

A2505

VALEUR NUTRITIVE DE LA FARINE DE SANG EN REMPLACEMENT DU TOURTEAU DE SOJA DANS LES REGIMES DU PORC EN CROISSANCE-FINITION

A. RERAT, Y. HENRY et D. BOURDON *

*Laboratoire de Physiologie de la Nutrition
et Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs
I.N.R.A. - C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas*

INTRODUCTION

La raréfaction des protéines destinées à l'alimentation animale et l'enchérissement qui en est résulté stimulent la prospection de nouvelles sources de matières azotées comestibles. Parmi celles-ci les déchets d'abattoirs n'ont jusqu'à présent suscité que peu d'intérêt de la part des nutritionnistes. Cependant, quelques-uns de ces sous-produits, et plus particulièrement la farine de sang, s'ils présentent des déficiences graves en certains acides aminés comme l'isoleucine (BECKER et al., 1963), sont très riches en d'autres de ces substances, notamment la lysine, acide aminé qui constitue le facteur limitant primaire des céréales. La farine de sang pourrait ainsi constituer un excellent complément à une ration à base de céréales à la condition toutefois que soient comblés les déficits en amino-acides de ses matières azotées. L'intérêt économique d'une telle opération est illustré par le volume annuel de ces protéines - environ 50.000 T - qui sont à l'heure actuelle gaspillées dans une proportion importante.

C'est pourquoi une expérience a été réalisée en vue d'apprécier la valeur de remplacement de la farine de sang vis-à-vis du tourteau de soja dans une ration à base de maïs, et de préciser les facteurs limitants de ce complément azoté.

• Composition chimique de la farine de sang

Afin de prévoir les déficits possibles d'acides aminés dans les protéines de sang, il a été procédé à leur analyse selon une méthode publiée par PION et FAUCONNEAU (1966). La composition en acides aminés de ces protéines est rapportée dans le tableau 1, ainsi que celles du maïs et du tourteau de soja. Pour faciliter les comparaisons avec les besoins du porc en croissance, on a calculé les teneurs en acides aminés indispensables en pourcentage de leur somme (partie droite du tableau).

TABLEAU 1
COMPOSITION EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES DE LA FARINE DE SANG,
DU MAÏS (1) ET DU TOURTEAU DE SOJA (1)

	MAÏS (2)	SOJA (2)	FARINE DE SANG (2)	MAÏS	SOJA	FARINE DE SANG	BESOINS DU PORC
ACIDES AMINES	g pour 16 g d'azote			en pourcentage de leur somme			
Thréonine	3,8	4,1	4,0	10,0	9,3	9,7	10,2
Valine	5,4	5,3	8,45	14,2	12,0	20,5	10,0
Isoleucine	3,95	5,0	1,15	10,4	11,3	2,8	11,5
Leucine	12,3	7,8	13,45	15,6	16,7	4,2	13,7
Tyrosine	4,25	3,85	2,9				
Phénylalanine	5,1	5,15	7,0	12	12	12	12
Méthionine	2,2	1,5	0,85	5,8	3,4	2,1	
Cystine	2,5	1,75	1,30	6,6	4,0	3,2	12,6
Lysine	3,25	6,5	9,47	8,6	14,7	23,0	16,5
Histidine	2,85	2,70	6,90	7,5	6,1	16,8	4,8
Arginine	4,80	7,4	4,5	7,3	7,3	7,3	6,0
Tryptophane	0,70	1,25	0,6	1,8	4,1	1,5	2,6
Σ AAI (3)	37,9	44,1	41,10				

(1) Pour le maïs et le tourteau de soja, d'après PION et al. (1971) — (2) N x 6,25 : maïs 9,0 - soja 50,5 - farine de sang 85,8.
(3) Σ AAI : somme des acides aminés indispensables calculée selon les conventions définies par PION et al. (1963)

* Avec la collaboration technique de G. CONSEIL, G. ESNAULT, Jeanine JUNG et Michèle SEREZAT.

