

ÉTUDE DU BESOIN AZOTÉ CHEZ LE PORC EN CROISSANCE

II. — UTILISATION DE LA FARINE DE POISSON A DES DOSES EXCESSIVES PAR RAPPORT AU BESOIN AZOTÉ

A. RÉRAT et Y. HENRY

avec la collaboration technique de E. ENGRAND et H. BOUSQUET

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs,
Centre national de Recherches zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Au cours de deux expériences portant respectivement sur 45 et 28 porcs de race *Large White*, entre 20 et 90 kg de poids vif, on a étudié l'utilisation de la farine de hareng de Norvège comme seule source de protéines dans des régimes semi-synthétiques renfermant environ 3 500 kcal digestibles/kg. L'introduction de protéines de poisson à un taux supérieur à 16 p. 100, si elle n'entraîne aucune amélioration supplémentaire de la croissance ni de l'efficacité alimentaire, provoque par contre chez les femelles une augmentation du pourcentage de morceaux maigres et une diminution du pourcentage de morceaux gras dans la carcasse jusqu'aux taux de 20 p. 100, alors qu'elle est sans effet sur la composition corporelle des mâles castrés. D'après les résultats moyens, il apparaît que le besoin azoté pour la croissance est égal à 16, 14 et 12 p. 100 de matières azotées totales dans les intervalles de poids respectifs 20-45 kg, 45-68 kg et 68-90 kg, correspondant à 40, 35 et 30 g de matières azotées digestibles pour 1 000 kcal digestibles, dans les conditions d'alimentation semi-*ad libitum*.

INTRODUCTION

Dans une étude antérieure (RÉRAT et HENRY, 1964) portant sur l'influence du taux d'introduction d'une protéine de référence (farine de hareng de Norvège) dans le régime du porc au cours des différents stades physiologiques de la croissance, nous avons montré que le besoin azoté pour une croissance et une rétention azotée maxi-

mun était de 16 p. 100 de matières azotées entre 20 et 45 kg de poids vif, 14 p. 100 entre 45 et 68 kg et 12 p. 100 entre 68 et 90 kg, pour des régimes semi synthétiques à base d'amidon de maïs et dont la valeur fourragère était de l'ordre de 1,2 UF. Il convient cependant de préciser que les taux de protéines utilisés dans cette étude ne dépassaient pas 16 p. 100 et on peut se demander dans ces conditions si l'utilisation d'un taux supérieur n'aurait pas permis d'obtenir une amélioration supplémentaire des performances au cours de la première phase de la croissance. Par ailleurs, les taux optimum de protéines dans les intervalles de poids considérés avaient été déterminés à partir de lots d'animaux qui avaient subi auparavant des traitements différents et n'étaient pas de ce fait rigoureusement comparables au début de chaque période. Compte tenu de ces observations, deux nouvelles expériences ont été effectuées dans le but :

1° d'étudier les effets de l'introduction de taux azotés élevés dans le régime sur la croissance, l'efficacité alimentaire et la composition corporelle,

2° de contrôler dans quelle mesure les normes établies antérieurement permettent d'obtenir les performances optimum selon le critère envisagé.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Au cours de deux expériences successives (A et B), des porcs de race *Large White* reçoivent, entre 20 et 90 kg de poids vif, des régimes renfermant des proportions variables d'une farine de hareng de Norvège, cette dernière étant utilisée comme source azotée unique dans les mêmes conditions que celles décrites précédemment lors de l'étude du besoin azoté aux différents stades de la croissance (RÉRAT et HENRY, 1963).

Expérience A

Trois lots de 15 porcelets après sevrage (8 mâles et 7 femelles), d'un poids moyen initial de 24 kg, sont constitués à partir de blocs de 3 animaux de même portée, de même sexe et de même poids. On leur distribue des régimes renfermant respectivement 16, 20 et 24 p. 100 de protéines de poisson dont la composition est rapportée dans le tableau 1. Les animaux, élevés en loges individuelles, sont alimentés selon la méthode *semi-ad libitum*, soit trois repas courts de 20 à 30 minutes par jour, ces derniers étant distribués à l'état humide à raison de 3 parties d'eau environ pour une partie d'aliment sec. Ils sont pesés tous les 14 jours et les consommations de nourriture sont enregistrées quotidiennement. Après abattage, vers 90 kg de poids vif, l'examen des carcasses est effectué selon les modalités décrites par ailleurs (RÉRAT et HENRY, 1963). En outre, on procède à la pesée du foie, des reins et de la rate.

