

Incidence de l'origine et du traitement thermique des graines de soja dans l'alimentation du porcelet en 2^{ème} âge

Eric ROYER (1), Julien ALBAR (1), Robert GRANIER (2)

(1) I.T.P., Pôle Techniques d'élevage, 34 boulevard de la Gare, 31500 Toulouse

(2) I.T.P., Pôle Techniques d'élevage, Station d'Expérimentation Nationale Porcine, 12200 Villefranche de Rouergue

Cette étude a été réalisée avec la collaboration technique du personnel de la Station d'Expérimentation Nationale Porcine de Villefranche de Rouergue

Incidence de l'origine et du traitement thermique des graines de soja dans l'alimentation du porcelet en 2^{ème} âge

L'incidence sur les performances de régimes contenant des graines de soja traitées thermiquement par un toastage seul (To^{std}), un toastage suivi d'un floconnage (To+), une extrusion (Ext) a été étudiée pour 12 lots différents de graines provenant de 7 usines A, B, C, D, E, F, G. Dans trois essais, des régimes contenant 56 % de blé, 20 % de tourteau de soja, 15 % de graines de soja, un aliment minéral et des acides aminés ont été distribués à des porcelets en 2^{ème} âge, après la phase d'alimentation 1^{er} âge.

1091 porcelets au total, ont été affectés aux traitements To^{std}A1, To+B1, ExtD1, ExtE1 dans l'essai 1, aux traitements To^{std}A2, To+B2, ExtD2, ExtE2 dans l'essai 2 et aux traitements To^{std}A3, To+C, ExtF, ExtG dans l'essai 3. L'activité antitrypsique (UTI/mg) des graines de soja étaient respectivement de 3,0, 3,5, 3,5, et 15,2 pour l'essai 1, de 5,6, 3,2, 2,6, et 10,2 pour l'essai 2 et 3,0, 4,2, 9,0, et 5,6 pour l'essai 3.

Les performances ont été mesurées sur l'ensemble de la période de post sevrage entre 7,5 kg et 26 kg de moyenne. Dans aucun essai, la consommation moyenne journalière n'a été influencée par le traitement.

Le gain moyen quotidien (g/j) pour les régimes était respectivement de 469, 481, 476 et 468 dans l'essai 1, de 463, 470, 466 et 436 dans l'essai 2 où le dernier traitement ExtE2 était significativement plus faible, et enfin de 447, 457, 459 et 454 dans l'essai 3. Les différences n'étaient pas significatives dans les essais 1 et 3. L'indice de consommation (kg d'aliment/ kg de gain) était respectivement de 1,52, 1,55, 1,50 et 1,56 dans l'essai 1, de 1,57, 1,57, 1,56 et 1,60 dans l'essai 2, de 1,60, 1,54, 1,52, et 1,57 dans l'essai 3. Les différences n'étaient pas significatives dans les 3 essais.

L'étude confirme que le type de traitement thermique n'apparaît pas comme un élément de différenciation entre les différentes graines de soja commercialisées. L'activité antitrypsique est un critère utile pour évaluer la qualité de cuisson des graines compte tenu de la variabilité constatée pour les différentes origines.

Effects of processing whole soybeans in phase 2 diets of weaned piglets

The effects on piglets performances of diets containing soybeans that had been processed with roasting (To^{std}), roasting followed by steam-flaking (To+), extrusion (Ext) were tested for 12 lots provided by 7 commercial suppliers A, B, C, D, E, F, G. In three trials piglets weaned at 28 days of age were fed with phase 2 experimental diets containing 56 % wheat, 20 % soybean meal, 15 % processed soybeans, vitamin-mineral premix and amino-acids, after receiving a common phase 1 diet.

A total of 1091 piglets were assigned to treatments To^{std}A1, To+B1, ExtD1, ExtE1 in Trial 1, treatments To^{std}A2, To+B2, ExtD2, ExtE2 in Trial 2 and treatments To^{std}A3, To+C, ExtF, ExtG in Trial 3. Levels of trypsin inhibitors (TIU/mg substrate) were 3.0, 3.5, 3.5, 15.2 in Trial 1, 5.6, 3.2, 2.6, 10.2 in Trial 2 and 3.0, 4.2, 9.0, 5.6 in Trial 3.

Performances were evaluated for the whole growing period with initial and final weight of 7.5 and 26 kg. The Average Daily Feed Intake was not influenced by treatment in the 3 trials.