Il ressort à l'évidence que la farine de sang est très riche en lysine, en valine et en histidine. Elle présente une déficience importante d'isoleucine et d'acides aminés soufrés, et plus légère du tryptophane. La comparaison avec l'analyse du maïs montre que la combinaison de ces deux matières premières, quelles que soient les proportions employées, ne pourra faire éviter un déficit marqué en isoleucine et moins net en tryptophane, et enfin un déficit léger en acides aminés soufrés. La combinaison de ces deux aliments avec le soja devrait réduire ces trois déficits.

MATERIEL ET METHODES

1) Schéma expérimental

Le schéma expérimental comprend 6 traitements expérimentaux, utilisant des régimes à base de maïs et renfermant 17 à 18 p. 100 de matières azotées. Les divers régimes sont conçus de la manière suivante :

- Régime 1 : régime témoin formé d'un mélange de maïs et de tourteau de soja (à 50 p. 100 de matières azotées)
- Régime 2 : dans lequel l'apport complémentaire du maïs est fourni par moitié par du tourteau de soja (50 p. 100 matières azotées) et par la farine de sang (soit 6 p. 100 à 86 p. 100 de matières azotées).
- Régime 3 : dans lequel la totalité du tourteau de soja est remplacée par la farine de sang (soit 12 p. 100 du régime)
- Régime 4 : qui correspond au régime 3 supplémenté par de l'isoleucine (0,05 p. 100 L isoleucine)
- Régime 5 : qui correspond au régime 3 supplémenté par du L tryptophane (0,03 p. 100)
- Régime 6 : correspondant au régime 3 supplémenté par ces 2 acides aminés (L-isoleucine 0,05 p. 100 + L tryptophane 0,03 p. 100).

Les régimes 1, 2, 3 sont ainsi destinés à mesurer le degré d'aptitude de la farine de sang à remplacer le tourteau de soja ; les régimes 4, 5, 6 à identifier les facteurs limitants éventuels d'un régime maïs-sang. La composition des régimes est rapportée dans le tableau 2, leurs teneurs en acides aminés dans le tableau 3.

TABEAU 2
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX

REGIME	1	2	3	4	5	6
Composition p. 100						
Maïs	75,4	79,8	84,2	84,2	84,2	84,2
Tourteau de soja (50 % N x 6,25) . . .	21	10,5	—	—	—	—
Farine de sang	—	6	12	12	12	12
Phosphate bicalcique	1,0	1,2	1,4	1,4	1,4	1,4
Craie broyée	1,2	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Sel marin	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Mélange oligoéléments (1)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Mélange vitaminique (2)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Acides aminés supplémentaires (3)						
L-isoleucine	—	—	—	0,05	—	0,05
L-tryptophane	—	—	—	—	0,03	0,03
Résultats d'analyse						
Matière sèche p. 100	88,5	89,7	89,3	89,0	88,3	88,6
Matières azotées p. 100 matières fraîches . .	17,0	17,2	18,7	18,3	18,3	18,2

(1) Mélange d'oligoéléments (HENRY et BOURDON, 1973)

(2) Mélange vitaminique (HENRY et BOURDON, 1973)

(3) Les acides aminés supplémentaires sont introduits dans les mélanges vitaminiques.

TABLEAU 3
TENEURS (p. 100) EN QUELQUES ACIDES AMINES INDISPENSABLES
DES REGIMES EXPERIMENTAUX

REGIME	1	2	3	4	5	6
Lysine	0,91	1,07	1,23	1,23	1,23	1,23
Acides aminés soufrés	0,65	0,62	0,57	0,57	0,57	0,57
Thréonine	0,69	0,71	0,70	0,70	0,70	0,70
Isoleucine	0,78	0,60	0,42	0,47	0,42	0,47
Leucine	1,66	2,01	2,35	2,35	2,35	2,35
Tryptophane	0,18	0,15	0,11	0,11	0,14	0,14
Rapport $\frac{\text{Leucine}}{\text{Isoleucine}}$	2,13	3,35	5,6	5,0	5,6	5,0