Expérience B

Deux lots de 14 porcelets (10 mâles et 4 femelles) sont formés à partir de couples d'animaux choisis dans une même portée, de même sexe, de poids initial comparable (en moyenne 25 kg) et reçoivent jusqu'à 90 kg de poids vif :

— soit un régime dont le taux de protéines est maintenu égal à 16 p. 100 pendant toute la croissance (lot I_B),

— soit un régime renfermant un taux décroissant de protéines, correspondant aux normes établies antérieurement : respectivement 16, 14 et 12 p. 100 dans les intervalles de poids 25-45 kg, 45-68 kg et 68-90 kg (lot II_B).

Comme dans l'expérience A, les animaux sont élevés et nourris individuellement suivant la méthode *semi-ad libitum*. Ils sont pesés une fois par semaine et, à partir de 60 kg de poids vif, on

procède tous les 14 jours à la mesure de l'épaisseur du lard au dos et au rein à l'aide des ultrasons, selon une technique décrite par DUMONT et FÉVRIER (1957). A l'abattage, les mêmes mesures que précédemment sont effectuées sur les carcasses.

TABLEAU I

Composition des régimes expérimentaux

Expérience	A			B		
	I _A	II _A	III _A	I _B II _B	II _B	II _B
Lot	16	20	24	16	14	12
Matières azotées, p. 100						
Composition, p. 100						
Farine de hareng de Norvège ..	21,6	27	32,4	21,6	18,9	16,2
Amidon de maïs.....	61,4	56	50,6	57,4	60,1	62,8
Sucre cristallisé.....	—	—	—	5	5	5
Huile d'arachide	5	5	5	5	5	5
Cellulose de bois	5	5	5	—	—	—
Paille de blé.....	—	—	—	5	5	5
Mélange minéral (1)	5	5	5	4	4	4
Mélange vitaminique (1)	2	2	2	2	2	2
Résultats d'analyse, p. 100						
Matière sèche	89,3	89,8	89,9	89,4	89,0	88,9
Matières azotées	16,0	20,5	25,7	15,9	14,1	12,6
Matières minérales	5,8	6,5	7,3	6,1	5,9	5,5
Cellulose brute (méthode de WEENDE).....	4,6	5,3	4,4	3,1	2,8	2,1
Matières grasses	5,4	6,6	7,4	6,6	5,6	6,2

(1) HENRY et RÉRAT, 1964.

Nota : La cellulose de bois utilisée dans l'expérience A a été remplacée par une proportion équivalente de paille de blé, afin d'assurer une meilleure homogénéité des régimes ; en même temps on a introduit dans ces derniers 5 p. 100 de sucre cristallisé.

RÉSULTATS

Expérience A

Afin de permettre une comparaison avec l'expérience B, les résultats généraux de l'expérience A sont donnés pour les trois périodes 24-45, 45-68 et 68-90 kg de poids vif (tabl. 2). Quel que soit l'intervalle de poids considéré, l'élévation du taux de matières azotées de 16 à 24 p. 100 n'exerce aucune influence significative sur la vitesse de croissance, la consommation de nourriture et l'indice de consommation. De même en ce qui concerne le sexe, les performances observées ne sont pas significativement différentes ; cependant, l'indice de consommation a tendance à être plus faible chez les femelles que chez les mâles castrés (seuil 0,10).

