

A 7514

UTILISATION COMPAREE DE LA FEVEROLE ET DU TOURTEAU DE SOJA PAR LA TRUIE EN LACTATION

II - DIGESTIBILITE ET UTILISATION METABOLIQUE DES ACIDES AMINES

P.H. DUEE (1), B. PASTUSZEWSKA (2), M. ETIENNE (1)

(1) *Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs*
I.N.R.A. - C.N.R.Z., 78350 Jouy-en-Josas

(2) *Polish Academy of Sciences - Institute of Animal Physiology and Nutrition*
05110 Jablonna near Warsaw (Pologne)

Les possibilités d'utilisation de sources protéiques de remplacement dans l'alimentation des animaux domestiques sont étroitement liées à la connaissance de leur composition en matières azotées et en acides aminés indispensables, permettant ainsi de satisfaire tout ou partie du besoin correspondant de l'animal. Elles peuvent être, toutefois, réduites si l'utilisation digestive et métabolique des différents composants est limitée par la présence de facteurs antinutritionnels. C'est le cas, par exemple, de la féverole dont le taux d'introduction dans la ration du porc en croissance ne semble pas devoir dépasser pour l'instant 15 p. 100 (HENRY et BOURDON, 1972). Une étude complémentaire a, d'ailleurs, montré que la digestibilité des différents acides aminés est plus faible, en regard de celle du tourteau de soja ; par contre, l'utilisation métabolique de l'azote absorbé n'est pas altérée (PASTUSZEWSKA et al., 1974). Les possibilités de remplacement du soja par de nouvelles sources protéiques dépendent, en second lieu, de l'état physiologique de l'animal. En ce qui concerne la truie allaitante, il a été clairement montré que la substitution du tourteau de soja par la féverole n'affecte en rien l'utilisation digestive des composants de la ration et les performances zootechniques des animaux (ETIENNE et al., 1975).

Dans le cadre de cette dernière expérience, nous avons entrepris de préciser la valeur nutritionnelle de la féverole en comparant l'utilisation digestive et métabolique des acides aminés à celles du tourteau de soja.

MATERIEL ET METHODES

Les observations effectuées portent sur un effectif de 10 truies multipares de race Large White, à partir du 19ème jour de lactation. Les animaux, répartis en 2 groupes de 5 et placés en cages de digestibilité, reçoivent l'un des 2 régimes expérimentaux dont la composition et la teneur en acides aminés indispensables sont consignées dans le tableau 1.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES REGIMES EXPERIMENTAUX

LOT	SOJA	FEVEROLE
en p. 100 :		
Orge	85,50	75,20
Tourteau de soja 45	11,10	—
Féverole "Pavane"	—	21,33
DL Méthionine	—	0,07
Complément minéral et vitaminique	3,40	3,40

Les teneurs en acides aminés, exprimées en g/16 g N sont pour les régimes "soja" et "féverole", respectivement de : Lysine 4,55, 4,6 ; Histidine 2,3, 2,35 ; Arginine 5,35, 6,95 ; Thréonine 3,3, 3,25 ; Valine 5,05, 4,9 ; Isoleucine 4,0, 3,95 ; Leucine 7,3, 7,15 ; Tyrosine 2,3, 2,35 ; Phénylalanine 5,15, 4,65 ; Cystine 1,9, 1,75 ; Méthionine 1,85, 2,0 ; Matières azotées (N x 6,25) (p. 100 mat. sèche) 16,2, 15,9.

Les collectes de fèces et d'urine sont réalisées pendant 5 jours. Au cours de cette période, un prélèvement de sang est effectué dans la veine cave antérieure, sur chaque animal, 4 heures après le premier repas, en vue du dosage des acides aminés libres ; le 21ème jour de lactation, d'autre part, une mesure de la production laitière est réalisée par pesée des porcelets avant et après têtée et la composition en acides aminés du lait est déterminée, le lendemain, sur un échantillon représentatif d'une têtée.

La composition en acides aminés des régimes, des fèces et du lait est déterminée par chromatographie sur colonne échangeuse d'ions, dans des conditions analytiques décrites par PION et FAUCONNEAU (1966) ; le tryptophane, détruit lors de l'hydrolyse acide, n'est pas dosé, tandis que les acides aminés soufrés sont oxydés, au préalable, par l'acide performique. L'extraction et le dosage des acides aminés libres du sang sont réalisés suivant une technique décrite par DUEE et RERAT (1975).

Dans tous les cas, le dosage des acides aminés est effectué sur des échantillons individuels (aliments, fèces, lait ou sang).

