

EFFICACITÉ DE QUELQUES PROTIDES ALIMENTAIRES CHEZ LE PORC

VI. — FARINE DE LUZERNE DÉSHYDRATÉE A HAUTE TEMPÉRATURE, TOURTEAU D'ARACHIDE ET FARINE DE HARENG

Geneviève CHARLET-LERY, S.-Z. ZELTER

avec la collaboration technique de Marie-Thérèse MOREL et Jeannine LABORIE

*Laboratoire de Recherches sur la Conservation et l'Efficacité des Aliments,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Des mesures de valeur biologique effectuées sur porc en croissance-engraissement (50-70 kg) montrent que les protéines d'une farine de luzerne riche en protéines, même séchée à haute température, sont nettement supérieures à celles d'un tourteau d'arachide (+ 14 p. 100) sans pour cela atteindre la valeur de celles d'une farine de poisson correcte (- 2 p. 100). La farine de luzerne constitue donc une source protéique non négligeable pour cette espèce.

INTRODUCTION

La farine de luzerne déshydratée artificiellement, autrefois employée dans l'alimentation du Porc comme source de carotène, l'est actuellement surtout comme lest permettant de ralentir la croissance en fin d'engraissement en vue de l'obtention de carcasse maigre.

De ce fait, les nombreuses études effectuées sur le Porc (in CHARLET-LERY et *al.*, 1955) concernaient plus spécialement la composition chimique, la tolérance, l'utilisation digestive et la valeur nutritive de cet aliment ; elles ne traitaient pas la valeur nutritionnelle de ses protéines. Celles-ci, — quoique pauvres en acides aminés soufrés — sont pourtant mieux équilibrées que celles d'arachide, qui figurent usuellement dans le régime du Porc, en raison de leur teneur plus élevée en certains acides aminés indispensables (thréonine, lysine, tryptophane, méthionine).

Ces dernières douze années, la production de farine de luzerne a plus que décuplé et sa qualité s'est fortement améliorée. Certaines fabrications possèdent une teneur relativement faible en constituants membranaires allée à une grande richesse azotée.

On peut donc se demander si de telles farines de luzerne ne pourraient pas devenir pour le Porc, une source intéressante de certains acides aminés limitatifs, dans la mesure où les techniques de déshydratation à très haute température (400-800°C en séchoir à cyclone), mais de courte durée, n'altèrent pas leur disponibilité biologique.

Sur ce point, il existe quelques informations intéressant le Rat. Mais nous n'en connaissons aucune concernant le Porc, si ce n'est l'étude effectuée par NÈHRING et LAUBE (1951) avec une farine de luzerne non industrielle séchée à basse température (40-50°C) en étuve pendant plusieurs heures.

Notre présente étude, qui lui est antérieure (1955) a été effectuée sur un échantillon industriel sélectionné parmi 18 fabrications de la récolte 1954, analysées au laboratoire. Ce produit a été choisi en raison de sa qualité exceptionnelle, rare à l'époque : teneur extrêmement basse en constituants membranaires (cellulose *Wende* 16,9 p. 100 ; lignine, 7,1 p. 100) et très élevée en azote (25,6 p. 100 de MAT). Il provenait d'une 3^e coupe de luzerne en première année d'exploitation, récoltée dans le Pas-de-Calais, et déshydratée dans un appareil Louisville (800° C).

Dans une première expérience, dont les résultats ont été publiés en 1955 (CHARLET-LERY et *al.*), nous avons déterminé sur des porcs les coefficients d'utilisation digestive des constituants majeurs, la valeur nutritive et le seuil limite de tolérance de cet aliment.

Aussitôt après, nous avons procédé à la détermination de la valeur biologique de ses protéines, comparativement à deux autres sources protéiques commerciales : une farine de poisson et un tourteau d'arachide. Nous en rapportons maintenant les résultats, parce que la qualité des farines de luzerne actuelles tend à se rapprocher de celle que nous avons étudiée, ce qui conduira vraisemblablement à en incorporer de plus en plus dans le régime du Porc.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La mesure de la valeur biologique a été faite par la méthode de THOMAS et MITCHELL, légèrement modifiée (ZELTER et *al.*, 1961).