Average Daily Gain (g/d) for treatments were 469, 481, 476 and 468 in Trial 1, 463, 470, 466 and 436 in Trial 2 where ADG was decreased for piglets fed ExtE2 ($p < 0.01$), 447, 457, 459 and 454 in Trial 3. Differences were not significant in trials 1 and 3. Feed Conversion Ratio (kg/kg) were 1.52, 1.55, 1.50, 1.56 in Trial 1, 1.57, 1.57, 1.56, 1.60 in Trial 2, 1.60, 1.54, 1.52, 1.57 in Trial 3. Differences were not significant in the three trials.

These data suggest that process does not seem to be a criteria of difference between full-fat soybeans products. The trypsin inhibitors activity is a useful criteria to evaluate quality of heat treatment because of variability between sources of beans.

INTRODUCTION

Deux types de graines de soja, toastées et extrudées, sont disponibles sur le marché.

Plusieurs études ont comparé l'efficacité des différents traitements thermiques des graines de soja, soit sur la digestibilité iléale ou fécale des protéines et des acides aminés, soit sur les performances.

Concernant les coefficients de digestibilité, l'avantage de l'extrusion par rapport au toastage est signalé par ADAMS et JENSEN (1985) chez le porcelet, ainsi que par KIENER et LANDIN (1989) chez le porc en croissance. Dans 3 essais, MARTY et CHAVEZ (1993, 1995) et MARTY et al (1994) signalent pour le porcelet et le porc de meilleures digestibilités fécales et iléales de la protéine et de la lysine avec l'extrusion qu'avec le toastage. Cependant, dans le 1^{er} essai, les auteurs ne constataient aucune différence entre traitements thermiques aux poids de 32 et 62 kg. Comme KIENER et LANDIN (1989), ils montrent également, dans 2 essais sur 3, que le tourteau présente de meilleures digestibilités des protéines et des acides aminés que les graines traitées. KIM et al (2000a, 2000b) indiquent également pour les graines extrudées par rapport aux graines toastées, de meilleures digestibilités apparentes de l'azote et de l'énergie chez le porcelet à 5 et 10 kg, et de meilleures digestibilités iléales chez le porc en croissance et en finition. Pour le tourteau de soja, les digestibilités iléales sont intermédiaires alors que les digestibilités fécales sont plus élevées que celles des graines traitées. En revanche, BARBOSA et al (1999a) relèvent des digestibilités comparables de la matière sèche et des protéines des graines de soja extrudées à sec ou toastées chez le porc en croissance.

Concernant les performances des porcelets, les résultats obtenus apparaissent plus hétérogènes. Lors de deux essais dont l'un où les apports de lysine correspondaient à 80 % des recommandations du NRC, KIM et al (1999) relèvent de meilleures performances de croissance et d'indice de consommation chez le porcelet en post-sevrage avec des graines extrudées par rapport aux graines toastées. En comparaison au tourteau de soja, une amélioration des croissances est rapportée pour les porcelets sevrés recevant des graines extrudées (BURNHAM et al, 2000 ; BERTOL et al, 2001) ainsi qu'un meilleur indice en engraissement (SHELTON et al, 2001).

Par contre, dans 4 essais successifs en 1^{er} âge, BARBOSA et al (1999b, 1999c) relèvent de moins bons résultats pour les graines extrudées par rapport aux graines toastées et au tourteau de soja. De même, des travaux de l'Université du Minnesota indiquent de meilleures performances des porcelets avec le toastage par rapport à l'extrusion (RUST et al, 1972), alors qu'en engraissement, graines toastées et extrudées donnent des résultats comparables (HANKE et al, 1972), ce que confirment ZOLLITSCH et al (1993).

D'autres études montrent des performances équivalentes chez le porcelet des graines micronisées, toastées, ou extrudées à sec ou en humide (KOLAK et al, 1991), ou des graines extrudées et du tourteau de soja (AUMAÏTRE et BOURDON, 1982 ; MYER et FROSETH, 1983, cités par BOURDON,

1990 ; FEKETE et al, 1987 ; MOREIRA et al, 1993 ; ALBAR et al, 1998). FRIESEN et al (1993) constatent, en 1^{er} âge, de meilleures performances avec une double extrusion humide comparée au toastage et à l'extrusion sèche.

