

VALEUR ÉNERGÉTIQUE ET AZOTÉE DE *VIGNA SINENSIS* POUR LE PORC : EFFET DE LA CUISSON ET COMPARAISON AVEC LE TOURTEAU DE SOJA

J. LE DIVIDICH (1) et B. SEVE (1)
avec la collaboration de E. DESPOIS et E. CALIF

Station de Recherches zootechniques,
Centre de Recherches agronomiques des Antilles et de la Guyane, I. N. R. A.,
97170 Petit Bourg (Guadeloupe)

RÉSUMÉ

On a mesuré chez 12 porcs mâles entiers placés en cage de digestibilité et pesant environ 30 kg, l'utilisation digestive de l'azote et de l'énergie des graines d'une légumineuse tropicale : *Vigna sinensis*.

La comparaison a été effectuée avec le tourteau de soja, en utilisant la méthode du complément à l'aide d'une ration à base de maïs. Dans nos conditions expérimentales, l'utilisation digestive des composants principaux du *Vigna sinensis* peut être calculée après détermination de l'utilisation digestive de la ration de base et ceux d'une ration contenant soit 23 p. 100 de tourteau de soja, soit 40 p. 100 de graines de *Vigna sinensis*. Les graines de *Vigna sinensis* broyées sont étudiées à l'état cru ou cuit à 121° pendant 15 minutes sans supplémentation en acides aminés. Les performances de croissance pondérale font apparaître les différences importantes entre le tourteau de soja et les régimes à base de *Vigna sinensis* ; pour ce dernier, la cuisson améliore de façon spectaculaire les performances de croissance.

L'utilisation digestive apparente des éléments du *Vigna sinensis* est significativement plus faible que pour le tourteau de soja (80,1 contre 88,6 p. 100 pour la matière sèche et 72,3 contre 94,1 pour l'azote). Par ailleurs, la cuisson améliore le CUD de tous les éléments du *Vigna sinensis* (+ 2 p. 100 pour la matière sèche et l'énergie, + 6,5 p. 100 pour l'azote). Il en résulte que la graine de *Vigna sinensis* qui contient 27 p. 100 de protéines et 4 300 kcal d'énergie brute par rapport à la matière sèche renferme pour le Porc 198 g de protéines et 3 508 kcal d'énergie digestibles par kg contre 482 g de protéines et 4 145 kcal digestibles pour le tourteau de soja. La cuisson améliore de 10 p. 100 la teneur en protéines et en énergie digestible de la graine de *Vigna sinensis*.

(1) Adresse actuelle : Station de Recherches sur l'Élevage des porcs, Centre national de Recherches zootechniques, I. N. R. A., 78350 Jouy en Josas (France).

I. — INTRODUCTION

L'alimentation azotée du porc aux Antilles est largement tributaire des produits d'importation (tourteaux et farines animales) généralement très coûteux. Parmi les légumineuses locales susceptibles de fournir un produit de substitution, *Vigna sinensis* semble très intéressant du point de vue agronomique (DERIEUX, 1969). Par ailleurs, en plus d'une teneur importante en matières azotées (25 p. 100), on peut souligner sa teneur élevée en lysine (7,3 g/16 g N ; MESCLE et PION, 1971) qui lui confère une bonne valeur de supplémentation vis-à-vis des protéines de céréales. La graine de *Vigna sinensis* présente cependant un déficit important en acides aminés soufrés et semble renfermer des substances toxiques thermolabiles. La cuisson entraîne en effet une nette amélioration de la valeur nutritive de ses protéines (BORCHERS et ACKERSON, 1950 ; EVANS et BANDMER, 1967 ; OWUSU-DOMFED, CHRISTENSEN et OWEN, 1970 ; LE DIVIDICH, 1973).

