

Utilisation digestive par le veau préruminant de laits de remplacement contenant de l'ultrafiltrat de lactosérum comme seule source de lactose

R. TOULLEC, J.-L. PARUELLE (*)
J.-Y. COROLLER (*) et J.-H. LE TREUT (**)

avec la collaboration technique de J. LAREYNIE, Yvette LENTO et J.-N. NOUCHET

Station de Recherches Zootechniques,
Centre de Recherches de Rennes, I.N.R.A.,
65, rue de Saint-Brieuc,
35042 Rennes Cedex (France)

(*) Union des Coopératives Agricoles d'Alimentation du Bétail,
B.P. 75,
02400 Château-Thierry

(**) Union Laitière Normande,
50890 Condé-sur-Vire

Résumé

Le but de ce travail a été d'étudier, chez le veau préruminant, l'utilisation digestive de laits de remplacement contenant de l'ultrafiltrat de lactosérum comme seule source de lactose.

Au cours de 2 essais (A et B), nous avons comparé l'utilisation digestive de laits de remplacement dont le lactose était apporté par du lactosérum ou de l'ultrafiltrat de lactosérum. Afin de préciser l'influence de la solubilité des protéines, celles-ci étaient fournies en majeure partie par des concentrés protéiques de poisson insoluble (A) ou soluble (B). Dans un troisième essai (C), l'effet de l'addition d'émulsifiants dans le lait de remplacement contenant l'ultrafiltrat et le concentré insoluble, a été étudié.

Dans les essais A et B, le remplacement du lactosérum par de l'ultrafiltrat a eu un effet dépressif sur les performances zootechniques (16 p. 100 en moyenne sur le gain de poids vif) et sur la consistance des fèces (11,8 p. 100 de jours d'état diarrhéique, au lieu de 1,4). Dans l'essai A, l'utilisation digestive apparente a été fortement diminuée ($P < 0,001$) (respectivement de 92,3 p. 100 à 89,2, de 86,3 à 82,7 et de 86,9 à 78,2 pour la matière organique, les matières azotées et les matières grasses). Dans l'essai B, l'utilisation digestive des 2 aliments a été beaucoup plus satisfaisante que dans l'essai A; seule, celle des matières azotées a été significativement abaissée (de 92,2 à 90,1 p. 100) par l'introduction de l'ultrafiltrat.

Dans l'essai C, l'addition d'émulsifiants a eu un effet favorable sur l'utilisation digestive qui est passée de 87,2 à 91,8 p. 100 pour la matière organique ($P < 0,001$), de 78,3 à 83,3 pour les matières azotées ($P < 0,05$) et de 72,1 à 88,1 pour les matières grasses ($P < 0,001$).

En aucun cas, l'utilisation digestive de l'extractif non azoté et donc probablement du lactose, n'a été affectée.

En conclusion, l'ultrafiltrat de lactosérum devrait être introduit à des taux moins élevés que le lactosérum dans les aliments d'allaitement destinés au veau préruminant. L'emploi de concentrés protéiques solubles, de même que l'introduction d'émulsifiants favoriseraient le maintien d'une digestibilité élevée.

Introduction

La production de lactosérum, estimée à 6-7 milliards de litres en 1975, est en constante augmentation du fait du développement de la production fromagère. Son utilisation en l'état dans l'alimentation des porcs ne s'accroît que lentement et son rejet n'est plus concevable en raison de son grand pouvoir polluant (DBO de 30 à 50 mg d'oxygène par litre). Le principal débouché du lactosérum est son incorporation, après séchage, dans les aliments d'allaitement destinés aux veaux. Il peut encore augmenter, puisque ces aliments ne contenaient en moyenne que 15 p. 100 de lactosérum séché en 1974.

En raison de leur valeur biologique élevée (PTON et FAUCONNEAU, 1966) l'extraction ou la concentration des protéines du lactosérum pourraient être intéressantes. L'ultrafiltration sur membrane du lait selon le procédé de MAUBOIS, MOCQUOT et VASSAL (1969) se développe actuellement en fromagerie. Elle peut aussi être appliquée pour concentrer les protéines du lactosérum. Les sous-produits résultant de ces deux opérations, l'ultrafiltrat de lait et l'ultrafiltrat de lactosérum, présentent des compositions chimiques très voisines. Par rapport à la matière sèche, ils sont riches en lactose et en matières minérales et très pauvres en matières azotées (respectivement de l'ordre de 82, 9 et 4 p. 100). Leur utilisation comme source de lactose peut donc être envisagée dans les aliments d'allaitement destinés aux jeunes ruminants, en particulier dans ceux contenant des taux élevés de protéines d'origine non laitière.

Cependant, l'un des facteurs limitant l'emploi du lactosérum dans ces aliments est son pouvoir diarrhéique attribué à sa richesse en lactose (FISHER et SUTTON 1949; TERNOUTH, 1969) ou en matières minérales (BROWN, READ et WILLARD, 1953; OWEN *et al.*, 1958; BUSH *et al.*, 1963). Cet inconvénient pourrait avoir une importance accrue lors de l'utilisation des ultrafiltrats.

Au cours de 3 essais, nous avons mesuré, chez le veau préruminant, l'utilisation digestive de laits de remplacement dont le lactose était apporté exclusivement par du lactosérum ou de l'ultrafiltrat de lactosérum. L'influence de la solubilité des concentrés protéiques introduits dans ces aliments et l'effet de l'addition d'émulsifiants ont également été étudiés.