RESULTATS ET DISCUSSION

Les teneurs en matières azotées et en acides aminés indispensables des deux régimes expérimentaux sont comparables ; toutefois, on peut noter, dans le lot "féverole", un taux plus élevé d'arginine et un taux plus faible de phénylalanine ; ces différences étaient prévisibles quand on considère la composition en acides aminés de la féverole et du tourteau de soja (PASTUSZEWSKA et al., 1974). Compte tenu du niveau alimentaire moyen à ce stade de lactation (5 kg/jour), les consommations moyennes de matières azotées, de lysine et d'acides aminés soufrés sont, respectivement, de 701,6, 32,1, 26,3 grammes par jour.

1/ Digestibilité des acides aminés (tableau 2).

D'une manière générale, les digestibilités apparentes de chaque acide aminé, pour chaque régime, peuvent être comparées à la valeur moyenne représentée par la digestibilité apparente de l'azote. Il s'avère que l'amplitude de leurs variations est la même si l'on considère le groupe des acides aminés indispensables et celui des acides aminés non indispensables.

TABLEAU 2
DIGESTIBILITE DES ACIDES AMINES DES DIFFERENTS REGIMES

	DIGESTIBILITE APPARENTE DES ACIDES AMINES (1)		EN p. 100 DE LA DIGESTIBILITE APPARENTE DES MATIERES AZOTEES	
	LOT SOJA	LOT FEVEROLE	LOT SOJA	LOT FEVEROLE
Acide aspartique	81,3 ± 2,2	79,4 ± 1,7	98,6	99,1
Sérine	83,2 ± 1,8	82,0 ± 1,8	100,9	102,4
Acide glutamique	90,6 ± 1,2	87,0 ± 0,9	110,0	108,6
Proline	91,6 ± 1,0	85,5 ± 1,1	111,2	106,7
Glycine	81,5 ± 2,3	77,8 ± 1,4	98,7	97,1
Alanine	78,3 ± 2,6	74,5 ± 1,5	94,8	93,0
Thréonine	79,0 ± 2,4	74,9 ± 2,0	95,7	93,5
Valine	83,2 ± 2,2	80,8 ± 1,2	100,9	100,8
Cystine	87,3 ± 1,5	84,3 ± 0,8	106,0	106,2
Méthionine	81,2 ± 2,3	80,3 ± 1,0	98,5	100,2
Isoleucine	81,2 ± 2,7	78,4 ± 1,5	98,4	97,8
Leucine	84,6 ± 1,8	82,5 ± 1,2	102,6	103,0
Tyrosine	79,8 ± 2,2	76,4 ± 1,5	96,8	95,3
Phénylalanine	85,9 ± 1,6	81,3 ± 1,2	104,3	101,5
Lysine	79,0 ± 2,1	76,6 ± 1,5	95,7	95,6
Histidine	88,1 ± 1,1	86,3 ± 0,9	107,0	107,7
Arginine	88,5 ± 1,3	89,8 ± 0,7	107,4	112,1
Matières azotées	82,5 ± 2,0	80,1 ± 1,1	100	100

(1) Moyenne ± écart-type de la moyenne.

En ce qui concerne les acides aminés indispensables, il apparaît d'abord, que les digestibilités apparentes de l'arginine et de l'histidine, et à un moindre degré, de la cystine sont plus élevées, dans chaque lot, que les valeurs obtenues pour l'azote : l'écart observé entre les digestibilités de l'arginine et de l'azote varie de 6 à 9,7 points suivant le régime. Certains autres acides aminés indispensables ont, d'autre part, une digestibilité plus faible que la valeur moyenne obtenue pour l'azote. C'est le cas de la thréonine (94,6 p. 100 de la digestibilité de l'azote), de la lysine (95,6 p. 100) et de la tyrosine (96,0 p. 100). Pour ces deux derniers acides aminés, les observations concordent avec celles de MEIER et al. (1970) qui, avec un régime à base d'orge, ont noté, chez le porc en croissance, une digestibilité plus faible. Il est à noter, toutefois, que PASTUSZEWSKA et al. (1974) n'avaient pas observé de diminution de la digestibilité des deux acides aminés quand le tourteau de soja ou la féverole constitue la seule source azotée du régime chez le porc en croissance. Enfin, pour les autres acides aminés indispensables, les valeurs enregistrées sont voisines de la digestibilité de l'azote.

Dans le groupe des acides aminés non indispensables, l'alanine a une digestibilité apparente plus faible, que la valeur moyenne obtenue pour l'azote : l'écart des digestibilités varie de 4,2 à 5,6 points suivant le lot considéré.