A notre connaissance, l'utilisation de *Vigna sinensis* par le Porc a été très peu étudiée (HEITMAN et HOWARTH, 1960 ; SEVILLA-EUSEBIO *et al.*, 1968) et sa valeur nutritive, énergétique et azotée, est encore mal connue. Pour préciser ces données, nous avons mesuré sur des porcs de race *Large White* placés en cage à métabolisme l'utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de *Vigna sinensis* en comparaison avec le tourteau de soja. Nous avons de plus étudié l'effet d'un traitement thermique par autoclavage sur sa valeur nutritive.

II. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Douze porcs mâles entiers sont placés en cage de digestibilité à un poids moyen initial de 27 kg. A l'issue d'une période pré-expérimentale de 10 jours, ils sont répartis en 3 lots selon le dispositif des blocs complets (tabl. 1) et on mesure par la méthode du complément l'utilisation digestive des principaux éléments des rations. Les régimes de base sont constitués pour environ 95 p. 100 de maïs (tabl. 1).

TABLEAU I

Schéma expérimental et succession des périodes de mesure

Lot	Période	
	1 (14 jours) (1)	2 (14 jours) (1)
1	RB 1 (2) (260 g/j)	RB 1 (630 g/j) + <i>V. sinensis</i> cru (420 g/j)
2	RB 1 (630 g/j)	RB 1 (630 g/j) + <i>V. sinensis</i> cuit (420 g/j)
3	RB 2 (810 g/j)	RB 2 (810 g/j) + T. de soja (240 g/j)

(1) Les fèces et les urines sont collectées pendant les 7 derniers jours de la période.

(2) RB : ration de base

Composition p. 100 RB 1 maïs 95,2 ; minéraux + vitamines 4,8

RB 2 maïs 96,4 ; minéraux + vitamines 3,6

L-lysine HCl 0,14

La comparaison entre le *Vigna sinensis* et le tourteau de soja s'effectue à quantité totale de matière sèche ingérée constante pendant le test et à quantité de matières azotées totales ingérées égales. Le tourteau de soja et le *Vigna sinensis* représentent ainsi respectivement 23 et 40 p. 100 de la ration. Les régimes sont iso-azotés et présentent des teneurs calculées semblables en acides aminés soufrés (0,60 p. 100 de la matière sèche) et en lysine (0,95 p. 100 de la matière sèche). Pour ce faire, le régime à base de tourteau de soja est supplémenté en lysine à raison de 0,10 p. 100, les régimes à base de *Vigna sinensis* ne sont supplémentés en aucun acide aminé.

La cuisson du *Vigna sinensis* est réalisée, après broyage, sous faible épaisseur dans des plateaux d'aluminium placés à l'autoclavage à 121°C pendant 15 minutes (EVANS et BANDMER, 1967).

Les rations journalières sont distribuées en 3 repas humides par jour, à raison de 3 parties d'eau pour 1 partie d'aliment. Les refus éventuels sont immédiatement séchés à l'étuve à 70°C.

Les modalités expérimentales se rapportant à la collecte et à l'analyse des fèces et de l'urine sont celles décrites par HENRY et RÉRAT (1966).

III. — RÉSULTATS

La composition chimique (tabl. 2) des produits de base fait apparaître pour le *Vigna sinensis* une teneur en matières azotées plus faible que celle du tourteau de soja. Les teneurs en constituants membranaires sont par contre très voisines. Rela-

TABLEAU 2

Composition chimique des produits de base étudiés

Aliment	<i>Vigna sinensis</i>		Tourteau de soja
	Cru	Autoclavé	
Matière sèche	86,36	89,22	89,36
<i>Composition en p. 100 MS</i>			
Mat. azotées (N × 6,25)	27,42	27,05	51,28
Cellulose brute (Weende)	5,83	—	6,71
ADF ⁽¹⁾	7,95	—	10,47
NDF ⁽²⁾	11,56	—	11,78
Amidon ⁽³⁾	42,20	41,76	—
Énergie brute (kcal/kg MS)	4 315	4 463	4 653
Mat. minérales p. 100 MS			
totales	5,35	4,07	7,58 ⁽⁴⁾
Ca	0,07	—	0,36
P	0,51	—	0,75
K	1,28	—	2,21
Na	0,01	—	0,38

⁽¹⁾ Cellulose + lignine, dosées par la méthode de VAN SOEST (1963).