Schéma expérimental

L'évolution des dépenses azotées métaboliques et endogènes du Porc avec l'âge étant insuffisamment précisée au moment où cette étude a été réalisée (1955), nous avons adopté le schéma expérimental suivant : deux périodes protéoprives, une au début (P₁) et une à la fin (P₅) encadrent les trois périodes (P₂, P₃, P₄) d'alimentation azotée. La farine de luzerne, la farine de hareng et le tourteau d'arachide, seules sources d'azote alimentaire, sont distribués selon le principe de la rotation des régimes. La durée minimum de chaque période est de 15 jours, dont les huit derniers servent à l'établissement des bilans individuels d'azote.

Les valeurs moyennes individuelles d'azote métabolique fécal (exprimé en p. 100 M. S. fécale) observées durant les périodes protéoprives P₁ et P₅ sont appliquées aux trois périodes d'alimentation azotée (P₂, P₃, P₄) qu'elles encadrent. L'azote endogène urinaire (rapporté à la taille métabolique) est calculé pour ces mêmes périodes par intrapolation à partir de données enregistrées en alimentation protéoprive.

Régime alimentaire

L'aliment protéoprive est utilisé exclusivement au cours des périodes de mesure des dépenses azotées métaboliques et endogènes (P_1, P_3) ; il se compose de (en p. 100) : amigel, 48 ; cérélose, 27 ; saccharose, 4 ; papier-filtre broyé, 10 ; huile de maïs, 3 ; mélange minéral, 8 (in ZELTER et al. 1961). Il dose 8,66 de cellulose vraie (KURSCHNER et al. 1929) et 0,035 de N Kjeldahl, p. 100 M. S.

Au cours des périodes de détermination de la valeur biologique (P_2, P_3, P_4), des protéines de farine de luzerne, de farine de poisson et de tourteau d'arachide sont incorporées dans l'aliment protéoprive de manière à réaliser des régimes iso-azotés et iso-énergétiques.

Les échantillons étudiés renferment respectivement : 10,1 - - 0,0 - - 7,5 de cellulose vraie et 4,98 - - 12,95 - - 8,45 de N Kjeldahl p. 100 de M. S.

Le seuil de tolérance observé antérieurement chez le Porc pour l'échantillon de farine de luzerne concerné nous ont contraints à limiter à 30 p. 100 la quantité de farine de luzerne introduite dans le régime, dont le niveau azoté s'est trouvé, de ce fait, bas : 59 g MAD/kg de MS, soit 55 g/UF (teneurs escomptées théoriquement à partir de données de l'expérience préliminaire de digestibilité).

Par voie de conséquence, le pourcentage de farine de poisson ou d'arachide à incorporer dans les deux autres régimes est assez faible (tabl. 1).

Afin d'éviter l'interférence de l'indigestible qui, selon nos observations préliminaires (in ZELTER et al., 1961), influence nettement l'excrétion d'azote métabolique fécal chez le Porc, les concentrations en cellulose vraie sont égalisées entre 9,0 et 9,3 p. 100 par addition aux deux derniers régimes d'une quantité supplémentaire adéquate de cellulose de papier-filtre. Des apports suffisants de vitamines A, B et D sont assurés tous les jours (in ZELTER et al. 1961).

Les pourcentages respectifs d'aliments protéoprives et azotés dont sont constitués les divers régimes expérimentaux figurent dans le tableau 1.

TABLEAU I
Composition des régimes azotés
(g p. 1 000)

	Aliment protéoprive (1)	Cellulose papier	Farine luzerne	Farine poisson	Farine arachide
Régime Luzerne	690		310		
Régime Poisson	897	20	—	83	
Régime Arachide	844	40	—	—	146

(1) Voir ci-dessus.

Afin de satisfaire largement les besoins énergétiques des animaux, les rations journalières sont distribuées sur une base uniforme de 380 g de matière sèche par 10 kg de poids vif.

Animaux

Trois porcs mâles castrés de race *Large White*, et d'un poids vif initial supérieur à 50 kg ont été utilisés. Les besoins protéiques de tels sujets étant relativement réduits, le niveau azoté particulièrement bas de nos régimes peut être considéré plutôt comme marginal que carenciel.

RÉSULTATS

Les données des bilans sont rapportées au tableau 2.

Les rations distribuées ont toujours été entièrement consommées. En raison de l'apport limité de protéines, les gains de poids journaliers sont faibles, de 250 à 500 g.

