

A 9213

SUR L'INTERET NUTRITIONNEL DES GRAINES DE SOJA ENTIERES EXTRUDEES DANS L'ALIMENTATION DES PORCELETS

A. AUMAITRE et D. BOURDON (*)

I.N.R.A. — Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs - Centre de Rennes-St-Gilles — 35590 L'HERMITAGE

I - INTRODUCTION

Les performances de croissance du porcelet sevré précocement dépendent de l'apport protéique quantitatif et qualitatif mais également de l'équilibre entre les principes énergétiques et protidiques dans l'aliment (PEO et al., 1957 ; AUMAITRE et al., 1964). Ainsi, SEVE (1974) fixe le rapport Énergie/protéines optimum entre 20 et 23 K calories d'énergie brute (80 à 100 kilojoules) par gramme de protéine.

Le tourteau de soja introduit à un taux modéré (AUMAITRE et LAMBERT, 1969) constitue dans les conditions actuelles une source de protéines disponible incorporable aux aliments de sevrage, à condition de prévoir un traitement thermique adéquat (DELORT-LAVAL et CHARLET-LERY, 1971). L'utilisation des graines entières de soja s'est posée en Amérique du Nord où elles sont récoltées sur l'exploitation, à proximité immédiate de l'atelier de production porcine (COMBS, 1967 ; YOUNG, 1972). Elle peut se poser également en Europe, car des quantités importantes de graines y sont importées (COUDERT, 1980).

De nombreux résultats expérimentaux ont été accumulés concernant les conditions optimales et la nature des traitements thermiques à appliquer qui incluent cuisson, extrusion, grillage et micronisation (COMBS et al., 1967 ; LAWRENCE, 1978). De même les conditions d'utilisation par le porc en croissance-finition ont été déterminées mais sans tenir compte de l'apport énergétique supplémentaire de la graine (YOUNG, 1972 ; YEN et al., 1974 ; BAYLEY et SUMMERS, 1975). En revanche, peu de données sont disponibles sur l'utilisation éventuelle de ce produit dans les aliments de sevrage des porcelets (MEADE et al., 1971 ; FABER et ZIMMERMANN, 1973 ; NOLAND et al., 1976).

Or l'utilisation alimentaire, chez le jeune pose deux types de problèmes :

- Comment tenir compte de l'apport énergétique supplémentaire de la graine par rapport au tourteau, aspect que seuls FABER et ZIMMERMANN, 1973 et NOLAND et al., 1976 ont considéré ?
- Comment le porcelet dont le tube digestif n'est pas adapté à la digestion d'une quantité importante de protéines végétales réagit-il à de tels produits qui renferment en outre, des facteurs antitryptiques responsables d'une dépression de l'utilisation digestive de l'azote (YOUNG, 1970 ; YEN, HYMOWITZ et JENSEN, 1974) ?

Une expérience a donc été entreprise en vue de préciser quelques conditions de l'utilisation d'un échantillon disponible de graine de soja entière extrudée.

(*) avec la collaboration technique de Jany PEINIAU et G. CONSEIL

II – MODALITÉS EXPÉRIMENTALES

On a comparé la valeur alimentaire de la graine entière extrudée à environ 150°C à celle du tourteau, à quantité constante de protéines de soja incorporée dans un régime pour porcelets. En raison de sa teneur élevée en lipides, la graine entière est associée à l'orge, céréale à teneur en énergie digestible moyenne. Le tourteau de soja est incorporé aux deux autres régimes qui sont calculés pour apporter sensiblement la même quantité d'énergie digestible. On réalise ainsi des aliments isoazotés, dont la teneur en énergie brute est voisine et dont le rapport Énergie/protéines brutes est proche des recommandations techniques optimales de SEVE, 1974.

La composition des régimes et les résultats analytiques sont présentés au tableau 1.