⁽²⁾ Cellulose + Lignine + Hémicellulose, dosées par la méthode de VAN SOEST et WINE (1967).

⁽³⁾ Dosé par voie enzymatique (THIVEND *et al.*, 1965).

⁽⁴⁾ Selon N. R. C. (1968).

tivement riche en phosphore (5 g/kg), le *Vigna sinensis* est cependant très pauvre en calcium (moins de 1 g/kg). On remarque par ailleurs que la teneur en énergie brute du *Vigna sinensis* cuit est supérieure d'environ 3 p. 100 à celle de la graine crue en raison d'une diminution de la teneur en minéraux consécutive à la cuisson.

Les quantités d'aliment consommées par le lot « *Vigna sinensis* cru » pendant la période expérimentale sont inférieures de 7 p. 100 environ à celles observées pour les 2 autres régimes (tabl. 3). Les performances de croissance sont également plus faibles chez les animaux recevant le régime à base de *Vigna sinensis* cru.

1. — *Digestibilité, rétention azotée et utilisation pratique de l'azote des régimes à base de Vigna sinensis et de tourteau de soja*

Les principales données sont présentées au tableau 3.

TABLEAU 3

*Performances des animaux pendant la période de mesure (7 jours)
et utilisation digestive de la ration complète
(maïs + vigna ou tourteau de soja)*

Régime	RB 1 + <i>Vigna sinensis</i>		RB 2 + Tourteau de soja
	cru	autoclavé	
Poids moyen des animaux (kg)	32,4	34,4	35,0
Quantité de MS (g/j)	955	1 012	1 029
Gain de poids moyen (g/j)	150	440	620
CUD ⁽³⁾			
Matière sèche	84,70 ^{a(1)} ± 0,31 ⁽²⁾	85,89 ^b ± 0,25	89,04 ^c ± 0,44
Matière organique	87,35 ^a ± 0,15	87,56 ^a ± 0,26	90,55 ^b ± 0,35
Énergie	85,12 ^a ± 0,25	85,89 ^b ± 0,18	89,27 ^c ± 0,36
Azote	76,28 ^a ± 0,34	80,37 ^b ± 1,04	90,03 ^c ± 1,51
Coefficient de rétention azotée ⁽⁴⁾	43,31 ^a ± 2,32	45,07 ^b ± 0,55	60,43 ^c ± 1,80
CUPN ⁽⁵⁾	32,66 ^a ± 2,32	45,07 ^b ± 0,70	54,38 ^c ± 0,97

(1) Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5 p. 100.

(2) Écart-type de la moyenne.

$$(3) \text{ CUD} = \frac{\text{Élément ingéré} - \text{Élément fécal}}{\text{Élément ingéré}} \times 100$$

$$(4) \text{ CRN} = \frac{\text{N ingéré} - (\text{N fécal} + \text{N urinaire})}{\text{N ingéré} - \text{N urinaire}} \times 100$$

$$(5) \text{ CUPN} = \frac{\text{N ingéré} - \text{N excrété} - \text{N urinaire}}{\text{N ingéré}} \times 100$$

La digestibilité du régime à base de tourteau de soja est toujours significativement supérieure ($P < 0,01$) à celle des autres aliments.

L'autoclavage de *Vigna sinensis* provoque une amélioration significative ($P < 0,05$) de la digestibilité apparente de la matière sèche et de l'énergie du régime. Mais l'amélioration due au traitement thermique est surtout marquée pour l'utilisation digestive et métabolique de l'azote. Ainsi la digestibilité de l'azote du régime augmente de 4 points (76 à 80) le coefficient de rétention azotée de 13 points (43 à 56) et le coefficient d'utilisation pratique de l'azote de 12 points (33 à 45).