TABLEAU 2
Bilan d'ingesta et d'excréta
Moyennes périodiques par jour et par animal

Animal Régime	Poids (kg)	Gain de poids (g)	MSi/p _{0,75} (g)	CUD MS (%)	CUD MO (%)	N ing. (g)	N ing/p _{0,75} (g)	N feces (g)	N digéré (g)	N digéré /p _{0,75} (g)	N bilan (g)
<i>Période 2</i>											
L poisson	56,5	438	99,3	80,4	83,6	22,17	1,08	7,16	15,0	0,73	8,07
M arachide	52,1	385	108,0	77,5	80,4	25,86	1,33	8,95	16,8	0,86	7,31
N luzerne.....	50,6	267	102,2	70,6	74,1	29,14	1,51	15,49	13,7	0,73	6,94
<i>Période 3</i>											
L luzerne.....	67,0	489	88,6	67,8	70,9	31,42	1,31	17,46	13,9	0,59	6,03
M poisson	64,3	403	95,6	77,0	80,2	23,41	1,04	8,75	14,9	0,66	8,46
N arachide	58,5	366	96,4	74,9	78,0	25,35	1,20	9,76	15,5	0,73	5,26
<i>Période 4</i>											
L arachide	73,8	295	103,2	79,2	82,3	33,01	1,31	9,41	23,9	0,95	13,91
M luzerne.....	71,1	236	106,0	72,7	75,6	39,86	1,63	19,16	20,6	0,84	13,34
N poisson	68,4	483	110,3	80,7	83,5	29,38	1,23	7,57	21,8	0,95	14,00

Digestibilité des matières sèches et organiques

Les CUD moyens des matières sèches et organiques des régimes sont indiqués dans le tableau 3.

TABLEAU 3

Coefficients d'utilisation digestive des matières sèche et organique

	CUD matière sèche	CUD matière organique
Ration protéoprive		
moy. P ₁ -P ₅	80,3	83,9
Ration avec luzerne	70,4	73,5
Ration avec hareng	79,4	82,7
Ration avec arachide	77,2	80,1

Par comparaison avec les CUD des régimes protéoprives (80,3-83,9), ces valeurs, surtout celles du régime avec luzerne, marquent une nette diminution que n'expliquent pas les variations très faibles des taux cellulosiques.

Les CUD des matières sèches et organiques de la luzerne calculés par différence sont d'environ 50, alors que ceux de l'expérience antérieure de digestibilité étaient respectivement de : 78,1 et 77,9 p. 100 au taux de 20 p. 100 de farine de luzerne, et de : 66,0 et 66,6 p. 100 au taux de 35 p. 100, soit une chute de 16 points, si l'on fait la comparaison avec ce dernier chiffre. Cette forte chute s'explique sans doute par la présence dans cette expérience, de cellulose-papier, quasiment indigestible.

Coefficients d'efficacité de l'azote

Le tableau 4 résume ces divers coefficients.

Les CUD apparents de l'azote sont relativement faibles. Celui de la farine de luzerne est de 47,7 au lieu de 69,9 trouvé pour le même produit dans l'expérience de digestibilité avec les deux taux de luzerne ; celui de la farine de hareng est de 68,7 alors que dans un essai postérieur (DEIORT-LAVAL et ZELTER, 1963) une valeur de 85 est observée pour une farine de qualité similaire. Le CUD de l'arachide est de 66,2.

L'une des causes de cette baisse des CUD_a de l'azote est certes la présence d'un pourcentage élevé de cellulose de papier-filtre. L'autre réside vraisemblablement dans la faible teneur des rations en matières azotées, puisqu'il est connu que la digestibilité apparente de l'azote diminue très fortement lorsque le taux protéique de la ration s'abaisse.

Les CUD vrais (farine de luzerne : 67,3, farine de hareng : 87,4, tourteau d'arachide : 84,7) restent cependant proches de valeurs normales du fait que les pertes de N métabolique fécal influencées par l'indigestible glucidique n'interfèrent pas dans cette mesure.

Cette forte diminution de la digestibilité apparente fait que l'ingestion effective de matières azotées digestibles est nettement inférieure à celle calculée théoriquement. Ces quantités rapportées à la matière sèche et à l'UF sont respectivement pour les

régimes farine de luzerne de 45,2 et 47,2, farine de poisson de 46,5 et 41,2, tourteau d'arachide de 52,0 et 46,4, au lieu de 59,7 et 55,0 que nous escomptions.

Les valeurs biologiques (VB) respectives de ces trois protéines s'élèvent en moyenne à 77,2, 79,0 et 67,4. La durée relativement courte (8 jours) de réplétion azotée qui a précédé la Période 2 n'a pas entraîné pour celle-ci des valeurs plus fortes que celles des périodes (P₃-P₄) postérieures. DELORT-LAVAL, et al. (1963) constatent pourtant par la suite que les mesures de VB sont entachées d'erreur par excès, si la durée de la phase de réplétion azotée qui succède à celle du jeûne protéique est inférieure à une vingtaine de jours, mais pour des sujets plus jeunes.