TABLEAU 1
COMPOSITION DES RÉGIMES ET CARACTÉRISTIQUES ANALYTIQUES

RÉGIMES	1 ORGE TOURTEAU DE SOJA SUIF	2 ORGE GRAINE DE SOJA EXTRUDÉE	3 MAÏS TOURTEAU DE SOJA
Composition p. 100			
- Orge	65,3	67	-
- Maïs	-	-	70
- Tourteau de soja	22	-	22
- Graine de soja extrudée (1)		25	
- Suif	4,7	-	-
- Farine de poisson	4	4	4
- Mélange minéral oligo éléments vitamines (2)	4	4	4
Résultats d'analyse			
- Matière sèche	91,07	91,64	91,04
- Protéines brutes	19,18	19,34	19,08
- Énergie brute Kcal/kg (3)	4534	4543	4400
(MJ/kg)	(19,0)	(19,0)	(18,4)
- Rapport Énergie/protéines			
Kcal/g protéines	23,6	23,5	23,06
KJ/g protéines (3)	99	98	97

(1) **Analyse chimique de la graine de soja extrudée**

Matière sèche : 92,1 ; Protéines brutes (N x 6,25) : 40,1 % ; Matières grasses (extraction acide) : 22,14 % ; Énergie brute : 5378 Kcal ou 22,5 MJ/kg. Facteurs antinutritionnels : Facteurs antitrypsiques : 0,79 TUI/mg de substance ; Facteurs hémagglutinants, non détectables.

(2) Aliment final supplémenté à 50 ppm de carbadox.

(3) M J Mégajoules
K J Kilojoules

Cent huit porcelets de race LARGE WHITE sevrés aux environs de 5 semaines à un poids vif moyen de 8,7 kg sont répartis en 3 lots de 6 répétitions de 6 porcelets, homogènes selon le poids vif, l'origine de la portée et le sexe. Les porcelets élevés par groupe de 6 en loge collective paillée, reçoivent l'aliment expérimental présenté sous forme de granulés de 2,5 mm offerts à volonté.

Sont mesurées les performances de croissance, la quantité d'aliment consommée pendant 5 semaines consécutives correspondant à la durée de l'essai.

III – RÉSULTATS

Les résultats de croissance, de consommation et d'efficacité alimentaire sont figurés au tableau 2. Outre les résultats moyens de la période expérimentale totale de 5 semaines, il nous paraît important de mentionner l'évolution des performances relatives aux périodes 0-2 semaines, 2-4 semaines et 4-5 semaines.

TABLEAU 2
RÉSULTATS DE CROISSANCE-CONSOMMATION
(Nombre d'animaux par lot n = 36 soit 6 répétitions de 6 animaux)

LOT ou RÉGIME	1 ORGE TOURTEAU DE SOJA SUIF	2 ORGE GRAINE DE SOJA EXTRUDÉE	3 MAÏS TOURTEAU DE SOJA	SIGNIFICATION STATISTIQUE Sx (Cv) (1)
Période 0-2 semaines				
- Gain moyen/j, g	331	318	341	12,7 (23,1)
- Consom. moyenne/j, g	575	560	568	18,4 (7,9)
- I.C.	1,74	1,77	1,66	0,04 (6,4)
Période 2-4 semaines				
- Gain moyen/j, g	493	463	448	14,7 (18,8)
- Consom. moyenne/j, g	995	974	981	0,03 (8,1)
- I.C.	2,02 _a	2,18 _b	2,20 _b	0,05 (5,4) +
Période 4-5 semaines				
- Gain moyen/j, g	613	667	665	23,3 (21,5)
- Consom. moyenne/j, g	1258	1273	1295	50,6 (9,7)
- I.C.	2,08 _b	1,93 _a	1,91 _a	0,04 (5,1) *
Période totale durée 5 semaines				
- Poids vif moyen début	8,7	8,7	8,7	- -
- Poids vif moyen fin (2)	24,4	24,2	24,3	- -
- Gain moyen/j, g	452	444	447	12,2 (16,3) NS
- Consom. moyenne/j, %	844	866	876	26,1 (7,4) NS
- I.C.	1,88	1,95	1,94	0,05 (5,9) NS
- Efficacité alimentaire	0,539	0,513	0,514	0,02 (7,9) NS

(1) Écart-type de la moyenne entre parenthèses coefficient de variation

(2) Poids vif moyen aux périodes intermédiaires : 2 semaines : 13,3 kg ; 4 semaines : 18,9 kg

+ Différence significative entre traitements au seuil (P < 0,10).

