

DIMINUTION DU TAUX PROTÉIQUE DANS DES RÉGIMES BLÉ - TOURTEAU DE SOJA SUPPLÉMENTÉS EN ACIDES AMINÉS INDUSTRIELS :

Performances d'engraissement et excrétion azotée du porc charcutier

Catherine JONDREVILLE, F. GATEL, F. GROSJEAN, P. CALLU, P. BRINET

Institut Technique des Céréales et des Fourrages - Pouligne, 41100 Villerable

L'effet de la diminution de la teneur en protéine d'aliments à base de blé et de tourteau de soja, sur les performances de croissance et d'abattage et sur les rejets azotés de porcs charcutiers est mesurée. Deux aliments de type croissance (CP et Cp), et deux aliments de type finition (FP et Fp) sont formulés de façon à contenir 3,6 et 3,1 g de lysine digeste/Mcal EN respectivement en croissance et en finition. Pour chacun des deux types d'aliment l'un est riche et l'autre pauvre en MAT (160, 141, 146 et 127 g MAT/kg respectivement pour CP, Cp, FP et Fp). Deux conduites expérimentales sont comparées : I - CP en croissance puis FP en finition ; II - Cp en croissance puis Fp en finition.

Les performances de croissance et d'abattage des animaux sont mesurées sur 64 porcs (32 femelles et 32 mâles castrés) LW L x LW P, placés en cases individuelles de 25 à 100 kg, et alimentés à volonté. L'excrétion azotée est mesurée sur 8 femelles placées en cage à bilan de 25 à 96 kg.

Les performances de croissance et d'abattage des animaux ne sont pas modifiées par la diminution de la teneur en protéine de l'alimentation. En revanche, la conduite II permet de réduire de 27% l'excrétion azotée des animaux par rapport à la conduite I.

Diminution of protein levels in wheat and soybean meal-based diets supplemented with industrial amino acids : growth and slaughter performance and nitrogen excretion by growing-finishing pigs.

The effect of the reduction of protein content in wheat and soybean meal-based diets on both growth and slaughter performance and nitrogen excretion by growing-finishing pigs was measured. For each fattening period, two diets were formulated (CP and Cp, and FP and Fp, respectively for the growing and the finishing period), to contain respectively 3.6 and 3.1 g digestible lysine/Mcal DE. Their crude protein content were respectively 160 and 141 g/kg for CP and Cp, and 146 and 127 g/kg for FP and Fp. Two experimental treatments were compared : I - CP then FP ; II : Cp then Fp. Fattening and slaughter performance were measured on 64 pigs (32 castrates and 32 females) crossbred, placed in individual pens from 25 to 100 kg and fed ad libitum. Nitrogen excretion was measured on 8 females placed in metabolism crates from 25 to 96 kg.

Neither the growth nor the slaughter performance were changed by the protein level of the diets. The nitrogen excretion decreased by 27% when the pig were fed the two low protein diets compared to the two protein rich diets.

INTRODUCTION

Compte tenu des matières premières couramment utilisées, l'apport azoté alimentaire habituellement pratiqué en élevage porcin est souvent supérieur aux besoins des animaux. Cet excès d'apport conduit à une excrétion azotée élevée due à un gaspillage de la matière azotée alimentaire. Au cours de la période d'engraissement, le rejet azoté est affecté principalement par la teneur du régime en protéine et par l'indice de consommation; la variation simultanée de ces deux paramètres doit permettre de réduire l'excrétion azotée des animaux de plus de 50% (DOURMAD et al., 1991). De nombreux auteurs ont obtenu expérimentalement, avec des aliments correctement pourvus en acides aminés indispensables, une diminution des rejets azotés par la réduction des apports azotés (GATEL et al., 1991; KIES et al., 1992; LATIMIER et CHATELIER, 1992). Dans le cas de régimes à base de céréales et de tourteau de soja, l'apport d'acides aminés industriels permet théoriquement de réduire la teneur en protéines de l'aliment jusqu'au taux de 12% sans pénalisation des performances (HENRY, 1988).

