PhC et PhCF, soit 6 % de moins que le régime MinCF.

3. DISCUSSION

3.1. Performances de croissance

Il n'y a pas d'effet significatif des régimes sur le GMQ et l'IC durant toute la période d'engraissement même si les perfor-

Tableau 6 - Moment de flexion des deux métacarpiens interne (III) et externe (IV).

	MinCF	T	PhC	PhCF	Effet régime	CV résiduel	Effet Sexe
Métacarpiens int (Nm)							
Mâles	15,11	14,59	13,94	16,01	NS	15	
Femelles	14,80	12,63	12,67	13,46	NS	20	
Sexes confondus	14,95	13,61	13,30	14,73	NS	18	S
Métacarpiens ext (Nm)							
Mâles	11,06	11,15	10,67	11,39	NS	16	
Femelles	10,97	9,82	9,16	10,91	NS	21	
Sexes confondus	11,01	10,48	9,91	11,15	NS	17	NS

Probabilité sous H0. Risque $\alpha = 0,05$. NS : non significatif ; S : significatif ($P < 0,05$).

Tableau 7 - Caractéristiques des lisiers et rejets en phosphore (par porc charcutier).

	MinCF	T	PhC	PhCF
Anhydride phosphorique total (kg)	0,90	0,53	0,54	0,51
Rejet en phosphore (kg)	0,39	0,23	0,24	0,21
Phosphore ingéré (kg)	0,99	0,74	0,77	0,73
Rejet/Ingéré (%)	39	31	33	30

mances des porcs des régimes T et PhC apparaissent en retrait durant la phase de finition. Ce constat n'est pas en accord avec les travaux de LATIMIER et al (1994). Ces auteurs observent une dégradation marquée des performances de croissance lorsque les porcs sont alimentés avec des régimes à base de maïs et de blé ne renfermant ni supplémentation en phosphore minéral, ni phytase microbienne. Cette détérioration des performances est observée uniquement durant la phase de croissance. Par contre, PABOEUF et al (1999) observent des performances de croissance analogues aux résultats de notre essai au cours des différentes phases d'engraissement quels que soient les niveaux de phosphore de l'aliment et la présence ou l'absence de phytase microbienne. Les régimes mis en comparaison dans leur expérimentation sont essentiellement à base de blé, matière première présentant une activité phytasique naturelle élevée (autour de 600 UP/kg). POINTILLART et al (1993) montrent également que l'utilisation de matières premières à haute activité phytasique permet de supprimer la supplémentation en phosphore minéral sans nuire aux performances de croissance des porcs charcutiers.

Les performances des animaux des régimes MinCF et PhCF sont identiques. 500 UP de phytase microbienne/kg d'aliment en croissance et en finition en remplacement de la supplémentation en phosphore minéral assurent donc de bonnes performances de croissance. LATIMIER et al (1994), CHAUVEL et al (1997), CASTAING et al (1997), KESSLER et EGLI (1992), PABOEUF et al (2001) observent des résultats analogues dans des régimes à base de blé et de maïs. D'après LIU et al (1997), le besoin en phosphore du porc en croissance et en finition pourrait être couvert avec des teneurs comprises entre 0,30 % et 0,32 % de phosphore total lorsque les régimes sont correctement pourvus en phytase végétale ou microbienne et ce dès le poids vif de 20 kg.

3.2. Les performances de carcasse

Les porcs du régime T ont une épaisseur de lard G2 significativement plus élevée et une TVM légèrement plus faible que les animaux des trois autres régimes. LATIMIER et al (1994) observent des résultats analogues. Ces auteurs expliquent la dégradation des caractéristiques de carcasse par la détérioration des performances de croissance des animaux. Enfin, l'effet favorable de la phytase microbienne sur l'épaisseur de muscle rapporté par EECKHOUT et DE PAEPE (1992), MROZ et al (1994), NASI et al (1995), PABOEUF et al (1999) n'est pas vérifié dans cette expérimentation.

3.3. Les paramètres osseux

Les valeurs des moments de flexion des métacarpiens des animaux des régimes T et PhC sont légèrement plus faibles que celles des porcs des 2 autres régimes. Cependant, les différences entre les régimes ne sont pas significatives. Ce résultat n'est pas en accord avec ceux de SIMONS et al (1990), POINTILLART et al (1993), LATIMIER et al (1994), PABOEUF et al (1999). Ces auteurs observent une minéralisation significativement plus faible des os des porcs alimentés avec des régimes ne renfermant ni phosphore minéral ni phytase microbienne. L'absence de différence significative de résistance osseuse entre les 4 régimes tend à montrer que nos régimes T et PhC, pourtant limités en phosphore, en apporteraient toutefois suffisamment pour assurer une minéralisation correcte du squelette. Ce constat est cependant à relativiser, compte tenu de la variabilité importante des valeurs des moments de flexion obtenue dans notre expérimentation.

