

## UTILISATION DES PROTÉINES PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

I. — UTILISATION DIGESTIVE DES PROTÉINES DE SOJA  
ET DES LEVURES D'ALCANES INCORPORÉES DANS LES ALIMENTS D'ALLAITEMENT

J.-L. PARUELLE <sup>(1)</sup>, R. TOULLEC <sup>(1)</sup>, J.-F. FRANTZEN <sup>(1)</sup>, et C.-M. MATHIEU <sup>(1)</sup>  
avec la collaboration technique de Yvette LENTO <sup>(1)</sup>, C. MARPILLAT,  
Colette RAYNAL et Maryse VÉRITÉ

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,  
Centre de Recherches de Clermont-Ferrand, I. N. R. A.,  
63 - Saint-Genès-Champagnelle*

### RÉSUMÉ

Le but de ce travail a été d'étudier, chez le veau préruminant à l'engrais, l'utilisation digestive de différentes sources de matières azotées de remplacement. Deux farines de levures d'alcanes dont la taille des particules était de 50 et 200 microns et une farine de soja déshuilée et débarrassée de ses facteurs antitrypsiques ont été introduites dans des aliments d'allaitement de manière à apporter 70 à 75 p. 100 des matières azotées totales, le complément étant apporté par du lactosérum; ces aliments étaient en outre supplémentés en méthionine. Huit veaux mâles (2 ou 3 par régime) ont été utilisés. Ils étaient maintenus en cage à bilan, de l'âge d'environ 8 jours jusqu'à leur abattage à l'âge de 92 à 96 jours. Ils ont reçu des quantités de lait de remplacement importantes, comparables à celles qui sont habituellement distribuées à des veaux à l'engrais.

Les aliments ont bien été consommés, sauf celui contenant les levures de 200 microns à cause de sa tendance à se déposer au fond du seau. Les gains de poids vif obtenus avec l'aliment à base de levures de 50 microns ont été satisfaisants alors qu'ils sont insuffisants pour les 2 autres aliments. L'efficacité alimentaire, les rendements à l'abattage, l'état d'engraissement et la couleur de la viande ont été médiocres. La fréquence des jours de diarrhée a été faible dans tous les cas.

La digestibilité apparente des matières azotées des aliments à base de levures a été satisfaisante (85 à 87 p. 100 à partir de l'âge d'un mois). Elle a été plus faible avec l'aliment à base de farine de soja (79 p. 100). Pour les 3 aliments, elle a été inférieure d'environ 10 points au cours de la 1<sup>re</sup> période de mesure, ce qui traduirait une adaptation insuffisante du système digestif du très jeune veau à la modification de transit gastro-intestinal due à l'absence de coagulation des protéines dans la caillette. La rétention apparente de l'azote a été élevée; elle a été meilleure avec l'aliment à base de soja qu'avec les aliments à base de levures. Elle a varié avec l'âge pour les 3 régimes: maximale vers 1 mois à 1 mois et demi, elle a diminué légèrement par la suite.

Les levures d'alcanes semblent être utilisées convenablement, sous réserve d'une taille de particules suffisamment faible, alors que les résultats obtenus avec la farine de soja déshuilée sont moins encourageants.

<sup>(1)</sup> Adresse actuelle: Station de Recherches zootechniques, Centre de Recherches de Rennes, 65, rue de Saint-Brieuc, 35- Rennes

Les matières azotées de remplacement devront être apportées dans les aliments d'allaitement sous forme de concentrés de protéines solubles ou présentant un bon maintien en suspension et bien équilibrés en acides aminés indispensables.

## INTRODUCTION

Dans les aliments d'allaitement actuellement utilisés, les protéines proviennent presque exclusivement du lait écrémé, dont le remplacement total par d'autres sources de protéines pose de nombreux problèmes. Les protéines de remplacement ne coagulent pas sous l'action de la présure. L'absence de coagulation dans la caillette, en modifiant le transit intestinal des constituants de l'aliment (SMITH, HILL et SISSONS, 1970 ; COLVIN, LOWE et RAMSEY, 1969 ; TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971) pourrait provoquer des diarrhées et une utilisation digestive médiocre (KASTELIC, BENTLEY et PHILLIPS, 1950 ; BLAXTER et WOOD, 1953). Ces mauvais résultats sont cependant contestés par d'autres auteurs (OWEN *et al.*, 1958 ; NETKE, GARDNER et KENDALL, 1962 ; TOULLEC *et al.*, 1969). L'utilisation digestive et métabolique des protéines du lait est élevée (MATHIEU et BARRÉ, 1964). Pour être bien utilisées, les protéines de remplacement doivent présenter un équilibre satisfaisant en acides aminés indispensables et être dépourvues de produits peu digestibles (glucides complexes de certains tourteaux) ou indésirables (facteurs antinutritionnels, excès de minéraux). Elles doivent en outre être solubles ou présenter un bon maintien en suspension et ne pas provoquer de réactions immunologiques (VAN ADRICHEM et FRENS, 1965).

Les levures d'alcanes (cultivées sur hydrocarbures) et le soja constituent deux sources intéressantes de protéines d'origine végétale. Ces deux produits sont riches en matières azotées relativement bien équilibrées en acides aminés indispensables. Leur teneur en lysine est élevée, celle en acides aminés soufrés est cependant insuffisante (PION et FAUCONNEAU, 1966 ; VAN DER WAL et SHACKLADY, 1968).