Matériel et méthodes

Les ultrafiltrats utilisés ont été obtenus à partir de mélanges de lactosérums, provenant de la fabrication de fromages à pâte molle (Camembert) et à pâte pressée (Hollande). Après concentration et séchage par le procédé Spray, les produits préparés pendant nos périodes d'essais renfermaient en moyenne 82 p. 100 de lactose, 1,9 p. 100 d'acide lactique et 8,7 p. 100 de matières minérales (tabl. 1). La teneur en matières azotées était faible (3,6 p. 100) : celles-ci étaient principalement constituées de formes non protéiques (urée, créatine et créatinine, acides aminés libres, acide urique, azote ammoniacal et caséino-macropéptide) puisque les protéines ne franchissent pas la membrane d'ultrafiltration.

TABLEAU I

Composition de l'ultrafiltrat séché (p. 100 de la poudre)
(moyennes et écarts-types de 42 échantillons)

Composition of the dried ultrafiltrate (p. 100 of the powder)
(means and standard-errors of 42 samples)

Humidité (<i>Water</i>)	2,2 ± 0,4
Lactose total (hydraté) (<i>Total lactose (hydrated)</i>)	81,7 ± 2,9 ⁽¹⁾
Matières minérales (<i>Ash</i>)	8,7 ± 0,5
Matières azotées (N × 6,25) (<i>Crude protein</i>)	3,6 ± 0,5
Azote non protéique (N) (<i>Non protein nitrogen</i>)	0,43 ± 0,06
Acide lactique (<i>Lactic acid</i>)	1,87 ± 0,30
Phosphore (<i>Phosphorus</i>)	0,58 ± 0,64
Sodium (<i>Sodium</i>)	0,89 ± 0,14
Potassium (<i>Potassium</i>)	2,57 ± 0,16
Calcium (<i>Calcium</i>)	0,62 ± 0,06
Magnésium (<i>Magnesium</i>)	0,13 ± 0,01
Chlorures (en Na Cl) (<i>Chlorides (in Na Cl)</i>)	3,38 ± 0,21

⁽¹⁾ Dont 72,5 ± 6,0 p. 100 sous forme α et 27,5 ± 6,0 p. 100 sous forme β (of which 72,5 ± 6,0 p. 100 under the α form and 27,5 ± 6,0 p. 100 under the β form).

Aliments (tabl. 2)

Dans l'essai A, deux aliments d'allaitement (Lactosérum 1 et Ultrafiltrat 1), contenant du lactosérum ou de l'ultrafiltrat de lactosérum, ont été utilisés. Dans ces aliments, la majeure partie des protéines provenait d'un concentré protéique insoluble de poisson de Norvège, délipidé à l'hexane et finement broyé (GUILLOTEAU *et al.*, 1975). Le lactosérum ou l'ultrafiltrat concentré ont été mélangés au concentré protéique, à de l'amidon et à du suif. Les produits ainsi obtenus ont été homogénéisés et séchés selon le procédé Spray, puis additionnés aux autres constituants des aliments.

Les aliments de l'essai B (Lactosérum 2 et Ultrafiltrat 2) ont été préparés de la même manière; cependant, le concentré protéique utilisé était soluble et avait été obtenu à partir de poissons blancs par hydrolyse enzymatique ménagée suivie de deux centrifugations pour éliminer les lipides et les protéines demeurées insolubles (PARUELLE *et al.*, 1974).

Dans l'essai C, deux aliments (Ultrafiltrat 3 et Ultrafiltrat 4) dont le lactose était apporté par l'ultrafiltrat et les protéines par le concentré protéique insoluble de poisson, ont été utilisés. L'aliment Ultrafiltrat 3 avait la même composition que l'aliment Ultrafiltrat 1, mais provenait d'une fabrication différente. L'aliment Ultrafiltrat 4 n'en différait que par l'addition d'émulsifiants (10 p. 100 des matières grasses).

TABLEAU 2
Composition des aliments
Composition of diets

Essai (Trial)	A		B		C	
	Lacto-sérum 1 (Whey 1)	Ultra-filtrat 1 (Ultra-filtrate 1)	Lacto-sérum 2 (Whey 2)	Ultra-filtrat 2 (Ultra-filtrate 2)	Ultra-filtrat 3 (Ultra-filtrate 3)	Ultra-filtrat 4 (Ultra-filtrate 4)
<i>Constituants (p. 100 de l'aliment)</i> (<i>Constituents (p. 100 of diet)</i>)						
— Lactosérum séché (Whey powder)	52,3	—	56,0	—	—	—
— Ultrafiltrat séché (Ultra-filtrate powder)	—	46,75	—	48,0	46,75	46,75
— Concentré protéique de poisson (<i>Fish protein concentrate</i>) :						
insoluble (1) (<i>insoluble</i>) (1)	21,5	27,0	—	—	27,0	27,0
soluble (2) (<i>soluble</i>) (2)	—	—	20,0	25,7	—	—
— Suif (<i>Tallow</i>)	20,0	20,0	18,8	18,5	20,0	18,0
— Emulsifiants (3) (<i>Emulsifiers</i>) (3)	—	—	—	—	—	2,0
— Amidon (<i>Starch</i>)	2,47	3,05	1,46	3,6	3,02	3,02
— Complément minéral et vitaminique (<i>Mixture of minerals and vitamins</i>)	3,5	3,0	3,5	4,0	3,0	3,0
— D1 méthionine (<i>Dl methionine</i>)	0,23	0,20	0,24	0,20	0,23	0,23
<i>Composition chimique (p. 100 de la matière sèche)</i> (<i>Chemical composition (p. 100 of DM)</i>)						
— Matières azotées (N × 6,25) (<i>Crude protein</i>)	26,5	27,7	24,0	23,4	23,7	23,8
— Matières grasses (<i>Fat</i>)	19,2	18,6	19,1	18,4	18,7	19,1
— Matières minérales (<i>Ash</i>)	9,2	9,7	8,6	8,7	9,8	9,6
— Chlorures (en Na Cl) (<i>Chlorides (in Na Cl)</i>)	2,06	2,43	2,3	2,3	2,1	2,2
— Calcium (<i>Calcium</i>)	1,52	1,47	1,08	1,06	1,48	1,50
— Phosphore (<i>Phosphorus</i>)	1,04	0,93	0,81	0,79	0,92	0,94
— Magnésium (<i>Magnesium</i>)	0,15	0,14	0,14	0,17	0,15	0,16
— Sodium (<i>Sodium</i>)	0,77	0,82	0,70	0,71	0,71	0,71
— Potassium (<i>Potassium</i>)	1,70	1,91	1,68	1,84	1,88	1,88
— Fer (p.p.m.) (<i>Iron (p.p.m.)</i>)	42	64	29	37	75	80
— Matières grasses libres (p. 100 des matières grasses totales) (<i>Free fat (p. 100 of total fat)</i>)	29,5	44,4	31,8	36,2	—	—