TABLEAU 4

Coefficients d'efficacité azotée des trois protéines

Animal Période	MOI/P ^{0,75} g.	CUD apparent	CUD vrai	N digest. apparent g % ₁₀₀ MOD	Rétention apparente	Valeur biologique
<i>Farine de poisson</i>						
L (2)	77	68,2	85,1	9,52	54,0	75,9
M (3)	71	63,7	85,5	9,40	56,4	80,5
N (4)	85	74,2	91,5	10,70	64,2	80,7
Moyenne	78	68,7	87,4	9,87	58,2	79,0
<i>Tourteau d'arachide</i>						
L (4)	79	74,4	88,5	11,93	58,3	74,3
M (2)	81	65,1	83,7	10,75	43,1	66,2
N (3)	69	61,2	81,8	10,57	33,6	61,8
Moyenne	76	66,2	84,7	11,08	45,0	67,4
<i>Farine de luzerne</i>						
L (3)	58	44,3	65,0	10,29	43,4	74,0
M (4)	74	51,8	70,1	11,31	63,1	82,4
N (2)	69	46,9	66,8	10,55	50,2	75,2
Moyenne	67	47,7	67,3	10,72	52,2	77,2

DISCUSSION

Les VB enregistrées pour les protéines de la farine de luzerne, du tourteau d'arachide et de la farine de poisson étudiés sont respectivement de 77,2, 67,4 et 79,0, alors que dans une autre expérience (DELORT-LAVAL et ZELTER 1963) une VB de 62,3 seulement a été observée pour une farine de hareng, de qualité similaire à celle de notre farine de poisson, mais avec un régime dont le taux azoté (100 MAD/UF) était assez proche des normes théoriques. Toutes nos données sont plus élevées que celles rapportées dans la littérature. Cela vraisemblablement en raison du rapport

Nd/MOD très faible (environ 50 p. 100 des normes admises) de nos régimes expérimentaux. Il est en effet connu qu'un bas niveau azoté accroît le taux d'utilisation métabolique des protéines, mais il possède l'avantage de permettre une extériorisation plus nette des différences d'efficacité.

La VB de notre farine de luzerne (77,2), qui a été déshydratée en quelques minutes à très haute température (800°C), est également plus forte que celle observée (63,9) par NEHRING et LAUBE (1961) pour un produit un peu moins riche en N, séché à très basse température (40-50°C) pendant plusieurs heures. Mais ces auteurs notent aussi une VB plutôt faible pour le tourteau de soja qui servait de terme de comparaison. Or, ils ont expérimenté sur des porcs de 35 à 75 kg qui recevaient des régimes à niveau azoté correct (80 g MAD/kg MS) mais en forte restriction calorique. Une part des protéines a donc probablement été déviée par l'animal pour suppléer au déficit énergétique. Ce phénomène ne pouvait pas survenir dans nos conditions expérimentales, l'approvisionnement en énergie étant largement suffisant, puisque les animaux ont régulièrement gagné du poids.

Les rations à base de farine de poisson et de tourteau d'arachide effectivement consommées sont pratiquement équiénergétiques (MOD/P^{0,75}), alors que celles à base de farine de luzerne ont un niveau énergétique systématiquement plus faible, en raison de la forte chute imprévisible (malgré un taux cellulosique comparable) de leur coefficient de digestibilité.

Les rations ingérées sont, par contre, isoazotées lorsqu'il s'agit des régimes avec tourteau d'arachide ou farine de luzerne, tandis que le niveau protéique est plus faible pour deux sujets sur les trois en expérience, lorsqu'ils consomment le régime à farine de poisson : les quantités moyennes respectives de N digestible apparent ingéré en g p. 1 000 MOD sont de 10,72 — 11,08 et 9,87 (tabl. 4).

Dans l'ensemble cependant, les niveaux nutritionnels paraissent suffisamment proches pour autoriser la comparaison des valeurs biologiques enregistrées pour les trois protéines.

La VB des protéines de la farine de luzerne est de 14 p. 100 plus élevée que celle du tourteau d'arachide et très proche (— 2 p. 100) de celle de la farine de poisson. Ce résultat surprend *a priori*. Il s'explique sans aucun doute par les teneurs de la farine de luzerne notablement plus fortes que celles d'arachide et assez comparables à celles de poisson en au moins trois acides aminés essentiels : lysine, thréonine et méthionine + cystine (PION et FAUCONNEAU, 1966). Les données citées couramment dans la littérature font ressortir l'infériorité patente des protéines de l'arachide à cet égard.