La présente étude, portant sur des régimes à base de blé et de tourteau de soja, consiste à vérifier que la diminution du taux d'incorporation du tourteau de soja, permise par l'addition d'acides aminés industriels, conduit à diminuer les rejets azotés de porcs en engraissement sans pénalisation de leurs performances. Deux conduites expérimentales sont compa-

rées d'une part pour les performances d'engraissement et d'abattage des animaux et d'autre part pour leurs rejets azotés: l'une correspond à la succession, en croissance et en finition, de deux aliments riches en protéines et l'autre à la succession de deux aliments pauvres en protéine.

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. Aliments

Pour la formulation, la valeur alimentaire (digestibilité iléale de la protéine et des acides aminés, digestibilité fécale de l'énergie) du lot de blé et du lot de tourteau de soja est mesurée sur des porcs en croissance. Quatre aliments sont formulés: deux aliments de type croissance, l'un riche (CP) et l'autre pauvre en protéine (Cp) et deux aliments de type finition, l'un riche (FP) et l'autre pauvre en protéine (Fp). Les aliments CP et FP sont considérés comme témoins et sont choisis parmi des aliments déjà testés par ailleurs et dont on sait qu'ils couvrent les besoins des animaux: leurs teneurs en lysine digestible sont respectivement de 3,6 et 3,1 g/Mcal EN. L'aliment Cp est formulé en diminuant la teneur en protéine de l'aliment CP de façon à arriver à un rapport lysine digestible/matière azotée digestible proche de 6,2% tout en maintenant le rapport lysine digestible/EN à 3,6 g/Mcal; la teneur en MAT de l'aliment Cp est de 19 g inférieure à celle de l'aliment CP. L'aliment Fp est formulé de

Tableau 1 - Composition et caractéristiques chimiques des aliments expérimentaux (1)

	CP	FP	Cp	Fp
Composition (%)				
Blé (2)	79,780	85,505	85,530	94,839
Tourteau de soja (3)	16,330	10,500	10,000	0,000
L lysine HCl	0,300	0,330	0,490	0,640
DL méthionine	0,035	0,015	0,090	0,101
L thréonine	0,055	0,060	0,135	0,190
L tryptophane	0,000	0,000	0,015	0,030
C.M.V.	3,500	3,500	3,500	3,500
Bicarbonate de sodium	0,000	0,090	0,240	0,700
Caractéristiques chimiques (g/kg)				
Matière azotée totale	160	146	141	127
Lys totale	8,8	7,5	8,7	7,8
Lys digestible (4)	8,3	7,1	8,3	7,5
Cellulose brute	23,4	22,9	24,4	20,5
Matière grasse	16,9	17,1	17,2	16,2
Amidon	476	506	505	557
(Met+Cys / Lys) digestibles (%) (4)	60,1	62,2	60,8	59,1
(Thr / Lys) digestibles (%) (4)	61,0	62,2	60,8	59,1
(Trp / Lys) digestibles (%) (4)	23,4	24,5	21,4	19,8
(Lys / matière azotée) digestibles (%) (4)	5,5	5,1	6,2	6,2
Lys digestible/EN (g/Mcal) (4) (5)	3,6	3,1	3,6	3,2

- (1) Pour un aliment ramené à 870 g MS/kg.
- (2) Caractéristiques chimiques du blé: MS: 874 g/kg; en g/kg MS: MAT: 138,8; Lys: 5,1; Thr: 4,3; Met: 2,1; Cys: 2,8; Trp: 1,7; Cellulose brute: 23,7; Matière grasse: 21,0; Amidon: 688,7; ED: 3,71 Mcal/kg MS.
- (3) Caractéristiques chimiques du tourteau de soja: MS: 875 g/kg; en g/kg MS: MAT: 525,2; Lys: 31,8; Thr: 20,4; Met: 7,1; Cys: 7,4; Trp: 7,1; Cellulose brute: 38,0; Matière grasse: 29,5; Amidon: 59,4; ED: 3,77 Mcal/kg MS.
- (4) Calculé à partir de l'aminogramme effectué sur l'aliment et les coefficients de digestibilité mesurés sur le blé et le tourteau de soja, en considérant que les acides aminés industriels sont totalement digestibles.
- (5) Équation EN19 (NOBLET et al., 1989)

façon à supprimer la totalité du tourteau de soja en maintenant, par addition de lysine industrielle, le rapport lysine digestible/EN à 3,2 g/Mcal. Le rapport lysine digestible/matière azotée digestible ainsi obtenu est de 6,2%, ce qui est compatible avec les résultats de FULLER et WANG (1990) sur les besoins respectifs en protéine et en acides aminés indispensables.

