

UTILISATION DE NOUVEAUX TYPES DE CEREALES DANS L'ALIMENTATION DU PORC EN CROISSANCE-FINITION : AVOINE-NUE, MAIS « OPAQUE 2 »

Y. HENRY et D. BOURDON (*)

*Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs
Centre National de Recherches Zootechniques, 78 - Jouy-en-Josas
Institut National de la Recherche Agronomique*

INTRODUCTION

L'une des voies de recherche pour réduire le taux d'incorporation des aliments azotés complémentaires dans l'alimentation du porc a été de sélectionner de nouveaux types de céréales connues pour leur richesse en matières azotées ou en certains acides aminés indispensables, principalement la lysine, qui constitue le facteur limitant de la plupart des rations pour porcs.

Dans le cadre d'une action concertée de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.), nous avons ainsi entrepris un programme d'expérimentation sur l'utilisation de l'avoine nue et du maïs hybride « Opaque 2 », par le porc en croissance-finition, dont nous rapportons les premiers résultats.

I. — UTILISATION DE L'AVOINE NUE PAR LE PORC EN FINITION.

A la suite des travaux réalisés antérieurement sur le blé (RERAT et HENRY, 1969 ; HENRY et al., 1970), il nous est apparu qu'il était possible de substituer la lysine industrielle à la totalité du tourteau de soja complémentaire dans la ration du porc, au-delà de 50 ou 60 kg de poids vif, à condition d'utiliser une variété de blé suffisamment riche en matières azotées (14,5 à 15 % de la matière sèche), et de l'associer à une farine de luzerne déshydratée de bonne qualité (18 à 20 % de matières azotées), pour relever les niveaux des acides aminés limitants secondaires (tryptophane, thréonine).

Il nous a semblé intéressant de vérifier si, de la même façon, l'association avoine nue - farine de luzerne répond favorablement ou non à une supplémentation par la lysine, pendant la phase de finition, en comparaison avec un régime témoin à base de soja. En même temps, on pouvait se poser le problème d'une dilution éventuelle de l'énergie du régime par une source cellulosique autre que la farine de luzerne, en l'occurrence le son de blé.

Modalités expérimentales.

Quatre régimes, de même teneur en matières azotées (14 %), sont ainsi mis en comparaison :

1. Avoine nue + tourteau de soja 44 (4 %).
2. Avoine nue + farine de luzerne (10 %).
3. Régime 2 + 0,075 % L-lysine industrielle.
4. Avoine nue + tourteau de soja 44 (4 %) + son de blé (15 %).

L'avoine nue, de variété Nuprime, fournie par la Station d'Amélioration des Plantes de Rennes, renferme 14,7 % de matières azotées (16,8 % de la matière sèche) et 4,35 g de lysine pour 16 g d'azote (d'après PION). La farine de luzerne déshydratée et le tourteau de soja contiennent respectivement 18 et 44,7 % de matières azotées, pour 4,1 et 6,5 g de lysine pour 16 g d'azote (PION, 1970). Les teneurs estimées des régimes 1, 2, 3 et 4 en lysine sont respectivement 0,71, 0,63, 0,70 et 0,71 %.

(*) Avec la collaboration technique de B. DABIEL, Marie-Françoise DENECHAUD et A. GAYE.

Trente-deux porcs de race **Large-White**, d'un poids moyen initial de 51,3 kg, sont répartis entre les quatre régimes selon le dispositif des blocs complets, à raison de huit par régime (quatre mâles castrés et quatre femelles). Ils sont élevés en groupes, sans litière, et nourris individuellement, suivant le mode semi « ad libitum » ; les régimes sont distribués en pâté à raison de trois repas journaliers. L'eau est offerte à volonté à l'aide d'un abreuvoir automatique par loge.

Les animaux sont pesés à intervalles réguliers (tous les 14 jours). A 90 kg de poids vif, ils sont abattus et les carcasses sont découpées selon la technique parisienne, après un ressuyage de 24 h.