Dans plusieurs essais, les auteurs ont attribué plus d'importance au type de traitement qu'à la qualité du traitement alors que KAYSI et MELCION (1992) rapportent que des procédés de principes différents peuvent générer des résultats similaires et qu'à l'opposé, des résultats très différents peuvent être obtenus à l'aide d'une même technique.

La Banque de Données de l'Alimentation Animale (TRAN, 1999, communication personnelle), indique à partir de 802 prélèvements une activité antitrypsique moyenne identique pour les deux types de graines, soit 6,5 UTI/mg de produit brut, mais avec un écart-type important, plus élevé pour les graines extrudées (5,10 contre 3,06 UTI/mg). Par contre, les valeurs médianes sont en faveur des graines extrudées (4,35 contre 5,68 UTI/mg).

Les teneurs moyennes en facteurs antitrypsiques apparaissent donc identiques mais ce seul critère ne peut suffire pour conclure à des valeurs nutritionnelles équivalentes. En particulier, la qualité du traitement pourrait avoir une répercussion sur la valeur énergétique du produit. Plusieurs auteurs (MARTY et CHAVEZ, 1993 ; ADAMS et JENSEN, 1985 ; BARBOSA et al, 1999a ; KIM et al, 2000a, 2000b) mentionnent à ce sujet une meilleure valeur énergétique des graines extrudées.

Une étude a été entreprise afin de fournir aux utilisateurs des informations comparatives sur les différents types de graines. Douze lots de graines, dont la qualité de cuisson a été mesurée, ont été comparés lors d'une expérimentation en post sevrage.

1. MATERIELS ET METHODES

Trois essais ont été effectués à la Station ITP de Villefranche de Rouergue sur un total de 1091 porcelets, de septembre 2001 à mai 2002.

1.1. Schéma expérimental

Dans chaque essai, quatre lots de graines de soja ayant subi un ou plusieurs traitements technologiques et provenant d'usines différentes ont été incorporés au taux de 15 % dans l'aliment 2^{ème} âge. Lors du 2^{ème} essai, les lots sont différents mais proviennent des mêmes usines que dans l'essai 1. Pour l'essai 3, l'une des origines était déjà présente dans les deux premiers essais.

Au total douze lots de graines provenant de sept origines parmi les plus couramment utilisées en France ont été utilisés (tableau 1) et correspondent aux traitements technologiques suivants : toastage standard (To^{std}-1, 2 et 3), extrusion (ExtA-1 et 2 ; ExtB-1 et 2, ExtC ; ExtD), toastage-floconnage (To+B-1 et 2 ; To+C).

Les effectifs respectifs des 3 essais sont de 371, 359 et 361 porcelets, répartis en 24 cases de 14 à 16 porcelets,

soit 6 cases par traitement. La mise en lots est effectuée au sevrage (28 jours) en constituant des groupes de 4 animaux de même poids et de même sexe. Les porcs d'un même groupe sont répartis dans 4 cases différentes affectées à 4 traitements différents. Les cases sont constituées d'animaux homogènes sur la base du poids vif (légers, moyens, lourds), de façon à disposer pour chaque traitement de 2 cases de légers, de 2 cases de moyens et de 2 cases de lourds. En outre, dans les essais 1 et 3, tous les animaux sont de même sexe à l'intérieur d'une case.

Les performances mesurées portent sur la durée totale de post sevrage soit de 7,5 à 26 kg mais les aliments expérimentaux ne sont distribués qu'après la consommation moyenne de 5,5 kg d'aliment 1^{er} âge par porcelet, variable selon le poids au sevrage. La durée totale de post sevrage a été de 35 jours pour les essais 1 et 2, et de 41 jours pour l'essai 3, la période expérimentale étant prolongée de 7 jours pour tous les animaux n'atteignant pas le poids de 25 kg à la date initialement prévue de fin d'essai.

1.2. Matières premières et aliments expérimentaux

Les aliments expérimentaux ont été réalisés dans l'unité de fabrication de la station. Une même formule composée de blé (56 %), de tourteau de soja (20 %) et de graines de soja (15 %), d'acides aminés (lysine, méthionine, thréonine) et d'un aliment minéral (4,5 %) a été utilisée pour tous les aliments. Cette formule présente une concentration énergétique de 9,71 MJ EN par kg d'aliment et un taux de lysine diges-

tible de 1,2 g par MJ EN. La valeur énergétique retenue pour les différentes graines lors de la définition du protocole est celle des Tables d'alimentation ITP-ITCF-AGPM 1998, soit 12,03 MJ EN par kg brut.