D'autre part, afin de se prémunir de tout déficit en acides aminés limitants secondaires, l'ensemble des régimes est supplémenté en acides aminés industriels de telle sorte que les teneurs en méthionine + cystine digestibles, thréonine digestible et tryptophane digestible atteignent respectivement 60, 60 et 19% de la teneur en lysine digestible.

Les matières premières sont broyées au moyen d'un broyeur à marteaux muni d'une grille de 4 mm.

1.2. Animaux et conduite expérimentale

1.2.1. Essai d'engraissement

L'essai porte sur 32 porcs mâles castrés et 32 femelles issus de truies croisées LWL et de verrats croisés LWP (schéma CADS). Les animaux sont mis en lots au poids moyen de 25 kg en fonction de leur sexe, de leur poids et de leur origine. Ils sont répartis en 16 blocs de 4 animaux (2 mâles castrés et 2 femelles).

Les animaux, logés en cases individuelles, sont nourris individuellement et à volonté sous forme de granulés secs à l'auge. Chaque animal est pesé tous les 14 jours si bien que chaque quinzaine sa consommation d'aliment, sa vitesse de croissance et son indice de consommation sont déterminés.

Pour chacune des deux conduites expérimentales, le passage de l'aliment croissance à l'aliment finition est effectué individuellement à un poids de 60 kg, estimé à partir des pesées individuelles effectuées toutes les deux semaines.

L'abattage des animaux est pratiqué au poids vif de 100 kg. Le poids de carcasse froide de chaque animal est estimé en retirant 3% du poids de carcasse chaude. Le pourcentage de muscle est évalué par le FOM, l'épaisseur de lard est également mesurée au site P2.

1.2.2. Essai de bilan azoté

L'essai porte sur 8 femelles issues de truies croisées LWL et de verrats croisés LWP (schéma CADS). Les femelles ont été choisies parce qu'elles sont les animaux les plus exigeants en terme d'apport azoté, notamment en période de finition. Les animaux sont placés en cage à bilan, au poids de 25 kg. Afin de permettre une collecte séparée des urines et des fèces chaque cage est munie de 2 tamis en matière plastique superposés, retenant les matières fécales tout en permettant de recueillir l'urine dans un récipient placé sous les tamis.

Les animaux sont nourris deux fois par jour, à 8 heures et à 16 heures, avec un aliment présenté sous forme de farine humidifiée à l'auge. Le niveau alimentaire qui reste constant par périodes de 20 jours, est équivalent au niveau de consommation moyen des femelles de même poids mesuré lors de l'essai d'engraissement.

Les animaux reçoivent pendant une période de 40 jours les

aliments de type croissance, puis, pendant les 40 jours suivants, les aliments de type finition : on reproduit ainsi l'essai d'engraissement en cage à bilan. L'excrétion azotée de chaque animal est mesurée quatre fois durant la période d'engraissement (deux fois en période de croissance et deux fois en période de finition). Les résultats rapportés ici correspondent au regroupement des deux séries de mesures pour chacune des deux périodes d'engraissement.

Chaque détermination de l'excrétion d'azote se déroule en deux phases : 10 jours d'adaptation de l'animal à son aliment expérimental suivis de 10 jours de collecte des excréta. Fèces et urines sont collectées deux fois par jour à 8 heures et à 16 heures. Les fèces sont pesées et stockées à -18°C immédiatement après leur collecte. A la fin de la période de collecte, les fèces d'un même animal sont homogénéisées avant prélèvement d'un échantillon qui sera lyophilisé pour dosage de l'azote. Une fraction aliquote de l'excrétion urinaire de chaque animal est collectée chaque jour sur acide sulfurique dilué à 10%, puis immédiatement placée à +4°C. A la fin de la période de collecte un échantillon représentatif de l'excrétion urinaire de chaque animal est prélevé avant détermination de sa teneur en azote.