2) Conditions expérimentales et régimes

● Animaux :

72 porcelets de race Large White (36 castrats - 36 femelles) pesant 25,2 kg et âgés de 83 j en moyenne, sont logés en cases individuelles munies d'abreuvoirs automatiques et reçoivent à volonté durant une à deux semaines un régime préexpérimental sous forme de granulés de 5 mm (RERAT et HENRY, 1969). A l'issue de la période préexpérimentale, 12 blocs homogènes de 6 animaux de même sexe, et pesant 25 ± 1 kg de moyenne sont constitués selon un schéma en blocs complets randomisés. Dans chaque bloc, chaque animal est affecté au hasard à un des six traitements : il reçoit ainsi pendant toute sa croissance (jusqu'à 95-100 kg de poids vif) un des six régimes expérimentaux sous forme de granulés (5 mm) en deux repas journaliers suivant un plan de rationnement variant avec le poids et selon le sexe (tableau 4). Pendant toute la période de croissance-finition, il est procédé à l'enregistrement journalier des consommations de nourriture, et à la pesée hebdomadaire des animaux. Lors de l'abattage des animaux à 95-100 kg de poids, est effectuée une découpe de la carcasse selon la technique parisienne.

TABLEAU 4
PLAN DE RATIONNEMENT (*)

POIDS VIF, kg	QUANTITE D'ALIMENT FRAIS en kg/j	
	MALES CASTRES	FEMELLES
20	1,0	1,0
25	1,2	1,2
30	1,4	1,4
35	1,6	1,6
40	1,8	1,8
45	2,0	2,0
50	2,2	2,2
55	2,4	2,4
60	2,4	2,5
65	2,4	2,6
70	2,4	2,7
75	2,4	2,8
75 - 100 kg	2,4	2,8

* Changement hebdomadaire après pesée des animaux

RESULTATS

Durant la période de croissance, c'est-à-dire entre 25 et 60 kg de poids vif (tableau 5), le remplacement de la moitié de l'apport azoté complémentaire provenant du soja par de la farine de sang ne provoque aucune

TABLEAU 5
RESULTATS GENERAUX DE CROISSANCE-CONSUMMATION
DURANT LA PERIODE DE CROISSANCE (25-60 kg)

LOT ou REGIME	POIDS MOYEN						AGE MOYEN		SIGNIFICATION STATISTIQUE $\overline{Sx}$ () (1)
	1	2	3	4	5	6			
DEBUT EXPERIENCE				25,2 kg			83 j		
FIN PERIODE DE CROISSANCE				61,1 kg			139 j		
Farine de sang p. 100	—	6	12	12	12	12			
L-isoleucine supplémentaire p. 100	—	—	—	0,05	—	0,05			
L-tryptophane supplémentaire p. 100	—	—	—	—	0,03	0,03			
Gain moyen journalier g/j									
MC	673	677	641	648	662	678			
F	641	707	599	673	569	648			
Moyenne	657 ab	692 a	620 ab	660 ab	615 b	663 ab			*
									18,2 (9,7)
Consommation moyenne journalière (kg aliment frais)									
MC	1,68	1,68	1,65	1,65	1,67	1,61			
F	1,62	1,63	1,55	1,68	1,55	1,56			
Moyenne	1,65a	1,65a	1,60ab	1,66a	1,61ab	1,58b			*
									0,02 (4,4)
Indice de consommation (kg aliment frais/kg/gain)									
MC	2,50	2,49	2,57	2,60	2,53	2,39			
F	2,53	2,31	2,60	2,46	2,77	2,44			
Moyenne	2,51ab	2,40a	2,58ab	2,53ab	2,65b	2,42ab			*
									0,05 (7,6)

