

NOTE

**INFLUENCE DE LA SUPPLÉMENTATION  
EN LYSINE D'UN ALIMENT D'ALLAITEMENT  
SUR LA TENEUR EN LYSINE LIBRE DU SANG  
ET DU MUSCLE DU VEAU PRÉRUMINANT**

P. PATUREAU-MIRAND, J. PRUGNAUD et R. PION

avec la collaboration technique de Françoise BARRÉ,  
Marie-Claude VALLUY, A. SELLE

*Laboratoire d'Étude du Métabolisme azoté,  
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,  
Theix 63110 Beaumont*

---

**RÉSUMÉ**

L'influence de la supplémentation en lysine d'un aliment d'allaitement contenant 24 p. 100 de matières azotées d'une poudre de lait écrémé Spray, sur les teneurs en lysine libre du sang et du muscle du veau préruminant est étudiée au cours de 2 expériences pendant lesquelles 16 veaux reçoivent 6 régimes pendant 5 périodes de 14 jours. Les supplémentations ne paraissent pas avoir un effet important sur la consommation ou la croissance. La teneur en lysine libre du sang reste basse et presque constante lorsque les veaux ingèrent moins de 1,3 g de lysine par unité de poids métabolique ( $P^{0,75}$ ) et par jour. Lorsque la quantité journalière ingérée est supérieure à 1,3 g/kg<sup>0,75</sup>/j, la lysine s'accumule dans le sang. Les concentrations en lysine libre du sang et du muscle restent voisines quel que soit le niveau de supplémentation. La teneur en lysine libre du sang est déterminée par la quantité de lysine ingérée au cours des 8 et peut-être même des 2 repas précédant la prise de sang. Ces résultats indiquent que l'utilisation métabolique de la lysine est intense lorsque la quantité de lysine ingérée reste inférieure à 1,3 g/kg<sup>0,75</sup>/j. Le besoin en lysine semble proche de cette valeur.

---

Parmi les protéines utilisées dans l'alimentation animale, les protéines de lait écrémé sont parmi les plus riches en lysine. Cependant, les traitements thermiques que subit le lait écrémé avant d'entrer dans la fabrication des aliments d'allaitement (pasteurisation, concentration et deshydratations) peuvent affecter la disponibilité de la lysine. Aussi VAN LOEN et BALFOORT (1969) ODORICO (1969), IWEMA et VAN HELLEMOND (1970) entreprirent d'étudier les effets sur la croissance du veau préruminant de la supplémentation en lysine des protéines de lait. Les résultats

rapportés sont contradictoires et il semble nécessaire de compléter ces expériences par l'étude de l'influence des supplémentations en lysine sur le métabolisme des matières azotées.

Or MORRISON, MIDDLETON et MC LAUGHLAN (1961), MC LAUGHLAN et ILLMAN (1967), PAWLAK et PION (1968), STOCKLAND, MEADE et MELLIERE (1970) chez le Rat, MITCHELL *et al.* (1968) chez le Porc et ZIMMERMANN et SCOTT (1965) chez le Poulet, ont montré que la courbe d'évolution de la concentration en lysine libre du plasma, du sang ou du muscle en fonction de la teneur en lysine des régimes illustre l'intensité de l'utilisation de cet acide aminé par ces animaux. C'est pourquoi nous avons cherché à obtenir des informations complémentaires sur l'utilisation de la lysine alimentaire, par l'étude de l'influence des supplémentations en lysine sur les teneurs en lysine libre du sang et du muscle de veaux préruminants.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

Ce travail a été réalisé en deux expériences successives comportant chacune deux lots de 4 veaux de la race *française frisonne pie noire* d'un poids moyen de 48,8 kg dans l'expérience 1 et de 52,0 kg dans l'expérience 2. Le mode d'élevage et d'aliment de base (24 p. 100 de matières azotées) ont été décrits précédemment (PATUREAU-MIRAND, PRUGNAUD et PION, 1973). Les 6 régimes expérimentaux sont préparés par addition aux protéines de l'aliment de base (lait écrémé Spray) de L-thréonine (0,06 p. 100), L-arginine (0,35 p. 100), L-cystine (0,38 p. 100), DL-méthionine (0,21 p. 100) et L-lysine (tabl. 1). Les quatre animaux de chaque lot (A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub>) reçoivent les différents régimes pendant 5 périodes de 14 jours, selon le protocole défini dans le tableau 1.

En outre, pendant la sixième période, 2 animaux de chacun des lots A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub> et B<sub>2</sub> contiennent de recevoir, jusqu'à l'abattage, les aliments qu'ils consommaient pendant la période précédente. Enfin, les 2 autres veaux de chacun des lots B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> (lots b'<sub>1</sub> et b'<sub>2</sub>) reçoivent le régime 4 non supplémenté en lysine après avoir reçu pendant la période précédente des régimes riches en lysine (régimes 3 ou 6), tandis que ceux du lot a'<sub>2</sub> ingèrent le régime 6 après avoir été nourris avec l'aliment 4 pendant la cinquième période.