TABLEAU I
RESULTATS ET DISCUSSION

TABLEAU I
UTILISATION DE L'AVOINE NUE PAR LE PORC EN FINITION
Nombre d'animaux par lot : 8 (4 mâles castrés et 4 femelles)
Poids moyen initial : 51,3 kg - final : 92 kg

LOT	1	2	3	4	SIGNIFICATION STATISTIQUE $S\bar{x}$ (a)
Composition du régime (%)					
Avoine nue Nuprime (b)	93	87,5	87,5	78	
Farine de luzerne déshydratée (c) ..	—	10	10	—	
Son de blé	—	—	—	15	
Tourteau de soja 44 (d)	4	—	—	4	
Mélange minéral et vitaminique (e)	3	3	3	3	
L-lysine supplémentaire	—	—	0,075	—	
Résultats d'analyse (%)					
Matière sèche	87,5	87,5	87,5	87,7	
Matières azotées	15,4	14,6	14,4	15,9	
Croissance et consommation					
Gain moyen par jour (g)	636	601	565	627	29,7 (13,8)
Consommation par jour (kg)	2,21	2,26	2,15	2,35	0,057 (7,3)
Indice de consommation (f)	3,50	3,83	3,84	3,76	0,15 (11,2)
Composition corporelle					
Rendement (g)	71,5	71,7	70,3	71,7	0,62 (2,5)
(Jambon + Longe) % poids net	51,7	50,7	51,2	50,3	0,73 (4,1)
(Bardière + Panne) % poids net ..	18,0	18,9	17,3	18,7	0,68 (10,5)
Epaisseur moyenne du lard dorsal ..					
rein + dos					
2 mm	23,6	25,2	21,9	24,6	1,4 (16,6)

(a) $S\bar{x}$: Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation).

(b) 87,9 % de m. sèche et 14,7 % de m. azotées.

(c) 18 % de m. azotées.

(d) 44,7 % de m. azotées.

(e) Composition pour les régimes 1 et 4, % : phosphate bicalcique : 1,3 ; craie broyée : 1,1 ; sel marin : 0,5 ; mél. oligo-éléments : 0,1, apportant les éléments suivants, en ppm : Fe 80 ; Mn : 40 ; Cu : 10 ; Zn : 50 ; Co : 0,1 ; I : 0,2. Pour les régimes 2 et 3, phosphate bicalcique : 1,0 ; Craie broyée : 0,9 ; Sel marin : 0,5 ; mél. oligo-éléments : 0,1. Quantités de vitamines ajoutées/kg de ration : Vit. A : 4 000 Ui ; Vit. D3 : 1 000 Ui ; riboflavine : 2 mg pantothénate Ca, 5 mg ; ac. nicotinique, 10 mg ; choline : 100 mg, Vit. B12, 0,01 mg.

(f) Kg aliment/kg gain.

(g) Poids net % poids vif.

— La supplémentation d'un régime avoine nue - farine de luzerne par la lysine, au-delà de 0,63 % de lysine totale dans la ration, ne procure aucune amélioration des performances de croissance, ni de la qualité des carcasses. Elle semble même exercer un effet légèrement dépressif sur la vitesse de croissance (soit respectivement 601 et 565 g/j dans les lots 2 non supplémenté et 3 supplémenté).

— Le remplacement du tourteau de soja (dans le lot 1) par la farine de luzerne déshydratée (lot 2), à taux de matières azotées égal, entraîne une légère diminution (quoique non significative), de la vitesse de croissance (601 contre 636 g/j). La consommation moyenne d'aliment est pratiquement la même (2,21 contre 2,26 kg/j), malgré la dilution de l'énergie du régime par les constituants celluloseux de la luzerne, de sorte que l'indice de consommation est notablement accru (3,83 contre 3,50). En ce qui concerne les résultats de la découpe des carcasses, on n'observe aucune différence entre les lots.

— L'introduction de 15 % de son de blé dans un régime à base d'avoine nue et de tourteau de soja (lot 4) a pour effet, cette fois, d'accroître la consommation moyenne de nourriture par rapport au lot 1 témoin (2,35 kg/j, contre 2,21), ce qui est une conséquence logique de la dilution de l'énergie du régime par la cellulose (HENRY, 1970). La vitesse de croissance, ainsi d'ailleurs que la composition corporelle, n'est pas affectée par l'incorporation de son dans la ration (627 g/j contre 636), il en résulte une augmentation sensible de l'indice de consommation (3,76 contre 3,50).

Il faut souligner que, dans l'ensemble, les régimes à base d'avoine nue ont été relativement peu consommés au début de la période expérimentale, et qu'une période d'adaptation des animaux a été nécessaire à ce type de régime ; ceci explique le niveau relativement modeste des performances de croissance, pour une consommation moyenne de nourriture faible (2,2 kg/j entre 50 et 90 kg de poids vif dans le lot témoin). **Les difficultés**, sans doute provisoires, **d'adaptation des animaux à l'ingestion de régimes à base d'avoine nue**, pourraient être la conséquence d'une mauvaise conservation de cette céréale, en raison de sa teneur particulièrement élevée en graisses fortement insaturées (5 à 6 %) et sujettes au rancissement.

