

UTILISATION DES PROTÉINES DU LACTOSÉRUM PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

II. — DIGESTIBILITÉ ET UTILISATION POUR LA CROISSANCE

R. TOULLEC, C.-M. MATHIEU (1) et R. PION

avec la collaboration technique de
Yvette LENTO (1), C. MARPILLAT, Colette RAYNAL et Maryse VÉRITÉ

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Station d'Étude des Métabolismes,
Centre de Recherches de Clermont Ferrand, I. N. R. A.,
Theix, 63110 Beaumont*

RÉSUMÉ

Le but de ce travail a été d'étudier, chez le veau préruminant la digestibilité et l'utilisation pour la croissance des protéines du lactosérum. Celles-ci (Lactoprotéines) ont été obtenues par précipitation à chaud, en présence d'acide chlorhydrique, puis récupérées par centrifugation et séchées sur rouleaux Hatmaker.

Pour la mesure de la digestibilité, un lait de remplacement dont les protéines provenaient exclusivement du lactosérum, a été distribué à 2 veaux mâles maintenus en cages à bilan, entre les âges d'environ 8 et 96 j. La fréquence des jours de diarrhées a été très élevée (72 p. 100), mais l'état sanitaire a néanmoins paru satisfaisant. La digestibilité apparente des constituants de l'aliment a été très élevée à partir de l'âge d'un mois (91 p. 100 pour l'azote) ; elle a cependant été inférieure (de 25 points pour l'azote) au cours de la première période de mesure. Cela pourrait traduire une adaptation insuffisante du système digestif du très jeune veau, pour l'utilisation des protéines ne formant pas de coagulum ferme dans la caillette.

Pour l'étude de l'utilisation pour la croissance, 3 laits de remplacement dont les protéines provenaient exclusivement du lait écrémé, exclusivement du lactosérum ou pour moitié de chacune des deux sources, ont été distribués chacun à 12 veaux mâles de race frisonne, depuis l'âge d'environ 18 j, jusqu'au poids vif de 150 kg.

Contrairement à ce qui avait été observé lors de la mesure de la digestibilité, la fréquence des diarrhées a été très faible. Au cours des 8 premières semaines de l'essai, l'origine des protéines n'a pas semblé avoir d'influence sur les performances des animaux. Par la suite, le remplacement de la moitié ou de la totalité des protéines du lait écrémé par celles du lactosérum a permis d'améliorer la croissance et l'efficacité alimentaire : ainsi, entre la huitième et la douzième semaine, le gain de poids vif a été supérieur respectivement de 23 et 29 p. 100. En conséquence, sur l'ensemble de l'essai, la croissance et l'efficacité alimentaire ont été plus satisfaisantes chez les animaux des lots expérimentaux avec les aliments contenant les Lactoprotéines. Il est possible que

(1) Adresse actuelle : Station de Recherches zootechniques, Centre de Recherches de Rennes, I. N. R. A., 65, rue de Saint-Brieuc, 35042 Rennes Cedex.

cela soit dû en partie à la composition en acides aminés des Lactoprotéines qui pourrait être plus proche des besoins du veau que celle des protéines du lait écrémé (teneurs plus élevées en acides aminés soufrés et en thréonine). Cependant plus que la nature des protéines alimentaires, c'est probablement la trop faible teneur en fer de l'aliment témoin (10 p.p.m. au lieu de 47 et 25), qui paraît être la cause des différences observées. La viande des animaux qui recevaient les aliments contenant les Lactoprotéines avait une coloration excessive.

Le remplacement de la totalité des protéines du lait écrémé par celles du lactosérum dans les aliments d'allaitement semble donc réalisable. On peut penser qu'il serait également possible d'utiliser d'autres sources de protéines, sous réserve qu'elles soient bien équilibrées en acides aminés indispensables ou faciles à compléter et dépourvues de constituants peu digestibles ou indésirables (glucides complexes, facteurs antitrypsiques...)

INTRODUCTION

Au cours d'un travail précédent (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971), nous avons constaté que le remplacement total des protéines du lait écrémé dans les aliments d'allaitement par celles du lactosérum entraînait chez le veau, une accélération de la vidange stomacale qui portait, suivant les cas, sur tous les constituants de la matière sèche ou seulement sur les protéines et les matières grasses. On pouvait s'attendre à ce que cette vidange stomacale plus rapide provoque une diminution de la digestibilité des aliments et de la croissance des animaux. En effet, KASTELIC, BENTLEY et PHILLIPS (1950) et BLAXTER et WOOD (1953) ont observé une forte augmentation de la fréquence des diarrhées en distribuant à des veaux des laits de remplacement incoagulables ou dont le temps de coagulation était augmenté ; en revanche, ces effets néfastes n'ont pas été constatés par OWEN *et al.* (1958) et NETKE, GARDNER et KENDALL (1962). Nous avons donc étudié, chez le veau pré-ruminant, la digestibilité et l'utilisation pour la croissance des protéines du lactosérum. Pour la mesure de la digestibilité, un lait de remplacement dont les protéines provenaient en totalité du lactosérum a été distribué à des veaux maintenus en cages à bilan, entre les âges d'environ 8 et 96 jours. En vue d'étudier l'utilisation pour la croissance, trois laits de remplacement dont les protéines provenaient exclusivement du lait écrémé, exclusivement du lactosérum ou pour moitié de chacune des deux sources, ont été distribués chacun à 12 veaux mâles de race frisonne, depuis l'âge d'environ 18 j jusqu'au poids vif de 150 kg.