2. — Digestibilité apparente de *Vigna sinensis* et du tourteau de soja

L'utilisation digestive des deux régimes de base (tabl. 4), différant légèrement par leur teneur en maïs et en minéraux, varie légèrement mais de façon non significative (environ 1 point pour tous les éléments considérés).

TABLEAU 4

Coefficient de digestibilité des régimes de base (1)

Régime de base	Matière sèche	Matière organique	Énergie	Azote
RB 1 « <i>Vigna sinensis</i> »	87,74 ± 1,71 ⁽²⁾	89,81 ± 1,51	87,70 ± 1,56	82,70 ± 1,49
RB 2 « Soja »	89,10 ± 0,69	90,92 ± 0,42	89,21 ± 0,59	83,61 ± 1,27

(1) Composition centésimale présentée au tableau 1.

(2) Écart-type de la moyenne.

TABLEAU 5

Digestibilité comparée de Vigna sinensis et du tourteau de soja; énergie et matières azotées digestibles

(Valeurs calculées d'après les résultats expérimentaux présentés aux tableaux 3 et 4)

Aliment	<i>Vigna sinensis</i>		Tourteau de soja
	Cru	Autoclavé	
<i>CUD</i>			
Matière sèche	80,06 ^a (1)	82,47 ^b	88,60 ^c
Matière organique	82,69 ^a	84,36 ^a	89,30 ^b
Énergie	81,33 ^a	83,35 ^b	89,07 ^c
Azote	72,35 ^a	78,81 ^b	94,09 ^c
<i>Éléments digestibles</i>			
Énergie kcal/kg aliment ...	3 030 ± 26	3 319 ± 20	3 704 ± 56
Mat. azotées g/kg aliment	171 ± 0,7	190 ± 3,5	432 ± 5,2

(1) Les valeurs affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil 5 p. 100.

Connaissant les coefficients d'utilisation digestive des régimes de base, les coefficients correspondants de *Vigna sinensis* et du tourteau de soja sont estimés par la méthode du complément. Les valeurs ainsi calculées sont rapportées dans le tableau 5.

Le traitement hydrothermique entraîne une amélioration significative de la digestibilité de la matière sèche (2,4 points, $P < 0,05$), de l'énergie (2,0 points, $P < 0,05$) et surtout de l'azote (6,5 points, $P < 0,01$) de *Vigna sinensis*. Toutefois, la digestibilité apparente de *Vigna sinensis* reste toujours significativement inférieure ($P < 0,01$) à celle du tourteau de soja.

Les valeurs en énergie digestible (kcal/kg d'aliment) et en matières azotées digestibles (g/kg d'aliment) sont calculées (tabl. 5). Les teneurs en énergie digestible de *Vigna sinensis* cru (3 030 kcal) et cuit (3 319 kcal) sont respectivement inférieures de 22 et 12 p. 100 à celles du tourteau de soja. Les quantités de protéines digestibles par kg de *Vigna sinensis* cru et cuit représentent respectivement 40 et 44 p. 100 de celle du tourteau de soja.

IV. — DISCUSSION

Les principaux résultats obtenus nous permettent d'estimer à partir des données de la digestibilité de l'énergie et de l'azote la valeur dans la ration du porc en croissance finition. Par ailleurs, et bien que la signification des différences de la vitesse de croissance soit limitée sur des animaux placés en cages à bilan, il convient de souligner l'amélioration de la valeur alimentaire globale de *Vigna sinensis* après cuisson.

Valeur énergétique des graines de Vigna sinensis

A l'état cru les teneurs en énergie digestible de *Vigna sinensis* sont relativement faibles ; elles sont en effet inférieures à celles obtenues pour les graines de légumineuses des pays tempérés de composition voisine comme la féverole. Ce résultat pourrait s'expliquer par l'importance des téguments qui représentent en poids 13,3 p. 100 de la matière sèche de la graine. L'amélioration consécutive au traitement hydrothermique, notamment une augmentation de 10 p. 100 de la teneur en énergie digestible de la graine, est en accord avec nos précédents résultats obtenus sur le Rat (LE DIVIDICH, 1973).