(1) Norsamine, de la Société NORSILMEL, 5001, Bergen (Norvège).
(*Norsamine, from NORSILMEL, 5001, Bergen (Norway).*)

(2) C.P.S.P. 90, de la Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche BP 361/2, Boulogne-sur-Mer (France). (*C.P.S.P. 90, from the Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche, BP 361/2, Boulogne-sur-Mer (France).*)

(3) Mélange de 80 p. 100 de saccharoglycérines et de 20 p. 100 de lécithines. *Mixture containing 80 p. 100 sacroglycerides and 20 p. 100 lecithin.*

Animaux et mesures

Seize veaux mâles de race Frisonne ont été achetés à l'âge d'environ 8 jours et placés en cages à bilans. Pendant la période préexpérimentale, ils ont tous reçu un lait de remplacement classique, riche en poudre de lait écrémé.

Dans les essais A et B, les aliments expérimentaux ont été progressivement substitués en 4 jours au lait de remplacement classique, respectivement à partir du 20^e et du 18^e jour de présence. Les mesures de digestibilité ont commencé

TABLEAU 3
Plan de rationnement
Feeding schedule

Période de mesures et interpériode précédente (<i>Period of measures and preceding interperiod</i>)	Aliments (g/j/kg PV ^{0.75}) (<i>Milk replacer</i>) (g/d/kg LW ^{0.75})	Taux de reconstitution (g d'aliment/kg lait de remplacement) (<i>Reconstitution rate</i>) (g milk replacer/kg milk substitute)
1	55 (A + B) 60 (C) ⁽¹⁾	120 (A + B) 150 (C)
2	60 (A + B) 67 (C)	130 (A + B) 160 (C)
3	67 (A + B + C)	140 (A + B) 160 (C)
4	67 (A + B + C)	150 (A + B) 160 (C)
5 + 6	67 (A + B)	160 (A + B)

⁽¹⁾ A, B, C = essais A, B et C = (*trials A, B and C*).

6 jours après le début de la transition; elles ont été effectuées en 6 périodes de 11 jours, séparées par des interpériodes de 3 jours. Chaque aliment a été distribué à 3 veaux jusqu'à la fin de l'essai.

Dans l'essai C, la transition a été réalisée en 8 jours, à partir du 36^e jour de présence. Les mesures de digestibilité ont commencé 18 jours après le début de la transition; elles ont été effectuées en 4 périodes de 5 jours séparées par des interpériodes de 9 jours. Quatre veaux ont été utilisés, deux d'entre eux ont d'abord reçu l'aliment Ultrafiltrat 3 et les deux autres l'aliment Ultrafiltrat 4. Les régimes ont été intervertis en 2 jours, à l'issue de chacune des périodes.

Dans les trois essais, les animaux ont été pesés 3 jours avant le début de la première période et à la fin de chaque période; ils ont été alimentés au seau, en fonction de leur poids métabolique (tabl. 3). Les méthodes de prélèvement, de dosage et de calcul ont été décrites précédemment (PARUELLE *et al.*, 1972).

TABLEAU 4

Croissance, quantité d'aliments consommés et résultats d'abattage
Growth, amount of milk replacer ingested and slaughter results

Essai (Trials)	A		B		C (*)	
	Lactosérum 1 (Whey 1)	Ultrafiltrat 1 (Ultrafiltrate 1)	Lactosérum 2 (Whey 2)	Ultrafiltrat 2 (Ultrafiltrate 2)	Ultrafiltrat 3 (Ultrafiltrate 3)	Ultrafiltrat 4 (Ultrafiltrate 4)
Aliment (Diet)						
Quantité de matière sèche ingérée (kg/veau) (Amount of DM ingested (kg/calf))	13,4	137,5	138,5	129,5	50,8	48,7
Gain de poids vif (g/j) (Live weight gain (g/d))	1 070	870	1 045	897	972	1 238
Quantité ingérée/kg de gain de poids vif (Amount ingested/kg LWG) :						
— matière sèche (kg) (DM (kg))	1,78	1,95	1,64	1,73	2,23	1,67
— matière organique digestible (kg) (digestible OM (kg))	1,49	1,58	1,42	1,56	1,75	1,39
— énergie digestible (Mcal) (digestible energy (Mcal))	7,78	8,49	7,75	8,39	9,17	7,53
Énergie digestible ingérée sous forme de matières azotées (p. 100 de l'énergie digestible ingérée) (Digestible energy provided by protein (p. 100 of digestible energy ingested))	29,6	29,9	26,5	25,4	25,6	24,9
Valeur de l'hématocrite (Hematocrit value) :						
— au début de l'essai (at the beginning)	30,0	29,3	40,0	41,0		
— à la fin de l'essai (at the end)	24,3	24,7	24,8	27,7		
Rendement commercial (poids de carcasse chaude p. 100 de poids vif) (Dressing out (warm carcass weight p. 100 of live weight))	61,6	61,0	60,7	61,3		