Les douze lots de graines de soja ont été analysés pour leurs composition chimique et pour leurs activités antitryptique et uréasique (tableau 1). Les différents aliments expérimentaux ont également fait l'objet d'une analyse chimique (tableau 2).

1.3. Analyses statistiques

Pour chacun des essais, le modèle statistique employé dans l'analyse de variance-covariance pour l'étude des données individuelles (GMQ) inclut les effets traitement, sexe, leur interaction et le poids initial comme covariable. Pour les données collectives par loge (consommations journalières et IC), il inclut le traitement, le sexe et leur interaction pour les essais 1 et 3, l'effet traitement pour l'essai 2, avec le poids moyen initial de la loge comme covariable. Le test de Newman-Keuls est utilisé pour les comparaisons de moyennes entre traitements.

2. RESULTATS

2.1. Résultats d'analyse

Les caractéristiques des graines de soja ne sont pas toutes conformes aux valeurs des tables INRA-AFZ (2002). Dans l'essai 1, la graine To+B1 se révèle plus faible en protéines

Tableau 1 - Composition des graines de soja

	EN	MS	MAT	Lysine	Lysine dig.	CB	MG	MMT	Activité antitryptique	Activité uréasique
par kg MS (sauf MS, activités antit. uréas.)	MJ	g	g	g	g	g	g	g	UI/g	mg N NH ₃ /g /mn
Lots de graines de soja										
Essai 1										
graine 1	To ^{std} A1	884	406	25.3		69	219	58	2983	0.01
graine 2	To+B1	909	326	19.7		71	182	56	3505	0.02
graine 3	ExtD1	898	384	23.5		53	204	62	3515	0.01
graine 4	ExtE1	881	360	23.5		67	247	66	15225	0.43
Essai 2										
graine 5	TostdA2	877	366	23.2		100	172	56	5610	0.45
graine 6	To+B2	901	363	22.1		69	192	56	3224	0.01
graine 7	ExtD2	879	383	20.6		77	171	55	2550	0.04
graine 8	ExtE2	890	374	22.9		83	203	74	10168	0.17
Essai 3										
graine 9	TostdA3	880	398	24.4		62	228	53	3000	0.01
graine 10	To+C	883	359	22.5		89	227	55	4200	0.12
graine 11	ExtF	887	397	25.3		76	226	53	8950	0.01
graine 12	ExtG	884	392	24.1		70	225	57	5550	0.02
Valeurs de référence										
Tables 1998 ⁽¹⁾ graine extrudée		13.7	1000	411	25.9	21.8	57	230	51	
Tables 2002 ⁽²⁾ graine extrudée		12.2	1000	395	24.5	21.4	59	203	59	
Tables 2002 ⁽²⁾ graine toastée		12.5	1000	397	24.6	19.4	64	217	58	

(1) Tables ITP-ITCF-AGPM 1998

(2) Tables INRA-AFZ 2002

Tableau 2 - Caractéristiques chimiques des aliments expérimentaux

	EN	MAT	Lysine totale	Lysine digestible	CB	Amidon	MG	MMT
par kg MS	MJ	g	g	g	g	g	g	g
Valeur de formulation	872	215	13,4	12,05	30	336	46	74
Composition analytique								
Essai 1								
Aliment 1 To ^{std} A1	884	216	13.2		39	391	39	68
Aliment 2 To+B1	889	212	12.9		28	381	35	70
Aliment 3 ExtD1	886	214	13.5		28	366	36	73
Aliment 4 ExtE1	881	213	12.7		35	357	37	64
Essai 2								
Aliment 5 To ^{std} A2	874	215	12.6		32	375	39	62
Aliment 6 To+B2	875	210	12.9		24	385	37	65
Aliment 7 ExtD2	874	217	12.4		24	378	37	62
Aliment 8 ExtE2	874	205	12.6		30	389	38	68
Essai 3								
Aliment 9 To ^{std} A3	877	216	13.3		33	366	39	65
Aliment 10 To+C	878	214	12.8		39	353	37	66
Aliment 11 ExtF	877	218	13.1		37	359	33	65
Aliment 12 ExtG	877	220	13.3		37	356	37	65

et en lysine, ainsi qu'en matières grasses. La graine To+C de l'essai 3 apparaît également moins pourvue en protéines et lysine. Enfin, les teneurs en lysine et en matières grasses des 4 graines de l'essai 2 sont faibles. Les teneurs de lysine des graines To+B2 et ExtD2, ainsi que les teneurs de matières grasses des graines To^{std}2 et ExtD2 sont les plus faibles.