II. — UTILISATION DU MAÏS « OPAQUE 2 » PAR LE PORC EN CROISSANCE.

Une lignée de maïs hybride porteur du gène « Opaque 2 », sélectionnée à la Station des Plantes de Clermont-Ferrand, a été mise à notre disposition en vue d'un essai sur porc, en comparaison avec un maïs hybride normal comme témoin. Pour une même teneur en matières azotées (9,5 % contre 9,6 pour le maïs normal), le lot de maïs « Opaque 2 » utilisé est caractérisé principalement par une teneur plus élevée en lysine (4,1 g pour 16 g d'azote contre 2,7 dans le maïs normal, d'après les dosages effectués par PION) ; la teneur en tryptophane est également plus élevée, si l'on juge d'après les observations des différents auteurs (BEESON et al., 1966).

L'étude de l'utilisation du maïs « Opaque 2 » par le porc a fait l'objet de deux expériences, la première en lots, la deuxième en cages de digestibilité. Il s'agit de comparer le maïs normal et le maïs « Opaque 2 », en association avec le tourteau de soja, à un taux de matières azotées légèrement suboptimum pour la croissance du porc (14 %), de manière à faire apparaître une réponse éventuelle à l'apport supplémentaire de lysine par le maïs « Opaque 2 ». Compte tenu des teneurs équivalentes de matières azotées dans les deux lots de maïs, la comparaison porte sur deux régimes renfermant les mêmes proportions de maïs (74,5 %), de tourteau de soja (12,5 %), de son de blé (10 %) et de mélange minéral et vitaminique (3 %) (1). Les teneurs estimées des régimes « normal » et « Opaque 2 » en lysine sont respectivement 0,61 et 0,70 % pour 13,9 et 13,8 % de matières azotées.

(1) Dont 1,2 p. 100 de phosphate bicalcique, 1,0 p. 100 de craie broyée, 0,5 p. 100 de sel marin et 0,3 p. 100 d'un mélange d'oligo-éléments apportant les quantités suivantes, en ppm, Mg, 400 ; Fe, 80 ; Mn, 40 ; Cu, 10 ; Zn, 50 ; Co, 0,1 ; I, 0,2. Quantités de vitamines ajoutées par kg de régime : Vit. A, 4 000 U_i ; Vit. D₃, 1 000 U_i ; riboflavine, 2 mg ; pantothénate de Ca, 5 mg ; acide nicotinique, 10 mg ; choline, 100 mg ; Vit. B₁₂, 0,01 mg.

Expérience en lots.

Deux lots de douze porcelets (dont six mâles castrés et six femelles), d'un poids moyen initial de 23,2 kg, de race **Large White**, et d'un âge moyen de quatre-vingt-deux jours, sont constitués suivant la méthode des couples et soumis aux deux régimes précédents : « normal » et « Opaque 2 ».

Les animaux sont élevés par groupes de six, sur paille, et nourris individuellement, selon leur appétit, à raison de trois repas humides par jour, l'eau étant fournie à volonté à l'aide d'un abreuvoir automatique par loge.

Ne disposant que de quantités restreintes de maïs, il nous a été nécessaire de limiter la comparaison des régimes à l'intervalle de poids 23-60 kg. Néanmoins, l'essai a été poursuivi jusqu'à 90 kg de poids vif, en soumettant tous les animaux à un même régime pendant la période de finition. Ce dernier renferme 77 % de maïs ordinaire, 12 % de tourteau de soja 44, 10 % de son et 3 % du même mélange minéral et vitaminique que précédemment, correspondant à un taux de matières azotées de 13,8 %.

Pendant toute la durée de l'expérience, on procède à l'enregistrement quotidien des consommations individuelles de nourriture. Les animaux sont pesés à intervalles réguliers (tous les quatorze jours). A 90 kg, ils sont abattus, et les carcasses sont découpées suivant la technique parisienne, après un ressuyage de vingt-quatre heures.