(*) Résultats reportés à titre indicatif, du fait du remplacement de l'un des veaux par un animal plus âgé. Results reported for indicative purpose, because of the replacement of one of the calves by another older one.

Résultats

Essai A

Les deux aliments ont été bien consommés; pour l'ensemble de l'essai, les quantités d'aliment Lactosérum 1 refusées ont été nulles et celles d'aliment Ultrafiltrat 1 n'ont été que de 2,7 p. 100 par rapport aux quantités proposées. Cependant, le gain de poids vif et l'efficacité alimentaire ont été beaucoup moins satisfaisants avec l'aliment Ultrafiltrat 1 qu'avec l'aliment Lactosérum 1; ainsi, l'écart observé dans le gain de poids vif a atteint 19 p. 100 (tabl. 4).

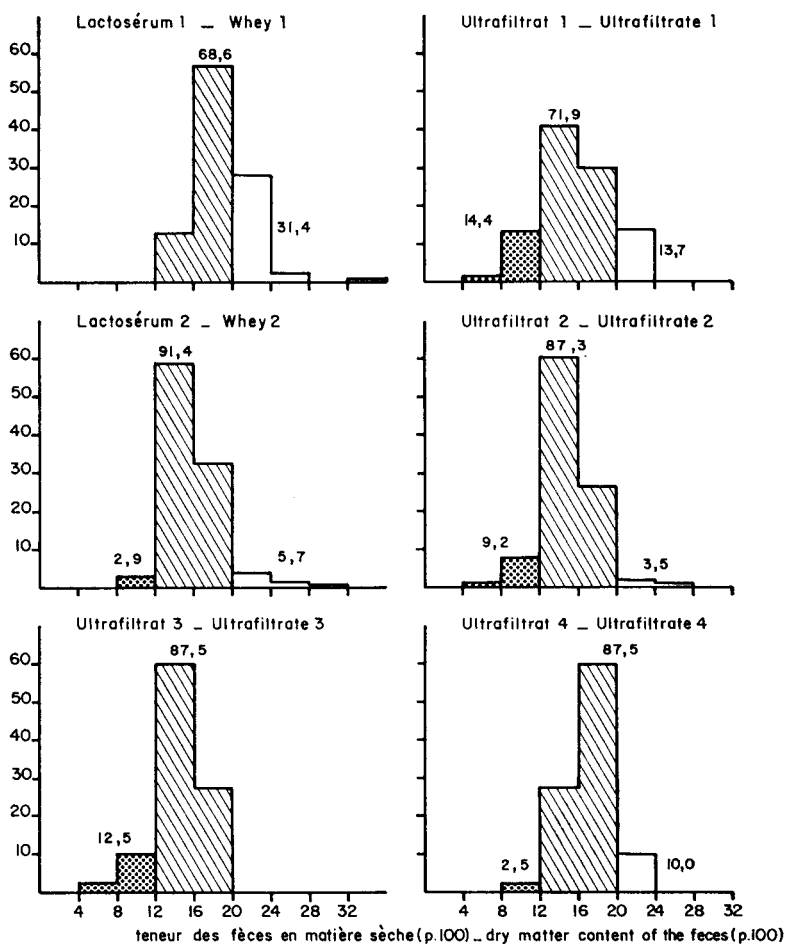


FIG. 1. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (en p. 100 du nombre de jours de récolte) (Fecal consistency : p. 100 of sampling days).

État diarrhéique (diarrhoeal)
 État relâché (loose)
 État normal (normal)

TABLEAU 5
Utilisation digestive et rétention azotée des aliments (moyennes et écarts-types des échantillons)
Apparent digestibility and nitrogen retention of the diets (means and standard errors of the samples)