1.3. Analyses chimiques

Sur les matières premières et les aliments expérimentaux sont déterminées les teneurs en matière sèche, matière azotée totale (Kjeldahl x 6,25), matière grasse (sans hydrolyse préalable), amidon (Ewers) et cellulose brute (Weende) au laboratoire I.T.C.F. de BOIGNEVILLE. Leurs teneurs en acides aminés sont déterminées par chromatographie échangeuse d'ions après hydrolyse pendant 23 heures dans HCl 6N à 110°C au laboratoire EUROLYSINE d'AMIENS. Les échantillons sont soumis à une oxydation performique préalablement à l'hydrolyse pour la détermination des teneurs en acides aminés soufrés.

Sur les fèces et les urines sont déterminées les teneurs en matière sèche et en azote (Kjeldahl).

2. RÉSULTATS - DISCUSSION

2.1. Performances d'engraissement et excrétion azotée (tableaux 2 et 3)

La valeur assez élevée des coefficients de variation résiduels relevés lors de l'essai d'engraissement est vraisemblablement due à l'alimentation à volonté pratiquée lors de cet essai qui accentue la variabilité entre animaux.

En période de croissance, il n'existe aucune différence entre les deux conduites expérimentales : la consommation d'aliment, la vitesse de croissance et l'indice de consommation sont équivalents.

L'essai de bilan montre que l'excrétion azotée, sur cette période de croissance, diminue quotidiennement de 24,5% de la conduite I à la conduite II, pour une diminution de la quantité d'azote ingérée de 9,1%. Cette diminution se répartit inégalement entre la voie fécale et la voie urinaire (respectivement -4,2 et -33,1%). Compte tenu de la similitude des performances des animaux mesurées lors de l'essai d'engraissement, la quantité d'azote excrétée pendant l'ensem-

ble de la période de croissance varie dans les mêmes proportions.

La rétention azotée des animaux consommant l'aliment Cp est supérieure de 5,2% à celle des animaux consommant l'aliment CP. Cet écart va dans le sens opposé de celui qu'on rencontre habituellement dans ce type de mesure : en général le calcul aboutit à une rétention azotée plus élevée chez les animaux recevant l'aliment riche en protéines que chez les animaux recevant l'aliment pauvre en protéines, et cela

s'explique par une sous-estimation de l'excrétion azotée proportionnelle à la quantité d'azote ingérée par les animaux (JUST et al., 1982). Toutefois, les résultats de l'essai d'engraissement, mis en oeuvre sur un nombre d'animaux plus important, permet de conclure à une rétention azotée équivalente pour les deux conduites expérimentales. Dans le cas où la rétention azotée des animaux de la conduite I serait effectivement sous-estimée, leur excrétion azotée serait surestimée d'autant ; il n'en resterait pas moins une diminution de l'excrétion azotée de 20% entre les conduites I et II.

Tableau 2 - Performances d'engraissement et d'abattage

Conduite	I	II	CVR (%)	Probabilité
Croissance (24 - 60 kg)				
Aliment	CP	Cp		
Durée (j)	48,0	47,5	8,9	NS
Consommation (kg/j)	1,90	1,90	7,9	NS
Indice de consommation (kg/kg)	2,44	2,41	6,8	NS
Gain moyen quotidien (g/j)	784	789	8,6	NS
Finition (60 - 101 kg)				
Aliment	FP	Fp		
Durée (j)	52,4	56,9	15,0	NS
Consommation (kg/j)	2,48	2,44	8,8	NS
Indice de consommation (kg/kg)	3,24	3,38	10,4	* (1)
mâles castrés	3,22	3,58		
femelles	3,25	3,18		
Gain moyen quotidien (g/j)	772	733	13,5	NS
Total (24 - 101 kg)				
Durée (j)	100,1	104,5	9,2	0,08
Consommation (kg/j)	2,21	2,18	7,6	NS
Indice de consommation (kg/kg)	2,85	2,92	7,6	* (1)
mâles castrés	2,81	3,04		
femelles	2,88	2,80		
Gain moyen quotidien (g/j)	778	753	10,0	NS
Rendement de carcasse (%)	81,4	81,7	1,2	NS
Épaisseur de lard P2 (mm)	15,5	15,3	17,1	NS
% muscle FOM	54,4	54,8	5,0	NS

(1) : Probabilité de l'interaction sexe x conduite

NS : $P > 0,10$; * : $P < 0,05$

En période de finition, les animaux des deux conduites expérimentales consomment la même quantité d'aliment. Il existe une interaction sexe x conduite pour l'indice de consommation : la conduite II donne le meilleur indice de consommation pour les femelles et le plus élevé pour les mâles castrés (respectivement -2,2 et +11,2% par rapport à la conduite I). La différence de vitesse de croissance entre les deux conduites expérimentales (-5,1% de la conduite I à la conduite II) n'est pas significative.