Par contre, l'acide glutamique et la proline ont, dans ce groupe, les digestibilités apparentes les plus élevées (respectivement, 109,3 et 109,0 p. 100 de la digestibilité de l'azote). Dans d'autres travaux également, l'acide glutamique présente une digestibilité plus élevée, au contraire de l'alanine (DAMMERS, 1964; PASTUSZEWSKA et al., 1974). Des réactions de transamination entre ces deux acides aminés, dans la lumière intestinale, peuvent expliquer ces différences qui sont d'ailleurs retrouvées quand on étudie la cinétique d'apparition des aminoacides dans la veine porte, après un repas (PION et al., 1964).

La dispersion des digestibilités apparentes des acides aminés indispensables autour de celle de l'azote total est plus élevée dans le lot "féverole" ce qui avait été observé par PASTUSZEWSKA et al. (1974). Il ne semble pas y avoir d'interaction entre la source azotée utilisée et la digestibilité de chaque acide aminé par rapport à celle de l'azote total.

2/ Variations des concentrations en acides aminés libres du sang suivant la source azotée du régime :

Les résultats des dosages, présentés dans le tableau 3, montrent une bonne similitude de l'aminocidémie libre dans les deux régimes.

TABLEAU 3
CONCENTRATION EN ACIDES AMINÉS LIBRES DU SANG MATERNEL (1)
(en mg pour 100 g de sang frais)

	LOT SOJA	LOT FEVEROLE
Ornithine	2,66 ± 0,77	2,92 ± 0,15
Lysine	2,71 ± 0,57	2,15 ± 0,23
Histidine	1,55 ± 0,08	1,75 ± 0,09
Arginine	1,49 ± 0,24	1,28 ± 0,23
Acide aspartique	0,58 ± 0,02	0,58 ± 0,12
Thréonine	1,87 ± 0,23	1,75 ± 0,12
Sérine	1,77 ± 0,17	1,73 ± 0,05
Asparagine	1,69 ± 0,27	1,59 ± 0,27
Acide glutamique	2,01 ± 0,33	1,98 ± 0,41
Glutamine	4,87 ± 1,04	4,21 ± 0,34
Proline	5,96 ± 0,77	4,87 ± 0,26
Glycine	6,94 ± 0,48	7,35 ± 0,19
Alanine	5,33 ± 0,56	5,37 ± 0,18
Citrulline	1,66 ± 0,15	1,67 ± 0,15
Valine	3,68 ± 0,35	3,79 ± 0,20
Cystine	0,64 ± 0,20	0,85 ± 0,05
Méthionine	0,74 ± 0,08	0,87 ± 0,04
Isoleucine	1,63 ± 0,16	1,64 ± 0,13
Leucine	2,34 ± 0,23	2,35 ± 0,13
Tyrosine	2,32 ± 0,21	2,00 ± 0,12
Phénylalanine	1,58 ± 0,18	1,27 ± 0,07
Somme des acides aminés indispensables et semi-indispens.	20,42 ± 1,89	19,53 ± 1,02

(1) Moyenne ± écart-type de la moyenne.

La somme des acides aminés indispensables est légèrement plus faible dans lot "féverole" (19,53 contre 20,42 mg/100 g de sang), ce qui provient principalement des diminutions des concentrations en lysine et en acides aminés aromatiques. Par contre, les concentrations en acides aminés soufrés, légèrement supérieures dans le lot "féverole" révèlent une meilleure disponibilité de la méthionine sous forme libre.

De toute façon, l'absence de différence importante entre les deux lots confirme la bonne utilisation digestive et métabolique du régime renfermant la féverole entière, supplémentée en méthionine, par rapport au tourteau de soja.

3/ Composition en acides aminés du lait (tableau 4).

La comparaison des compositions en acides aminés du lait, à 22 jours de lactation, ne fait ressortir aucune différence importante entre les 2 lots. Les valeurs rapportées sont voisines de celles précédemment trouvées par DUEE et JUNG (1973), à 10 jours de lactation. Tout au plus, on peut noter une légère diminution de certains acides aminés indispensables (lysine, cystine et acides aminés ramifiés) au stade le plus tardif de la lactation.