Pour la ration de base et le tourteau de soja, nous retrouvons par ailleurs dans cette expérience, des teneurs en énergie digestible très voisines de celles obtenues par une méthode semblable par SABEN, BOWLAND et HARDIN (1971) et HENRY et BOURDON (1973), sur des animaux placés dans des conditions climatiques très différentes en accord avec les données de PIATKOWSKI (1958) cité par FULLER et CADENHEAD (1969).

Utilisation digestive et métabolique de l'azote

Une mauvaise utilisation digestive et métabolique de l'azote des graines de *Vigna* peut expliquer la faiblesse des performances de croissance du porc déjà signalés par SEVILLA-EUSEBIO *et al.* (1968) et nos résultats récents sur le Rat. Les protéines.

de *Vigna sinensis* sont en effet déséquilibrées en acides aminés soufrés (MESCLE et PRON, 1971) et la supplémentation en DL-méthionine de synthèse s'accompagne d'une meilleure utilisation métabolique de l'azote chez le Rat. Cependant l'autoclavage ménagé de la graine moulue (121°C pendant 15 minutes) augmente à lui seul considérablement chez le Porc comme chez le Rat l'utilisation digestive apparente de l'azote. Ce résultat, par analogie avec le soja est sans doute dû au fait que le *Vigna sinensis* renferme des substances antitrypsiques limitant la protéolyse intestinale en accord avec les hypothèses de BORCHERS et ACKERSON (1950), EVANS et BANDMER (1967), chez le Rat, SEVILLA-EUSEBIO *et al.* (1968), chez le Porc et MAUST, SCOTT et POND, (1972) chez le Poulet.

Les effets néfastes de ces substances dont la nature est encore mal connue, se retrouvent non seulement au niveau de la digestibilité mais aussi de l'utilisation métabolique de l'azote. Ainsi la rétention azotée exprimée par rapport aux protéines digestibles d'un régime à base de *Vigna sinensis* est très inférieure à celle d'un régime à base de tourteau de soja. L'autoclavage améliore notablement (+ 13 p. 100) la rétention azotée chez le Porc comme nous l'avons montré chez le Rat. Ainsi, on constate un parallélisme étroit entre les résultats concernant l'utilisation digestive et métabolique des éléments azotés d'une nouvelle source de protéines testée à la fois sur le Rat et sur le Porc. Dans des conditions expérimentales identiques, l'influence bénéfique d'un simple traitement de cuisson peut être décelé à la fois plus rapidement et plus économiquement à l'aide du rat qui peut valablement être utilisé pour un premier test d'estimation de la valeur des nouvelles sources azotées du porc.

En conclusion, il apparaît que la graine de *Vigna sinensis* qui a subi un traitement thermique approprié et rééquilibré en acides aminés soufrés peut se substituer au moins en partie au tourteau de soja dans la ration du porc. D'autres essais sont cependant nécessaires en vue de déterminer le taux optimum de substitution. Il serait enfin intéressant d'étudier si d'autres traitements technologiques simples comme le décorticage ou la granulation ne seraient pas aussi efficaces que l'autoclavage sur la destruction des substances antinutritionnelles et sur l'amélioration de l'utilisation digestive des protéines de *Vigna sinensis*.

Reçu pour publication en juin 1974.

SUMMARY

ENERGY AND PROTEIN VALUE OF *VIGNA SINENSIS* FOR THE PIG : EFFECT OF COOKING AND COMPARISON WITH SOYBEAN OIL MEAL

Twelve young boars weighing about 30 kg each were placed in digestibility cages in order to determine the apparent digestibility of protein and energy of tropical legume seeds (*Vigna sinensis*).