Les résultats médiocres obtenus par l'incorporation de tourteau de soja dans les aliments d'allaitement (SHOPTAW, 1936 ; WILLIAMS et KNODT, 1950 ; NOLLER *et al.*, 1956 a ; LASSITER *et al.*, 1959) sont dus notamment à la présence de facteurs antitrypsiques dans ce tourteau. Ces facteurs réduiraient les sécrétions et l'activité de la trypsine et de la chymotrypsine, (GORRILL *et al.*, 1967 a) limitant ainsi la protéolyse intestinale (GORRILL et THOMAS, 1967 b). Le traitement du tourteau par la chaleur humide détruit les facteurs antitrypsiques et améliore son utilisation digestive (PORTER et HILL, 1963 ; NITSAN *et al.*, 1971).

À notre connaissance, l'utilisation digestive des levures d'alcanes n'a jamais été étudiée chez le veau, et celle du soja n'a été envisagée qu'à de faibles taux d'incorporation, ou dans des conditions différentes de la production du veau à l'engrais : courte durée, quantités distribuées peu importantes... (NOLLER *et al.*, 1956 b ; PORTER et HILL, 1963 ; NISHIMATSU et KUMENO, 1966 ; GORRILL et NICHOLSON, 1969). Nous avons donc mesuré chez le veau préruminant l'utilisation digestive de laits de remplacement obtenus à partir d'aliments d'allaitement dans lesquels la plus grande partie des protéines provenait soit des levures d'alcanes, soit du soja. Nous avons distribué ces laits à des veaux maintenus en cage à bilan entre les âges d'environ 7 et 100 j. Les quantités offertes étaient comparables à celles qui sont habituellement distribuées aux veaux à l'engrais.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

*Aliments*

Nous avons comparé 3 aliments d'allaitement dont la teneur en matières azotées était de 24 p. 100 de la matière sèche (tabl. 1). Dans 2 de ces aliments, 70 p. 100 des matières azotées étaient apportées par des levures d'alcanes dont la taille des particules était de 50 microns (ali-

TABLEAU I

*Composition des aliments*

	Aliment Levures 50	Aliment Levures 200	Aliment Soja
Constituants (p. 100 de l'aliment) :			
— lactosérum . . . . .	50,0	50,0	40,4
— levures d'alcanes {	25,0	25,0	34,0
particules de 50 $\mu$ . .			
particules de 200 $\mu$ . .			
— farine de soja . . . . .			34,0
— matières grasses (1) . . . . .	22,0	22,0	21,7
— complément minéral et vitaminique (2) . . . . .	2,45	2,45	3,50
— méthionine commerciale . . . . .	0,55	0,55	0,40
Composition chimique (p. 100 de la MS) :			
— matières azotées . . . . .	23,8	24,0	24,4
— matières grasses (3) . . . . .	22,6	21,0	23,3
— substances réductrices . . . . .	33,5	32,9	25,2
— matières minérales . . . . .	9,7	9,5	9,2
Phosphore . . . . .	0,90	0,90	1,02
Calcium . . . . .	1,56	1,56	1,49
Sodium . . . . .	0,72	0,68	0,55
Potassium . . . . .	1,69	1,64	1,64
Magnésium . . . . .	0,20	0,18	0,22
Fer (p.p.m.) . . . . .	78	73	58
Cuivre (p.p.m.) . . . . .	2	2	6

(1) Les matières grasses (suif 98 p. 100, saccharoglycérides 2 p. 100) avaient été incorporées dans du lactosérum liquide à raison de 35 p. 100 de la matière sèche et le mélange obtenu avait été homogénéisé et séché par le procédé Spray.

(2) Complément vitaminisé (par 100 kg d'aliment d'allaitement).

Vitamine A . . . . .	1 200 000 UI	Choline . . . . .	180 mg
D <sub>3</sub> . . . . .	600 000 UI	Acide pantothénique . . . . .	220 mg
E . . . . .	10 g	Biotine . . . . .	75 mg
K . . . . .	200 mg	Acide nicotinique . . . . .	220 mg
B <sub>1</sub> . . . . .	640 mg	Acide folique . . . . .	100 mg
B <sub>2</sub> . . . . .	300 mg	Acide paraminobenzoïque . . . . .	990 mg
B <sub>6</sub> . . . . .	720 mg	Furazolidone . . . . .	5 g
B <sub>12</sub> . . . . .	5 mg	Chlortétracycline . . . . .	6 g
C . . . . .	10 g		

(3) Les matières grasses extraites des 3 aliments avaient des teneurs voisines en acides palmitique (25 à 26 p. 100), stéarique (19 à 20 p. 100), oléique (39 à 41 p. 100), mais celles de l'aliment Soja contenaient davantage d'acides linoléique (6 au lieu de 2 p. 100) et linoléique (1,6 au lieu de 0,1 p. 100).

ment Levures 50) ou de 200 microns (aliment Levures 200). Dans le 3<sup>e</sup> aliment (aliment Soja), 75 p. 100 des matières azotées provenaient d'une farine de soja déshuilée et débarrassée de ses facteurs antitrypsiques (tabl. 2). Dans les 3 aliments, 25 à 30 p. 100 des matières azotées étaient apportées par du lactosérum et un supplément de méthionine. Le lactosérum permettait l'introduction de lactose dans l'aliment et servait de support aux matières grasses (suif). Compte tenu de la supplémentation en méthionine, la composition en acides aminés de ces aliments (rapportée par PATUREAU-MIRAND, PRUGNAUD et PION, 1971) était relativement bien équilibrée. Cependant, les aliments Levures étaient légèrement pauvres en histidine et l'aliment Soja renfermait une proportion un peu faible de lysine.