Une moindre qualité de cuisson apparaît pour les graines ExtE1 de l'essai 1 (15,2 UTI/mg et 0,43 mg N NH₃ /g/mn d'activité uréasique), ainsi que pour un nouveau lot ExtE2 de graines de même origine lors du 2^{ème} essai (10,2 UTI/mg de graines et 0,17 mg/g/mn d'activité uréasique).

Dans le 3^{ème} essai, l'activité antitrypsique du lot de graines ExtF atteint 9,0 UTI/mg. Enfin les graines To^{std}A2 de l'essai 2 ont une activité uréasique de 0,45 mg/g/mn.

Les analyses d'aliments confirment les teneurs plus faibles des graines To+B1 et To+C en protéines ou matières grasses mais pas celles des graines de l'essai 2. Elles indiquent une

bonne cohérence des caractéristiques des aliments des trois essais. La formulation a été effectuée à l'aide des tables ITP-ITCF-AGPM (1998) qui indiquaient pour les graines de soja une teneur en matières grasses et une valeur énergétique plus élevées que les nouvelles tables INRA-AFZ (2002).

2.2. Performances zootechniques

2.2.1. Consommations journalières

Les différences de consommation entre les traitements n'apparaissent pas significatives dans les 3 essais. Dans le 1^{er} essai, les aliments 2 et 4 (To+B1 et ExtE1) semblent mieux consommés (+ 4% et + 3%) que l'aliment 1 (To^{std}A1), et ce malgré une moindre qualité de cuisson des graines de l'aliment 4 ExtE1. Lors du 2^{ème} essai, la consommation de l'aliment 8 fabriqué avec un nouveau lot de graines ExtE2 de même origine est cette fois inférieure de 4 % à celle de l'aliment 5 (To^{std}A2) mais de façon non significative. Dans le 3^{ème} essai, les consommations sont également proches, la

Tableau 3 - Performances zootechniques de l'essai 1

Traitement	Aliment 1 To ^{std} A1	Aliment 2 To+B1	Aliment 3 ExtD1	Aliment 4 ExtE1	ETR (1)	Stat. (2)
Effectif	93	92	93	90		
Poids vif initial	7.4	7.4	7.4	7.5		
Poids vif final	25.0	25.6	25.4	25.4		
Durée (j)	37.6	38.1	37.8	38.3		
C.M.J. (kg/j)	711	743	714	730	24.6	TxS*
G.M.Q. (g/j)	469	481	476	468	55.3	S**
I.C. (kg/kg)	1.52	1.55	1.50	1.56	0.05	ns

Les moyennes accompagnées de lettres non identiques diffèrent significativement (test de Newman-Keuls)

(1) Ecart type résiduel

(2) T : traitement, S : sexe, * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

Tableau 4 - Performances zootechniques de l'essai 2

Traitement	Aliment 5 To ^{std} A2	Aliment 7 To+B2	Aliment 6 ExtD2	Aliment 8 ExtE2	ETR (1)	Stat. (2)
Effectif	89	90	89	89		
Poids vif initial	7.4	7.4	7.5	7.5		
Poids vif final	25.4	25.4	25.6	24.6		
Durée (j)	39.2	38.5	39.2	39.6		
C.M.J. (kg/j)	724	734	727	694	32.6	ns
G.M.Q. (g/j)	463^a	470^a	466^a	436^b	56.4	T**
I.C. (kg/kg)	1.57	1.57	1.56	1.60	0.04	ns

Les moyennes accompagnées de lettres non identiques diffèrent significativement (test de Newmans-Keuls)

(1) Ecart type résiduel

(2) T : traitement, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

Tableau 5 - Performances zootechniques de l'essai 3

Traitement	Aliment 9 To ^{std} A3	Aliment 10 To+C	Aliment 11 ExtF	Aliment 12 ExtG	ETR (1)	Stat. (2)
Effectif	90	89	89	90		
Poids vif initial	7.7	7.6	7.7	7.7		
Poids vif final	27.2	27.8	27.8	27.5		
Durée (j)	44.2	44.4	44.1	44.0		
C.M.J. (kg/j)	707	699	692	707	34.2	ns
G.M.Q. (g/j)	447	457	459	454	67.9	ns
I.C. (kg/kg)	1.60	1.54	1.52	1.57	0.06	S*

Les moyennes accompagnées de lettres non identiques diffèrent significativement (test de Newmans-Keuls)

(1) Ecart type résiduel

(2) T : traitement, S : sexe, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

plus faible étant celle de l'aliment ExtF (-3 % par rapport à l'aliment 9).