Sur cette période, la quantité d'azote ingérée par les animaux en cage à bilan diminue de 23,2% de l'aliment FP (conduite I) à l'aliment Fp (conduite II). Les animaux de la conduite II excrètent significativement moins d'azote que les animaux de la conduite I (-29,5 %) ; cette diminution se répartit entre

13,4% pour l'excrétion fécale et 36,7% pour l'excrétion urinaire. La prise en compte de la durée de la période de finition pour les deux conduites aboutit à une diminution de l'excrétion azotée de 27,2% entre la conduite I et la conduite II.

La moindre rétention azotée obtenue avec l'aliment Fp par rapport à l'aliment FP va dans le sens qu'on rencontre habituellement sur ce type d'essai (JUST et al., 1982). Toutefois, l'essai d'engraissement a montré, en particulier pour les femelles, que la conduite II aboutissait à des performances équivalentes à la conduite I, il est donc probable que la rétention azotée des animaux soit équivalente pour les deux conduites expérimentales ; dans ce cas où les deux valeurs seraient égales à la valeur mesurée pour la conduite II, l'excrétion azotée diminuerait de 41,5% de la conduite I à la

conduite II.

Sur la période totale d'engraissement, les aliments sont consommés en quantités équivalentes. Il existe une interaction sexe x conduite expérimentale sur l'indice de consommation : comme en période de finition, la conduite II aboutit à

l'indice de consommation le plus élevé pour les mâles castrés et le plus faible pour les femelles (respectivement +8,2 et -2,8% par rapport à la conduite I). Sexes confondus, l'écart n'excède pas 2,5%. La vitesse de croissance des animaux ne diffère pas d'une conduite à l'autre (-3,2% de la conduite I à la conduite II, NS).

Tableau 3 - Bilan azoté

Conduite	I	II	CVR (%)	Probabilité
Croissance (24 - 60 kg)				
Aliment	CP	Cp		
N ingéré(g/j)	48,1	43,7	-	-
CUD N (%)	85,4	84,7	1,8	NS
N excrété total (g/j)				
23,3 a	17,6 b	5,7	***	
voie fécale	7,0	6,7	9,6	NS
voie urinaire	16,3 a	10,9 b	10,3	***
N excrété total (g pour la période de croissance) (1)	1139	854	-	-
N retenu (g/j)	24,8 b	26,1 a	4,6	*
CRN (%)	51,6 b	59,7 a	4,4	***
Finition (60 - 95 kg)				
Aliment	FP	Fp		
N ingéré (g/j)	59,9	46,0	-	-
CUD N (%)	86,3 a	84,5 b	1,8	*
N excrété total (g/j)	27,8 a	19,6 b	10,2	***
voie fécale	8,2 a	7,1 b	10,6	*
voie urinaire	19,6 a	12,4 b	13,9	***
N excrété total (g pour la période de finition) (1)	1465	1070	-	-
N retenu (g/j)	32,0 a	26,4 b	8,2	***
CRN (%)	53,7	57,6	8,0	0,10
Total				
N excrété total (g pour la période totale d'engraissement) (1)	2643	1924	-	-

(1) Valeurs calculées en prenant en compte la durée de la période considérée mesurée sur les femelles lors de l'essai d'engraissement

NS : P > 0,10 ; * : P < 0,05 ; ** : P < 0,01 ; *** : P < 0,001

L'excrétion azotée des animaux, en tenant compte de la durée de l'essai d'engraissement, diminue de 27,2% de la conduite I à la conduite II. Ces résultats sont en accord avec ceux de LATIMIER et al. (1993) qui mesurent une diminution des rejets azotés dans les effluents de 22,5% et de 25,0% dans les émanations gazeuses en comparant des aliments contenant 178 et 172 g MAT/kg en croissance puis en finition à des aliments n'en contenant que 162 en croissance puis 135 en finition. La diminution des teneurs en protéine des aliments pratiquée dans la présente étude étant plus importante que celle que nous avons expérimentée antérieurement GATEL et al. (1991), la diminution d'excrétion azotée est supérieure aux 15 à 20% que nous avons observée en diminuant la teneur en protéine de l'aliment de 170 à 155 g/kg en croissance puis 145 à 135 g en finition.