TABLEAU 2

*Composition chimique des sources de protéines étudiées*

	Levures (1)		Farine de soja (2)
	Particules de 50 µ	Particules de 200 µ	
Teneur en matière sèche (p. 100) .....	97,4	94,9	93,0
Composition (p. 100 de la matière sèche):			
Matières azotées .....	67,5	66,9	53,2
Matières grasses .....	1,3	1,7	4,8
Cellulose brute .....	—	—	3,2
Extractif non azoté .....	22,7	23,3	32,3
Matières minérales .....	8,5	8,1	6,5
Phosphore .....	1,7	1,8	0,8
Calcium .....	0,3 environ		0,3
Fer (p.p.m.) .....	200 environ		130 environ

- (1) Concentré protéique de la Société Française des Pétroles BP, 10, quai Paul-Doumer, 92 - Courbevoise  
 (2) Soyassim, de la Société industrielle des Oléagineux, 59, rue de la Tour, Paris XVI<sup>e</sup>.

Au moment de l'emploi, les aliments d'allaitement étaient dilués dans de l'eau à 40°C, la concentration variant de 120 à 160 g par kg de lait de remplacement (tabl. 3). Ces laits ne coagulaient pas sous l'action de la présure, ce que nous avons pu vérifier par l'examen des contenus de caillette lors de l'abattage des animaux. Deux essais préalables d'appétibilité nous ont permis de constater que pour être bien consommé, l'aliment doit présenter un bon maintien en suspension, ce qui a nécessité l'addition de 1 p. 100 d'alginate aux levures.

*Animaux et régimes*

Les essais ont été effectués sur 8 veaux mâles de race *Française Frisonne Pie-Noire*, achetés à l'âge d'environ 8 jours et placés dans des cages à bilan dès leur arrivée. Les mesures n'ont commencé qu'une semaine plus tard de façon à laisser les animaux s'adapter à leurs nouvelles conditions d'existence, et ont alors été effectuées pendant 6 périodes successives de 11 jours séparées par des interpériodes de 3 jours.

Pendant les deux premiers jours de la période d'adaptation, les animaux ont tous reçu un aliment d'allaitement du commerce auquel ont été substitués en 4 jours les aliments expérimentaux. Ces aliments ont été distribués à 2 (aliment Levures 200) ou 3 animaux (aliments Levures 50 et Soja). Les veaux étaient alimentés au seau, en fonction de leur poids métabolique (poids vif<sup>0,75</sup>) à raison de 2 repas par jour (tabl. 3), sauf pendant les 3 premiers jours de la période d'adaptation où ils recevaient 3 repas par jour. Pendant les interpériodes, on augmentait progressivement les quantités d'aliment offertes qui restaient ensuite constantes au cours de chacune des périodes.

*Mesures*

Les veaux étaient pesés à jeun le matin du premier jour de chaque période et le lendemain de la fin de la période, ainsi que le jour de leur abattage qui a eu lieu à la fin de l'expérience, 92 à 96 jours après leur arrivée. Dans le cadre d'une autre étude (PATUREAU-MIRAND, PRUGNAUD et PION, 1971), des prélèvements de sang jugulaire ont été effectués le premier jour suivant les 3<sup>e</sup> et 5<sup>e</sup> périodes ou la 4<sup>e</sup> période, sur 4 veaux correspondant aux régimes Levures 50, et Soja. Ces prélèvements, qui nécessitaient le maintien en place d'un cathéter pendant une journée, n'ont pas semblé affecter notablement la croissance ultérieure et l'état sanitaire des animaux. Nous n'avons pas tenu compte dans l'expression des résultats, sauf pour la caractérisation de l'état diarrhéique, d'un des veaux recevant l'aliment Levures 50, son appétit ayant été anormalement faible tout au long de l'expérience.

TABLEAU 3

*Plan de rationnement*

Périodes de mesure et interpériodes précédentes	Aliment (g/jour/kg p <sup>0,75</sup> )	Taux de reconstitution (g d'aliment/kg de lait de remplacement)
1 <sup>re</sup> période . . . . .	55	120
2 <sup>e</sup> période . . . . .	60	130
3 <sup>e</sup> période . . . . .	67	140
4 <sup>e</sup> période . . . . .	67	150
5 <sup>e</sup> et 6 <sup>e</sup> périodes . . . . .	67	160

Les refus alimentaires ont été pesés après chaque repas et ont servi à constituer des échantillons moyens par veau et par période qui ont été conservés à — 15°C avant d'être lyophilisés. Les fèces et l'urine de chaque veau ont été recueillies séparément et pesées tous les jours. Une partie des fèces a été séchée à 80°C dans une étuve à circulation d'air chaud en vue de déterminer la teneur journalière en matière sèche. L'autre partie a servi à constituer des échantillons moyens par veau et par période qui étaient traités comme les échantillons de refus. Les prélèvements quotidiens d'une partie aliquote d'urine ont servi à préparer des échantillons moyens par veau et par période.

Lors de l'abattage, la carcasse chaude, les différentes parties de l'appareil digestif plein et vide, les dépôts adipeux périméaux, péritonéaux et intestinaux, ainsi que différents organes (foie, reins, pancréas...) ont été pesés. Les animaux recevaient leur repas du matin 1 h à 2 h avant l'abattage. On a pu ainsi examiner sous quelle forme se trouvait le lait de remplacement à l'intérieur de la caillette.