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Mesure de la digestibilité

Le lactosérum ne contient que 12 à 13 p. 100 de matières azotées par rapport à la matière sèche. Pour obtenir un produit enrichi en protéines (Lactoprotéines), celles-ci ont été précipitées par chauffage du lactosérum additionné d'acide chlorhydrique, puis récupérées par centrifugation et séchées sur rouleaux Hatmaker, comme indiqué dans une publication précédente (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971).

Les Lactoprotéines utilisées dans cet essai avaient la composition suivante (p. 100 de la matière sèche) : matières azotées 63, lactose 17, matières minérales 6, acide lactique 5 et matières

grasses 4. Un aliment d'allaitement (aliment Lactoprotéines), dont les protéines provenaient exclusivement du lactosérum, a été préparé comme indiqué dans le tableau 1. Cet aliment a été dilué au moment de l'emploi dans de l'eau à 40°C, à raison de 125 g de matière sèche/kg de lait de remplacement.

TABLEAU I
Composition des aliments

Aliment	Mesure de la digestibilité	Essai d'engraissement		
	Lactoprotéines	Ténoin	Lactoprotéines	Mixte
<i>Constituants</i> (p. 100 de l'aliment)				
Lactoprotéines	43,5		38,7	19,2
Poudre de lait écrémé ⁽¹⁾		65,3		32,2
Poudre de lactosérum doux ⁽¹⁾ ..	34,6		37,7	20,0
Matières grasses ⁽²⁾	18,6 (a)	21,9 (b)	20,3 (c)	21,6 (d)
Lactose		11,9		4,9
Phosphate bicalcique	2,4		2,4	1,2
Complément minéral et vitamini- que ⁽³⁾	0,9	0,9	0,9	0,9
<i>Composition chimique</i> (p. 100 de la MS)				
Matières azotées (N × 6,38) :				
totales	31,8	23,0	26,0	24,2
digestibles		22,1	23,6	22,6
Substances réductrices	32,0	47,7	38,3	43,7
Acide lactique	1,8	0,1	2,5	1,2
Matières grasses	20,4 ⁽⁴⁾	22,0	23,4	22,4
Matières minérales	7,6	5,8	8,0	6,9
Phosphore	1,11	0,75	1,02	0,90
Calcium	1,40	0,83	1,35	0,87
Potassium	1,01	0,91	1,22	0,96
Sodium	0,29	0,25	0,32	0,29
Fer (p.p.m.)	85	10	47	25
Cuivre (p.p.m.)	8	4	5	5

⁽¹⁾ Séchées par le procédé Spray.

⁽²⁾ Les matières grasses étaient du suif seul (a) ou additionné de saccharoglycides (b, c et d). Elles avaient été incorporées dans le lait écrémé ou le lactosérum liquides, à raison de 35 p. 100 de la matière sèche, et les mélanges obtenus avaient été homogénéisés et séchés par le procédé Spray. Les matières grasses étaient introduites dans les aliments soit en totalité sur support de lait écrémé (b) ou de lactosérum (a et c), soit pour moitié sur chacun de ces deux supports (d).

⁽³⁾ Pour la composition du mélange minéral et vitaminiq ue ajouté en plus du phosphate bicalcique, cf. TOULLEC, THIVEND et MATHIEU (1971).

⁽⁴⁾ Composition des matières grasses extraites (acides gras principaux en p. 100 des esters méthyliques totaux) : myristique : 3,7 ; palmitique : 27,9 ; stéarique : 17,5 ; oléique : 38,6 ; linoléique : 1,8.

L'essai a été effectué sur 3 veaux mâles de race frisonne 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 manière à laisser les animaux s'adapter à leurs nouvelles conditions d'existence ; elles ont alors été effectuées en 6 périodes successives de 11 jours, séparées par des inter périodes de 3 jours. Les veaux ont reçu le lait de remplacement d'abord en mélange avec du lait entier en proportions décroissantes pendant les 5 premiers jours, puis seul jusqu'à la fin de l'essai. Les ani-

maux ont été alimentés au seau 2 fois par jour ; les quantités distribuées étaient importantes, et augmentaient avec l'âge, de 8 kg/j au début, jusqu'à un maximum de 16 kg/j à partir de 70 jours. Les mesures, ainsi que les méthodes de prélèvement et d'analyse, ont été décrites dans une précédente publication (PARUELLE *et al.*, 1972).

Essai d'engraissement

Les Lactoprotéines utilisées dans cet essai provenaient d'une série de fabrication différente de la précédente ; elles contenaient moins de protéines (51 p. 100) et davantage de lactose (30 p. 100). Trois aliments d'allaitement dont les protéines provenaient exclusivement du lait écrémé (aliment témoin), exclusivement du lactosérum (aliment Lactoprotéines) ou pour moitié de chacune des deux sources (aliment mixte) ont été préparés de manière à obtenir des teneurs sensiblement analogues en matières azotées digestibles (tabl. 1).