TABLEAU I

*Répartition des lots en fonction des régimes et de la période*

N° régimes		Expérience 1			Expérience 2		
		1	2	3	4	5	6
Teneur en lysine (g/16 g N)		8,85	9,85	11,1	8,15	9,85	12,6
Périodes	I	A <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		B <sub>2</sub>
	II		A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>			A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	
	III	B <sub>1</sub>		A <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>		A <sub>2</sub>
	IV		A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>			A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	
	V	A <sub>1</sub>		B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>		B <sub>2</sub>
	VI	a <sub>1</sub>		b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b' <sub>2</sub> b' <sub>1</sub>		b <sub>2</sub> a' <sub>2</sub>

Les consommations et croissances correspondant à chaque période sont enregistrées. Des prélèvements de sang jugulaire sont effectués les 2 derniers jours des 5 premières périodes expérimentales 4 et 5 h après le repas du matin en vue du dosage des acides aminés libres. Au cours de la sixième période, du sang jugulaire est prélevé aux mêmes heures, 4 et 7 jours après le changement de régime pour les animaux du lot  $b'_1$  ou 1, 3 et 6 jours pour ceux des lots  $a'_2$  et  $b'_2$  de façon à étudier l'évolution de la teneur en lysine libre du sang. Un échantillon de sang moyen est constitué pour chaque lot et pour chaque période en mélangeant en quantités égales les échantillons de sang prélevés au même moment sur les veaux d'un même lot. A l'abattage, 400 g de muscle pectoral profond sont prélevés aussitôt après la mort des veaux des lots  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $a_2$  et  $b_2$ . Les tissus sont immédiatement congelés à l'azote liquide. Les échantillons de sang et de muscle sont conservés à  $-15^{\circ}\text{C}$  avant d'être analysés. L'extraction et le dosage des acides aminés libres du sang et du muscle ont été décrits par PAWLAK et PION (1968).

### RÉSULTATS ET DISCUSSION

#### A. — Croissances et consommations

Il semble y avoir une amélioration de la vitesse de croissance pour les régimes les plus riches en lysine, à l'exception du régime 3 (tabl. 2). Toutefois, la signification de ces résultats est limitée par le fait que les vitesses de croissance sont mesurées sur de courtes périodes et sur un petit nombre d'animaux.

TABLEAU 2

Consommations et croissances (g/j)

N° régimes			4	1	2	5	3	6
Teneur en lysine (g/16 g N)			8,15	8,85	9,85	9,85	11,1	12,6
Consommations	Périodes	I	1 123	1 034			934	1 054
		II			1 330 1 298	1 463 1 429		
		III	1 707	1 542			1 517	1 617
		IV			1 872 1 903	1 877 1 731		
		V	2 016	1 900			1 933	1 894
Croissances	Périodes	I	686	660			550	752
		II			1 033 1 052	1 046 1 090		
		III	1 019	1 099			960	1 235
		IV			1 093 1 052	1 162 919		
		V	1 278	1 053			1 196	1 195

Ces résultats indiquent en tout cas que les expériences ont été réalisées sur des animaux ayant des performances convenables.

## B. — Teneur en lysine libre du sang et du muscle

La teneur en lysine libre du sang varie peu lorsque la quantité de lysine ingérée par jour passe de 1,0 à 1,3 g par unité de poids métabolique :  $P^{0,75}$  (kg). En revanche, lorsque la quantité de lysine ingérée croît de 1,3 à 2,0 g/kg<sup>0,75</sup>/j, l'augmentation de la teneur en lysine libre du sang paraît linéaire (fig. 1).