*Méthodes d'analyses*

La teneur en matière sèche des échantillons d'aliments, de refus et de fèces lyophilisés a été déterminée par séchage à 65°C pendant 24 h. La teneur en cendres a été obtenue après incinération au four à 550°C pendant 6 h et celle en azote par la méthode Kjeldahl. Le dosage des sucres réducteurs a été effectué sur les aliments par la méthode de SOMOGYI (1952). Celui des matières grasses a été réalisé sur les aliments et les refus par extraction par le mélange chloroforme-méthanol selon le principe de la méthode de FOLCH, LEES et SLOANE-STANLEY (1957), et sur les fèces par extraction chloroformique après hydrolyse acide, l'extrait chloroformique étant alors saponifié pour isoler les acides gras. La composition en acides gras des matières grasses des aliments a été déterminée par chromatographie en phase gazeuse des esters méthyliques. Les résultats sont exprimés en p. 100 du total des esters méthyliques.

## RÉSULTATS

*Croissance pondérale et quantités ingérées (tabl. 4)*

Les gains de poids vif ont été satisfaisants avec les aliments Levures 50 (1 024 g/j) et médiocres avec les aliments Levures 200 et Soja (841 et 804 g/j). La différence de vitesse de croissance, de l'ordre de 200 g/j, s'est maintenue à peu près constante pendant toute la durée de l'expérience entre les veaux recevant les aliments Levures 50 et Soja. Le gain de poids vif des veaux recevant l'aliment Levures 200 a été comparable au début à celui des veaux recevant l'aliment Soja et, pendant le dernier mois, à celui des veaux recevant l'aliment Levures 50.

TABLEAU 4

*Croissance, quantité d'aliments consommés  
au cours des 81 jours d'expérience, et résultats d'abattage*

	Aliment Levures 50	Aliment Levures 200	Aliment Soja
Quantité de matière sèche ingérée (kg) . . . . .	137,7	115,4	123,7
Gain de poids vif (g/j) . . . . .	1 024	841	804
Efficacité alimentaire :			
— matière sèche ingérée par kg de gain de poids vif (kg) . . . . .	1,66	1,69	1,91
— matière organique digestible ingérée par kg de gain de poids vif (kg) . . . . .	1,36	1,35	1,50
— énergie digestible ingérée (l) par kg de gain de poids vif (cal) . . . . .	7 552	7 452	8 527
— énergie digestible ingérée sous forme de matières azotées (p. 100 de l'énergie digestible ingérée) . . . . .	25,5	25,6	24,4
Rendement vrai (poids de carcasse chaude p. 100 du poids vif vide) . . . . .	62,8	62,3	63,7
Somme des dépôts adipeux, périrénaux, péritonéaux et intestinaux (p. 100 du poids vif vide)	1,97	1,63	1,72

(<sup>1</sup>) Calculée en admettant les valeurs calorifiques suivantes :

9,40 ; 5,65 ; 3,85 et 4,18 pour les matières grasses, les matières azotées, le lactose et le reste de la fraction glucidique respectivement (d'après BLAXTER, 1962).

Les aliments (sauf l'aliment Levures 200), ont été généralement bien consommés puisque pendant la durée de l'expérience, les refus alimentaires ont été respectivement de 4, 8 et 4 p. 100 des quantités proposées pour les veaux soumis aux régimes Levures 50, Levures 200 et Soja. Ces refus ont été plus importants au cours de la première période de mesure : respectivement 5, 10 et 9 p. 100 des quantités proposées.

L'efficacité alimentaire a été médiocre, surtout avec l'aliment Soja. Par kg de gain de poids vif, les quantités de matière sèche ingérées ont été respectivement de 1,7 kg avec les aliments Levures et de 1,9 kg avec l'aliment Soja.

*Diarrhées et état sanitaire (fig. 1)*

L'état diarrhéique a été caractérisé d'après la classification basée sur la teneur en matière sèche des fèces proposée par BLAXTER et WOOD (1953). Pendant toute la durée de l'expérience, la fréquence des jours de diarrhées a été faible pour les 3 régimes : respectivement 2, 5 et 3 p. 100 avec les aliments Levures 50 (3 veaux), Levures 200 et Soja. Elle a été plus élevée pendant la première période de mesure (respectivement 7, 15 et 10 p. 100). Les aliments à base de levures ont provoqué un état relâché fréquent (respectivement 85 et 80 p. 100 avec les aliments Levures 50 et Levures 200) mais l'état sanitaire a toujours été satisfaisant.

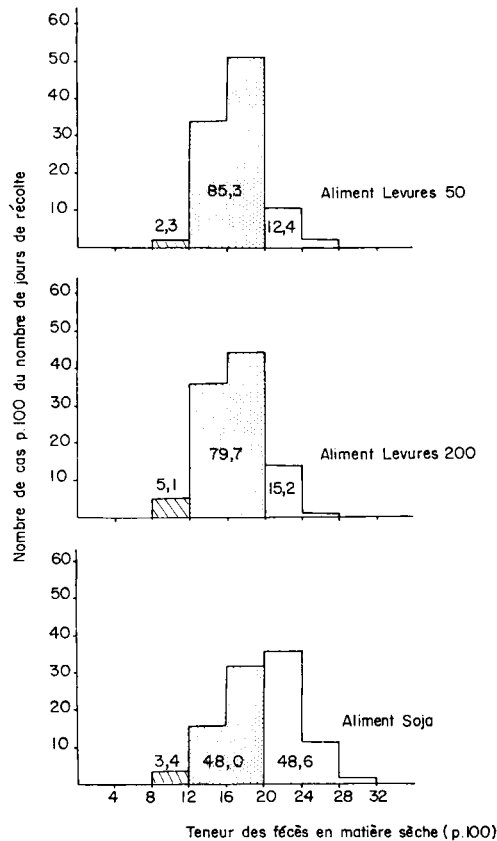


FIG. 1. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (en p. 100 du nombre de jours de récolte)