Comparison was made with soybean oil meal by using the « addition » method. The basal diet was composed of maize. The digestibility of the main components of *Vigna sinensis* was calculated after determination of that of the maize diet and those of diets containing either 23 p. 100 soybean oil meal or 40 p. 100 *Vigna sinensis* seeds. The ground *Vigna sinensis* seeds were studied raw or cooked at 121°C for 15 minutes, without any amino acid supplementation. The weight gains recorded revealed large differences between soybean oil meal and the diets based on *Vigna sinensis*; as for the latter, cooking markedly improved the growth performances.

The apparent digestibility of the components of *Vigna sinensis* was significantly lower than of soybean oil meal (80.1 versus 88.6 p. 100 for dry matter and 72.3 versus 94.1 for protein). Furthermore, cooking improved the apparent digestibility coefficient (ADC) of all the components of *Vigna sinensis* (+ 2 p. 100 for dry matter and energy, + 6.5 p. 100 for protein). According to this, raw *Vigna sinensis* seeds containing 27 p. 100 crude protein and 4300 kcal crude energy relative to dry matter supply to the pig 198 g digestible protein and 3508 kcal digestible energy per kg versus 482 g digestible protein and 4145 kcal digestible energy in the case of soybean oil meal. Cooking improved by 10 p. 100 the digestible protein and energy content of *Vigna sinensis* seeds.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BORCHERS R., ACKERSON C. W., 1950. The nutritive value of legumes seeds. Effect of autoclaving and the trypsin inhibitor test for 17 species. *J. Nutr.*, **41**, 339-345.
- DERIEUX M., 1969. Résultats d'essais préliminaires à l'étude de deux légumineuses vivrières. *Proc. VIIIth annual meeting C. F. C. S. Martinique-Guadeloupe*, 164-172.
- EVANS R. J., BANDMER S. L., 1967. Nutritional value of legume seed proteins. *J. Agric. Food Chem.*, **15**, 439-443.
- HEITMAN H., HOWARTH J. R., 1960. Black-eyed peas as a swine feed. *J. Anim. Sci.*, **27**, 164-166.
- HENRY Y., BOURDON D., 1973. Utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de la Féverole sous forme entière ou décortiquée, en comparaison avec le tourteau de soja. *Journées Rech. Porcine en France, I. N. R. A., Paris, I. T. P. Ed.*, 105-114.
- HENRY Y., RÉRAT A., 1966. Utilisation des pommes de terre déshydratées et fraîches dans l'alimentation du porc en croissance en comparaison avec l'orge. *Ann. Zootech.*, **15**, 231-251.
- LE DIVIDICH J., 1973. Valeur protidique des graines de *Vigna sinensis* et de Féverole : comparaison chez le Rat avec le tourteau de soja. *Ann. Zootech.*, **22**, 267-277.
- MAUST L. E., SCOTT M. L., POND W. G., 1972. The metabolizable energy of rice-bran, cassava flour and blackeye-cowpeas for growing chickens. *Poultry Sci.*, **51**, 1397-1401.
- MESCLE J. F., PRON R., 1971. Participation à l'étude de la valeur nutritive des protéines du *Vigna sinensis* (données non publiées).
- OWUSU-DOMFED K., CHRISTENSEN D. A., OWEN B. D., 1970. Nutritive value of some Ghanaian feedstuffs. *Can. J. Anim. Sci.*, **50**, 1-14.
- PIATKOWSKI B., 1958, cité par FULLER M. F. et CADENHEAD A., The preservation of faeces and urine to prevent losses of energy and nitrogen during metabolism experiment. In *Energy Metabolism of farm animal*. Blaxter Oriel Press Ltd Ed., 1969.
- SABEN H. S., BOWLAND J. P., HARDIN R. T., 1971. Effect of method of determination on digestible energy and nitrogen and on metabolizable energy values of rapeseed meal and soybean meals to growing pigs. *Can. J. Anim. Sci.*, **51**, 427-432.
- SEVILLA-EUSEBIO J., GONZALES R. R., EUSEBIO J. A., ALCANTARA P. F., 1968. Effect of heat on the biological value of Munggo, Paayap, Tapilan and Kadyos beans. *Philippine Agriculturist*, **52**, 218-232.