TABLEAU 4
TENEURS EN ACIDES AMINÉS DU LAIT (1)
(g p. 16 g N)

	LOT SOJA	LOT FEVEROLE
Acide aspartique	8,03 ± 0,08	8,11 ± 0,07
Thréonine	3,98 ± 0,07	4,16 ± 0,07
Sérine	6,17 ± 0,14	5,47 ± 0,07
Acide glutamique	21,31 ± 0,70	21,58 ± 0,29
Proline	12,76 ± 0,63	12,06 ± 0,33
Glycine	3,50 ± 0,08	3,37 ± 0,07
Alanine	3,40 ± 0,07	3,62 ± 0,09
Valine	5,32 ± 0,16	5,21 ± 0,14
Isoleucine	4,07 ± 0,02	4,10 ± 0,07
Leucine	8,11 ± 0,08	8,39 ± 0,14
Tyrosine	3,94 ± 0,07	4,02 ± 0,10
Phénylalanine	3,92 ± 0,09	4,01 ± 0,06
Méthionine	2,06 ± 0,10	1,92 ± 0,06
Cystine	1,43 ± 0,05	1,32 ± 0,08
Lysine	7,32 ± 0,10	7,64 ± 0,10
Histidine	2,64 ± 0,05	2,74 ± 0,06
Arginine	4,85 ± 0,14	4,75 ± 0,10
Matières azotées (N x 6,25) (%)	5,22 ± 0,16	5,22 ± 0,14
Production laitière (l/jour)	6,53 ± 0,87	6,70 ± 0,42

(1) Moyenne ± écart-type de la moyenne.

CONCLUSIONS

● Le calcul, présenté dans le tableau 5, met en évidence les quantités journalières d'acides aminés disponibles pour satisfaire les dépenses d'entretien et de production de l'animal, hormis la production laitière. Il ne tient pas compte des pertes urinaires d'acides aminés, qui sont, en général, faibles (DUEE, résultats non publiés), ainsi que du rendement de la transformation des acides aminés absorbés en acides aminés du lait. Il est, de ce fait, critiquable, mais peut constituer, néanmoins, une approche dans la détermination du besoin en acides aminés de la truie en lactation dont les recommandations doivent être considérées, actuellement, comme indicatives (DUEE et RERAT, 1973).

Il apparaît, d'après ce calcul (colonne 5), que le bénéfice maternel est faible sinon nul pour la lysine et la tyrosine, malgré un bénéfice en matières azotées positif. Si le déficit en tyrosine n'est qu'apparent, puisque les quantités disponibles en phénylalanine sont, par contre, élevées, il semble donc que l'acide aminé limitant

TABLEAU 5
BILAN QUOTIDIEN EN ACIDES AMINES INDISPENSABLES ET SEMI-INDISPENSABLES
(grammes)

	LOT SOJA					LOT FEVEROLE				
	INGERE (1)	FECAL (2)	ABSORBE (1) - (2)	EXPORTATION DANS LE LAIT (3)	DIFFERENCE (1) - (2) - (3)	INGERE (1)	FECAL (2)	ABSORBE (1) - (2)	EXPORTATION DANS LE LAIT (3)	DIFFERENCE (1) - (2) - (3)
Thréonine	23,4	4,9	18,5	13,3	5,2	22,4	5,6	16,8	14,5	2,3
Valine	35,8	6,0	29,8	17,6	12,2	34,1	6,5	27,6	18,2	9,4
Cystine	13,5	1,7	11,8	4,8	7,0	12,2	1,9	10,3	4,5	5,8
Méthionine	13,2	2,5	10,7	6,8	3,9	13,8	2,7	11,1	6,7	4,4
Isoleucine	28,5	5,3	23,2	13,6	9,6	27,2	5,9	21,3	14,3	7,0
Leucine	51,8	7,9	43,9	27,2	16,7	49,6	8,7	40,9	29,2	11,7
Tyrosine	16,2	3,2	13,0	13,2	- 0,2	16,4	3,9	12,5	14,0	- 1,5
Phénylalanine	36,5	5,1	31,4	13,1	18,3	32,3	6,0	26,3	14,0	12,3
Lysine	32,3	6,8	25,5	24,5	1,0	32,0	7,5	24,5	26,3	- 1,8
Histidine	16,4	1,9	14,5	8,8	5,7	16,2	2,2	14,0	9,5	4,5
Arginine	38,1	4,4	33,7	16,2	17,5	48,3	4,9	43,4	16,6	26,8
Matières azotées (N x 6,25)	709,9	123,9	586,0	335,7	250,3	693,4	137,8	555,6	348,1	207,5

primaire de ces régimes de truies en lactation est la lysine. A ce stade de la lactation, la satisfaction du besoin en lysine, et vraisemblablement en d'autres acides aminés indispensables (thréonine, acides aminés soufrés), nécessitera un apport endogène correspondant au catabolisme des protéines musculaires. Il est évident que le calcul effectué ne fait pas la part, dans l'origine des acides aminés du lait, des acides aminés alimentaires ou "endogènes".