- ▨ État diarrhéique
- ▤ État relâché
- État normal

*Digestibilité des aliments*

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) apparent des matières azotées a varié d'une part avec l'âge des animaux, d'autre part avec la nature des matières azotées alimentaires. Il a été faible au cours de la première période de mesure (respectivement 78,7, 74,7 et 69,6 p. 100 pour les aliments Levures 50, Levures 200 et Soja), puis il a augmenté et s'est maintenu sensiblement constant pour chaque régime au cours des autres périodes (fig. 2). Les CUD apparents des matières azotées des 3 régimes ont alors été significativement différents ( $P \leq 0,05$ ) ; respectivement 87,3, 85,2 et 79,3 p. 100. En utilisant les valeurs du CUD apparent des protéines du lactosérum obtenues par TOULLEC *et al.* (1969), les digestibilités apparentes des matières azotées des levures de 50 microns, des levures de 200 microns et du soja sont respectivement de 84,7, 81,7 et 74,6 p. 100.

La digestibilité apparente de la matière organique, des matières grasses et des matières minérales des aliments a varié avec l'âge des animaux et la nature de l'aliment, parallèlement à celle des matières azotées (tabl. 5 et fig. 2). Elle a toujours été inférieure au cours de la première période de mesure (respectivement de l'ordre de

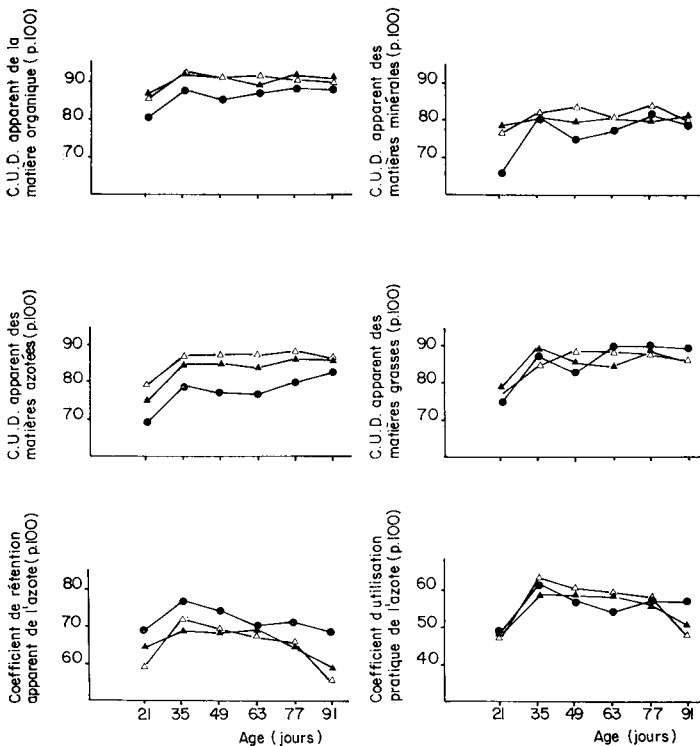


FIG. 2. — Évolution des coefficients de digestibilité apparents, du coefficient de rétention apparent et du coefficient d'utilisation pratique de l'azote avec l'âge

△—△ Aliment Levures 50  
 ▲—▲ Aliment Levures 200  
 ●—● Aliment Soja



5 et 10 points pour la matière organique et les matières grasses). Après cette première période, les CUD apparents de la matière organique des aliments Levures (91,0 et 90,7 p. 100) sont restés supérieurs à celui de l'aliment Soja (87,6 p. 100) alors que ceux des matières grasses ont été identiques pour les 3 aliments (86,5 à 87,9 p. 100).

### Rétention azotée

Le coefficient de rétention apparent de l'azote a été élevé pour les 3 aliments et a varié avec l'âge des animaux. Il est passé par un maximum au début du second mois, puis il a diminué régulièrement (fig. 2). Les valeurs individuelles par période du coefficient de rétention apparent de l'azote ont varié comme l'accroissement relatif du gain de poids vif, mais les liaisons ne sont significatives ( $P \leq 0,05$ ) que pour l'ensemble des animaux ( $r = + 0,42$ ) et pour ceux recevant l'aliment Soja ( $r = + 0,59$ ). Le coefficient de rétention apparent de l'azote le plus élevé a été obtenu avec l'aliment Soja (71,7 p. 100) alors qu'avec les aliments Levures 50 et Levures 200, les coefficients de rétention apparents relevés étaient voisins (respectivement 65,0 et 65,7 p. 100).

TABLEAU 5

*Utilisation digestive et rétention azotée des aliments*

	Aliment Levures 50	Aliment Levures 200	Aliment Soja
Coefficient d'utilisation digestive apparent (p. 100) <sup>(1)</sup> :			
— matière sèche .....	90,1 ± 0,8	89,7 ± 1,5	87,0 ± 3,5
— matière organique.....	91,0 ± 0,8	90,7 ± 1,2	87,6 ± 3,4
— matières azotées .....	87,3 ± 1,2	85,2 ± 2,0	79,3 ± 5,3
— matières grasses .....	87,0 ± 3,3	86,5 ± 3,1	87,9 ± 4,2
— matières minérales .....	82,5 ± 2,2	80,6 ± 4,5	78,9 ± 6,5
Coefficient de rétention apparent de l'azote (p. 100) <sup>(2)</sup> .....	65,0 ± 7,0	65,7 ± 6,3	71,7 ± 4,8
Coefficient d'utilisation pratique de l'azote (p. 100) <sup>(3)</sup> .....	55,9 ± 7,3	54,9 ± 6,9	55,8 ± 7,5
Quantité d'azote apparemment retenue par kg de gain de poids vif (g) <sup>(3)</sup> .....	35,1	34,9	41,8

<sup>(1)</sup> Moyenne et écart-type des 5 dernières périodes de mesure.