Les résultats jusqu'à 60 kg de poids vif (tableau II) ne font apparaître aucune différence significative entre les deux lots ; il en est ainsi du gain moyen journalier (respectivement 422 et 429 g/j pour les lots « normal » et « Opaque 2 »), de la consommation journalière de nourriture (1,45 kg/j contre 1,44), et de l'indice de consommation (3,44 contre 3,37). De même, les performances des animaux pendant la période de finition sont identiques et a fortiori sur l'ensemble de l'expérience. Les valeurs moyennes du gain moyen journalier (en g), de la consommation journalière (en kg), et de l'indice de consommation (kg d'aliment / kg de gain) sont ainsi respectivement : 749 - 2,57 et 3,46 entre 60 et 90 kg, 530 - 1,81 et 3,43 entre 23 et 92 kg de poids vif. Il en résulte, au niveau de la composition corporelle, des résultats comparables, soit en moyenne 74,1 % de rendement, 51,2 % de jambon + longe et 19 % de bardière + panne par rapport au poids net, et 26,4 mm de lard dorsal [(rein + dos)/2].

TABLEAU II

UTILISATION COMPAREE DU MAIS « OPAQUE 2 » ET DU MAIS NORMAL EN ASSOCIATION AVEC LE TOURTEAU DE SOJA. RESULTATS MOYENS DE CROISSANCE

Nombre d'animaux par lot : 12 (a) (6 mâles castrés et 6 femelles)
Poids moyen initial : 23,2 kg ; poids final : 60,2 kg

REGIME	« NORMAL »	« OPAQUE 2 »	SIGNIFICATION STATISTIQUE S _x (b)
Matière sèche (%)	88,6	88,4	
Matières azotées (%)	13,9	13,8	
Gain moyen par jour (g)	422	429	16,0 (13,0)
Consommation par jour (kg)	1,45	1,44	0,02 (6,4)
Indice de consommation (c)	3,44	3,37	0,13 (12,9)

(a) Deux animaux du lot « normal » (1 mâle castré et une femelle) ont été éliminés pour des raisons accidentelles (pneumonie), ce qui réduit à 10 l'effectif du lot.

(b) $S_{\bar{x}}$: Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation).

(c) Kg d'alliment frais/kg de gain.

Il convient de noter que l'absence de réponse des animaux à la lysine supplémentaire du maïs « Opaque 2 » peut être attribuée à une sous-consommation systématique ; le niveau relativement modeste des performances enregistrées seraient alors la conséquence d'un apport énergétique insuffisant. Nous avons remarqué en effet que des porcs, qui n'ont accès à l'auge que pendant trois repas courts de vingt à trente minutes par jour, présentent certaines difficultés d'adaptation à l'ingestion d'un régime à base de maïs, à l'état humide, probablement en raison d'une vitesse d'ingestion trop faible.

Devant l'incertitude des conclusions de cette première expérience, nous avons procédé à un test de croissance, d'une durée de vingt et un jours, sur des rats blancs de souche Wistar, pris une semaine après le sevrage et pesant en moyenne 78,2 g. Ils sont nourris à volonté des mêmes régimes que précédemment. Ces derniers sont additionnés de 2 % d'agar-agar, et distribués sous forme humide (une partie d'eau pour une partie d'aliment sec).

Les résultats du tableau III indiquent cette fois une différence significative dans la vitesse de croissance, à l'avantage du maïs « Opaque 2 » (5,6 g/j contre 5,3 pour le maïs témoin), pour des consommations moyennes journalières de nourriture équivalentes. Il en résulte, dans le cas du maïs « Opaque 2 », une légère amélioration de l'indice de consommation (3,05 contre 3,19), ainsi que du coefficient d'efficacité protidique (2,11 contre 2,01).

TABLEAU III

**UTILISATION DU MAÏS « OPAQUE 2 » ET DU MAÏS NORMAL
RESULTATS DU TEST DE CROISSANCE SUR RAT**

Nombre d'animaux par lot : 7
Poids moyen initial : 78,2 g
Durée : 21 jours

REGIME	« NORMAL »	« OPAQUE 2 »	SIGNIFICATION STATISTIQUE S _x (a)
Gain moyen par jour (g)	5,29	5,61	0,10 (4,8) *
Consommation de matière sèche par jour (g)	16,8	17,1	0,29 (4,5) NS
Indice de consommation (b)	3,19	3,05	0,06 (5,1) (0,10)
C.E.P. (c)	2,01	2,12	0,04 (4,7) NS

(a) S_x : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation). Seuils de signification : 0,05 : * : 0,10 : (0,10). NS : effet non significatif.