2.2.2. Vitesses de croissance

Les données des essais 1 et 3 ne montrent aucune différence significative de vitesse de croissance entre les différents aliments. Dans le 2^{ème} essai, le GMQ obtenu avec l'aliment 8 à base de graines ExtE2, est significativement inférieur à ceux des trois autres aliments (-6 % par rapport à l'aliment 5).

2.2.3. Efficacité alimentaire

Les résultats des trois essais ne montrent pas de différence significative d'efficacité alimentaire entre les différents régimes comparés. Dans le 3^{ème} essai, les indices de consommations obtenus avec les aliments 10 et 11 (To+C et ExtF) sont inférieurs de 4 % à ceux de l'aliment 9 (To^{std}A3)

3. DISCUSSION

Douze lots de graines ayant subi trois types de traitement : toastage simple (3 lots), toastage floconnage (3 lots) et extrusion (6 lots) ont été comparés au taux de 15 % dans l'aliment 2^{ème} âge dans ces trois essais. Ni les teneurs en facteurs antitrypsiques, ni les performances zootechniques ne permettent

de conclure quant à la supériorité d'un procédé de traitement par rapport aux autres.

En effet, les trois lots de graines ayant subi un toastage suivi d'un floconnage présentent des teneurs faibles en inhibiteurs de trypsine et des performances satisfaisantes, mais le toastage simple a permis dans les trois essais des performances équivalentes.

Trois lots de graines extrudées ont des teneurs en facteurs antitrypsiques plus élevées : ExtE1 (15,2 UTI/mg), ExtE2 (10,2) et ExtF (8,9) dont deux provenant d'un même site de traitement, alors que les autres lots de graines extrudées montrent des teneurs faibles. Cette teneur plus élevée ne s'est traduite par de moindres performances que pour le seul lot ExtE2 de l'essai 2.

Dans une série précédente d'essais (ALBAR et al, 1998), l'incidence de la qualité d'extrusion de la graine de soja n'avait également pas été mise en évidence. Lors de deux essais à 15 % dans l'aliment porcelet 2^{ème} âge, les auteurs ont obtenu avec un lot de graines de soja de qualité d'extrusion insuffisante (13,5 et 14,5 UTI/mg), confirmée par l'activité uréasique (5,5 mg/g), des performances équivalentes à celles d'un aliment témoin à base de tourteau de soja et d'huile de colza ayant les mêmes caractéristiques nutrition-

nelles. Les performances étaient à nouveau identiques au témoin dans un 3^{ème} essai où les graines étaient bien extrudées (3,4 UTI /mg).

Ces résultats sont à rapprocher de ceux de ZOLLITSCH et al (1993) qui n'observent pas de différence significative de consommation entre des graines toastées à 3,5 UTI/mg et des graines extrudées à 8,1 UTI/mg. A l'inverse, AUMAITRE (1985, cité par BOURDON, 1990) observait de meilleures consommations et vitesses de croissance de porcelets de 21 jours avec un régime contenant 25 % de graines de soja soumises à une double extrusion et dont la teneur en facteurs antitrypsiques s'élevait à 5,0 UTI/mg, qu'avec des graines à 8,2 UTI/mg soumises à une simple extrusion.

L'incidence de la qualité de traitement semble ainsi plus forte lorsque les porcelets sont plus jeunes et lorsque les graines sont incorporées à un taux plus élevé.

L'activité antitrypsique n'apparaît donc pas en mesure d'expliquer seule la réponse des animaux.

Si les deux lots de graines extrudées ExtE1 et ExtE2 ont des niveaux d'activité uréasique de 0,43 et 0,17 mg/g/mn en accord avec leurs teneurs en facteurs antitrypsiques, les lots toastés To^{Std}A2 et To+C ont également des activités respectives de 0,45 et 0,12 mg/g/mn sans conséquence sur les performances des animaux.