(*) Différence significative entre traitements au seuil (P < 0,05).

1. – Période 0-2 semaines

Durant la période de 2 semaines, suivant immédiatement le sevrage, c'est le régime 3 maïs - tourteau de soja qui permet au porcelet d'extérioriser les meilleures performances de croissance et d'efficacité alimentaire. Par rapport à ce dernier, le régime 1 orge-tourteau de soja enrichi en suif, entraîne une réduction de croissance de 3 p.100, et une diminution de l'efficacité alimentaire de 5 p.100. De même, mais de manière plus accentuée la croissance est réduite de 7 p.100 avec le régime 2 orge-graine de soja entière extrudée, et parallèlement l'efficacité alimentaire est diminuée de 7 p.100. On peut souligner toutefois que les quantités d'aliment consommées ne varient pas et en particulier elles ne sont pas diminuées pour le régime renfermant la graine entière extrudée de soja.

2. – Période 2-4 semaines

Durant cette phase intermédiaire on assiste à une inversion des tendances précédentes. Le régime maïs-tourteau de soja fournit des performances significativement inférieures, essentiellement au niveau de l'efficacité alimentaire, alors que le régime 1 à base d'orge-tourteau de soja enrichi en suif fournit les meilleures performances (amélioration de + 9 à 10 p.100). Le régime 2 orge-graine de soja entière se trouve en position intermédiaire avec des performances de croissance, et d'indice de consommation voisines de celles du régime 3 maïs-tourteau de soja et d'efficacité alimentaire proche de celles du régime 1 orge-tourteau de soja-suif, en association avec un ingéré moyen journalier le plus faible.

3. – Période 4-5 semaines

Pour le régime à base d'orge-suif, les performances sont significativement déprimées de 8 à 9 % durant cette période par rapport aux deux autres régimes qui procurent des performances strictement équivalentes, tant pour la croissance, la quantité d'aliment consommée que l'utilisation de ce dernier.

4. – Période totale de l'essai 0-5 semaines

Indépendamment des effets inverses enregistrés, au niveau des performances zootechniques, selon les phases de croissance, les régimes, l'importance des écarts observés et le poids relatif de chacune des périodes : on obtient des performances moyennes identiques sur l'ensemble de la période expérimentale de 5 semaines. Ainsi les quantités consommées diffèrent au maximum de 4 %, la croissance de 1 % et l'efficacité alimentaire de 4 %.

IV – DISCUSSION ET CONCLUSION

Le produit proposé et étudié, est conforme par sa composition chimique élémentaire à celles des graines utilisées par d'autres auteurs (BAYLEY et SUMMERS, 1975). En outre sa teneur en substances antitrypsiques, inférieure de 5 fois à celle retrouvée dans les graines de pois d'hiver ou de féverole est négligeable et les facteurs hémagglutinants ne peuvent être mis en évidence. (VALDEBOUZE, communication personnelle).

Sur le plan de la technologie de fabrication il n'est pas possible d'agglomérer un aliment renfermant la graine de soja extrudée au taux utilisé (25 p.100 dans nos conditions expérimentales). La présentation du régime sous forme d'agglomérés friables et sans tenue n'a toutefois pas eu de conséquence néfaste sur le niveau d'ingestion de l'aliment par les porcelets.