Pas plus que pour la croissance, la variation du taux azoté ne provoque de modification de la composition corporelle quel que soit le critère envisagé (tabl. 3). Toutefois, si l'on considère l'effet propre du sexe, on constate que non seulement les femelles sont plus maigres que les mâles castrés, mais qu'elles réagissent différemment de ces derniers à l'élévation du taux azoté. Ainsi, dans le cas des mâles castrés,

TABLEAU 2

Expérience A — Résultats généraux de croissance et de consommation

Lot	Poids moyen initial : 24,2 kg					Signification statistique $s\bar{x}$ (2)
	IA 16	IIA 20	IIIA 24	Sexe		
				Mâles	Femelles	
Gain moyen/j (kg)						
24-45 kg	451	480	465	452	480	20,3 (17,9) N. S.
45-68 kg	690	685	649	690	657	25,5 (14,6) N. S.
68-90 kg	784	734	757	779	734	31,3 (16,0) N. S.
24-90 kg	600	609	591	599	602	15,1 (9,8) N. S.
Consommation/j (kg)						
24-45 kg	1,26	1,28	1,22	1,25	1,25	
45-68 kg	1,96	2,02	2,00	2,08	1,90	
68-90 kg	2,56	2,42	2,53	2,66	2,33	
24-90 kg	1,80	1,82	1,81	1,85	1,76	0,033 (7,0) N. S.
Indice de consommation (1)						
24-45 kg	2,81	2,68	2,69	2,82	2,63	
45-68 kg	2,85	2,99	3,15	3,06	2,92	
68-90 kg	3,32	3,32	3,39	3,57	3,20	
24-90 kg	3,00	3,00	3,09	3,12	2,93	0,061 (7,8) N. S.
				(0,10)		

(1) Aliment consommé (kg)/gain de poids (kg).

(2) $s\bar{x}$: Écart-type de la moyenne : les chiffres entre parenthèses expriment le coefficient de variation, en pourcentage de la valeur moyenne.

(0,10) : Seuil de signification : 0,10.

N. S. : Effet non significatif du taux azoté.

les pourcentages de « jambon + longe » et de « bardière + panne » ne varient pratiquement pas lorsque s'élève le taux azoté. Par contre, chez les femelles, le pourcentage de « jambon + longe » suit une évolution parabolique en fonction du taux azoté avec un maximum pour 20 p. 100 de protéines, tandis que le pourcentage de « bardière + panne » décroît d'une façon quasi linéaire lorsque le taux de protéines augmente.

Remarquons enfin qu'au niveau des organes l'élévation du taux de protéines de 16 à 24 p. 100 se traduit par une hypertrophie significative du foie, tandis que les reins sont également affectés. Quant à la rate, son poids n'est pas modifié par le

niveau azoté, mais elle apparaît plus développée chez les femelles que chez les mâles.

TABLEAU 3

Expérience A — Résultats de composition corporelle

Lot	IA 16	IIA 20	IIIA 24	Sexe		Signification statistique (1) $s_{\bar{x}}$
				Mâles	Femelles	
Poids vif final (kg).....	91,6	92,7	92,3	92,4	92,0	0,30 (1,6) N. S.
Rendement : poids net p. 100 poids vif.....	74,3	74,2	74,0	74,5 (0,10)	73,8	
(Jambon + longe) p. 100 poids net						N _Q (0,10) 0,32 (2,5)
Mâles.....	49,2	49,0	48,5	48,9 * *	52,3	
Femelles	51,6	53,2	52,3			
Moyenne	50,2	50,9	50,3			
(Bardière + panne) p. 100 poids net						N _L * 0,42 (8,4)
Mâles.....	21,4	21,9	20,5	21,3 * *	17,4	
Femelles	18,5	16,8	17,0			
Moyenne	20,1	19,6	18,9			
Épaisseur du lard dorsal Rein + Dos (mm) 2						0,78 (9,6) N. S.
Mâles.....	34,9	35,0	34,1	34,6 * *	27,9	
Femelles	29,5	26,6	27,5			
Moyenne	32,3	31,1	31,0			
Poids des organes (g)						
Foie	1 830	1 850	2 000	1 900	1 890	42 (8,7) N _L *
Reins.....	310	350	350	330	360	12 (13,9) N. S.
Rate	160	170	160	140 *	190	10 (19,6) N. S.

(1) $s_{\bar{x}}$: Écart-type de la moyenne : les chiffres entre parenthèses expriment le coefficient de variation, en pourcentage de la valeur moyenne.

** : Seuil de signification : 0,01.

* : Seuil de signification : 0,05.

(0,10) : Seuil de signification : 0,10.

N_L : Effet linéaire du taux azoté ; N_Q : effet quadratique du taux azoté.