L'essai a été effectué sur 36 veaux mâles de race frisonne achetés à l'âge d'environ 8 jours, placés dans des cases individuelles sur caillebotis et alimentés au seau 2 fois par jour. Après une période d'observation de 8 jours au cours de laquelle ils ont tous reçu le même aliment du commerce, les animaux ont été répartis en 3 lots de 12 (A, B et C) aussi homologues que possible, compte tenu de leurs poids, de leur croissance, de leur état sanitaire et de la valeur de leur hémato-crite. Le passage de l'aliment du commerce aux aliments définitifs a été effectué en 3 jours, à partir du 10^e jour après l'arrivée des animaux ; les veaux du lot A ont alors reçu l'aliment témoin, ceux du lot B, l'aliment Lactoprotéines et ceux du lot C, l'aliment mixte. Au cours des deux premières semaines après l'achat, les animaux ont reçu des quantités de lait modérées, puis ils ont été alimentés en fonction de leur poids vif et de leur appétit (fig. 1) ; le dimanche, tous les animaux étaient limités aux quantités minimales ainsi prévues. Les animaux ont été

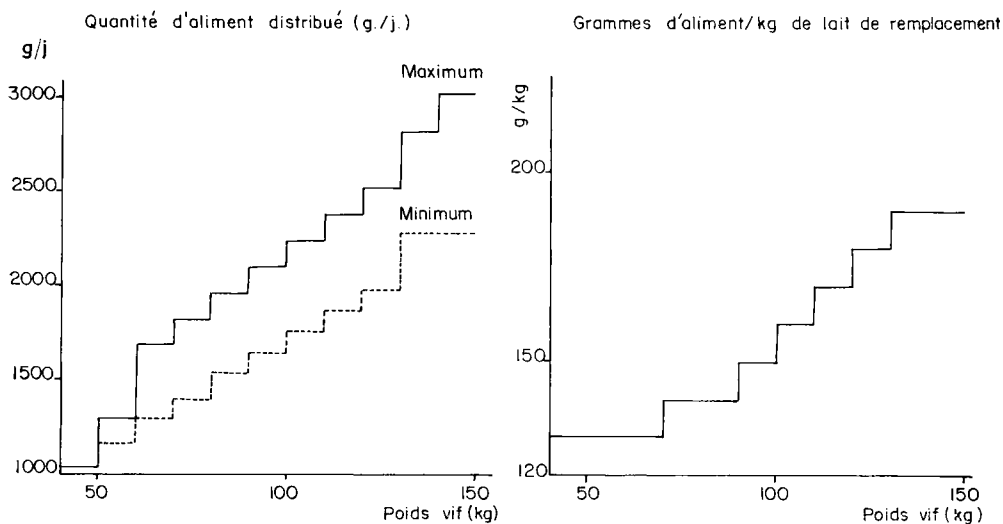


FIG. 1. — Plan de rationnement (essai d'engraissement)

pesés à leur arrivée, une fois par semaine et avant l'abattage. Une prise de sang, pour la détermination de la valeur de l'hématocrite, a été effectuée au cours de la 1^{re} semaine et avant l'abattage qui avait lieu au poids vif de 150 kg. Lors de l'abattage, la carcasse et les différentes parties du 5^e quartier ont été pesées. L'état d'engraissement a été apprécié par la pesée des dépôts adipeux périrénaux, péritonéaux et intestinaux. La coloration de la viande a été notée de 1 à 5 (1 = blanc, 5 = rouge).

Composition en acides aminés des aliments

La composition en acides aminés de l'aliment Lactoprotéines utilisé pour la mesure de la digestibilité, a été déterminée par chromatographie sur colonne, selon les techniques précédem-

ment décrites (PION et FAUCONNEAU, 1966) ; les compositions des autres aliments ont été calculées à partir de la composition moyenne de leurs constituants azotés déterminée selon les mêmes techniques (tabl. 2).

TABLEAU 2

Composition en acides aminés des aliments
(g pour 16 g d'azote)

Aliment	Mesure de la digestibilité	Essai d'engraissement		
	Lactoprotéines (1)	Témoin (2)	Lactoprotéines (2)	Mixte (2)
Acide aspartique	11,45	7,9	11,7	10,05
Thréonine	5,6	4,6	5,8	5,25
Sérine	4,85	5,8	5,0	5,35
Acide glutamique	18,05	22,6	18,15	20,15
Proline	4,8	9,9	4,85	7,1
Glycine	2,2	2,0	2,3	2,15
Alanine	5,3	3,5	5,3	4,5
Valine	5,8	7,05	5,9	6,4
Isoleucine	5,9	5,7	5,7	5,7
Leucine	12,45	10,05	12,1	11,25
Tyrosine	3,75	5,1	3,85	4,4
Phénylalanine	3,8	5,3	3,9	4,55
Méthionine	2,4	2,6	2,3	2,45
Cystine	3,4	1,0	3,45	2,4
Lysine	8,75	8,4	9,75	9,2
Histidine	1,8	2,85	1,95	2,35
Arginine	2,8	3,6	2,9	3,25

(1) Déterminé par analyse de l'aliment complet.

(2) Déterminé par le calcul à partir de la composition des constituants.

Les résultats obtenus pour les deux aliments Lactoprotéines sont comparables, sauf en ce qui concerne la lysine. La différence observée est peut-être due à la destruction d'une plus grande partie de la lysine au cours de la fabrication du premier échantillon de Lactoprotéines. Les compositions en acides aminés indispensables des aliments utilisés dans l'essai d'engraissement comportent des différences importantes : l'aliment Lactoprotéines est beaucoup plus riche que le lait en cystine et en thréonine, et renferme un plus large excès de leucine et de lysine ; il contient en revanche beaucoup moins d'histidine, d'arginine, d'acides aminés aromatiques et de valine. L'aliment mixte a évidemment une composition intermédiaire.

RÉSULTATS

Mesure de la digestibilité

Deux des animaux ont pratiquement consommé (tabl. 3) tout le lait de remplacement offert (moins de 1 p. 100 de refus). Le troisième a refusé 23 p. 100 des quantités proposées ; après avoir perdu du poids au cours de la dernière période de mesure,

il est décédé le lendemain de la fin de cette période, sans que nous ayons pu déterminer la cause de sa mort. Les fèces de cet animal n'ont pas été analysées et les résultats rapportés ci-dessus ne concernent que les deux autres veaux.