Essai (Trial)	A		B		C	
	Lactosérum 1 (Whey 1)	Ultrafiltrat 1 (Ultrafiltrate 1)	Lactosérum 2 (Whey 2)	Ultrafiltrat 2 (Ultrafiltrate 2)	Ultrafiltrat 3 (Ultrafiltrate 3)	Ultrafiltrat 4 (Ultrafiltrate 4)
Coefficients d'utilisation digestive apparente (p. 100) (<i>Apparent digestibility (p. 100)</i>) :						
— matière sèche (<i>Dry matter</i>)	91,0 ± 1,6 ^a	88,1 ± 2,1 ^a	94,7 ± 1,1	94,1 ± 1,9	86,0 ± 2,0 ^a	90,5 ± 2,2 ^a
— matière organique (<i>Organic matter</i>)	92,3 ± 1,5 ^a	89,2 ± 2,0 ^a	95,6 ± 1,1	95,3 ± 2,0	87,2 ± 2,0 ^a	91,8 ± 1,9 ^a
— matières grasses (<i>Fat</i>)	86,9 ± 3,7 ^a	78,2 ± 7,7 ^a	92,8 ± 3,8	91,1 ± 5,3	72,1 ± 8,4 ^a	88,1 ± 4,4 ^a
— matières azotées (<i>Nitrogen</i>)	86,3 ± 2,7 ^a	82,7 ± 2,9 ^a	92,2 ± 1,2 ^b	90,1 ± 2,2 ^b	78,3 ± 3,6 ^c	83,3 ± 3,3 ^c
— matières minérales (<i>Ash</i>)	77,8 ± 4,1	78,1 ± 4,1	84,4 ± 1,4	85,7 ± 3,9	74,5 ± 3,9	78,0 ± 6,1
— extractif non azoté (<i>nitrogen free extract</i>)	98,2 ± 0,6	97,9 ± 0,7	98,6 ± 0,6	98,6 ± 0,5	97,6 ± 0,4	97,6 ± 0,6
Coefficient de rétention apparente de l'azote (p. 100) (<i>N retention (p. 100 of digested)</i>)	58,9 ± 12,5	57,0 ± 7,1	66,4 ± 12,2	61,1 ± 16,9	59,6 ± 5,2	57,8 ± 5,3
Coefficient d'utilisation pratique de l'azote (p. 100) (<i>N retention (p. 100 of ingested)</i>)	50,7 ± 10,3	47,2 ± 6,3	61,3 ± 11,3	55,2 ± 15,7	46,8 ± 5,0	48,2 ± 5,4
Quantité d'azote apparemment retenue par kg de gain de poids vif (g) (<i>N retention (g/kg</i> <i>LWG)</i>)	36,8	40,2	37,8	36,0		

Pour chaque essai, les valeurs d'une même ligne portant la même lettre sont significativement différentes (a : P < 0,001, b : P < 0,01 et c : P < 0,05).
 For each trial, the values of the same line with the same letter are significantly different (a : P < 0,001, b : P < 0,01 and c : P < 0,05).

L'état des fèces a été caractérisé d'après la classification de BLAXTER et WOOD (1953), basée sur leur teneur en matière sèche (fig. 1). Pendant toute la durée de l'essai, la fréquence des jours de diarrhée a été plus élevée avec l'aliment Ultrafiltrat 1 qu'avec l'aliment Lactosérum 1 (14 p. 100 au lieu de 0); celle des jours d'état relâché a été importante et voisine pour les deux régimes (respectivement 72 et 69 p. 100). L'un des animaux qui recevaient l'aliment Ultrafiltrat 1 a présenté des troubles d'omphalite au début de l'essai, puis de tympanite. Aucun trouble sanitaire n'a été observé chez les autres veaux.

Les coefficients d'utilisation digestive apparente (CUD) de la matière sèche, de la matière organique, des matières azotées et des matières grasses ont été

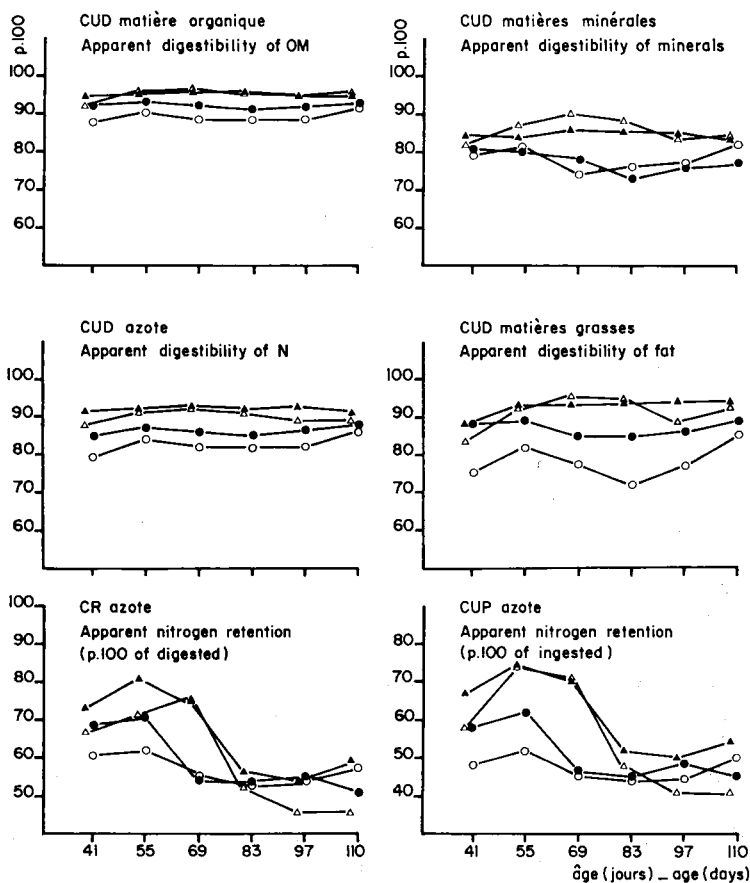


FIG. 2. — Évolution avec l'âge des coefficients d'utilisation digestive apparents (CUD), du coefficient de rétention apparent de l'azote (CR) et du coefficient d'utilisation pratique de l'azote (CUP).

— Evolution with age of the apparent digestibility of nutrients and the apparent nitrogen retention

- — ● Lactosérum 1 (whey 1)
- — ○ Ultrafiltrat 1 (Ultrafiltrate 1)
- ▲ — ▲ Lactosérum 2 (whey 2)
- △ — △ Ultrafiltrat 2 (Ultrafiltrate 2)

moins élevés avec l'aliment Ultrafiltrat 1 (tabl. 5); les différences avec l'aliment Lactosérum 1 ont été significatives ($P < 0,001$) et ont atteint respectivement 2,9-3,1-3,6 et 8,7 points. En revanche, la digestibilité apparente des matières minérales et celle de l'extractif non azoté ont été voisines pour les deux régimes. Une augmentation a été observée de la première à la seconde période de mesures dans la digestibilité de la matière organique, de l'azote et des matières grasses, surtout avec l'aliment Ultrafiltrat 1 (fig. 2).