<sup>(2)</sup> Moyenne et écart-type des 6 périodes de mesure.

<sup>(3)</sup> Pendant la durée totale de l'expérience.

Les coefficients d'utilisation pratique de l'azote, de l'ordre de 55 à 56 p. 100, ont été identiques pour les 3 aliments (tabl. 5). Les quantités d'azote apparemment retenues ont été respectivement de 35,1, 34,9 et 41,8 g par kg de gain de poids vif avec les aliments Levures 50, Levures 200 et Soja. Pour l'ensemble des régimes et pour chaque période de mesure, les valeurs individuelles de ces quantités ont été

significativement ( $P \leq 0,01$ ) reliées au gain de poids vif ( $r = + 0,66$ ), alors que pour chaque régime, les corrélations ont été respectivement de  $+ 0,55$  (non significatif) et de  $+ 0,84$  et  $+ 0,68$  ( $P \leq 0,01$ ).

*Qualité des carcasses et état d'engraissement* (tabl. 4)

Les rendements à l'abattage ont été peu satisfaisants (62 à 64 p. 100 du poids vif vide) et l'état d'engraissement en général insuffisant. La viande était dans l'ensemble trop colorée, en particulier celle des veaux ayant consommé les aliments à base de levures. Les valeurs moyennes de l'hématocrite avant l'abattage ont été respectivement de 43, 45 et 28 p. 100 pour les veaux ayant reçu les aliments Levures 50, Levures 200 et Soja. Ces résultats médiocres sont à rapprocher des teneurs en fer élevées des aliments (tabl. 1) dues à des apports importants par les sources de matières azotées étudiées, particulièrement dans le cas des levures (tabl. 2).

## DISCUSSION

L'étude de l'utilisation digestive d'aliments d'allaitement ne contenant que des protéines de soja ou de levures d'alcanes complémentées par celles du lactosérum et par de la méthionine, permet de formuler les conclusions suivantes.

L'absence de coagulation des protéines dans la caillette n'a pas eu d'influence sur l'état sanitaire des animaux et en particulier sur la fréquence des diarrhées qui est toujours restée faible. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par TOULLEC *et al.* (1969) avec un aliment d'allaitement ne contenant que des protéines de lactosérum et par FRANTZEN, TOULLEC et MATHIEU (1971) avec un aliment d'allaitement classique à base de lait écrémé rendu incoagulable par addition de citrate de sodium ou d'acide chlorhydrique.

La digestibilité apparente des matières azotées a été plus faible au début de l'expérience, alors que les veaux étaient âgés de 15 à 25 jours. Ce résultat est en accord avec ceux obtenus par NOLLER *et al.* (1956) avec des aliments d'allaitement contenant du soja et pourrait être attribué à l'absence de coagulation. En effet, FRANTZEN, TOULLEC et MATHIEU (1971) ont montré que la suppression de la coagulation des protéines du lait entraînait une baisse de leur digestibilité au cours du premier mois. Cela indiquerait une adaptation insuffisante du système digestif du très jeune veau à l'accélération de la vidange stomacale entraînée par l'absence de coagulation (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971). Au-delà du premier mois, la digestibilité apparente des matières azotées est surtout reliée à la nature des protéines de l'aliment, aux composés qui les accompagnent (glucides complexes du soja et nucléotides des levures) ainsi qu'à leur technologie d'obtention. Le CUD apparent des matières azotées des aliments à base de levures ou de soja est inférieur à celui du lait écrémé séché par le procédé Spray (95 p. 100 d'après TOULLEC et MATHIEU, 1969), ainsi qu'à celui d'un aliment d'allaitement ne contenant que des protéines de lactosérum (93 p. 100 d'après TOULLEC *et al.*, 1969).

Les coefficients de rétention apparents de l'azote, élevés, obtenus montrent que la composition en acides aminés disponibles des aliments était satisfaisante et que les déséquilibres signalés n'ont eu que peu d'influence. La meilleure rétention appa-

rente de l'azote de l'aliment Soja peut en partie être expliquée par une plus faible proportion de protéines dans la matière organique digestible. Cependant, elle conduit à des quantités d'azote apparemment retenues par kg de gain de poids vif anormalement élevées qui sont probablement dues à des chutes de poils importantes ou à des pertes d'urine.

Les levures d'alcanes semblent être bien utilisées par le veau préruminant. L'aliment contenant les levures à petites particules (50 microns) est bien consommé et permet des vitesses de croissance satisfaisantes avec cependant une efficacité alimentaire assez médiocre. Lorsque la taille des particules augmente (200 microns), l'aliment se dépose assez rapidement au fond du seau malgré l'apport d'alginate, ce qui provoque une diminution de la consommation et par conséquent de la vitesse de croissance. Les levures sont riches en phosphore et pauvres en calcium (tabl. 2). Le rétablissement d'un rapport phosphocalcique convenable pour la croissance osseuse du veau oblige à fournir des apports considérables de calcium qui limitent la teneur en matières organiques de l'aliment. En raison de leur richesse en fer, de l'ordre de 200 p.p.m., ces levures devront être incorporées dans les aliments d'allaitement destinés au veau à l'engrais à des taux plus faibles que ceux que nous avons employés, à moins que l'on ne dispose d'un complexant du fer efficace. Ce dernier point ne constitue cependant pas un obstacle à leur utilisation par le veau d'élevage.