N. S. : Effet non significatif du taux azoté.

Expérience B

L'examen des résultats de l'expérience B (tabl. 4) fait apparaître une grande similitude entre les deux lots, quels que soient le stade de la croissance et le critère envisagé. Il en est ainsi de la vitesse de croissance, de l'indice de consommation et de la qualité des carcasses. En raison du faible nombre de femelles par rapport aux mâles, il n'a pas été possible de prendre en considération le sexe dans l'étude de l'interaction entre ce facteur et le taux azoté.

TABLEAU 4

Expérience B — Résultats généraux de croissance et de consommation
Poids moyen initial : 25,0 kg

Lot	I _B 16	II _B 16-14-12	Sexe		Signification statistique (2) <i>s</i> \bar{x}
			Mâles	Femelles	
Gain moyen/j (g)					
25-45 kg.....	526	529	525	533	18,3 (13,0) N. S.
45-68 kg	697	722	701	731	26,8 (14,3) N. S.
68-90 kg	817	815	813	825	35,1 (16,1) N. S.
25-90 kg	651	660	650	670	14,7 (8,4) N. S.
Consommation/j (kg)					
25-45 kg	1,45	1,48	1,47	1,57	0,037 (6,8) N. S.
45-68 kg	2,18	2,15	2,13	2,24	
68-90 kg	2,71	2,65	2,69	2,64	
25-90 kg	2,00	2,00	1,99	2,01	
Indice de consommation (1)					
25-45 kg	2,80	2,83	2,83	2,77	0,056 (6,8) N. S.
45-68 kg	3,14	2,96	3,00	3,02	
68-90 kg	3,33	3,31	3,34	3,26	
25-90 kg	3,09	3,03	3,08	3,01	

(1) Cf. tableau 2.

(2) Cf. tableau 3.

TABLEAU 5

Expérience B — Résultats de composition corporelle

Lot	I _B 16	II _B 16-14-12	Sexe		Signification statistique (1) <i>s</i> \bar{x}
			Mâles	Femelles	
Poids vif final (kg).....	92,4	91,1	91,5	92,4	
Rendement : poids net p. 100 poids vif (Jambon + longe) p. 100 poids net	74,4	74,3	74,5	74,2	0,43 (2,2) N. S.
(Bardière + Panne) p. 100 poids net	50,2	49,9	49,7	51,0	0,42 (3,2) N. S.
Épaisseur du lard dorsal (Rein + Dos) 2	19,7	20,0	20,4 *	18,5	0,63 (12,0) N. S.
	30,5	30,2	31,2	28,2	1,1 (13,6) N. S.

(1) Cf. tableau 3.

Afin d'étudier l'évolution de l'adiposité en fonction du taux azoté ou du sexe au cours de la croissance, il a été procédé à l'analyse de la régression de l'épaisseur du lard dorsal mesurée aux ultrasons sur le logarithme du poids vif moyen par animal et par quinzaine, puisque cette transformation permet d'obtenir une relation linéaire entre les deux paramètres considérés (OLLIVIER, 1965). Comme le montre le tableau 6, les pentes des droites de régression ne sont pas significativement différentes entre elles, selon que l'on considère le taux azoté ou le sexe. Cependant la vitesse d'accroissement de l'épaisseur du lard chez les femelles a tendance à être plus faible que chez les mâles castrés. Il est intéressant de noter également que l'épaisseur du lard ainsi estimée à l'aide des ultrasons est en relation étroite avec celle mesurée directement sur la carcasse, le coefficient de corrélation étant égal à 0,87.

TABLEAU 6

Expérience B — Évolution de l'épaisseur du lard dorsal mesurée aux ultrasons en fonction du poids vif (P)

Lot	Sexe	Équation de régression	
I B	Mâles	Y(mm)	$= -62,6 \pm 3,7^* + (46,1 \pm 5,4)^* \log P$ (kg)
	Femelles	Y	$= -74,5 \pm 3,6 + (53,1 \pm 5,4) \log P$
	Total	Y	$= -68,4 \pm 3,6 + (49,6 \pm 3,8) \log P$
II B	Mâles	Y	$= -56,0 \pm 4,7 + (42,4 \pm 10,9) \log P$
	Femelles	Y	$= -42,2 \pm 3,5 + (34,8 \pm 8,7) \log P$
	Total	Y	$= -49,5 \pm 4,1 + (38,9 \pm 6,9) \log P$

(*) Écart-type.