● Cet apport endogène d'acides aminés indispensables masque, un peu, les variations que l'on pouvait attendre, compte tenu du moment du prélèvement sanguin, dans l'étude de l'aminocidémie libre. En effet, chez les animaux pris individuellement, il n'apparaît pas de corrélation entre les quantités d'acides aminés absorbées et leurs teneurs dans le sang, mis à part les acides aminés soufrés.

● Par contre, si l'on considère les résultats individuels, il existe une augmentation de la teneur en lysine libre du sang, d'une part quand le déficit calculé précédemment est important, d'autre part quand le bénéfice maternel est également important. Le dernier cas (2 observations) correspond à une faible exportation d'acides aminés dans le lait et peut être compris comme une accumulation, dans le sang, d'acides aminés non utilisés pour la synthèse des protéines du lait, ce qui est à rapprocher des observations effectuées sur le porc en croissance par PASTUSZEWSKA et al. (1974), qui ont montré une diminution linéaire de la lysine libre du sang quand l'azote retenu par l'animal augmente.

Dans le premier cas (8 observations), une relation linéaire a pu être établie entre la concentration en lysine libre (y , en mg pour 100 g de sang) et le "bilan maternel en lysine" (x , en grammes par jour). Une telle relation est également établie entre la thréonine libre du sang et le "bilan maternel en thréonine" :

$$\begin{aligned} - \text{Lysine} & : y = - 0,052 x + 1,982 \quad ; \quad r = - 0,45 \\ - \text{Thréonine} & : y = - 0,195 x + 2,117 \quad ; \quad r = - 0,77 \end{aligned}$$

Ceci peut être interprété, dans le cas d'exportation importante d'acides aminés dans le lait, comme une accumulation, dans le sang, d'acides aminés d'origine endogène.

En définitive, ce travail souligne, d'une part, la nécessité d'associer aux variations de concentrations en acides aminés libres du sang, le niveau des performances des animaux et, d'autre part, la difficulté de définir des recommandations en acides aminés pour la truie en lactation, sans tenir compte de ses réserves azotées, donc de son passé nutritionnel. Il confirme, enfin, les résultats d'ETIENNE et al. (1975), concernant la bonne utilisation digestive et métabolique de la féverole par la truie en lactation.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance aux personnes de la Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs et de l'Institut de Physiologie de la Nutrition de Jablonna, dont la collaboration nous a été précieuse lors de la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- DAMMERS J., 1964. Etude de la digestibilité chez le Porc. Les facteurs qui influencent la digestibilité des aliments. Digestibilité des aminoacides. Thèse DRUKKERIJ "West Friesland" Hoorn, Universiteit Van Leuven, Landbouvinstituut.
- DUEE P.H., JUNG J., 1973. Composition en acides aminés du lait de truie. *Ann. Zootech.*, **22**, 243-247.
- DUEE P.H., RERAT A., 1973. Les normes azotées, possibilités de réduction et couverture des besoins : cas de la Truie. Journées d'information sur l'alimentation azotée des animaux, 21-22 Novembre, Paris, ed. I.N.R.A., p. 33-41.
- DUEE P.H., RERAT A., 1975. Etude du besoin en lysine de la truie gestante nullipare. *Ann. Zootech.* (sous presse)

- ETIENNE M., DUEE P.H., PASTUSZEWSKA B., 1975. Utilisation comparée de la féverole et du tourteau de soja par la truie en lactation. I/ Résultats zootechniques et étude en bilan. **Journées Rech. porcine en France**, Paris, I.N.R.A.-I.T.P., éd.
- HENRY Y., BOURDON D., 1972. Essai de remplacement du tourteau de soja par la féverole dans l'alimentation du porc en croissance-finition. **Journées Rech. Porcine en France**, Paris, I.N.R.A. - I.T.P. ed., p. 175-183.
- MEIER H., POPPE S., WIESEMULLER W., 1970. Untersuchungen über die Aminosäurenresorption aus Verschiedenen Proteinträgern beim Schwein. II/ Pflanzliche Futterstoffe. **Arch. Tierernährung**, 20, 567-574.
- PASTUSZEWSKA B., DUEE P.H., HENRY Y., BOURDON D., JUNG J., 1974. Utilisation de la féverole entière et décortiquée par le porc en croissance : digestibilité et disponibilité des acides aminés. **Ann. Zootech.**, 23, 537-554.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. Cahier n° 6, **Amino acides, peptides, protéines**, 157-175, A.E.C., Commeny.
- PION R., FAUCONNEAU G., RERAT A., 1964. Variation de la composition en acides aminés du sang porte au cours de la digestion chez le Porc. **Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.**, 4, 383-401.