En revanche, les résultats obtenus avec la farine de soja déshuilée et débarrassée de ses facteurs antitrypsiques sont moins encourageants. Nous obtenons une faible fréquence des jours de diarrhées, déjà signalée par GORRILL et NICHOLSON (1969), mais une meilleure acceptation de l'aliment que celle rapportée par ces auteurs. Nous avons utilisé une farine de soja riche en glucides probablement peu digestibles par le veau préruminant. La digestibilité apparente des matières azotées de l'aliment Soja, ainsi que la digestibilité calculée des matières azotées du soja sont inférieures à celles qu'obtenaient PORTER et HILL (1963) (75 à 87 p. 100 suivant l'âge des veaux) et GORRILL et NICHOLSON (1969) (82 p. 100) avec des aliments dont toutes les matières azotées provenaient d'un concentré de protéines de soja cuit. Pour être bien utilisé, le soja devra donc être introduit dans les aliments d'allaitement sous forme de concentrés de protéines purifiées. Il semblerait cependant que certains traitements technologiques (acidification, alcalinisation ou autoclavage) puissent améliorer son utilisation pour la croissance (COLVIN et RAMSEY, 1968-69; VAN LEEUWEN, WEIDE et BRAAS, 1969) mais l'influence de ces traitements sur l'utilisation digestive n'a pas été précisée. D'autre part, certains auteurs ont mis en évidence des réactions antigéniques avec les protéines de soja (VAN ADRICHEM et FRENS, 1965; VAN LEEUWEN, WEIDE et BRAAS, 1969; SMITH et WYNN, 1971). Cependant, nous n'avons pas observé d'accidents de nature allergique chez les veaux recevant l'aliment Soja.

En conclusion, il semble donc possible d'incorporer dans les aliments d'allaitement pour veaux des quantités importantes de matières azotées non lactées. Les protéines de remplacement utilisées devront être, d'une part solubles ou présenter un bon maintien en suspension, et d'autre part bien équilibrées en acides aminés indispensables. Elles devront en outre être apportées sous forme de concentrés de protéines débarrassées de tous composés peu digestibles ou indésirables (excès de minéraux et facteurs antinutritionnels), en particulier dans le cas des protéines végétales.

*Reçu pour publication en avril 1972.*

## SUMMARY

UTILIZATION OF PROTEINS BY THE PRERUMINANT FATTENING CALF  
 I. — DIGESTIVE UTILIZATION OF SOYBEAN AND ALKANE YEAST PROTEINS  
 INCORPORATED INTO THE MILK SUBSTITUTES

The aim of the present study was to examine the digestive utilization of different sources of protein substitutes by the preruminant fattening calf. Two alkane yeast meals (particle size : 50 and 200 microns) and a soybean meal, whose oil and antitrypsic factors had been removed, were incorporated into the milk replacers so as to provide 70 to 75 p. 100 of the total amount of proteins, the rest being supplied by whey. In addition, the feeds were supplemented by methionine. Eight male calves (2 or 3 per diet) were used. They were kept in balance crates from the age of about 8 days till slaughter at the age of 92 to 96 days. They received large amounts of milk substitutes comparable to those usually given to fattening calves.

The feeds were all consumed except that containing yeast particles of 200 microns because of its tendency to deposit on the bottom of the pail. The live weight gains obtained with the diet containing yeast particles of 50 microns were satisfactory, whereas they were insufficient with the two other diets. The feed efficiency, slaughter yields, fatness of the carcasses and colour of the meat were mediocre. The frequency of diarrhoea was low in all cases.

The apparent digestibility of the proteins of the feeds containing on yeast was satisfactory (85-87 p. 100 from the age of one month). It was lower with the feed containing soybean meal (79 p. 100). During the first period of measurement, the apparent digestibility of the proteins was about 10 points lower in the case of all the three feeds, indicating an insufficient adaptation of the digestive system of the very young calf to the change of the gastro-intestinal transit depending on the absence of protein coagulation in the abomasum. The apparent nitrogen retention was high ; it was better with the feed containing soybean than with that containing yeast. It varied with age for the three diets ; maximum values were reached around 1 month to 1 month and a half followed by a slight decrease.

Alkane yeast seems to give favourable results when the size of the particles is small enough, whereas the data obtained with defatted soybean meal were less encouraging.

The substituting protein sources must be added to the milk replacers in the form of soluble protein concentrates, must have a good maintenance when suspended and must be well balanced as regards essential amino acids.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAXTER K. L., 1962. *The energy metabolism of ruminants*. Hutchinson, London, 332 p.
- BLAXTER K. L., WOOD W. A., 1953. Some observations on the biochemical and physiological events associated with diarrhoea in calves. *Vet. Rec.*, **50**, 889-892.
- COLVIN B. M., LOWE R. A., RAMSEY H. A., 1969. Passage of digesta from the abomasum of a calf fed soy flour milk replacers and whole milk. *J. Dairy Sci.*, **52**, 687-688.
- COLVIN B. M., RAMSEY H. A., 1968. Soy flour in milk replacers for young calves. *J. Dairy Sci.*, **51**, 898-904.
- COLVIN B. M., RAMSEY H. A., 1969. Growth of young calves and rats fed soy flour treated with acid or alkali. *J. Dairy Sci.*, **52**, 270-272.
- FOLCH J., LEES M., SLOANE-STANLEY G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509.
- FRANTZEN J.-F., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1971. Influence de la coagulation sur l'utilisation digestive des matières azotées du lait. *X<sup>e</sup> Congrès International de Zootechnie*. 17-23 juillet. Versailles.
- GORRILL A. D. L., NICHOLSON J. W. G., 1969. Growth, digestibility and nitrogen retention by calves fed milk replacers containing milk and soy bean proteins supplemented with methionine. *Can. J. Animal Sci.*, **49**, 315-321.
- GORRILL A. D. L., THOMAS J. W., 1967 b. Body weight changes, pancreas size and enzyme activity, and proteolytic enzyme activity and protein digestion in intestinal contents from calves fed soy bean and milk protein diets. *J. Nutr.*, **92**, 215-223.