(1) $\overline{Sx}$ Ecart type de la moyenne
 () coefficient de variation
 * effet significatif au seuil 0,05
 Les moyennes affectées d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 0,05
 MC : mâles castrés — F : femelles

TABLEAU 7

RESULTATS GENERAUX DE CROISSANCE ET DE CONSOMMATION
PENDANT TOUTE LA PERIODE DE CROISSANCE-FINITION (25 - 100 kg)

LOT ou REGIME	POIDS MOYEN						AGE MOYEN		SIGNIFICATION STATISTIQUE $S \bar{x} () (1)$
	1	2	3	4	5	6	DEBUT EXPERIENCE	FIN EXPERIENCE	
Farine de sang p. 100	—	6	12	12	12	12	25,2 kg	83 j	
L-isoleucine p. 100	—	—	—	0,05	—	0,05	96,7 kg	192 j	
L-tryptophane p. 100	—	—	—	—	0,03	0,03			
Gain moyen journalier g/j	634 684 659	677 717 697	653 630 642	624 659 642	692 607 649	699 682 690			17,7 (9,2)
Consommation moyenne journalière/kg aliment frais	1,95 1,98 1,96	1,98 2,03 2,00	1,96 1,91 1,93	1,94 1,98 1,96	1,98 1,89 1,93	1,94 1,94 1,94			0,02 (4,1)
Indice de consommation kg aliment frais/ kg fain	3,07 2,90 2,98	2,94 2,86 2,90	3,01 3,06 3,03	3,12 3,01 3,06	2,85 3,14 3,00	2,79 2,86 2,82			0,06 (7,5)

(1) voir légende du tableau 5

diminution de la vitesse de croissance ; il se révèle même plutôt favorable pour les animaux femelles. Le remplacement de la totalité des protéines du soja par les protéines de sang (lot 3) semble moins intéressant et se traduit par rapport à la combinaison soja-sang par une diminution de la vitesse de croissance, notamment chez les femelles. Ce fait est lié à une déficience en isoleucine, puisque la simple addition de 0,05 p. 100 de cet acide aminé (lot 4) permet le rétablissement d'une vitesse de croissance normale, sans que l'addition supplémentaire de tryptophane (lot 6) se révèle nécessaire. L'addition du seul tryptophane (lot 5) semble créer un déséquilibre par excès, puisque les animaux manifestent alors la vitesse de croissance la plus faible. En raison d'un ajustement satisfaisant de la restriction alimentaire au poids des animaux, selon leur sexe, l'indice de consommation évolue exactement en raison inverse du gain de poids : ce sont ainsi les animaux du lot 2 (50 p. 100 protéines de soja - 50 p. 100 protéines de sang) qui présentent le meilleur indice et ceux du lot 5 (addition du seul tryptophane) l'indice le plus mauvais.

Au cours de la période de finition, c'est-à-dire entre 60 et 100 kg de poids vif, (tableau 6), on n'enregistre plus aucune différence significative entre les différents traitements, qu'il s'agisse de la vitesse de croissance ou de l'indice de consommation. A noter cependant que les deux meilleurs traitements lors de la période de croissance (lots 2 et 6) se révèlent à nouveau les plus intéressants pour la période de finition.

Si l'on considère enfin la période totale de croissance-finition (tableau 7), on n'enregistre plus aucune différence significative en raison du pourcentage de variation relativement élevé (environ 10 p. 100). Cependant, les animaux des deux lots déjà cités semblent l'emporter, tant sur le lot témoin maïs-soja que sur les autres traitements. Ainsi, la substitution de la moitié des protéines de soja par la farine de sang (lot 2 vs lot 1) permet une augmentation de la vitesse de croissance de l'ordre de 6 p. 100 et une amélioration de l'indice de consommation de 4 p. 100 environ. Le remplacement complet du tourteau de soja par un apport équivalent de protéines de sang additionnées d'isoleucine et de tryptophane (lot 6 vs lot 1) permet une accélération de la croissance de 4 p. 100 et une amélioration de l'indice de consommation de 5 p. 100 environ.