D'ailleurs, notre méthodologie de mesure de la VB qui utilise une protéine unique comme source azotée du régime, est plus spécialement adaptée à la mise en évidence de l'acide aminé limitant primaire (ZELTER, 1963) et éventuellement de l'effet additionnel de certains facteurs limitants secondaires.

Nos données, bien que peu nombreuses, donnent à penser qu'une farine de luzerne riche en azote, mais relativement pauvre en constituants membranaires, et correctement déshydratée à très haute température, possède pour le Porc une efficacité azotée bien meilleure que celle d'arachide et vraisemblablement au moins égale à celle d'un tourteau de soja (NEHRING et LAUBE).

Des farines de cette qualité (farines blutées) existent couramment sur le marché. A condition de ne pas dépasser le seuil de tolérance (= 30 p. 100) manifesté à leur

égard par le Porc (CHARLET-LERY et *al.*, 1955), elles peuvent constituer pour l'alimentation de cet animal, non seulement un apport de lest, mais également une source intéressante de certains acides aminés essentiels apte à supplémer plus efficacement que le tourteau d'arachide des régimes à base de céréales, particulièrement carencés en ces facteurs limitants de la croissance.

Reçu pour publication en novembre 1968.

SUMMARY

EFFICIENCY OF SOME FEED PROTEINS IN PIGS.

VI. — LUCERNE MEAL DRIED AT HIGH TEMPERATURE, GROUNDNUT OILMEAL AND HERRING MEAL

Biological value was estimated by the method of THOMAS-MITCHELL in growing and fattening pigs. The impossibility of including more than 30 per cent lucerne meal made it necessary to give diets relatively poor in nitrogen, about 10 g digestible N per kg digestible organic matter. In these conditions the proteins of a good lucerne meal, rich in protein, even when dried at high temperature, were distinctly better than those of groundnut meal (+ 14 p. cent) without reaching the value of those of a good fishmeal (— 2 p. cent). Thus lucerne meal is a source of protein which should not be neglected for this species.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHARLET-LERY G., LEROY A. M., ZELTER S.-Z., 1955. Digestibilité des constituants d'une farine de luzerne artificiellement déshydratée chez le Porc. *Ann. Zootech.*, **4**, 121-127.
- DELORT-LAVAL J., CHARLET-LERY G., DOGAN K., 1963. Efficacité de quelques protides alimentaires chez le Porc. III. Évolution de l'excrétion azotée urinaire durant la phase de réalimentation, après un jeûne protéique. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **3**, 255-262.
- DELORT-LAVAL J., ZELTER S.-Z., 1963. Effet de la conduite du séchage à la flamme sur la valeur biologique de farines de hareng chez le Porc. *Ann. Zootech.*, **12**, 193-202.
- KURSCNER K., HOFFER A., 1929. A new process for the determination of cellulose in wood and pulp. *Tech. Chem. Papier Zelt. Fab.*, **26**, 125-139 et 1934, **31**, 14.
- NEHRING K., LAUBE W., 1961. Untersuchungen über die biologische Wertigkeit des Eiweisses verschiedener Futterstoffe beim wachsenden Schwein. I. Eiweissfutterstoffe und Getreide. II. Grünfutterstoffe und Garfuttermittel. *Zeits. Tierphys. Tierernah. Futtermitt.*, **16**, 119-132, 252-260.
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Amino-acides, Peptides-Protéines. Société de Chimie organique et biologique (A. E. C.). *Cahier n° 6*, 159-175.
- ZELTER S.-Z., CHARLET-LERY G., DURAND-SALOMON M., VAZ PORTUGAL A., 1961. Efficacité de quelques protides alimentaires chez le Porc. I. Excrétion d'azote métabolique fécal et endogène urinaire : influence du niveau d'ingestion de matière sèche, du poids corporel, de l'âge et de l'indigestible. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 222-235.
- ZELTER S.-Z., CHARLET-LERY G., DURAND-SALOMON M., VAZ PORTUGAL A., 1961. Efficacité de quelques protides alimentaires chez le Porc. II. Auréomycine et métabolisme azoté. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **1**, 222-235.
- ZELTER S.-Z., 1963. Influence de la conduite du séchage à la flamme sur l'efficacité des protéines de farine de hareng. *Ann. Biol. Biophys.*, **3**, n° hors série, 61-63.