- GORRILL A. D. L., THOMAS J. W., STEWART W. E., MORRILL J. L., 1967 a. Exocrine pancreatic secretion by calves fed soybean and milk protein diets. *J. Nutr.*, **92**, 86-92.
- KASTELIC L., BENTLEY G., PHILLIPS P., 1950. Studies on growth and survival of calves fed semi-synthetic milk from birth. *J. Dairy Sci.*, **33**, 725-736.
- LASSITER C. A., FRIES G. F., HUFFMAN C. F., DUNCAN C. W., 1959. Effect of pepsin on the growth and health of young dairy calves fed various milk replacer rations. *J. Dairy Sci.*, **42**, 666-670.
- MATHIEU C.-M., BARRÉ P. E., 1964. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation des laits entiers ou partiellement écrémés. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 403-422.
- NETKE S. P., GARDNER K. E., KENDALL K. A., 1962. Effect of diets pH on fecal consistency of young calves. *J. Dairy Sci.*, **45**, 105-108.
- NISHIMATSU I., KUMENO F., 1966. Nutrition of young dairy calves. III. Utilization of soybean protein. *Jap. J. Zootechn. Sci.*, **37**, 25-31.
- NITSAN Z., VOLCANI R., GORDIN S., HASDAI A., 1971. Growth and nutrients utilization by calves fed milk replacers containing milk or soybean protein concentrate heated to various degrees. *J. Dairy Sci.*, **54**, 1294-1299.
- NOLLER C. H., HUFFMAN C. F., WARD G. M., DUNCAN C. W., 1956 a. Dried whey and lactose as supplements to a vegetable milk replacer. *J. Dairy Sci.*, **39**, 992-997.
- NOLLER C. H., WARD G. M., Mac GILLIARD A. D., HUFFMAN C. F., DUNCAN C. W., 1956 b. The effect of age of the calf on the availability of nutrients in vegetable milk-replacer ration. *J. Dairy Sci.*, **39**, 1288-1298.
- OWEN F. G., JACOBSON N. L., ALLEN R. S., HOMEYER P. G., 1958. Nutritional factors in calf diarrhoea. *J. Dairy Sci.*, **41**, 662-670.
- PATUREAU-MIRAND P., PRUGNAUD J., PION R., 1971. Influence de la nature des protéines des aliments d'allaitement sur l'acido-amino-acidémie libre du veau préruminant. X<sup>e</sup> Congrès International de Zootechnie. 17-23 juillet. Versailles,
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. *Amino-acides, Peptides, Protéines*, A. E. C., Société de chimie Organique et Biologique, Commentary, Cahier n° 6, 158-175.
- PORTER J. W. G., HILL W. B., 1963. Nitrogen balance trials with calves given synthetic milk diets. *Nat. Inst. For Research in Dairying*. Report 1963, 126.
- SHOPTAW L., 1936. Soy bean flour as a substitute for cow's milk in feeding dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **19**, 95-99.
- SMITH R. H., HILL W. B., SISSONS J., 1970. The effect of diets containing soya products on the passage of digesta through the alimentary tract of the preruminant calf. *Proc. Nutr. Soc.*, **29**, 6A-7A.
- SMITH R. H., WYNN C. F., 1971. Effects of feeding soya products to pre-ruminants calves. *Proc. Nutr. Soc.*, **30**, 75 A-76 A.
- SOMOGYI M., 1952. Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.*, **195**, 19-23.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1969. Utilisation digestive des matières grasses et de leurs principaux acides gras par le veau préruminant à l'engrais. Influence sur la composition corporelle. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 139-160.
- TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.-M., 1971. Utilisation des protéines du lactosérum par le veau préruminant. I. Vidange stomacale comparée du lait entier et de deux laits de remplacement ne contenant que des protéines de lactosérum comme source de matières azotées. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **11**, 435-453.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., VASSAL L., PION R., 1969. Utilisation digestive des protéines du lactosérum par le veau préruminant à l'engrais. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **9**, 661-664.
- VAN ADRICHEM P. W. M., FRENS A. M., 1965. Soybean protein as alimentary antigen in fattening calves. *Tijdschr. Diergeneesk.*, **90**, 525-530.
- VAN DER WAL P., SHACKLADY C. A., 1968. Protein grown on gas-oil in rations of sows and piglets. *Proc. 2nd Wld Conf. Anim. Prod.*, Maryland.
- VAN LEEUWEN V. M., WEIDE H. J., BRAAS C. C., 1969. Feeding value of soybean oil meal compared with dried skimmed milk. *Versl. Landbouwk. Onderzoek. Ned.*, 732.
- WILLIAMS J. B., KNOTT C. B., 1950. The further development of milk replacement for dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **33**, 809-814.