

R7108

ETUDE DU BESOIN EN LYSINE DE LA TRUIE GESTANTE NULLIPARE

P. H. DUEE et A. RERAT *

Station de Recherches sur l'Élevage des Porcs
I.N.R.A. - Centre National de Recherches Zootechniques - 78350, Jouy-en-Josas

INTRODUCTION

Peu d'expériences ont été réalisées sur le besoin en acides aminés de la truie gestante et on peut considérer que les recommandations formulées par RIPPEL (1967) restent encore les seules estimations valables. Or, ces normes, établies en fin de gestation, en se basant sur la rétention maximale d'azote corporel, peuvent avoir été surestimées, d'autant plus que, parallèlement à l'accroissement de la rétention azotée, l'auteur ne note pas d'amélioration des performances de reproduction (nombre et poids des porcelets à la mise-bas).

D'autre part, à la lumière des calculs effectués par MOUSTGAARD (1959) et par SALMON - LEGAGNEUR (1965), montrant la faible quantité de matières azotées déposées *in utero*, au cours de la gestation ou en constatant, avec POND et al. (1968, 1969) et de GEETER (1972), l'absence d'influence sur les résultats de reproduction d'une carence partielle ou totale en protéines, on peut penser que le besoin quantitatif et qualitatif en matières azotées de la truie gestante est faible.

Cependant, on peut se demander si l'utilisation, pendant la gestation, de sources azotées de faible valeur biologique ou même de régimes uniquement à base de céréales n'est pas susceptible de faire naître des carences en certains acides aminés indispensables. La connaissance précise des quantités d'acides aminés à fournir, quotidiennement, à l'animal en cours de cette période est donc essentielle.

Dans cette optique, il a été réalisé une étude sur le besoin en lysine de la truie gestante nullipare en tenant compte des critères de reproduction, de la rétention azotée en fin de gestation en relation avec les variations des concentrations en acides aminés du sang à divers stades de la gestation.

MATERIEL ET METHODES

L'expérience a été entreprise sur 38 truies Large-White, d'âge et de poids moyens à la puberté, respectivement de 251 jours et de 108 kg. Les animaux ont été répartis en 4 lots dont un lot témoin de 6 truies vides (Lot 1), poursuivant leur croissance pendant le temps d'une gestation. Les autres truies, saillies au premier oestrus, ont été réparties suivant 3 lots recevant des régimes ne différant que par le taux d'introduction de lysine supplémentaire. Sur l'ensemble des truies saillies, près de 40 p. cent restent infécondées ou avortent en cours de gestation et sont éliminées de l'expérience. Finalement le nombre de truies ayant parachevé leur gestation est de 7 (Lot 2) ou de 6 (Lot 3 et Lot 4). Les régimes expérimentaux de gestation sont isoazotés (10.5 à 11 p. 100 de matières azotées totales) et isoénergétiques (3.360 Kcal d'énergie digestible par kg de matière sèche). Le niveau alimentaire est fixé à 2 kg d'aliment par jour. La source azotée est constituée, d'une part, de tourteau de sésame dont on sait qu'il est carencé en lysine, et d'autre part, de monoglutamate de sodium, apportant un complément d'azote non essentiel. Le taux de L-lysine supplémentaire, sous forme HCl est 0, 0.25 ou 0.50 p. cent du régime respectivement pour les lots 2, 3 et 4. Le lot 1 (truies non gestantes) et le lot 3 reçoivent le même régime. La composition des régimes et les résultats d'analyse sont consignés dans le tableau 1.

En lactation, par contre, tous les animaux reçoivent à volonté le même régime (16 p. cent de matières azotées totales), à base d'orge, de tourteau de soja (à 45 p. cent de matières azotées), de farine de poisson et de farine de luzerne et dont la composition et les caractéristiques sont rapportées dans le tableau 1bis.