(b) g matière sèche/g de gain de poids.

(c) CEP (coefficient d'efficacité protidique) = gain de poids/g de protéines ingérées.

ETUDE DE DIGESTIBILITE

Un essai de digestibilité d'une durée totale de dix-huit jours, et comportant une période de collecte de dix jours a été réalisé sur deux lots de quatre porcs mâles castrés, d'un poids moyen initial de 30 kg, et recevant quotidiennement 1,5 kg/j de l'un des deux régimes précédents (« normal » et « opaque 2 »). Les modalités expérimentales ont été précisées par ailleurs (HENRY et RERAT, 1966).

TABLEAU IV

**UTILISATION COMPAREE DU MAÏS « OPAQUE 2 » ET DU MAÏS NORMAL
RESULTATS DE DIGESTIBILITE SUR PORC**

Nombre d'animaux par lot : 4 mâles castrés

Poids vif moyen initial : 30,1 kg ; final : 35,7 kg

Durée : 18 jours (durée de la collecte : 10 jours)

Quantité d'aliment frais par jour : 1,5 kg (trois parties d'eau pour une partie d'aliment)

REGIME	« NORMAL »	« OPAQUE 2 »	SIGNIFICATION STATISTIQUE S \bar{x} (a)
Matière sèche ingérée par jour (g)	1 334	1 325	34,8 (13,0) NS
Gain moyen par jour (g)	506	562	0,18 (14,5) NS
Indice de consommation (b)	2,60	2,29	0,39 (0,94) NS
CUD Matière sèche (c)	83,1	82,5	0,32 (0,76) NS
CUD Matière organique (c)	84,6	84,0	0,38 (0,92) NS
CUD Energie (c)	82,0	81,7	
Energie brute (kcal/kg matière sèche)	4 366	4 395	
Energie digestible (kcal/kg matière sèche)	3 582 \pm 17	3 590 \pm 16	
CUD N (c)	79,7	81,6	0,68 (1,7) (0,10)
N retenu (g/j)	14,2	15,9	0,26 (3,5) **
CR N (d)	53,3	59,5	0,90 (3,2) **

(a) S \bar{x} : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation). Seuils de signification : 0,01 : ** ; 0,10 : (0,10). NS : effet non significatif.

(b) Kg mat. sèche ingérée/kg gain.

(c) CUD (coefficient d'utilisation digestive apparent) : élément absorbé \times 100/élément ingéré.

(d) CRN (coefficient de rétention azotée) : élément retenu \times 100/élément absorbé.

Les animaux nourris au maïs « Opaque 2 » présentent une vitesse de croissance légèrement supérieure à ceux recevant le maïs normal (562 g/j contre 506) ; mais en raison de l'effectif limité, la différence est loin d'atteindre le seuil de signification. Leur indice de consommation est également abaissé (2,29 contre 2,60 kg de matière sèche par kg de gain). Les coefficients d'utilisation digestive de la matière sèche, de la matière organique et de l'énergie sont pratiquement identiques dans les deux lots ; les valeurs moyennes sont de 82,8 pour la matière sèche, 84,3 pour la matière organique et 81,8 pour l'énergie. Il en est de même de la valeur énergétique, soit respectivement 3 582 et 3 590 kilocalories d'énergie digestible par kg de matière sèche pour les régimes « normal » et « Opaque 2 ». En ce qui concerne la fraction azotée, on note, au contraire, une légère amélioration du coefficient d'utilisation digestive, à la fois en valeur absolue (15,9 g/j contre 14,2), et en valeur relative (48,5 contre 42,5).

DISCUSSION

Les nombreux travaux réalisés au cours de ces dernières années, tant sur rat (GIPP et al., 1968 ; BRESSANI et al., 1969 ; ABRAHAM et al., 1970) que sur porc (CROMWELL et al., 1967 ; SIHOMBING et al., 1968), ont fait ressortir la nette supériorité du maïs « Opaque 2 » sur le maïs normal, sur le plan des performances de croissance et de l'efficacité azotée. Cet avantage du maïs « Opaque 2 », qui est dû à un meilleur équilibre de ses protéines en acides aminés (teneurs plus élevées en lysine et en tryptophane), est surtout marqué lorsque le maïs est utilisé seul, ou lorsqu'il est incorporé dans des régimes à faible taux de protéines (10 à 12 %). Par contre, à des taux plus