Les quantités de fèces émises par jour ont été importantes (865 g). 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). La fréquence des jours de diarrhées a été très élevée (72 p. 100), celle de l'état relâché peu importante (27 p. 100) et celle de l'état normal pratiquement nulle (1 p. 100). Cependant, si l'on exclut l'animal qui est décédé, l'état sanitaire des animaux a toujours été excellent et la croissance satisfaisante (926 g/j).

TABLEAU 3

Croissance, consommation et utilisation digestive du lait de remplacement entre les âges de 15 et 96 jours

Veau	Gain de poids (g/j)	Matière sèche totale consommée (kg)	CUD apparent (p. 100) ⁽¹⁾				
			Matière sèche	Matière organique	Matière azotée	Matière grasse	Matière minérale
A	888	126,8	92,1 ± 1,9	93,2 ± 1,7	89,5 ± 2,5	93,6 ± 2,3	78,9 ± 6,3
B	964	128,3	93,8 ± 2,5	94,5 ± 2,1	92,0 ± 2,5	94,5 ± 2,6	85,1 ± 7,8

⁽¹⁾ Moyennes et écarts-types des 5 dernières périodes de mesures.

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) apparent des matières azotées a varié avec l'âge des animaux (fig. 2), particulièrement chez l'un des veaux. Il a été

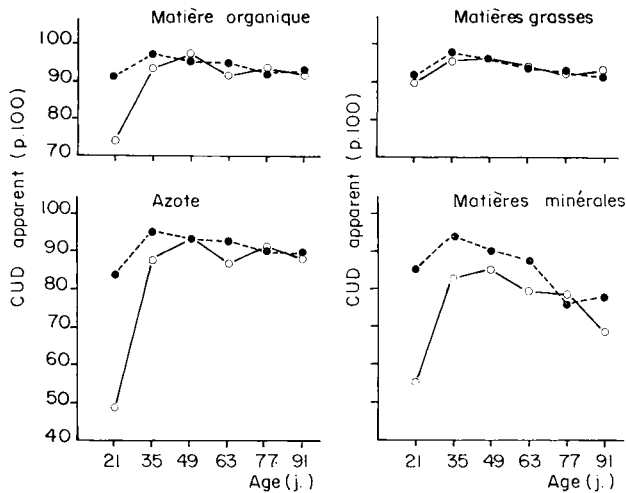


FIG. 2. — Évolution avec l'âge du coefficient d'utilisation digestive apparent (p. 100) de la matière organique, de l'azote, des matières grasses et des matières minérales

○ — Veau A
● — Veau B

moins élevé ou même faible au cours de la première période de mesure (respectivement 84 et 49 p. 100), puis il a augmenté et s'est maintenu relativement constant et élevé (92 et 89 p. 100) au cours des autres périodes (tabl. 3).

La digestibilité apparente de la matière sèche, de la matière organique, des matières grasses et des matières minérales de l'aliment a varié avec l'âge des animaux, parallèlement à celle des matières azotées (tabl. 3 et fig. 2). Elle a toujours été inférieure au cours de la première période de mesure (respectivement de l'ordre de 11 et 3 points pour la matière organique et les matières grasses). Après cette période, les CUD apparents ont été relativement constants et élevés, sauf pour les matières minérales, dont la digestibilité a alors diminué avec l'âge.

Essai d'engraissement

Consommation, croissance et état sanitaire.

Dans le lot A, recevant l'aliment témoin, 9 animaux (sur 12) ont été abattus vers 150 kg et les 3 autres à 109, 123 et 123 kg, leur croissance s'étant ralentie par suite d'une anémie excessive. Dans les lots B et C, recevant respectivement les aliments Lactoprotéines et mixte, tous les animaux sont parvenus jusqu'au poids vif d'environ 150 kg. D'une manière générale, l'état sanitaire des animaux a été satisfaisant ; en particulier, la fréquence des diarrhées a toujours été très faible, même avec l'aliment Lactoprotéines, contrairement à ce qui avait été observé lors de la mesure de la digestibilité.

Sur l'ensemble de l'expérience, les animaux des lots B et C ont refusé moins d'aliment que ceux du lot A (respectivement 3,5-4,7 et 9,4 p. 100 des quantités offertes). En conséquence, leur gain de poids vif journalier a été supérieur respectivement de 9,8 et 11,3 p. 100 à celui des animaux du lot A ; cependant, seule la différence entre les lots A et B a été significative ($p < 0,05$), par suite de la plus grande dispersion des résultats du lot C. La quantité de matière sèche ingérée par kg de gain de poids vif a été un peu moins élevée (respectivement 1,0 et 3,4 p. 100) chez les animaux des lots B et C, mais les différences n'ont pas été significatives. Cependant, les aliments Lactoprotéines et mixte étaient plus riches en matières minérales et avaient probablement une utilisation digestive moins élevée que l'aliment témoin. Les différences dans les quantités d'énergie digestible ingérée par kg de gain de poids vif ont donc été plus importantes (4,6 p. 100 entre le lot A d'une part et les lots B et C d'autre part, si on calcule l'énergie digestible comme indiqué dans le tableau 4), mais sont demeurées non significatives.