L'activité uréasique apparaît un critère de confirmation en cas de qualité insuffisante de la cuisson des graines mais ne peut suffire. DELORT-LAVAL et al (1981) indiquent qu'en dessous d'une valeur de 0,4 mg/g/mn, ce critère ne permet pas de distinguer les produits bien traités de ceux insuffisamment cuits.

Les conditions du procédé de traitement thermique doivent permettre une cuisson suffisante. Dans une étude récente (WHITE et al, 2000), des graines de soja ont été toastées à deux niveaux de température et deux teneurs en humidité. Pour trois des quatre traitements, le procédé a été insuffisant pour inhiber les facteurs antitrypsiques et l'uréase, et seul le traitement le plus chaud sur les graines les plus humides a permis d'obtenir des performances des porcelets équivalentes à celles du contrôle recevant du tourteau de soja. Cependant des températures excessives sont à éviter car elles entraînent une réduction des apports en nutriments digestibles. VANDERGRIFT (1983) fixe la température maximale à 110 °C pour le toastage et à 140 °C pour l'extrusion.

Ainsi, les termes d'«extrusion» et de «toastage» ne peuvent suffire à caractériser le produit compte tenu des paramètres de commande des différents procédés industriels (température,

temps de séjour). L'American Soybean Association (MONARI, 1988) rappelle que les résultats favorables ou défavorables peuvent dépendre des variations enregistrées lors des traitements. AUMAITRE (1985, cité par MONARI, 1988) bien que rapportant des données indiquant l'avantage de l'extrusion sur le toastage en termes de digestibilité et de performances, insiste sur le risque de recommander un type de traitement.

Par ailleurs, nos résultats ne permettent pas de lier les différences des teneurs analysées en matières grasses des graines (de 150 à 217 g/kg) à celles des aliments correspondants, ce qui est confirmé par les faibles écarts d'indice de consommation entre animaux.

Une meilleure valeur énergétique est parfois attribuée par certains auteurs aux graines ayant subi une extrusion, dont l'action physique facilite l'accès des lipases digestives aux lipides, les autres procédés de cuisson devant être suivis d'un traitement physique pour obtenir des performances équivalentes (MONARI, 1996 ; HANCOCK, 2001).

Cependant les tables NRC de 1998 classent tous les produits de soja non déshuilés comme graines traitées thermiquement ayant une même valeur énergétique (12,1 MJ EN/ kg).

De même, les nouvelles tables INRA-AFZ (2002) attribuent des valeurs proches d'énergie nette aux graines extrudées (12,2 MJ ENc /kg MS) et toastées (12,5 MJ ENc /kg MS).

Notre étude montre qu'il n'est pas possible d'attribuer une qualité globale ou des valeurs pratiques de formulation à partir du seul type de traitement, la variabilité à l'intérieur de chaque procédé étant forte. Par contre, il est prioritaire de juger de la qualité du traitement à travers la teneur en facteurs antitrypsiques bien que nos essais n'aient montré l'incidence négative d'une teneur élevée que dans un seul cas.