3.4. Les rejets en phosphore

Comparativement au régime MinCF, la diminution d'excrétion de phosphore est de 43 % pour le régime PhCF et autour de 41 % pour les régimes T et PhC. Contrairement aux résultats des essais de JONGBLOED et al (1992), LATIMIER et al (1994), BRUCE et SUNDSTOL (1995), O'QUINN et al (1997), l'utilisation du phosphore phytique n'est pas améliorée significativement par l'apport d'enzyme microbienne en croissance et en finition. Ce constat est à rapprocher des performances zootechniques des animaux et des paramètres osseux. Il est en accord avec les résultats de PABOEUF et al (1999). Ces auteurs montrent qu'il existe de faibles écarts d'excrétion en phosphore entre des animaux alimentés avec un régime à base de blé non supplémenté en phosphore minéral et phytase microbienne et ceux recevant un régime non supplémenté en phosphore minéral mais renfermant 500 UP /kg d'aliment de phytase microbienne uniquement en croissance ou durant toute la phase d'engraissement. Enfin, la phytase microbienne en remplacement de la supplémentation en phosphore minéral permet de réduire de plus de 40 % les rejets en phosphore des porcs charcutiers. Des résultats analogues sont rapportés par LATIMIER et al (1994) et par PABOEUF et al (2001).

CONCLUSION

Les niveaux théoriques de phosphore digestible des régimes expérimentaux sont faibles mais apparaissent suffisants pour assurer de bonnes performances, au moins pour le régime

PhCF contenant une supplémentation en phytase microbienne durant toute la phase d'engraissement. Plusieurs hypothèses permettent d'expliquer ce résultat. D'une part, les besoins en phosphore digestible des porcs charcutiers pourraient être sur-évalués. D'autre part, les niveaux de phosphore digestible des graines pourraient être sous-évalués. Des travaux de réactualisation des tables des besoins des porcs charcutiers et des apports en phosphore digestible des matières premières alimentaires sont actuellement en cours à l'ITCF, à l'AGPM et à l'ITP. Des incertitudes subsistent également quant à l'activité enzymatique moyenne des matières premières et la digestibilité correspondante en phosphore. Enfin, la teneur en phosphore digestible des graines n'est

probablement pas exclusivement liée à l'activité phytasique. En effet, il existe aujourd'hui des variétés de maïs présentant des teneurs en phosphore digestible élevées malgré de faibles teneurs en phytase naturelle. Ces constats illustrent l'importance de la composition des régimes et de la teneur en phosphore phytique des graines sur la quantité de phosphore digestible de l'aliment.

REMERCIEMENTS

Qu'il nous soit permis de remercier le Conseil Régional de Bretagne pour sa contribution financière et l'abattoir OLYMPIG pour l'aide aux prélèvements des os.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRUCE J.A.M., SUNDSTOL F., 1995. *Can. J. Anim. Sci.*, 75, 121-127.
- CASADO P., BARRIER-GUILLOT B., MAUPETIT P., JONDREVIELLE C., GATEL F., 1993. *Journée Valicentre*, 21, 29-40.
- CASTAING J., CAZAUX J.G., COUDURE R., TUCCOU M., 1997. *Journées Rech. Porcine en France*, 29, 285-292.
- CHAUVEL J., GRANIER R., JONDREVIELLE C., WILLIATE I., 1997. *Journées Rech. Porcine en France*, 29, 277-284.
- EECKHOUT W., DE PAEPE M., 1992. *Rev. Agric.*, 45, 183-193.
- JONGBLOED A.W., MROZ Z., KEMME P.A., 1992. *J. Anim. Sci.*, 70, 1159-1168.
- JEAN DIT BAILLEUL P., BERNIER J.F., VAN MILGEN J., SAUVANT D., POMAR C., 2001. *Journées Rech. Porcine en France*, 33, 43-48.
- KESSLER J., EGLI K., 1992. *Rev. Suisse Agric.*, 24, 195-199.
- O'QUINN P.R., KNABE D.A., GREGG E.J., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 1299-1307.
- LATIMIER P., POINTILLART A., CORLOUËR A., LACROIX C., 1994. *Journées Rech. Porcine en France*, 26, 107-116.
- LIU J., BOLLINGER D.W., LEDOUX D.R., ELLERSIECK M.R., VEUM T.L., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 1292-1298.
- MROZ Z., JONGBLOED A.W., KEMME P.A., 1994. *J. Anim. Sci.*, 72, 126-132.
- NASI J.M., HELENDER E.H., PARTANEN K.H., 1995. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 56, 83-98.
- O'QUINN P.R., KNABE D.A., GREGG E.J., 1997. *J. Anim. Sci.*, 75, 1299-1307.
- POINTILLART A., FOURDIN A., FONTAINE N., 1987. *J. Nutr.*, 117, 907-913.
- POINTILLART A., COLIN C., LACROIX C., RADISSON J., 1993. *Journées Rech. Porcine en France*, 25, 233-238.
- PABOEUF, F., POINTILLART A., LA CROIX H., CORLOUER A., LATIMIER P., 1999. *Journée Rech. Porcine en France*, 31, 65-72.
- PABOEUF, F., CALVAR C., LANDRAIN B., ROY H., 2001. *Journée Rech. Porcine en France*, 33, 49-56.
- SIMONS P.C.M., VERSTEEGH H.A.J., JONGBLOED A.W., KEMME P.A., SLUMP P., BOS K.D., WOLTERS M.G.E., 1990. *Brit. J. Nutr.*, 64, 525-540.