Le coefficient de rétention (CR) apparent de l'azote a été satisfaisant pour les deux aliments et a eu tendance à baisser avec l'âge des animaux (fig. 2). Il a été moins élevé avec l'aliment Ultrafiltrat 1 au cours des deux premières périodes de mesures.

A l'abattage, la viande de tous les animaux avait une coloration excessive, due à la teneur en fer élevée des deux aliments. L'état d'engraissement était moins prononcé chez les veaux qui avaient reçu l'aliment Ultrafiltrat 1.

Essai B

Les deux aliments ont été assez bien consommés puisque pour l'ensemble de l'essai les quantités refusées ont été respectivement de 2,5 et 4,9 p. 100 par rapport aux quantités proposées pour les aliments Lactosérum 2 et Ultrafiltrat 2. Les performances zootechniques ont cependant été moins satisfaisantes avec l'aliment Ultrafiltrat 2; ainsi, la différence observée dans le gain de poids vif a atteint 14 p. 100 (tabl. 4).

La fréquence des jours de diarrhée (fig. 1) a été plus élevée avec l'aliment Ultrafiltrat 2 qu'avec l'aliment Lactosérum 2 (9 p. 100 au lieu de 3); celle des jours d'état relâché a été très élevée avec les deux régimes (respectivement 91 et 87 p. 100). Toutefois l'état sanitaire des animaux a toujours été satisfaisant.

Les CUD apparents de la matière sèche, de la matière organique, de l'extractif non azoté et des matières minérales ont été très voisins pour les deux aliments (tabl. 5). Ceux des matières grasses et des matières azotées ont été un peu moins élevés avec l'aliment Ultrafiltrat 2 : les différences avec l'aliment Lactosérum 2 ont atteint respectivement 1,7 et 2,1 points; seule cette dernière valeur est significative ($P < 0,01$). La digestibilité de la matière organique, de l'azote et des matières grasses a augmenté légèrement de la première à la seconde période de mesures surtout avec l'aliment Ultrafiltrat 2 (fig. 2).

Le CR apparent de l'azote a été élevé pour les deux aliments et a baissé avec l'âge des animaux (fig. 2). Pour l'ensemble de l'essai, celui de l'aliment Ultrafiltrat 2 a été inférieur de 5,3 points à celui de l'aliment Lactosérum 2.

A l'abattage, la viande de tous les animaux avait une coloration excessive due, comme dans l'essai A, à la teneur en fer élevée des deux aliments. L'état d'engraissement des carcasses était insuffisant.

Essai C

L'un des veaux qui recevaient l'aliment Ultrafiltrat 3 (sans émulsifiant) au cours de la première période, a dû être remplacé par un veau plus âgé (3 mois), parce qu'il refusait des quantités trop importantes de lait (58 p. 100 depuis la fin

de la transition). Pour l'ensemble de l'essai, l'aliment Ultrafiltrat 4 a été mieux consommé que l'aliment Ultrafiltrat 3 (0,8 et 3,7 p. 100 de refus respectivement, en ne tenant pas compte des résultats obtenus avec le veau éliminé). Cependant, les quantités de matière sèche proposées ont été plus élevées avec ce dernier aliment (7 p. 100). Cela est dû à la croissance plus rapide (27 p. 100 en moyenne) des veaux pendant les périodes où ils ont reçu l'aliment Ultrafiltrat 4 (tabl. 4) : le passage à l'aliment Ultrafiltrat 3 s'accompagnait d'une augmentation des quantités proposées plus importante que le passage à l'autre aliment.

La fréquence des jours de diarrhée (fig. 1) a été moins élevée avec l'aliment Ultrafiltrat 4 (2 p. 100 au lieu de 12); celle des jours d'état relâché a été aussi élevée avec les deux régimes (88 p. 100).

La représentation graphique des résultats de digestibilité obtenus au cours des différentes périodes de mesures n'a pas été réalisée. Du fait de l'alternance des régimes, les variations ont davantage été liées aux animaux qu'aux aliments.

Les CUD apparents de la matière sèche, de la matière organique, des matières grasses, des matières azotées et des matières minérales ont été plus élevés pour l'aliment Ultrafiltrat 4; les différences avec l'aliment Ultrafiltrat 3 ont été respectivement de 4,5, 4,6, 16,0, 5,0, 3,5 points. Seules les différences observées dans la digestibilité de l'extractif non azoté et des matières minérales n'ont pas été significatives (tabl. 5). Le CR apparent de l'azote a été peu différent pour les deux aliments, ce qui n'est pas en accord avec les écarts observés dans les résultats zootechniques qui sont toutefois peu précis.