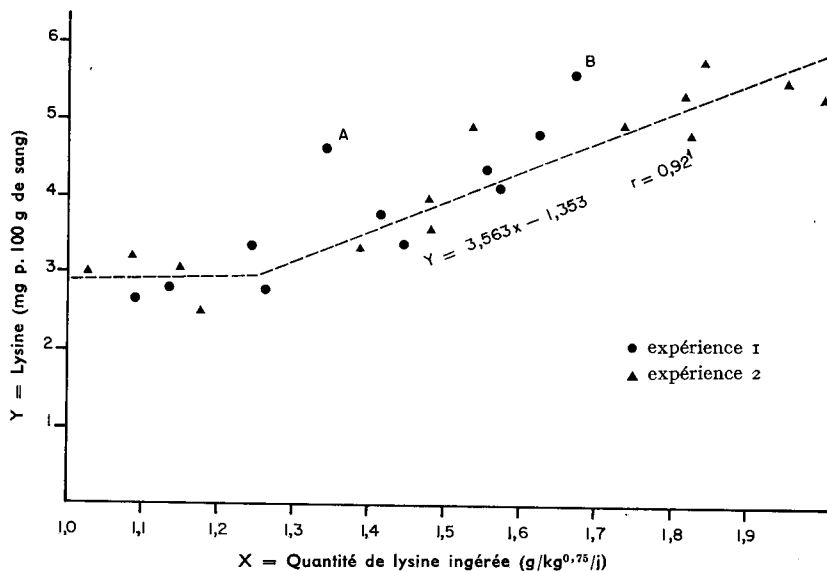


FIG 1 — Évolution de la teneur en lysine libre du sang en fonction de la quantité de lysine ingérée  
1. En éliminant les points A et B qui correspondent à 2 lots de 4 animaux dont les croissances n'étaient pas satisfaisantes (550 et 960 g/j).

La teneur en lysine libre du muscle semble voisine de celle du sang (tabl. 3). Il n'y aurait donc pas accumulation de lysine dans le muscle pour les régimes étudiés alors que PAWLAK et PION (1968) avaient constaté chez le Rat, des concentrations en lysine libre beaucoup plus élevées dans le muscle que dans le sang.

TABLEAU 3

Teneurs en lysine libre du sang et du muscle (mg p. 100 g)

N° régimes	4	1	2	5	3	6
Teneur en lysine (g/16 g N)	8,15	8,85	9,85	9,85	11,1	12,6
Sang	2,91	3,02	3,96	3,97	5,06	5,31
Muscle	2,55	4,13	—	—	5,09	6,24

L'absence d'accumulation de cet acide animé dans le muscle explique que l'équilibre entre apports et utilisations, caractérisé par les concentrations sanguines en lysine libre, soit rapidement atteint (tabl. 4). En effet, (expériences 1 et 2<sub>a</sub>), lorsqu'à un régime riche en lysine (régimes 3 ou 6)

succède un régime moins riche (régime 4) la concentration sanguine en lysine libre caractéristique du régime 4 peut être constatée certainement moins de 4 jours ou peut-être même le lendemain du changement de régime. Au contraire, si au régime 4, le moins riche en lysine, succède le régime le plus riche en lysine (régime 6), la teneur en lysine libre du sang caractéristique de ce régime a été observée dès le lendemain du changement de régime (expérience 2<sub>b</sub>).

TABLEAU 4

*Évolution de la teneur en lysine libre du sang après un changement de régime*

Nombre de jours après le changement de régime		Veille du changement de régime	+ 1	+ 3	+ 4	+ 6	+ 7
Expérience 1	Régime	3	4	4	4	4	4
	Lysine ingérée (g/kg <sup>0,76</sup> /j)	1,619			1,092		1,027
	Lysine libre (mg/100 g)	4,85			2,88		2,70
Expérience 2 <sub>a</sub>	Régime	6	4	4	4	4	4
	Lysine ingérée (g/kg <sup>0,76</sup> /j)	1,819	0,707	1,016		1,027	
	Lysine libre (mg/100 g)	4,82	3,04	1,95		3,04	
Expérience 2 <sub>b</sub>	Régime	4	6	6	6	6	6
	Lysine ingérée (g/kg <sup>0,76</sup> /j)	1,070	1,954	1,842		1,815	
	Lysine libre (mg/100 g)	3,08	5,52	5,80		5,36	

TABLEAU 5

*Influence du niveau de supplémentation pendant la période précédente sur la teneur du sang en lysine libre pendant la période en cours*

		Expérience 1				Expérience 2			
		Période 2		Période 4		Période 2		Période 4	
Période précédente	Régimes	1	3	1	3	4	6	4	6
	Lysine libre du sang (mg/100 g)	2,85	4,68	2,81	5,64	3,22	4,95	2,56	5,39
Période en cours (régimes 2 ou 5)	Lysine ingérée (g/kg <sup>0,76</sup> /j)	1,235	1,337	1,430	1,481	1,532	1,477	1,386	1,474
	Lysine libre du sang (mg/100 g)	3,44	3,81	4,18	4,40	4,96	3,60	3,34	3,99

Une conséquence de ce phénomène est l'absence d'influence du régime distribué pendant la période précédente sur la teneur en lysine libre du sang mesurée à la fin de la période en cours, c'est-à-dire 13 ou 14 jours après le changement de régime (tabl. 5). La teneur du sang en lysine libre paraît entièrement déterminée par la quantité de lysine ingérée pendant la période en cours.