* Avec la collaboration technique de J. JUNG, J. LEBOST, J.P. HAUTDUCOEUR, M. SEREZAT

TABLEAU 1

COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES DES REGIMES EXPERIMENTAUX DE GESTATION

L-LYSINE SUPP. p.100 REGIME	0	0.2	0.4
LOT	2	1* et 3	4
Composition p. 100			
Tourteau de sésame (1)	19.5	19.5	19.5
Amidon de maïs	61.03	60.78	60.53
Monoglutamate de sodium	4.4	4.4	4.4
Cellulose de bois (2)	12	12	12
Mélange minéral (3)	2	2	2
Mélange vitaminique (4)	1	1	1
L-Lysine HCl (5)	0	0.25	0.50
L-tryptophane	0.02	0.02	0.02
L-thrénine	0.05	0.05	0.05
Résultats d'analyse (%)			
Matière sèche	89.1	89.1	89.4
Matière azotées (N x 6,25)	10.5	10.8	11.1
Lysine	0.23	0.42	0.62
Energie brute (Kcal/Kg M.S.)	4.020	4.034	4.029

* Truies non gestantes.

- (1) Tourteau à 93.5 p. 100 de matière sèche, renfermant 42.9 p. 100 de matières azotées. Teneur en lysine : 2.84 g/16 gN (données non publiées).
- (2) Cellulose purifiée extraite du bois.
- (3) Mélange minéral (p. 100 de la ration) : phosphate bicalcique : 1.4 ; chlorure de potassium : 0.3 ; sulfate de magnésium : 0.2 ; oligo-éléments : 0.1.
- (4) Mélange vitaminique (p. 100 du mélange) : Vitamine D₃ (100.000) : 0.25 ; Riboflavine : 0.10 ; Acide ascorbique : 0.10 ; Nicotinamide : 0.20 ; panthothénate de calcium : 0.25 ; Vitamine A (50.000) : 2.0 ; Vitamine B₁₂ (100 mg/kg) : 2.0 ; choline : 10.0 ; Glucose anhydre qsp.
- (5) Produit commercial : 95 p. 100 de L-lysine HCl à 80 p. 100 de lysine base.

TABLEAU 1 bis

COMPOSITION ET CARACTERISTIQUES DU REGIME DE LACTATION (1)

Composition (%)	Orge	72.6
	Tourteau de soja 45	10
	Farine de poisson	3
	Farine de luzerne	10
	Mélange minéral (2)	4
	Mélange vitaminique (3)	0.4
Résultats d'analyse (%)	Matière sèche	88.5
	Matières azotées (N x 6,25)	16.4
	Energie brute	4.240 Kcal/Kg M.S.

- (1) Régime commun à tous les animaux.
- (2) Composition (en p. 100 du mélange) : phosphate bicalcique : 40 ; carbonate de calcium : 22 ; chlorure de sodium : 25 ; carbonate de magnésium : 10 ; sulfate ferreux : 1 ; sulfate de zinc : 1 ; sulfate de manganèse : 0.1 ; sulfate de cuivre : 0.05 ; sulfate de cobalt : 0.05 ; iddure de potassium stabilisé : 0.01.
- (3) voir tableau 1.

La composition en acides aminés des différents aliments a été déterminée par chromatographie sur colonne échangeuse d'ions, après hydrolyse acide (tableau 2). Les acides aminés soufrés ont été dosés après oxydation performique des protéines.

TABLEAU 2
COMPOSITION EN ACIDES AMINES DU REGIME DE BASE DE GESTATION (Lot 2)
ET DU REGIME DE LACTATION

	ALIMENT : GESTATION		LACTATION	
	en g pour 16 g N	en % du régime	en g pour 16 g N	en % du régime
Lysine	2,37	0,23	4,63	0,80
Histidine	2,01	0,20	2,13	0,37
Arginine	10,03	0,97	5,55	0,96
Acide aspartique	7,06	0,69	7,82	1,35
Thréonine	3,58	0,35	3,83	0,66
Sérine	3,92	0,38	4,57	0,79
Acide glutamique	53,38	5,19	17,66	3,06
Proline	3,36	0,33	7,48	1,29
Glycine	4,31	0,42	4,17	0,72
Alanine	4,00	0,39	4,25	0,74
Valine	4,27	0,41	4,92	0,85
Isoleucine	3,38	0,33	3,81	0,66
Leucine	5,70	0,55	6,69	1,16
Tyrosine	3,06	0,30	3,05	0,53
Phénylalanine	3,88	0,38	4,36	0,75
Méthionine	2,35	0,23	1,85	0,32
Cystine	1,87	0,18	1,90	0,33
Matières azotées en % de l'échantillon	9,72		17,31	

Les variations de poids des mères au cours de l'ensemble du cycle sont enregistrées ainsi que leurs performances de reproduction à la mise-bas et au sevrage (35 jours).