Les différences dans le gain de poids vif entre les lots ont été très faibles au cours des 8 premières semaines de l'essai (tabl. 4). Il en a été de même pour l'efficacité alimentaire au cours des 4 premières semaines. Cependant, entre 4 et 8 semaines, les animaux des lots B et C ont ingéré respectivement 6,0 et 8,7 p. 100 de matière sèche de plus que ceux du lot A par kg de gain de poids ; mais ces différences ne sont pas significatives et deviennent plus faibles si on exprime l'efficacité alimentaire en énergie digestible (respectivement 2,1 et 7,2 p. 100). En revanche, au cours des 3 semaines suivantes, à l'issue desquelles ont commencé les abattages, les performances des animaux du lot témoin ont été beaucoup moins satisfaisantes que celles des veaux des lots B et C ; ainsi, le gain de poids vif journalier a été supérieur de

TABLEAU 4

*Consommation et croissance (moyennes et écart-types)
(Essai d'engraissement)*

Aliment	Témoin	Lactoprotéines	Mixte
Nombre d'animaux abattus à 150 kg	9	12	12
Poids vif moyen (kg) :			
à la mise en lots	41,8 ± 4,6	41,3 ± 4,4	41,5 ± 5,4
à la fin de l'expérience	146,1 ± 2,2	149,5 ± 3,9	150,9 ± 3,8
Durée de l'expérience (j)	105,8 ± 14,6	98,0 ± 6,7	99,1 ± 14,3
Quantité totale de MS consommée (kg/animal)	165,8 ± 15,1	169,4 ± 9,0	171,5 ± 10,4
Gain de poids vif journalier (g) :			
de 0 à 4 semaines après la mise en lots	857 ± 174	848 ± 127	878 ± 198
de 4 à 8 semaines	1 079 ± 133	1 086 ± 88	1 036 ± 255
de 0 à 8 semaines	968 ± 134	967 ± 90	957 ± 208
de 8 à 11 semaines	968 ± 178 (b,c)	1 194 ± 157 (b)	1 246 ± 175 (c)
de 0 à 11 semaines	968 ± 130	1 029 ± 88	1 036 ± 195
depuis le début jusqu'à la fin de l'essai	1 006 ± 121 (a)	1 105 ± 52 (a)	1 120 ± 139
Quantité de MS consommée/kg de gain de poids vif (kg) :			
de 0 à 4 semaines après la mise en lots	1,283 ± 0,159	1,305 ± 0,115	1,297 ± 0,155
de 4 à 8 semaines	1,463 ± 0,124	1,551 ± 0,127	1,591 ± 0,202
de 0 à 8 semaines	1,376 ± 0,116	1,439 ± 0,087	1,445 ± 0,143
de 8 à 11 semaines	1,844 ± 0,157 (b)	1,744 ± 0,252	1,608 ± 0,165 (b)
de 0 à 11 semaines	1,500 ± 0,097	1,529 ± 0,094	1,493 ± 0,106
depuis le début jusqu'à la fin de l'essai	1,594 ± 0,156	1,578 ± 0,101	1,544 ± 0,111
Quantité d'énergie digestible (Mcal) consommée/kg de gain de poids vif depuis le début jusqu'à la fin de l'essai ⁽¹⁾	8,07 ± 0,79	7,70 ± 0,49	7,70 ± 0,55
Gain de poids de carcasse journalier (g)	624 ± 96 (a)	681 ± 41 (a)	707 ± 91
Quantité consommée/kg de gain de poids de carcasse :			
matière sèche (kg)	2,541 ± 0,266	2,563 ± 0,174	2,430 ± 0,177
énergie digestible (Mcal) ⁽¹⁾	12,87 ± 1,35	12,50 ± 0,85	12,14 ± 0,88

Les valeurs de la même ligne portant la même lettre sont significativement différentes (a : P < 0,05 ; b, c : P < 0,01).

⁽¹⁾ L'énergie digestible des aliments a été calculée en utilisant les valeurs calorifiques suivantes 5,65 pour les protéines (d'après BRODY, 1945), 9,45 et 3,85 pour les lipides et l'extractif non azoté (d'après BLAXTER, 1962). La digestibilité des constituants de l'aliment Lactoprotéines et des lipides des 2 autres aliments a été supposée être la même que pour le premier aliment Lactoprotéines (tabl. 3). La digestibilité des protéines et de l'extractif non azoté de l'aliment témoin a été appréciée d'après les résultats de FRANTZEN TOULLEC et MATHIEU (1971) ; les valeurs correspondantes pour l'aliment mixte ont été estimées en faisant les moyennes des valeurs retenues pour les 2 autres aliments.

23,3 ($p < 0,01$) et 28,7 p. 100 ($p < 0,01$) et la quantité de matière sèche ingérée /kg de gain de poids inférieure de 5,7 et 14,6 p. 100 ($p < 0,01$) respectivement, chez les animaux des lots B et C.

Résultats d'abattage.

Le poids du contenu digestif et celui du tube digestif vide ont eu tendance à être un peu plus élevés chez les veaux du lot témoin (tabl. 5). La conformation, estimée d'après le rapport poids de la carcasse / longueur de la carcasse, a paru meilleure chez les animaux du lot C. En revanche, l'état d'engraissement a été le plus important chez les animaux du lot témoin, tout en demeurant satisfaisant chez les animaux des lots B et C. Le rendement commercial a été analogue pour les animaux des 3 lots et le rendement vrai a semblé plus élevé pour les animaux du lot témoin. Les différences dans le gain de poids de carcasse journalier ont donc été très voisines de celles observées dans le gain de poids vif ; il en a été de même pour les quantités de matière sèche et d'énergie digestible consommées/kg de gain de poids de carcasse.