Ce critère peut donc indiquer le degré d'utilisation métabolique de la lysine des différents régimes étudiés au cours des diverses périodes des expériences 1 et 2. Les teneurs élevées en lysine libre du sang des veaux ingérant plus de 1,30 g de lysine par unité de poids métabolique et par jour indiquent que les apports excèdent les possibilités d'utilisation ou d'élimination de ce composé.

Le besoin journalier en lysine défini par la rupture de pente de la courbe illustrant l'évolution de la teneur en lysine du sang en fonction des quantités de lysine ingérées, serait donc voisin de 1,30 g/kg<sup>0,75</sup> (fig. 1). Cela correspond à l'ingestion d'environ 64 g/kg<sup>0,75</sup>/j d'un aliment d'allaitement contenant 24 p. 100 de matières azotées provenant du lait de vache (c'est-à-dire renfermant 8,5 g de lysine pour 100 g de matières azotées). Il semblerait donc qu'à l'exception des premières semaines pendant lesquelles les niveaux d'ingestion sont en général insuffisants, les aliments d'allaitement à base de poudre de lait contiennent suffisamment de lysine pour couvrir les besoins du veau pré-ruminant.

*Reçu pour publication en mai 1973.*

## SUMMARY

### INFLUENCE OF LYSINE SUPPLEMENTATION ON BLOOD OR MUSCLE FREE LYSINE IN THE MILK-FED CALF

Two experiments were carried out to study the effect of lysine supplementation on blood and muscle free lysine content of the milk-fed calf. Eighteen *Friesian* calves were fed a milk replacer (24 p. 100 milk protein) supplemented by L-threonine (0.06 p. 100), L-arginine (0.35 p. 100), L-cystine (0.38 p. 100), DL-methionine (0.21 p. 100) and graded levels of L-lysine (table 1) during five 14-day periods. In order to determine blood free lysine, jugular blood samples were drawn 4 and 5 hours after the morning meal on the last two days of each period.

Lysine supplementation had no significant effect on food intake and growth (table 2). Blood free lysine remained at a low and nearly constant level whenever the amount of ingested lysine did not exceed 1.3 g/kg<sup>0,75</sup>/d. It raised linearly when the amount of ingested lysine increased beyond this level (fig. 1). Differences in free lysine content were similar in blood and muscle (table 3). Blood free lysine level seemed to depend on the amount of lysine ingested during the last 8 meals or in some case the last 2 meals (tables 4, 5). It may be inferred from those results that the efficiency of lysine metabolic utilization remains high as far as the diet supplies less than 1.3 g/kg<sup>0,75</sup>/d lysine. Lysine requirement would be close to that value.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- IWEMA S., Van HELLEMOND K. K., 1970. Het effect van toevoeging van extra lysine aan melkvervangende preparaten op de groei en het voederverbruik van mestkalveren. *Landsbouwk Tijdschr.*, **82**, 129-135.
- McLAUGHLAN J. M., ILLMAN W. I., 1967. Use of free plasma amino acid levels for estimating amino acid requirements of the growing rat. *J. Nutr.*, **93**, 21-24.
- MITCHELL J. R., BECKER D. E., JENSEN A. H., HARMON B. G., NORTON H. W., 1968. Determination of amino acid needs of the young pig by nitrogen balance and plasma free amino acids. *J. Anim. Sci.*, **27**, 1327-1351.
- MORRISON A. B., MIDDLETON E. J., McLAUGHLAN J. M. 1961. Blood amino acid studies. II. Effects of dietary lysine concentration, sex and growth rate on plasma free lysine and threonine levels in the rat. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **39**, 1675-1680.

- ODORICO G., 1969. Los amino acids de síntesis en los leches artificiales para cebo de terneros. *Zoo-technia*, **18**, 29-38.
- PATUREAU-MIRAND P., PRUGNAUD J., PION R., 1973. Influence de la supplémentation en acides aminés soufrés d'un aliment d'allaitement sur l'aminocidémie. Estimation du besoin en méthionine du veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* (sous presse).
- PAWLAK M., PION R., 1968. Influence de la supplémentation des protéines du blé par des doses croissantes de lysine sur la teneur en acides aminés libres du sang et du muscle du rat en croissance. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **10**, 317-322.
- STOCKLAND W. L., MEADE R. J., MELLIERE A. L., 1970. Lysine requirement of the growing rat : plasma-free lysine as a response criterion. *J. Nutr.*, **100**, 925-934.
- Van LOEN A., BALFOORT A. J., 1969. Die praktische Bedeutung von Aminosäurenyugaben in der Ernährung von schweinen und kalbern. *Kraffuter*, **52**, 278-286.
- ZIMMERMAN R. A., SCOTT H. M., 1965. Interrelationship of plasma amino acid levels and weight in the chick as influenced by suboptimal and superoptimal dietary concentrations of single amino acids. *J. Nutr.*, **87**, 13-18.
-