Vers le 80ème jour de gestation, 5 animaux de chaque lot sont soumis, après une semaine d'adaptation, à une période de 5 jours en cages de digestibilité pendant laquelle on récolte séparément les fèces et l'urine, dans le but de déterminer la digestibilité apparente des matières azotées ingérées et la rétention d'azote à ce stade physiologique.

En relation avec ce dernier critère, des prélèvements de sang ont été effectués au niveau de la veine cave, 6 h. 30 après le premier repas, à 3 stades de la gestation : à la saillie, sur 5 animaux, les régimes expérimentaux n'ayant pas encore été distribués ; vers 60 jours de gestation, sur 3 animaux par lot ; vers 90 jours de gestation, sur 5 animaux par lot. Les concentrations en acides aminés libres du sang ont été déterminées, sur chaque échantillon, par chromatographie sur colonne, après épauements successifs par l'éthanol à 82 p. cent.

Il a été procédé, pour chaque critère étudié, à une analyse de variance permettant de déceler l'effet éventuel de l'apport de lysine supplémentaire.

RESULTATS

a) Variations de poids et performances de reproduction des truies

Les résultats principaux sont présentés dans le tableau 3. Dès le début de leur gestation, l'ensemble des truies des lots 2, 3 et 4 a une croissance apparente plus rapide que les truies vides du lot 1. Au moment de la mise-bas, la différence de poids de 9 kg, constatée entre les lots 1 et 2, n'est pas significative, alors qu'est significatif

l'écart de 14 kg enregistré en faveur des truies du lot 3, vis-à-vis de celles du lot 1, ces deux groupes d'animaux recevant le même régime et ne différant que par l'état physiologique. A fortiori, la différence de 19 kg entre les truies du lot 4 et celles du lot 1 est significative. Ce phénomène est bien connu. Il est, en partie, expliqué par la prise de poids correspondant à la portée et aux annexes.

TABLEAU 3
PERFORMANCES ZOOTECHNIQUES DES ANIMAUX

	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4	SIGNIFICATION STATISTIQUE s x () 1
Gain total de gestation (Kg)	30,7 a	39,7 ab	44,8 bc	49,8 c	3,5 (22,3) **
Gain net de gestation (Kg)	30,7	25,6	28,2	33,7	3,0 (27,1) NS
Perte de poids en lactation (kg)		- 1,3	5,5	16,3	5,3 (192,4) NS
Nombre de porcelets nés vivants par portée .	—	8,4	8,5	7,5	0,6 (18,3) NS
Poids moyen des porcelets à la naissance (Kg)	—	0,98 a	1,25 b	1,24 b	0,07 (15,54) *
Poids total de la portée à la naissance (Kg) . .	—	8,11	10,55	9,42	0,75 (21,23) NS
Nombre de porcelets sevrés par portée à 35 jours	—	7,5	7,5	7,3	1,0 (33,4) NS
Poids moyen des porcelets au sevrage (Kg) . .	—	5,73 a	7,25 b	8,10 b	0,35 (12,20) **
Poids total de la portée au sevrage (Kg)	—	44,43	53,30	58,40	7,10 (33,4) NS

(1) $s \bar{x} ()$: écart-type de la moyenne (coefficient de variation)
Les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas entre elles au seuil $P < 0,05$.

NS : différences non significatives
* : différences significatives au seuil $P < 0,05$
** : différences significatives au seuil $P < 0,01$

D'autre part, l'accroissement du taux de lysine dans le régime des truies gestantes a pour effet d'augmenter, parallèlement, le gain de poids net au cours de la gestation. Les différences ne sont pas significatives, mais il est à remarquer que le gain net des truies gestantes des lots 2 et 3 a tendance à être plus faible que le gain de poids correspondant à la croissance des truies vides alors que celui du lot 4 lui est au contraire supérieur.

Le nombre de porcelets nés vivants par portée, normal pour des truies nullipares, ne paraît pas affecté par le régime de gestation. Il n'en est pas de même du poids moyen des porcelets à la naissance qui augmente de 270 grammes quand on porte le taux de lysine de 0,23 à 0,42 p. cent dans le régime de base des truies gestantes. Cette amélioration du poids moyen des porcelets est maintenue au taux le plus élevé (0,62 p. cent) de lysine dans la ration (lot 4).