Sur le plan de la composition corporelle, on n'enregistre aucune différence significative entre les traitements. La composition corporelle permise par l'ensemble des régimes est satisfaisante (morceaux maigres p. 100 : 50,47 pour les castrats, 53,40 pour les femelles ; morceaux gras p. 100 : 19,20 pour les castrats, 16 pour les femelles).

DISCUSSION

Il n'existe qu'un nombre réduit d'expériences concernant la valeur nutritive de la farine de sang comme supplément azoté des régimes du porc. En général, ces travaux (LAUBE et WEISSBACH, 1963 ; ZAGAEVSKIJ, 1962 ; MULLER, 1965) montrent que la farine de sang peut avantageusement constituer une partie de l'apport azoté des régimes du porc en croissance, et présentent même une meilleure valeur de supplémentation que la farine de poisson (HOFFMAN et UNGER, 1965). Cependant les performances obtenues par ces auteurs ne sont pas maximales et on peut penser que le régime est subcarencé en certains acides aminés. Ce fait a été précisé par BECKER et al. (1963) et par BRAVO et al. (1970) ; ces auteurs utilisent la farine de sang seule (BECKER et al.) ou en complément du soja (BRAVO et al.) dans des régimes à base de céréales, ou semi-synthétiques, pour déterminer le besoin en isoleucine du porc en croissance. Dans les 2 cas, la croissance maximum ne peut être obtenue que si l'on ajoute de l'isoleucine au régime, ce qui prouve que cet acide aminé constitue le facteur limitant de ce dernier. Selon les auteurs, sa teneur optimale varie entre 0,31 p. 100 (BRAVO et al., 1970) et 0,47 p. 100 (BECKER et al., 1963) chez le porcelet après sevrage. D'après nos propres travaux (HENRY, DUEE et RERAT, 1975) elle se situe aux alentours de 0,38 p. 100. La présente expérience confirme l'existence d'un déficit en isoleucine pour un régime maïs-farine de sang pendant la période de croissance, les meilleures performances étant atteintes avec une addition de 5 g seulement d'isoleucine par kg de régime (soit 0,47 p. 100 d'isoleucine totale dans le régime). Par contre, l'addition d'isoleucine seule en phase de finition paraît inutile.

A l'opposé, l'addition de tryptophane seul se révèle plutôt néfaste durant la période de croissance : tout se passe alors comme si le tryptophane était un facteur de déséquilibre par excès tel que cela a déjà été signalé chez le porc avec la méthionine (RERAT et al., 1962) ou la lysine (HENRY et al., 1971). Cette activité défavorable est cependant fugace et le ralentissement de croissance constaté durant la période initiale de 25-60 kg est suivi d'une accélération de croissance durant la phase de finition ; on peut penser qu'il s'agit là d'un effet de croissance compensatrice, tel que ceux déjà décrits par divers auteurs (FOWLER, 1972).

Il convient cependant de remarquer que c'est la double supplémentation en isoleucine et en tryptophane qui permet d'obtenir les performances optimales, principalement pendant la phase initiale de croissance, à

partir d'un régime apportant 0,42 p. 100 d'isoleucine et 0,11 p. 100 de tryptophane. La réponse favorable de l'isoleucine supplémentaire apparaît ainsi à un taux légèrement plus élevé que celui défini dans un travail antérieur, soit 0,38 p. 100 (HENRY et al., 1975). A cela nous pouvons donner trois explications. Dans le cas présent, le rapport leucine/isoleucine est excessif, puisqu'il atteint la valeur de 5,6 (lot 3) contre 1,7 dans l'étude citée, ce qui pourrait expliquer une augmentation du besoin. En second lieu, il est permis de penser que la restriction alimentaire appliquée aux animaux entraîne un accroissement du besoin relatif d'acides aminés par rapport à l'alimentation à volonté, de la même façon que pour l'ensemble des matières azotées (RERAT et al., 1971). Enfin, on peut se demander si la disponibilité de l'isoleucine présente dans la farine de sang n'a pas été affectée par le traitement de dessiccation. Quoi qu'il en soit, dans le cas d'une substitution partielle du tourteau de soja par la farine de sang, en association avec le maïs, l'élévation du rapport leucine/isoleucine aux alentours de 3 ne semble pas modifier le besoin en isoleucine, ainsi que nous l'avons observé précédemment (HENRY et al., 1975).