2.2. Performances d'abattage (tableau 2)

Les deux conduites expérimentales aboutissent au même

rendement de carcasse, contrairement aux observations de LATIMIER et al. (1993) qui notent une diminution de ce rendement lorsque la teneur en protéine de l'aliment augmente. Le pourcentage de muscle et l'épaisseur de lard des carcasses sont identiques pour les deux types de conduite. En particulier aucune augmentation de l'adiposité des carcasses n'est observée avec la diminution de la teneur en protéine de l'aliment, cela vraisemblablement en raison, d'une part, de la formulation sur la base d'une même teneur en acides aminés digestibles par rapport à l'énergie nette et, d'autre part, de la similitude des consommations d'énergie nette par les animaux. En effet, l'observation de l'augmentation des dépôts adipeux lorsque la teneur en protéine de l'aliment diminue, a été relevée sur des aliments formulés sur la base de l'énergie digestible (HENRY et PEREZ, 1986) : dans ce cas, toute augmentation de la teneur en protéine de l'aliment équivaut à une diminution de la valeur énergétique nette des aliments, donc, indirectement, à un rationnement énergétique des animaux.

CONCLUSION

Les rejets azotés des animaux peuvent, avec des aliments à base de blé et de tourteau de soja, être diminués de 27%, sans pénalisation des performances des animaux, notamment en supprimant totalement le tourteau de soja en période de finition. Toutefois, la diminution de la teneur en protéine des aliments doit être compensée par une amélioration de sa qualité par l'apport d'acides aminés industriels. Il est également important, afin d'éviter toute dégradation du pourcentage de muscle des carcasses, de veiller à formuler les aliments sur la base de l'énergie nette.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été effectué en collaboration avec SANOFI SANTÉ NUTRITION ANIMALE (33501 LIBOURNE CEDEX) et EUROLYSINE (16, rue Ballu, 75009 PARIS), et a bénéficié d'un soutien financier de la part de l'Union Européenne (programme CAMAR CT92-0112) que nous remercions. Les auteurs remercient également le personnel du laboratoire ITCF de BOIGNEVILLE pour sa participation efficace à cette étude.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DOORMAD J.Y., GUILLOU D., NOBLET J., 1991. Development of a calculation model for predicting the amount of N excreted by the pig : effect of feeding, physiological stage and performance. 42nd Meeting of the EAAP, September 8-12, BERLIN, Session MNP4, Paper 2.
- FULLER M.F., WANG T.C., 1990. Pig News Inform., 11, 353-357.
- GATEL F., BERTIN J.M., GROSJEAN F., 1991. Journées Rech. Porcine en France, 23, 85-90.
- HENRY Y., PEREZ J.M., 1986. Journées Rech. Porcine en France, 18, 57-66.
- HENRY Y., 1988. INRA Prod. Anim., 1, 65-74.
- JUST A., FERNANDEZ J.A., JORGENSEN H., 1982. Nitrogen balance studies and nitrogen retention. In : LAPLACE J.P., CORRING T., RÉRAT A. Eds. Digestive Physiology in the pig. 2nd Intern. Sem., JOUY-EN-JOSAS, October 27-29, 111-112.
- KIES A.K., AUGIER V., VENUAT M., GRIMALDI J.M., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 219-226.
- LATIMIER P., CHATELIER C., 1992. Journées Rech. Porcine en France, 24, 227-236.
- LATIMIER P., DOUMAD J.Y., CORLOUER A., 1993. Journées Rech. Porcine en France, 25, 295-300.
- NOBLET J., FORTUNE H., DUBOIS S., HENRY Y., 1989. Nouvelles bases d'estimation des teneurs en énergie digestible, métabolisable et nette des aliments pour le porc, INRA, éd. Paris, 106 pp.