Pas plus qu'à la mise-bas, le nombre de porcelets sevrés par portée n'est modifié par le régime de gestation. Par contre, le poids moyen à 35 jours des porcelets du lot 2 se révèle inférieur à celui des animaux des lots 3 et 4 et cette différence significative peut être attribuée à une diminution de production laitière, d'autant que la perte de poids maternel au cours de cette période, qui est en relation inverse avec le gain de poids des animaux durant leur gestation, est plus importante dans les lots 3 et 4.

Ces différences entre les lots se retrouvent, dans une certaine mesure, quand on rassemble les données précédentes (nombre et poids des porcelets à la naissance ou au sevrage) dans le poids total de la portée aux deux stades envisagés. Mais, compte tenu de la variation importante intra-lot, de ces critères, les différences observées ne sont plus significatives.

b) Utilisations digestive et métabolique de l'azote ingéré (tableau 4).

La digestibilité apparente des matières azotées n'est pas modifiée ni par le régime de gestation, ni par l'état physiologique des animaux.

TABLEAU 4
UTILISATION DIGESTIVE ET METABOLIQUE
DE L'AZOTE INGERE

Stade de gestation correspondant à la période des collectes : 80 jours

Nombre d'animaux par lot : 5

	LOT 1	LOT 2	LOT 3	LOT 4	SIGNIFICATION STATISTIQUE $\bar{s}x () 1$
Azote ingéré (g N/jour)	34,4	33,7	34,3	35,5	
Azote fécal (g/jour)	6,4	6,5	6,7	5,7	0,4 (15,1) NS
C.U.D. azote (%)	81,4	80,8	80,6	83,8	1,2 (3,4) NS
Azote urinaire (g/jour)	19,1 a	17,6 a	18,2 a	13,6 b	0,8 (10,9) **
Azote retenu (g/jour)	8,9 a	9,6 a	9,4 a	16,2 b	0,8 (15,7) **
Coefficient de rétention de l'azote (%)	31,9 a	35,5 a	34,0 a	54,2 b	2,8 (15,8) **

- (1) $\bar{s}x ()$: écart-type de la moyenne (coefficient de variation).
 Les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas entre elles au seuil $P < 0,05$.
 NS : différences non significatives.
 ** : différences significatives au seuil $P < 0,01$.

Par contre, la quantité d'azote retenue par jour, à ce stade, est significativement plus élevée pour les truies du lot 4, en comparaison avec les truies des trois autres lots. De même, le coefficient de rétention de l'azote, qui traduit le pourcentage d'azote absorbé retenu par l'animal, est modifié dans le même sens.

c) Variations des concentrations en acides aminés libres du sang

L'examen des variations des concentrations en acides aminés libres du sang peut représenter un moyen d'étude du besoin en un acide aminé essentiel, dans la mesure où les prélèvements de sang sont effectués à un moment où la concentration en chaque acide aminé dans le sang représente l'équilibre entre l'apport alimentaire et la soustraction du plasma qui est fonction du besoin de l'organisme en cet acide aminé (RERAT, 1971, 1972). On peut penser que ces conditions sont réalisées dans le cas présent (prélèvements effectués 6 h. 30 après le repas), si l'on se fonde sur les expériences réalisées sur des animaux en croissance (BOOMGAARDT et McDONALD, 1969 ; TYPPPO et al., 1970).

Les résultats des dosages, présentés dans le tableau 5, montrent que les variations de concentration du facteur limitant, la lysine, sont différentes aux deux stades étudiés.

Voir tableau 5, page suivante

Vers le milieu de la gestation, l'augmentation du taux de lysine dans le régime provoque une élévation de la concentration de lysine libre du sang et une diminution de l'ensemble des acides aminés indispensables (sauf l'histidine) et de certains acides aminés non indispensables (la glycine en particulier). Par contre, à la fin de la gestation, l'augmentation de la concentration de lysine libre du sang n'est effective qu'avec le taux le plus élevé de lysine dans le régime. Ces phénomènes concernant la lysine sont particulièrement nets quand on rapporte cet acide aminé à la somme des acides aminés indispensables (tableau 6). La diminution de concentration de l'ensemble des acides aminés indispensables, et plus particulièrement de certains d'entre eux comme la thréonine, semble indiquer une meilleure utilisation des protéines alimentaires lorsque le taux de lysine dans le régime augmente. Les concentrations en glycine et en certains acides aminés non indispensables dans le sang sont, également, abaissées quand on augmente le taux de lysine du régime de gestation.