A l'instar des travaux des autres auteurs, cette expérience fait ressortir l'intérêt de la farine de sang comme protéines de remplacement du tourteau de soja. Il serait ainsi nécessaire de mettre en place des systèmes de récolte irréprochables sur le plan de l'hygiène et de la conservation. On peut concevoir des systèmes d'aspiration sous vide dans des cuves réfrigérées permettant un stockage relativement bref avant la dessiccation. Il faut souligner également que cette dernière opération doit être menée avec précaution, peut-être sous forme d'atomisation, pour éviter toute détérioration des protéines. Enfin, il faut rappeler que l'entreposage de la farine de sang doit lui-même offrir le maximum de garanties sur le plan de l'environnement (température, humidité). Ce n'est qu'à la condition de remplir l'ensemble de ces garanties que l'on peut espérer voir la farine de sang conserver l'ensemble de ses qualités nutritives fort intéressantes en complémentarité pour l'alimentation azotée.

Précisons que, si la farine de sang constituait la moitié de l'apport azoté complémentaire chez le porc en croissance, les simples ressources françaises bien exploitées permettraient d'assurer l'alimentation de plus de 3 millions d'animaux pendant toute la période de croissance-finition. En outre, dans la mesure où le prix de l'isoleucine s'abaisserait dans des proportions convenables pour que son addition devienne économiquement rentable, la farine de sang additionnée de cet acide aminé pourrait constituer le seul complément azoté et pourrait ainsi subvenir aux besoins de 10 p. 100 des porcs en croissance du troupeau français.

BIBLIOGRAPHIE

- BECKER D.E. et al., 1963 - J. Anim. Sci., **22** (4), 1093-1096.
- BRAVO F.O. et al., 1970 - J. Anim. Sci., **31**, 1137-1141.
- FOWLER V.R. and LIVINGSTONE R.M., 1972 - in Pig Production (COLE D.J.A.), 143-141. Butterworths LONDON.
- HENRY Y. et al., 1971 - Ann. Zootech., **20**, (4), 521-550.
- HENRY Y., BOURDON D., 1973 - Journées Rech. Porcine en France, 105-114, I.N.R.A., I.T.P. Ed., PARIS.
- HENRY Y., DUEE Ph., RERAT A., 1975 (sous presse).
- HOFFMAN M. and UNGER M., 1965 - Jahrb. Tierernährung Fütterung, **5**, 213-219.
- LAUBE W., WEISSBACH F., 1963 - Tierzucht, **17**, 27-31.
- MÜLLER H.D., 1963 - Fütterungsberatung, **4**, 13-14.
- PION R. et al., 1963 - Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., **3**, n° H.S., 31-37.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966 - Cahier A.E.C., n° 6, 155-175.
- PION R., 1970 - Ann. Zootech., **19** (1), 93-96.
- PION R., 1971 - Ind. Aliment. Anim., **6**, 29-36.
- RERAT A. et al., 1962 - Ann. Zootech., **11**, 159-172.
- RERAT A., HENRY Y., 1969 - Journées Rech. Porcine en France, 143-149, I.N.R.A., I.T.P. Ed. PARIS.
- RERAT A. et al., 1971 - Journées Rech. Porcine en France, 65-72, I.N.R.A., I.T.P. Ed., PARIS.
- ZAGAEVSKIJ I.S., 1962 - Svinovodstvo, **9**, 38-39.