Pour des consommations équivalentes, tout se passe comme si durant la première période (0-2 S), le régime 3 maïs-tourteau de soja était le mieux équilibré en matières azotées, acides animés et énergie. Ou bien, il est possible que durant la phase de post sevrage, l'apport énergétique des graisses (suif ou huile de soja) soit mal utilisé. Ainsi, les différences marquées d'efficacité alimentaire (significatives au seuil $P < 0,25$) nous permettrait de le supposer. Par ailleurs, quatre semaines après le sevrage, il semble se dégager une sensibilité particulière du porcelet à la teneur en énergie du régime. Les performances semblent répondre mieux aux régimes maïs-tourteau de soja et orge-graine de soja entière ; il faudrait alors admettre que le porcelet utilise mieux les lipides du maïs ou de la graine de soja que le suif qui a été rajouté à l'orge.

Toutefois, en dépit de ces nuances intra-période, les performances zootechniques moyennes des animaux ont été comparables dans tous les lots sur l'ensemble de la période expérimentale de 5 semaines.

On peut alors invoquer plusieurs raisons d'ordre nutritionnel. Le traitement thermique d'extrusion semble suffisant pour diminuer l'activité antitrypsique de la graine évitant ainsi la diminution de l'utilisation digestive des protéines et de l'énergie observée avec la graine de soja

crue. (YOUNG, 1972 ; YEN et al., 1971). Les mesures de BAYLEY et SUMMERS (1975) sur le porc en croissance, celles de FABER et ZIMMERMANN, 1973 et de NOLAND et al., 1976 confirment cette hypothèse (tableau 3). La cuisson et la micronisation semblent tout aussi efficaces (LAWRENCE, 1978 ; FABER et ZIMMERMANN, 1973).

TABLEAU 3
INFLUENCE DE L'INCORPORATION DE GRAINE DE SOJA TRAITÉE OU DE TOURTEAU DE SOJA
SUR L'UTILISATION DIGESTIVE DE L'AZOTE DES RÉGIMES
(Récapitulation des résultats d'auteurs)

TYPE D'ANIMAL	PORC EN CROISSANCE				PORCELETS		
	AUTEURS	YOUNG 1972	YEN et al. 1974	BAYLEY et SUMMERS 1975	LAWRENCE 1978	NOLAND et al. 1976	FABER et ZIMMERMANN 1973
Tourteau de soja		86,6 ⁽¹⁾	90,0	91,8	79,3	88,0	85,6
GRAINE ENTIÈRE :							
- crue		73,0	70,0-65,0 ⁽²⁾	-	-	-	-
- cuite		82,3	-	-	-	87,0	-
- extrudée		-	-	90,7	-	88,0	87,0
- grillée		-	-	-	-	-	-
- micronisée		-	-	-	80,5	-	82,0

(1) CUD apparent % de l'ingéré.

(2) Variétés, à diverses teneurs en substances antitrypsiques.

Enfin, les teneurs en nutriments apportés par les régimes utilisés, semblent couvrir largement les besoins alimentaires optimum du porcelet entre 8 et 25 kg de poids vif et l'effet néfaste éventuel de la graine a pu être partiellement masqué. L'efficacité alimentaire ainsi que l'efficacité énergétique sensiblement identiques dans tous les lots nous permettent de conclure que le traitement thermique de la graine (extrusion) est compatible avec une utilisation digestive optimale de l'énergie de la ration. En particulier celle provenant de l'huile de la graine de soja (BAYLEY et SUMMERS, 1975 ; FABER et ZIMMERMANN, 1973 ; NOLAND et al., 1976) est bien utilisée après traitement thermique. L'effet néfaste des graines crues sur ce paramètre (MEADE et al., 1971 ; YOUNG, 1972) a donc été maîtrisé par de nombreux traitements thermiques (tableau 4).