élevés de matières azotées dans la ration (14 ou 16 %), les différences apparaissent beaucoup plus faiblement ou même disparaissent, principalement dans les conditions de l'alimentation à volonté. Certaines divergences ont d'ailleurs pu être notées selon les auteurs, en raison des variations dans les teneurs respectives en matières azotées des deux types de maïs, et par suite dans les taux d'incorporation de complément azoté. Les résultats apparemment négatifs obtenus dans la présente étude ne nous autorisent cependant pas à conclure à l'absence de réponse du maïs « Opaque 2 », compte tenu de la faiblesse des performances enregistrées et de la période de croissance plus étendue à laquelle se rapportent les résultats (20-60 kg). Bien au contraire, les essais réalisés sur rat et en digestibilité sur porcs de 30 à 35 kg de poids vif, font apparaître une meilleure efficacité des protéines du maïs « Opaque 2 », même au taux de 14 % de matières azotées dans la ration. Ajoutons à cela une digestibilité plus élevée de ces protéines, en raison probablement d'une diminution, de la proportion de zéïne, réputée moins digestible que les autres fractions azotées du maïs (MOSSE et al., 1966 ; CROMWELL et al., 1969).

CONCLUSION

L'introduction de l'avoine nue dans la ration du porc en finition nous a permis, grâce à sa teneur élevée en matières azotées (17 % de la matière sèche), et à la richesse de ces dernières en lysine (4,35 g pour 16 g d'azote), comparativement aux autres céréales, de réaliser une économie importante de tourteau de soja complémentaire, dont le taux est abaissé à 4 %, contre 8 à 12 % pour les régimes à base d'orge, de blé ou de maïs. En association avec 10 % de farine de luzerne déshydratée, l'avoine nue seule suffit pour satisfaire les besoins en azote et en acides aminés, sans addition de lysine supplémentaire. L'indice de consommation est cependant légèrement détérioré, en raison d'un effet dépressif des constituants cellulosiques de la farine de luzerne sur la valeur énergétique du régime. Il en est de même à la suite de l'incorporation de son de blé dans la ration, ce qui nous incite à recommander, pour le porc en finition, un rationnement à l'aide de régimes relativement riches en énergie, plutôt qu'une forte dilution de ces derniers par des aliments cellulosiques.

De la même façon, la réduction de l'apport de protéines complémentaires est rendue possible par l'incorporation de maïs hybride « Opaque 2 » dans la ration du porc en croissance. Les résultats du bilan azoté sur porc et de croissance sur rat nous autorisent à conclure dans ce sens. Des essais complémentaires sont néanmoins nécessaires pour confirmer ces premières observations et chiffrer d'une manière précise l'économie de soja qui résulterait de l'apport supplémentaire de lysine par le maïs « Opaque 2 ».

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABRAHAM J., BARATOU F., ROBIN P., JACQUOT R., 1970. *Ann. Nutr. Alim.*, 24, 51-91.
 BEESON W.M., PICKETT R.A., MERTZ E.T., CROMWELL G.L., NELSON O.E., 1966. *Feedstuffs.*, 38 (10), 7.
 BRESSANI R., ELIAS L.G., COMEZ-BRENES R.A., 1969. *J. Nutr.*, 97, 173-180.
 CROMWELL G.L., PICKETT R.A., BEESON W.M., 1967. *J. anim. Sci.*, 26, 1325-1331.
 CROMWELL G.L., PICKETT R.A., CLINE T.R., BEESON W.M., 1969. *J. anim. Sci.*, 28, 478-483.
 GIPP W.F., CLINE T.R., ROGLER J.C., 1968. *J. anim. Sci.*, 27, 1775.
 HENRY Y., 1969. *Ann. Zootech.*, 18, 371-384.
 HENRY Y., RERAT A., 1966. *Ann. Zootech.*, 15, 231-251.
 HENRY Y., BOURDON D., PALISSE M., WABNITZ P., 1970. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Bioph.*, numéro hors série (sous presse).
 MOSSÉ J., BAUDET J., LANDRY J., MOUREAUX Th., 1966. *Ann. Physio. Vég.*, 8, 331-334.
 PION R., 1970. *Journée d'étude sur les acides animés*, INRA, Paris.
 RERAT A., HENRY Y., 1969. *Journées Rech. Porcine en France*, INRA, Paris, 143-149.
 SIHOMBING D.T.H., CROMWELL G.L., HAYS V.W., 1969. *J. Anim. Sci.*, 29, 921-926.