CONCLUSION

Les performances zootechniques obtenues dans ces trois essais successifs sur porcelets avec des aliments 2^{ème} âge contenant des graines de soja ayant subi différents traitements thermiques et à un taux d'incorporation de 15 % sont proches. Le type de traitement thermique n'apparaît pas comme un élément de différenciation entre les différentes graines de soja commercialisées en France. L'usine d'origine et les différents réglages du procédé ont une importance sur la qualité des graines, même s'il convient de relativiser les conséquences effectives sur les animaux. L'attribution d'une qualité à un lots de graines ne peut se faire sans contrôles préalables en particulier pour la teneur en facteurs anti-trypsiques.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUMAITRE A., BOURDON D., 1982, Journées Rech. Porcine en France, 14, 319-324.
- ADAMS K.L., JENSEN A.H., 1985, Anim. Feed Sci. Tech., 12, 267-274.
- ALBAR J., DOUMAYZEL S., GRANIER R., SERIN J.F., 1998, Journées Rech. Porcine en France, 30, 281-287.
- BARBOSA H.P., TRINIDADE NETO M.A. da, SORDI I.M.P. de, SOTO W.L.C., 1999, Boletim de Industria Animal, 56, 47-52.
- BARBOSA H.P., TRINIDADE NETO M.A. da, SORDI I.M.P. de, SCHAMMASS E.A., 1999, Boletim de Industria Animal, 56, 59-66.
- BARBOSA H.P., TRINIDADE NETO M.A. da, SORDI I.M.P. de, SCHAMMASS E.A., 1999, Boletim de Industria Animal, 56, 67-73.
- BERTOL T.M., MORES N., FRANKE M.R., 2001, Rev. Brasileira Zootecnia, 30, 141-149.
- BOURDON D., In « Symposium qualité des céréales, oléagineux et des protéagineux français », 6 juillet 1990, Toulouse, 75-84, ITCF éd, Paris, 95 p.
- BURNHAM L.L., KIM I.H., KANG J.O., RHEE H.W., HANCOCK J.D., 2000, Asian-Australasian J. Anim. Sci, 13, 1584-1592.
- DELORT-LAVAL J., VIROBEN G., CHAMP M., BERTRAND F., 1981, Revue de l'alimentation animale, 349, 9-17.
- FEKETE J., GATEL F., CASTAING J., SEROUX M., 1987, Journées Rech. Porcine en France, 19, 303-310.
- FRIESEN K.G., NELSSSEN, J.L., GOODBAND R.D., BEHNKE K.C., KATS L.J., 1993, J. Anim. Sci., 71, 2099-2109.
- HANCOCK J.D., 2001, Feed Tech, 5, 18-20.
- HANKE H.E., RUST J.W., MEADE R.J., HANSON L.E., 1972, J. Anim. Sci., 35, 958-962.
- INRA, AFZ, 2002, Tables de composition et de valeurs nutritives des matières premières destinées aux animaux d'élevage : porcs, volailles, bovins, caprins, lapins, chevaux, poissons. Sauvart D., Perez J.M. et Tran G. éd, INRA Editions, Versailles, 304 p.
- ITP-ITCF-AGPM, 1998, Tables d'alimentation pour les porcs, ITP éd, Paris, 30 p.
- KAYSI Y., MELCION J.P., 1992, INRA Prod. Anim., 5, 3-17.
- KIENER T., LANDIN G. M., 1989, Journées Rech. Porcine en France, 21, 23-30.
- KIM I.H., HANCOCK J.D., JONES D.B., REDDY P.G., 1999, Asian-Australasian J. Anim. Sci, 12, 1251-1257.
- KIM I.H., HANCOCK J.D., HINES R.D., 2000, Asian-Australasian J. Anim. Sci, 13, 192-199.
- KIM I.H., HANCOCK J.D., HINES R.D., GUGLE T.L., 2000, Asian-Australasian J. Anim. Sci, 13, 200-206.
- KOLAK S., ASTALOS F., KLAIC T., KOZUL M., BLAZEVIC Z., 1991, Krmiva, Zagreb, 33, 187-191.
- MARTY B.J., CHAVEZ E.R., 1993, Can. J. Anim. Sci., 73, 411-419.
- MARTY B.J., CHAVEZ E.R., LANGE C.F.M. de, 1994, J. Anim. Sci., 72, 2029-2037.
- MARTY B.J., CHAVEZ E.R., 1995, Livestock Prod. Sci., 43, 37-48.
- MONARI S., 1988, Revue de l'alimentation animale, 417, D, 1-52.
- MONARI S., 1996, Fullfat Soya Handbook, American Soybean Association éd, Bruxelles, 44 p.
- MOREIRA I., ROSTAGNO H.S., SILVA M. de A. e, TAFURI M.L., 1993, Rev. Sociedade Brasileira Zoot., 22, 764-772.
- NRC, 1998, Nutrient Requirements of swine, 10th revised ed, Nat. Acad. Press éd, Washington, DC.
- RUST J.W., MEADE R.J., HANSON L.E., 1972, J. Anim. Sci., 35, 963-966.
- SHELTON J.L., HEMANN M.D., STRODE R.M., BRASHEAR G.L., ELLIS M., McKEITH F.K., BIDNER T.D., SOUTHERN L.L., 2001, J. Anim. Sci., 79, 2428-2435.
- VANDERGRIFT W.L., 1983, Proc. 1983 Georgia Nutr. Conference for the feed industry, 75-81, Univ. of Georgia éd., Athens, GA.
- WHITE C.E., CAMPBELL D.R., McDOWELL L.R., 2000, Anim. Feed Sci. Tech., 87, 105-115.
- ZOLLITSCH W., WETSCHEREK W., LETTNER F., 1993, Anim. Feed Sci. Tech., 41, 237-246