DISCUSSION

Les résultats obtenus au cours de ces deux expériences sont en parfait accord avec les conclusions de notre première étude sur le besoin azoté du Porc en croissance (RÉRAT et HENRY, 1964), à savoir que le taux optimum de protéines de poisson pour la croissance est de 16 p. 100 entre 20 et 45 kg de poids vif, 14 p. 100 entre 45 et 68 kg et 12 p. 100 entre 68 et 90 kg. Cette constatation doit être cependant tempérée compte tenu de la vitesse de croissance réduite des animaux (600 g/j entre 20 et 90 kg de poids vif dans l'expérience A et 660 g dans l'expérience B, contre 700 g dans l'étude antérieure). Les raisons de cette différence nous échappent. Parmi celles-ci on pourrait invoquer la qualité du lot de farine de poisson qui, dans le cas considéré, provenait d'une fabrication différente.

La valeur énergétique du régime utilisé est relativement élevée ; si l'on se réfère à des résultats publiés par ailleurs (HENRY, 1966), ce dernier renferme 3 940 kcal digestibles par kg de matière sèche, soit 3 500 kcal digestibles environ par kg d'aliment. Dans ces conditions, étant donné que le coefficient d'utilisation digestive des protéines de poisson a été trouvé égal à 87 p. 100 dans notre précédente étude, le

besoin azoté, rapporté à une farine de poisson de référence, peut être estimé à 40, 35 et 30 g de matières azotées digestibles pour 1 000 kcal digestibles au cours des trois périodes considérées et ceci dans les conditions d'alimentation *semi-ad libitum*.

Par ailleurs, si l'on prend en considération les caractéristiques de composition corporelle, on s'aperçoit que l'élévation du taux de protéines au-delà du besoin pour une croissance maximum n'apporte pratiquement aucune amélioration supplémentaire de la qualité des carcasses, les matières azotées ingérées en excès par rapport aux possibilités de protéinogénèse étant utilisées à des fins énergétiques. Il convient cependant de nuancer cette observation compte tenu de l'interaction entre le sexe et le taux azoté. En effet, les normes trouvées pour le besoin azoté s'appliquent à un nombre égal de mâles castrés et de femelles par lot, tandis que les valeurs de rétention azotée ont été obtenues uniquement sur des mâles castrés. Or, il est établi que les femelles présentent une rétention azotée supérieure à celle observée chez les mâles castrés (WOODMAN *et al.*, 1937), ce qui se traduit par un pourcentage plus élevé de morceaux maigres dans la carcasse. Il en résulte que, sur le plan pratique, il peut être avantageux d'utiliser des régimes riches en protéines, mais seulement chez les femelles, si l'on désire une amélioration de la qualité des carcasses. Dans un même ordre d'idée, il conviendrait d'adopter des normes azotées différentes pour les mâles castrés et les femelles comme cela a été proposé par d'autres auteurs (ROBINSON, 1966). Étant donné par ailleurs que les mâles entiers présentent une adiposité comparable à celle des femelles (WAGNER *et al.*, 1963), il apparaît que les différences observées dans la conformation des carcasses sont la conséquence directe de la castration, et on peut se demander si une telle opération est bénéfique pour l'obtention d'un rendement optimum en viande.

Un deuxième point mérite d'être signalé : il a souvent été fait état de désordres provoqués par l'administration au porc de régimes riches à l'excès de matières azotées. Ainsi, un certain nombre d'auteurs, dont WOODMAN *et al.*, (1936), KEITH et MILLER (1940), ROBISON (1940), TERRILL *et al.*, (1952), ont observé, au-delà d'un certain taux de protéines (par exemple 25 p. 100 d'un régime composé de maïs et de tourteau de soja), une dépression sensible de la vitesse de croissance et de l'efficacité alimentaire ; cette dépression est accompagnée de diarrhées persistantes, d'autant plus graves que le taux azoté est plus élevé, en même temps qu'apparaît une hypertrophie des reins, du foie et de la rate. Dans le cas présent, il n'a pas été constaté d'effet défavorable sur la croissance ni sur l'indice de consommation ; cependant, l'hypertrophie du foie observée dans le lot renfermant 24 p. 100 de protéines semble indiquer une action néfaste d'un taux azoté excessif. Quoi qu'il en soit, dans la limite des taux utilisés, on ne peut pas conclure à une toxicité éventuelle des matières azotées fournies en excès.