Discussion

La distribution à des veaux préruminants de laits de remplacement dont le lactose est apporté exclusivement par du lactosérum et dont les protéines proviennent en majeure partie du poisson, ne semble pas avoir d'incidence importante sur l'état sanitaire des animaux, notamment sur la fréquence des diarrhées. Cela s'accorde avec nos observations antérieures obtenues avec des aliments riches en lactosérum et en protéines de poisson, de soja ou de levures d'alcane (PARUELLE *et al.*, 1972; PARUELLE *et al.*, 1974; GUILLOTEAU *et al.*, 1976). La substitution de l'ultrafiltrat au lactosérum entraîne une diminution de la teneur en matière sèche des fèces. Cela pourrait être dû à l'augmentation des teneurs en certains éléments minéraux (chlore et potassium) et à la diminution de la qualité de l'émulsion des matières grasses, comme l'indique l'accroissement du taux de matières grasses libres (tabl. 2). L'utilisation du concentré protéique soluble de poisson (essai B), au lieu de produit insoluble (essai A), a un léger effet défavorable sur la consistance des fèces, peut-être à cause de l'accélération plus importante qu'il provoque dans la vidange stomacale des protéines et des lipides (GUILLOTEAU *et al.*, 1975). Par ailleurs, nous n'avons pas observé d'accroissement de la mortalité en remplaçant la totalité des protéines du lait ou du lactosérum par celles du poisson, contrairement à SLEIMAN et HUBER (1971); cependant, les veaux utilisés par ces derniers étaient plus jeunes que les nôtres (3 j au lieu d'environ 26 au début des essais).

La digestibilité des constituants des aliments, surtout celle des matières grasses et des matières azotées, varie également avec la nature du sous-produit laitier et celle du concentré protéique de poisson utilisés. La substitution de l'ultrafiltrat au lactosérum a un effet dépressif, surtout lorsque le concentré protéique est insoluble. La baisse observée dans la digestibilité des matières grasses peut s'expliquer par la diminution de la qualité de l'émulsion. Ainsi, avec le concentré protéique soluble, il se forme probablement davantage de liaisons lipoprotéiques lors de l'homogénéisation, qu'avec le concentré insoluble. De plus, l'addition d'émulsifiants (aliment Ultrafiltrat 4) a une influence très favorable, comme cela est généralement constaté lorsque le mode d'incorporation des matières grasses ne permet pas d'obtenir une émulsion de qualité satisfaisante; cela se produit notamment quand les matières grasses sont mélangées à de la poudre de lait écrémé, au lieu d'être homogénéisées dans du lait écrémé concentré (RAVEN et ROBINSON, 1964; TOULLEC et MATHIEU, 1970; ROBERT, 1973). D'autres facteurs doivent cependant intervenir puisque dans le cas d'une substitution partielle des protéines du lait par celles de concentrés protéiques de digestibilité moins élevée (viande, poisson insoluble, maïs, pomme de terre), laissant suffisamment de lait écrémé pour homogénéiser les matières grasses, une diminution importante est quand même observée dans la digestibilité de ces dernières (RAVEN, 1972; VAN WEERDEN, 1974; TOULLEC et COROLLER, travaux en cours). Il semble en particulier que l'introduction de ces protéines de remplacement dans les aliments d'allaitement entraîne une augmentation de l'excrétion fécale de calcium (TOULLEC et COROLLER, travaux en cours); cela pourrait provoquer une diminution dans la digestibilité des matières grasses en favorisant la formation de savons de calcium insolubles (PARUELLE, TOULLEC et MATHIEU, 1973).

Les différences observées dans la digestibilité apparente de l'azote s'expliquent par celles que nous avons déjà constatées pour ce critère entre les protéines du lactosérum (94 p. 100 d'après TOULLEC *et al.*, 1974), du concentré insoluble de poisson (83 p. 100 d'après GUILLOTEAU *et al.*, 1977) et du concentré soluble (91 p. 100 d'après PARUELLE *et al.*, 1974). En supposant que la digestibilité des protéines du lactosérum n'a pas changé, les valeurs estimées pour celle des protéines du concentré insoluble sont ici de 83 (aliment Lactosérum 1) et 82 p. 100 (aliment Ultrafiltrat 1); les valeurs correspondantes pour le concentré soluble sont de 92 (aliment Lactosérum 2) et 90 p. 100 (aliment Ultrafiltrat 2). Le remplacement du lactosérum par l'ultrafiltrat n'aurait donc qu'un effet très modéré sur la digestibilité apparente des protéines de poisson. Il en est de même pour l'utilisation digestive du lactose, estimée d'après celle de l'extractif non azoté. En revanche, l'utilisation métabolique des matières azotées absorbées est légèrement diminuée, en particulier lorsque l'aliment contient le concentré soluble de poisson, comme l'indique la baisse du coefficient de rétention apparent de l'azote. Cela est probablement dû aux taux moins élevés des acides aminés indispensables et semi-indispensables et à l'équilibre moins satisfaisant de ceux-ci dans les protéines de poisson, par rapport à celles du lactosérum (PION, 1971; PATUREAU-MIRAND *et al.*, 1974). En outre, les quantités d'énergie métabolisable ingérée par jour ont été moins élevées chez les veaux qui ont reçu les aliments contenant de l'ultrafiltrat (essais A et B).

L'utilisation digestive de l'aliment Ultrafiltrat 3 est inférieure à celle de l'aliment Ultrafiltrat 1, malgré leur composition identique. Cependant, ces aliments proviennent de deux séries de fabrication différentes; la technologie d'incorporation des matières grasses par voie humide serait donc particulièrement difficile à mettre en œuvre, lorsque les quantités de protéines solubles présentes sont faibles.

Les performances zootechniques des veaux diminuent lorsque le lactosérum est remplacé par l'ultrafiltrat. Cela s'explique par la baisse entraînée à la fois dans la digestibilité des matières grasses et des protéines (surtout pour l'essai A) et dans la qualité des protéines. L'origine des protéines de poisson n'a d'influence que sur l'efficacité alimentaire exprimée en matière sèche; celle-ci est meilleure avec le concentré soluble, du fait de l'utilisation digestive plus élevée des aliments qui le contiennent. Bien qu'il paraisse théoriquement possible de distribuer à des veaux préruminants des laits de remplacement dépourvus de protéines d'origine laitière, les résultats zootechniques sont trop peu satisfaisants pour que de tels aliments puissent être utilisés dans la production du veau de boucherie.