Voir tableau 6, page suivante

TABLEAU 5

VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN ACIDES AMINES LIBRES DU SANG
EN FONCTION DU STADE DE GESTATION ET DE LA TENEUR EN LYSINE DU REGIME
(en mg/100 g de sang frais)

STADE DE GESTATION	SAILLIE	MI-GESTATION (60 jours)			FIN GESTATION (90 jours)			
LOT		2	3	4	1*	2	3	4
Teneur en lysine (%)	0,42	0,23	0,42	0,62	0,42	0,23	0,42	0,62
Ornithine	2,61	2,69	2,49	2,85	2,17	3,28	2,62	2,15
Lysine	2,31	2,20	3,90	3,38	2,93	2,23	2,21	3,01
Histidine	1,04	1,06	1,24	1,22	0,99	1,24	1,16	1,37
Arginine	1,31	2,44	2,21	0,78	1,11	1,45	1,38	1,66
Acide aspartique	0,73	0,61	0,75	0,53	0,68	0,73	0,66	0,60
Thréonine	1,56	1,94	1,70	1,10	1,71	2,13	1,57	1,41
Sérine	1,79	2,27	1,73	1,03	1,82	2,07	1,59	1,45
Asparagine	0,72	0,74	1,49	0,48	0,63	0,69	0,81	0,75
Acide glutamique	2,53	1,93	2,31	2,10	1,96	2,86	1,89	2,87
Glutamine	2,81	2,80	2,66	1,99	2,18	2,46	2,74	2,81
Proline	3,03	3,16	2,79	2,45	2,52	3,24	2,62	3,29
Glycine	6,27	8,22	5,96	6,19	6,19	9,58	6,24	6,01
Alanine	4,85	4,13	3,98	4,60	3,95	5,37	4,90	6,12
Citrulline	1,17	2,24	1,36	1,14	1,41	1,78	1,48	1,46
Valine	3,22	3,31	3,13	2,88	3,36	3,53	3,08	2,88
Cystine	0,60	0,60	0,65	0,58	0,91	0,51	0,90	0,44
Méthionine	0,93	0,99	0,98	0,84	1,05	1,02	0,98	0,95
Isoleucine	1,35	1,48	1,36	1,23	1,58	1,56	1,44	1,29
Leucine	1,94	2,13	2,00	1,85	2,26	2,13	2,04	1,76
Tyrosine	1,46	1,61	1,31	1,21	1,42	1,82	1,52	1,50
Phénylalanine	1,08	1,52	1,05	1,07	1,09	1,47	1,17	1,30
Somme des composés dosés	43,33	48,09	45,05	39,49	41,95	51,16	43,01	45,07
Somme des acides aminés indispensables et semi-indispensables	16,80	19,31	19,51	16,14	18,43	19,10	17,45	17,57

* Truies non gestantes.

TABLEAU 6

EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN LYSINE ET EN THREONINE LIBRES DU SANG
EN FONCTION DU STADE DE GESTATION ET DE LA TENEUR EN LYSINE DU REGIME
(en p. 100 des acides aminés indispensables)

STADE DE GESTATION	SAILLIE	MI-GESTATION (60 jours)			FIN GESTATION (90 jours)			
LOT		2	3	4	1	2	3	4
Teneur en lysine (%)	0,42	0,23	0,42	0,62	0,42	0,23	0,42	0,62
Lysine	13,71	11,45	19,70	20,93	15,87	11,43	12,55	17,04
Thréonine	9,26	10,08	8,65	6,83	9,28	11,09	8,88	8,03

Enfin, le besoin de fin de croissance peut être déduit de l'évolution des concentrations en acides aminés libres du sang chez les animaux non gestants à deux stades différents de leur croissance, espacés de 3 mois. Une accumulation plus importante des acides aminés indispensables (la lysine et la thréonine en particulier) est constatée au stade le plus tardif de la croissance, ce qui pourrait signifier un besoin correspondant plus faible.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Si l'on se fonde sur les performances zootechniques, il apparaît que l'apport le plus favorable de lysine est constitué par un taux de 0,42 p. 100 puisque ni le nombre des porcelets au sevrage, ni leur poids n'est significativement augmenté par un apport supplémentaire de lysine. Il est à noter, toutefois, un poids total de portée au sevrage légèrement supérieur pour un apport de lysine de 0,62 p. 100, ce qui pourrait s'expliquer par une amplitude des variations de poids au cours du cycle complet plus importante chez les truies soumises à ce régime durant la gestation.