Reçu pour publication en mars 1967.

SUMMARY

NITROGEN REQUIREMENT OF THE GROWING PIG. 2. UTILIZATION OF FISHMEAL IN AMOUNTS IN EXCESS OF PROTEIN REQUIREMENT

Two successive experiments were done on the variation of the amount of herringmeal in diets for growing pigs between 20 and 90 kg liveweight. In the first experiment (A) 3 groups of 15 pigs were given diets with 16, 20 or 24 per cent total crude protein, and in the second (B) 2 groups

of 14 were compared ; for one the protein content was maintained at 16 per cent during the whole period of growth and for the other it was reduced from 16 per cent to 14 per cent between 45 and 68 kg and to 12 per cent from 68 to 90 kg, according to the standards previously established for protein requirement. The pigs were *Large White*. They were reared in individual pens and given as much as they would eat in 3 feeds of 20 minutes daily.

Results of experiment A showed that increase of fish protein above 16 per cent did not give any improvement in growth or efficiency of feed utilisation. However, if body composition is considered, it can be seen that the protein content necessary to give lean carcasses is higher in females than in castrated males. From the mean results in experiment B it seemed that the protein requirement for growth was 16, 14 and 12 per cent in the respective intervals from 20 to 45, from 45 to 68 and from 68 to 90 kg, corresponding to 45, 35 and 30 g digestible crude protein from fish per 1 000 kcal digestible energy, in the conditions of *ad libitum* feeding as in this experiment.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DUMONT B. L., FÉVRIER R., 1957. Méthodes de mesure radiographique de l'épaisseur des tissus adipeux sous-cutanés chez le Porc. *Ann. Zootech.*, **6**, 29-40.
- HENRY Y., 1966. Influence des variations des taux azoté et énergétique dans le régime du Porc en croissance. *IX^e Congr. Intern. Zootech., résumé des communications* p. 11, Edimbourg.
- HENRY Y., RÉRAT A., 1964. Variations des taux énergétique et azoté dans l'alimentation du Porc en croissance. Observations préliminaires. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 263-271.
- KEITH T. B., MILLER B. C., 1940. Levels of protein for pigs. *Pennsylvania State Coll. Bull.* **401**, 21 pp.
- OLLIVIER L., 1965. Accroissement en épaisseur du tissu gras dorsal chez le verrat en croissance. *Ann. Zootech.*, **14**, 391-400.
- RÉRAT A., HENRY Y., 1964. Étude du besoin azoté chez le Porc en croissance I. Utilisation de la farine de poisson à trois taux différents. *Ann. Zootech.*, **13**, 5-34.
- ROBISON W. L., 1940. Effects of high protein on pigs. *Amer. Soc. Anim. Prod.*, 149-153.
- ROBINSON D. W., 1966. Sex difference in the response of pigs to dietary amino-acid supplementation with reference to growth and body composition. *J. Sci. Food Agric.* **17**, 1-6.
- TERRILL S. W., WARDER W. K., BECKER D. E., BEARNER P. B., 1952. The effect of feeding a high level of crude protein in the dry lot ration of fattening hogs. *J. Amer. Vet. Med. Assoc.* **121**, 304-305.
- WAGNER G. R., CLARK A. J., HAYS V. W., SPEER V. C., 1963. Effect of protein energy relationship on the performance and carcass quality of growing swine. *J. Anim. Sci.*, **22**, 202-208.
- WOODMAN H. E., EVANS R. E., CALLOW E. H., WISHART J., 1936. The nutrition of high levels of protein intake on growth, conformation and quality in the bacon pig. *J. Agric. Sci.*, **26**, 546-619.
- WOODMAN H. E., EVANS R. E., TURPITT W. G., 1937. The nutrition of the bacon pig. 2. The influence of high protein intake on protein and mineral metabolism. *J. Agric. Sci.*, **27**, 569-583.