TABLÉAU 5

Résultats d'abattage ⁽¹⁾ et évolution
de la valeur de l'hématocrite (moyennes et écart-types)
(Essai d'engraissement)

Aliment	Témoin	Lactoprotéines	Mixte
Poids de la carcasse chaude (kg)	90,5 ± 3,5	91,9 ± 2,9	94,6 ± 3,5
Rendement en carcasse :			
commercial	63,5 ± 2,9	63,0 ± 1,6	63,3 ± 1,7
vrai (p. 100 du poids vif vide)	65,6 ± 2,5	64,5 ± 1,4	64,9 ± 1,3
Poids du contenu digestif ⁽²⁾	3,35 ± 1,37	2,40 ± 0,78	2,54 ± 1,09
Poids du tube digestif vide ⁽²⁾	5,54 ± 0,58	5,08 ± 0,31	5,01 ± 0,57
Poids du foie ⁽²⁾	2,19 ± 0,25	2,03 ± 0,15 (a)	2,23 ± 0,25 (a)
Somme des dépôts adipeux, péri-rénaux, péritonéaux et intestinaux ⁽²⁾ .	2,59 ± 0,50 (a)	2,35 ± 0,42	2,15 ± 0,32 (a)
Poids de la peau ⁽²⁾	7,14 ± 0,99	7,12 ± 0,44 (a)	7,63 ± 0,58 (a)
Épaisseur de la cuisse (cm)	18,6 ± 0,7 (b)	19,2 ± 0,6	19,5 ± 0,6 (b)
Longueur de la carcasse (cm)	86,0 ± 1,0	86,3 ± 1,8	87,0 ± 1,8
Poids de la carcasse/longueur de la carcasse (kg/cm)	1,05 ± 0,05	1,06 ± 0,04	1,09 ± 0,05
Valeur de l'hématocrite (p. 100) :			
au début de l'expérience	38,4 ± 3,7	39,8 ± 4,5	39,5 ± 5,4
à l'abattage	23,7 ± 1,9 (b,e)	43,4 ± 3,4 (b,c)	34,1 ± 5,3 (c,e)
Note de coloration	2,9 ± 0,4 (b,c)	4,1 ± 0,4 (b)	3,8 ± 0,6 (c)

⁽¹⁾ Après un jeûne d'environ 16 heures.

⁽²⁾ En p. 100 du poids vif vide.

Les valeurs de la même ligne portant la même lettre sont significativement différentes (a et d : $P < 0,05$; b, c et e : $P < 0,01$).

Les animaux des lots B et C, surtout ceux du lot B, avaient une viande beaucoup plus colorée que ceux du lot témoin, comme l'indiquent les notes de coloration

et les valeurs de l'hématocrite à l'abattage. Ces différences étaient prévisibles, étant donné les teneurs respectives en fer des aliments (10, 47 et 25 p.p.m. dans les aliments témoin Lactoprotéines et mixte).

DISCUSSION

Lors de la mesure de la digestibilité, la consistance des fèces a été très liquide. Cependant, cela ne semble pas dû à la nature des protéines du lait de remplacement puisqu'il n'en a pas été de même, lors de l'essai d'engraissement, chez les veaux recevant l'aliment Lactoprotéines. Il est probable que les Lactoprotéines utilisées dans la première expérience avaient été préparées dans de moins bonnes conditions technologiques, comme l'indiquerait leur teneur moins élevée en lysine (tabl. 2). L'absence de coagulation ne paraît donc pas avoir d'effet important sur l'état sanitaire des animaux et en particulier sur la fréquence des diarrhées. Ces résultats sont en accord avec ceux que nous avons obtenus avec des protéines de lactosérum préparées par coagulation à chaud en présence d'acide lactique et non séchées (TOULLEC *et al.*, 1969), avec les protéines du soja et des levures d'alcanes (PARUELLE *et al.*, 1972) ou avec les protéines du lait rendues incoagulables par addition de citrate de sodium ou d'acide chlorhydrique (FRANTZEN, TOULLEC et MATHIEU, 1971).

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. Cela est également en accord avec nos résultats antérieurs, ainsi qu'avec ceux obtenus par NOLLER *et al.* (1956) et PORTER et HILL (1963) avec des protéines de soja. Cette digestibilité moins élevée au cours du premier mois semble due à l'absence de coagulation des protéines dans la caillette : en effet, nous avons observé une évolution analogue avec les protéines du lait rendues incoagulables par addition de citrate de sodium ou d'acide chlorhydrique (FRANTZEN, TOULLEC et MATHIEU, 1971). Ces résultats pourraient traduire une adaptation insuffisante du système digestif du très jeune veau pour l'utilisation des protéines ne formant pas un coagulum ferme dans la caillette. En particulier, au cours des premières heures après le repas, l'accélération de la vidange stomacale (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971) pourrait entraîner le passage dans le duodénum de quantités trop importantes de protéines, eu égard aux quantités d'enzymes protéolytiques présentes ; en effet, TERNOUTH, SIDONS et TOOTHILL (1971) ont observé une augmentation de l'activité protéolytique du suc pancréatique du veau au cours du premier mois. Par ailleurs, il est également possible que la dénaturation et l'hydrolyse des protéines dans la caillette aient été moins importantes, par suite de leur sortie plus rapide mais aussi de modifications dans les sécrétions ; ainsi, GARNOT *et al.*, (1973) ont constaté que si l'activité moyenne de la pepsine lors de l'abattage était sensiblement la même dans les caillettes des veaux des lots A, B et C, il n'en était pas de même pour l'activité de la présure qui diminuait avec la proportion de poudre de lait écrémé dans les laits de remplacement.