Les résultats concernant la digestibilité et la rétention azotée ne permettent pas de conclure de façon aussi nette. En effet, on ne note pas d'amélioration de la rétention azotée liée à la gestation (comparaison des lots 1 et 3 recevant un même régime et ne différant que par leur état physiologique), ce qui avait été montré par de nombreux auteurs (SALMON-LEGAGNEUR, 1965). A noter la concordance entre la rétention azotée de fin de gestation et le gain de poids matériel en cours de gestation.

L'étude des variations de concentrations en acides aminés libres du sang montre qu'il semble existe une évolution dans le besoin au cours de la gestation : l'accumulation de lysine libre dans le sang est visible, dès le taux de 0,42 p. cent, à 60 jours de gestation, mais ne peut être mis en évidence qu'au taux de 0,62 p. cent après 90 jours de gestation.

En définitive, les conclusions provisoires suivantes peuvent être tirées de cette expérience :

- Dans les conditions expérimentales où les apports de matières azotées et d'énergie étaient plus faibles que ceux préconisés par le N.R.C. (1968), une carence en lysine (0,23 p. cent dans le régime) pendant la gestation a pour effet, d'une part de diminuer le poids moyen des porcelets à la naissance sans pour autant en affecter le nombre, d'autre part de ralentir la croissance normale de la mère. Un apport supplémentaire de lysine (0,2 p. cent du régime) est bénéfique d'abord au porcelet dont le poids moyen augmente significativement et, partiellement, à la mère. Ce n'est qu'avec un supplément plus important de lysine que la croissance maternelle est conforme à celle des témoins (truies vides).
- L'effet néfaste d'une carence en lysine au moment de la gestation se répercute sur les performances des truies pendant la lactation. Il apparaît, en effet, une mobilisation moins importante des réserves corporelles qui sont plus faibles et, probablement, une production laitière moins élevée. La croissance des porcelets pendant la lactation est, de ce fait, ralentie.
- Il sera nécessaire de poursuivre cette expérience avec des doses plus rapprochées de lysine afin de mieux préciser le besoin chez la truie nullipare qui, compte-tenu des résultats de la présente étude, se situe entre 0,42 et 0,62 p. cent du régime.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOOMGAARDT J., Mc DONALD B.E., 1969 - *Canad. J. Physiol. Pharmacol.*, **47**, 392-395.
- De GEETER M.J., HAYS V.W., KRATZER D.D., CROMWELL G.L., 1972 - *J. Anim. Sci.*, **35**, 772-777.
- MOUSTGAARD J., 1959 in "Reproduction in domestic animals", vol. 2, ed. by Cole and Cupps. Acad. Press. New-York, p. 170-223.

- N.R.C., 1968 - National Research Council, Pub. 1599.
- POND W.G., WAGNER W.C., DUNN J.A., WALKER J.F., 1968 a - *J. Nutrition*, **94**, 309-316.
- POND W.G., DUNN J.A., WELLINGTON G.H., STOUFFER J.R., VAN VLECK L.O., 1968 b - *J. Anim. Sci.* **27**, 1583-1586.
- POND W.G., STRACHAN D.N., SINNA Y.N., WALKER J.F., DUNN J.A., BARNES R.H., 1969 - *J. Nutrition*, **99**, 61-67.
- RERAT A., 1971 - *Ann. Zootech.*, **20**, 193-246.
- RERAT A., 1972 - *Nutr. Abstr. Rev.*, **42**, 13-39.
- RIPPEL R.H., 1967 - *J. Anim. Sci.*, **26**, 526-532.
- SALMON-LEGAGNEUR E., 1965 - *Ann. Zootech.*, **14**, n^o 1 H.S., 1-137.
- TYPPO J.T., MEADE R.J., NORDSTROM J.W., STOCKLAND W.L., 1970 - *J. Anim. Sci.*, **31**, 885-893.