TABLEAU 4
UTILISATION DIGESTIVE DE L'ÉNERGIE DES RÉGIMES EXPÉRIMENTAUX (1)
ET VALEUR EN ÉNERGIE DIGESTIBLE DU PRODUIT (MJ/kg de Matière sèche)
(Récapitulation des résultats d'auteurs)

TYPE D'ANIMAL	PORC EN CROISSANCE				PORCELETS		
	AUTEURS	YOUNG 1972	BAYLEY SUMMERS 1975	LAWRENCE 1978	I.N.R.A. 1982	NOLAND et al. 1976	FABER ZIMMERMANN 1973
Tourteau de soja 50 %		83,2 (18,4)	91,4 (18,2)	76,6 (20,1)	84,0 ⁽²⁾ (17,0)	88,0	91,0
GRAINE ENTIÈRE :							
- crue		71,0 (17,9)	-	-	-	-	-
- cuite		75,2 (18,4)	-	-	89,0 ⁽²⁾ (20,8)	87,0	-
- extrudée		-	89,7 (20,6)	-	-	89,0	91,3
- micronisée		-	-	78,6 (21,9)	-	-	83,9

(1) Coefficient d'utilisation digestive de l'énergie de la graine seule.

(2) Coefficient d'utilisation digestive de l'énergie du régime ingéré. Entre parenthèse valeur estimée du contenu en énergie digestible du produit seul.

Nos résultats conduisent à la recommandation de réserver les graines de soja entières extrudées pour la fabrication des aliments de deuxième âge pour le porcelet. L'utilisation éventuelle d'un tel produit en association avec l'orge dans les aliments des porcelets ne semble donc se justifier que dans des conditions économiques particulières (PALISSE-ROUSSEL, 1980). Ainsi à titre d'exemple, si x est le prix de l'orge, y celui du maïs, t celui du tourteau, le prix d'intérêt de la graine (z) pour les régimes du porcelet pourrait être déduit de l'équation suivante :

$$Z = 2,80 y - 2,68 x + 0,88 t$$

REMERCIEMENTS :

A la Société DIEVET (27100 LE VAUDREUIL) pour la fourniture de l'échantillon de graine de soja et à Mademoiselle P. VALDEBOUZE, Laboratoire de Technologie des Aliments des Animaux I.N.R.A.-NANTES, pour le dosage de l'activité antitrypsique et des facteurs hémagglutinants.

BIBLIOGRAPHIE

- AUMAITRE A., JOUANDET C., SALMON-LEGAGNEUR E., 1964. Ann. Zootech., **13**, 241-253.
- AUMAITRE A., LAMBERT J.J., 1969. Journées Rech. Porcine en France, **1**, 169-174.
- BAYLEY H.S., SUMMERS J.D., 1975. Can. J. Anim. Sci., **55**, 441-450.
- COMBS G.E., CONNESS R.G., BERRY T.H., WALLACE H.D., 1967. J. Anim. Sci., **26**, 1067-1071.
- COUDERT G.Y., 1980. Current status and projections to 1985. Amer. Soy. Ass. ed. Brussels. 61 pp.
- DELORT-LAVAL J., CHARLET-LERY G., 1971. Ann. Zootech., **20**, 53-60.
- FABER J.L., ZIMMERMANN D.R., 1973. J. Anim. Sci., **36**, 902-907.
- LAWRENCE T.L.J., 1978. Anim. Feed. Sci. Tech., **3**, 179-189.
- MEADE R.J., RUST J.W., HANSON L.E., 1971. J. Anim. Sci., **33**, 236 Abs.
- NOLAND P.R., CAMPBELL D.R., GAGE R.K., SHARPE R.N., JOHNSON, Z.B., 1976. J. Anim. Sci., **43**, 763-769.
- PALISSE-ROUSSEL M., 1980. Journées A.F.T.A.A., 3 déc. Paris.
- PEO E.R., ASHTON G.C., SPEER V.C., CATRON D.V., 1957. J. Anim. Sci. **16**, 885-891.
- SEVE B., 1974. Ind. Alim. Anim. (11) 35-63
- YEN J.T., HYMOWITZ T., JENSEN A.H., 1974. J. Anim. Sci., **38**, 304-309.
- YOUNG L.G., 1970. Feedstuffs. **42**, (12) 34-36.
- YOUNG L.G., 1972. Can. J. Anim. Sci. **52**, 425-428.