A partir de l'âge d'un mois, la digestibilité des matières azotées a été relativement élevée (91 p. 100) ; elle est cependant demeurée moins élevée que celle (96 p. 100) des matières azotées du lait écrémé séché par le procédé Spray (FRANTZEN, TOULLEC et MATHIEU, 1971) ou celle (93 p. 100) des protéines du lactosérum préparées

par floculation à chaud en présence d'acide lactique et non séchées (TOULLEC *et al.*, 1969). La digestibilité des protéines dépend donc non seulement de leur nature, mais aussi de la technologie de leur préparation, comme l'ont d'ailleurs montré SHILLAM et ROY (1963), à propos du lait écrémé. En revanche, la digestibilité a été plus élevée que celle des protéines du soja (79 p. 100) ou des levures d'alcanes (87 p. 100) ce qui est probablement dû à l'absence de glucides autres que le lactose dans les Lactoprotéines (PARUELLE *et al.*, 1972).

Malgré la digestibilité probablement moins élevée des aliments contenant les Lactoprotéines, chez les veaux âgés de moins d'un mois, les performances des animaux des lots B et C ont toujours paru aussi satisfaisantes que celles des animaux du lot témoin au cours des 8 premières semaines de l'essai d'engraissement (tabl. 4); cependant, le passage aux aliments expérimentaux s'est effectué une semaine plus tard que lors de la mesure de la digestibilité. Il faut également noter que les quantités d'aliment proposées et la croissance recherchée au cours des 2 ou 3 premières semaines d'engraissement du veau sont généralement modérées. Après la 8^e semaine et jusqu'à la fin de l'essai, le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire ont été beaucoup plus satisfaisants chez les animaux des lots B et C. Il est possible que cela soit dû en partie à la composition en acides aminés des Lactoprotéines qui pourrait être plus proche des besoins du veau que celle des protéines du lait; en particulier, les Lactoprotéines sont plus riches en thréonine et surtout en acides aminés soufrés, ces derniers étant le facteur limitant primaire des protéines du lait (ODORICO et BRETTE, 1968; PATUREAU-MIRAND, PION et PRUGNAUD, 1973). Les faibles teneurs en histidine et en arginine des aliments Lactoprotéines et mixte ne semblent pas avoir eu d'influence défavorable sur l'utilisation de leurs protéines. Cependant, plus que la nature des protéines alimentaires, c'est probablement la trop faible teneur en fer de l'aliment témoin qui est la principale cause des différences observées, les aliments Lactoprotéines et mixte étant largement pourvus en cet élément (tabl. 1). Ainsi, par suite d'une anémie excessive, entraînant notamment une augmentation des quantités d'aliment refusées, les animaux du lot témoin ont consommé environ 11 p. 100 d'énergie digestible de moins que ceux des lots B et C, entre la huitième et la douzième semaine de l'essai.

Le poids du contenu digestif a eu tendance à être plus faible chez les veaux des lots B et C (tabl. 5), ce qui pourrait s'expliquer par la digestion plus rapide des aliments qui leur ont été distribués. Le rumen n'a pas présenté de développement anormal, pas plus que les autres compartiments du tube digestif. Le fonctionnement de la gouttière œsophagienne n'a donc pas été perturbé par l'ingestion d'un aliment dépourvu de poudre de lait écrémé, comme l'ont montré les mesures effectuées par GUILHERMET, MATHIEU et TOULLEC (1973); il n'y a probablement pas eu de reflux important de la caillette vers le rumen, malgré l'absence de coagulation de l'aliment Lactoprotéines. Cependant, la viande des veaux des lots B et C, surtout celle des animaux du lot B, avait une coloration excessive; par conséquent, pour la production du veau à viande blanche, il faudrait disposer de sources de protéines suffisamment pauvres en fer ou de complexants efficaces.

En conclusion, l'accélération observée dans la vidange stomacale en remplaçant les protéines du lait par celles du lactosérum ne semble pas avoir des conséquences aussi importantes qu'on pourrait le supposer sur l'utilisation des aliments d'allaitement, du moins à partir de l'âge d'un mois. La digestibilité demeure élevée (91 p. 100

pour les protéines) et la fréquence des diarrhées est peu importante, si la préparation des protéines est réalisée dans de bonnes conditions technologiques. L'utilisation pour la croissance et l'engraissement du veau est très satisfaisante. Le remplacement de la totalité des protéines du lait par celles du lactosérum dans les aliments d'allaitement semble donc réalisable. On peut penser qu'il serait également possible d'utiliser d'autres sources de protéines, sous réserve qu'elles soient bien équilibrées en acides aminés indispensables ou faciles à supplémenter et dépourvues de constituants peu digestibles ou indésirables (glucides complexes, facteurs antitrypsiques...).

Reçu pour publication en octobre 1973.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement la Société Lacto-France, 55 - Baleycourt, qui nous a fourni les Lactoprotéines utilisées dans cette étude.

SUMMARY

UTILIZATION OF WHEY PROTEINS BY PRERUMINANT VEAL CALVES

II. — DIGESTIBILITY AND UTILIZATION FOR GROWTH

The object of this work was to study the digestibility and utilization for growth of whey proteins in preruminant veal calves. These proteins (lactoproteins), obtained by heat precipitation in the presence of hydrochloric acid, were recovered by centrifugation and dried on Hat-maker rollers.

To measure the digestibility, a milk substitute with only whey proteins was given to 2 bull calves kept in balance crates from the age of about 8 to 96 days. The frequency of days with diarrhoea was very high (72 p. 100), but the health of the animals seemed nevertheless to be satisfactory. The apparent digestibility of the feed constituents was very high from the age of 1 month (91 p. 100 for nitrogen); it was however lower (25 points for nitrogen) before this age. This could account for an unsatisfactory adaptation of the digestive system in the very young calf to the utilization of proteins which do not form any firm coagulum in the abomasum.

In order to study the utilization of whey proteins for growth, 3 milk substitutes, containing either exclusively skim-milk proteins or exclusively whey proteins or half of each of the two sources, were given each to a group of 12 Friesian bull calves from the age of about 18 days and to a live weight of 150 kg.

Contrarily to what was observed when measuring the digestibility, the frequency of diarrhoea was very low. During the first 8 weeks of the trial, the origin of the proteins did not seem to affect the performances of the animals. Thereafter, replacement of half or all of the skim-milk proteins by whey proteins allowed improvement of growth and feed efficiency. Thus, between the 8th and the 12th week, the live weight gains were higher (23 and 29 p. 100 respectively). Consequently, for the whole experimental period, the growth and feed efficiency were more satisfactory in the animals receiving feed containing lactoproteins. This could be partly due to the amino acid composition of the lactoproteins probably being closer to the requirements of the calf than that of skim-milk proteins (higher content of sulphur amino acids and threonine). However, the insufficient iron content of the control feed (10 p.p.m. instead of 47 and 25) rather than the nature of the dietary proteins could have caused the differences noted. The meat of the animals receiving feed containing lactoproteins was excessively coloured.

Replacement of all skim-milk proteins by whey proteins in the milk substitutes therefore seems to be feasible. Other proteins sources might be also suitable provided that they are well balanced as regards essential amino acids or easy to supplement and devoid of poorly digestible or undesirable constituents (complex carbohydrates, antitrypsic factors...).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BLAXTER K. L., 1962. *The energy metabolism of ruminants*, 41-42, troisième édition. Hutchinson, Londres.
- BLAXTER K. L., WOOD W. A., 1953. Some observations on the chemical and biochemical events associated with diarrhoea in calves. *Vet. Rec*, **50**, 889-892.
- BRODY S., 1945. *Bioenergetics and growth*, **30**, troisième édition. Hafner Publishing Company, New York.
- FRANTZEN J. F., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1971. Influence de la coagulation sur l'utilisation digestive des protéines du lait écrémé. X^e Congrès International de Zootechnie. Versailles.
- GARNOT P., VALLES E., THAPON J. L., TOULLEC R., TOMASSONE R., RIBADEAU-DUMAS B., 1973. Influence of dietary proteins on rennin and pepsin content of preruminant calf vell. *J. Dairy Res.*, **40**, (sous presse).
- GUILHERMET R., MATHIEU C.-M., TOULLEC R., 1973. Observations sur le transit des aliments liquides au niveau de la gouttière œsophagienne chez le veau préruminant et ruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 715.
- 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.
- NETKE S. P., GARDNER K. F., KENDALL K. A., 1962. Effect of diet pH on fecal consistency of young calves. *J. Dairy Sci.*, **45**, 105-108.
- NOLLER C. H., WARD C. M., Mac GILLIARD A. D., HUFFMAN C. F., DUNCAN C. W., 1956. The effect of age of the calf on the availability of nutrients in vegetable milk-replacer ration. *J. Dairy Sci.*, **39**, 1288-1298.
- ODORICO G., BRETTE A., 1968. Essai de supplémentation d'aliments d'allaitement par des acides aminés de synthèse : lysine et méthionine. *Bull. Soc. Scient. Hyg. Alim.*, **56**, 136-147.
- OWEN F. G., JACOBSON N. L., ALLEN R. S., HOMEYER P. G., 1958. Nutritional factors in calf diarrhoea. *J. Dairy Sci.*, **41**, 662-670.
- PARUELLE J. L., TOULLEC R., FRANTZEN J. F., MATHIEU C.-M., 1972. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. I. Utilisation digestive des protéines de soja et des levures cultivées sur hydrocarbures incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 319-331.
- PATUREAU-MIRAND P., PRUGNAUD PION R., 1973. Influence de la supplémentation en acides aminés soufrés d'un aliment d'allaitement sur l'amino-acidémie. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **14**, (sous presse).
- PION R., FAUCONNEAU G., 1966. Les acides aminés des protéines alimentaires. Méthodes de dosage et résultats obtenus. *Amino-acides, Peptides, Protéines. Cahier n° 6*, 159-175. A. E. C., Société de Chimie Organique et Biologique, Commeny.
- PORTER J. W. G., HILL W. B., 1963. Nitrogen balance trials with calves given synthetic milk diets. *Nat. Inst. for Research in Dairying. Report 1962*, 126.
- SHILLAM K. W. G., ROY J. H. B., 1963. The effect of heat treatment on the nutritive value of milk for the young calf. V. A comparison of spray-dried skim milks prepared with different preheating treatments and roller-dried skim milk, and the effect of chlortetracycline supplementation of the spray-dried skim milks. *Brit. J. Nutr.*, **17**, 171-181.
- TERNOUTH J. H., SIDONS R. C., TOOTHILL J., 1971. Pancreatic secretion in the milk-fed calf. *Proc. Nutr. Soc.*, **30**, 89 A (abstr.).
- 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.
- TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.-M., 1971. Utilisation des protéines du lactosérum par le veau préruminant à l'engrais. 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.