En conclusion, l'ultrafiltrat de lactosérum pourrait apporter une part importante du lactose dans les aliments d'allaitement destinés au veau préruminant. Du fait de sa très faible teneur en matières azotées, il conviendrait cependant de l'incorporer en quantité moins importante que le lactosérum et d'augmenter le taux de poudre de lait écrémé ou de protéines de remplacement. L'emploi de concentrés protéiques solubles, de même que l'introduction d'émulsifiants, favoriseraient le maintien d'une digestibilité élevée. D'autres essais seraient nécessaires pour préciser les niveaux pratiques d'introduction de l'ultrafiltrat qui permettraient d'éviter tout effet dépressif sur l'appétit, la croissance et la qualité de la carcasse du veau.

Reçu pour publication en décembre 1976.

Remerciements

A la Direction Générale à la Recherche Scientifique et Technique pour l'aide financière apportée à la réalisation de ce travail (contrat n° 75 7 0609).

Summary

Apparent digestibility of milk replacers containing whey ultrafiltrate as only source of lactose in the preruminant calf

The aim of this work was to study the apparent digestibility of milk replacers in the preruminant calf using only whey deproteinised by ultrafiltration (ultrafiltrate) as source of lactose (table 1).

During two trials (A and B), we compared the apparent digestibility of milk replacers in which lactose was supplied either from dried whey or whey ultra-filtrate (table 2). In order to know the influence of the solubility of proteins, the latter were mainly provided by insoluble (A) or soluble (B) fish protein concentrates. In a third experiment (C), the effect of adding emulsifiers to the milk replacer containing ultrafiltrate and insoluble concentrate, was studied (table 2).

In trials A and B, replacement of whey by ultrafiltrate had a depressive effect on the per-

formances (16 p. cent on an average on live weight gain) (table 4) and on the faecal consistency (11.8 p. cent of days with diarrhoea instead of 1.4) (fig. 1). In trial A, the apparent digestibility decreased strongly with introduction of the ultrafiltrate ($P < 0.001$) from 92.9 to 89.2 p. cent, from 86.3 to 82.7 p. cent and from 86.9 to 78.2 p. cent respectively for organic matter, nitrogen and fat) (table 5 and fig. 2). In trial B, the digestibility of the two diets was much more satisfactory than in trial A; only that of nitrogen decreased significantly (from 92.2 to 90.1 p. cent) with introduction of the ultrafiltrate.

In trial C, addition of emulsifiers improved the digestibility from 87.2 to 91.8 p. cent for organic matter ($P < 0.001$) from 78.3 to 83.3 p. cent for nitrogen ($P < 0.05$) and from 72.1 to 88.1 p. cent for fat ($P < 0.001$) (table 5). In no case, digestibility of the nitrogen free extract and most likely that of lactose, were altered.

In conclusion, whey ultrafiltrate must be introduced in smaller amounts than whey into milk replacers for preruminant calves. Use of soluble protein concentrates and of emulsifiers would be favourable for keeping digestibility at a high level.

Références bibliographiques

- 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.
- BROWN D. C., READ J., WILLARD H. S., 1953. Slacked lime as a preventive of scours for whey fed calves. *J. Dairy Sci.*, **36**, 319-324.
- BUSH L. J., SCHUH J. D., TENNILLE N. B., WALLER G. R., 1963. Effect of dietary fat and minerals on the incidence of diarrhoea and rate of passage of diets in the digestive tract of dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **46**, 703-709.
- FISHER J. E., SUTTON T. S., 1949. The effects of lactose on gastrointestinal motility. A review. *J. Dairy Sci.*, **32**, 139-162.
- GUILLOTEAU P., PARUELLE J.-L., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1975. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. III. Influence du remplacement des protéines du lait par celles du poisson sur la vidange stomacale. *Ann. Zootech.*, **24**, 243-253.
- GUILLOTEAU P., TOULLEC R., CULIOLI J., LE DOUARON D., 1977. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. V. Utilisation digestive des protéines du poisson, du soja et de la féverole. *Ann. Zootech.*, **26**, 17-30.
- MAUBOIS J.-L., MOCQUOT G., VASSAL L., 1969. Institut National de la Recherche Agronomique. *Brevet français n° 2052*, 121.
- 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 du soja et des levures d'alcanes incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 318-331.
- PARUELLE J.-L., TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1973. Utilisation digestive d'aliments contenant des lactosérums de différentes qualités par le veau préruminant à l'engrais. *Ann. Zootech.*, **22**, 237-242.
- PARUELLE J.-L., TOULLEC R., PATUREAU-MIRAND P., MATHIEU C.-M., 1974. Utilisation des protéines par le veau préruminant à l'engrais. II. Utilisation des protéines de poisson et influence de l'addition d'un complexant du fer. *Ann. Zootech.*, **24**, 69-79.
- PATUREAU-MIRAND P., TOULLEC R., PARUELLE J.-L., PRUGNAUD J., PION R., 1974. Influence de la nature des matières azotées des aliments d'allaitement sur l'amino-acidémie du veau préruminant. I. Matières azotées du lait, du lactosérum, du poisson et des levures d'alcanes. *Ann. Zootech.*, **23**, 343-358.
- PION R., 1971. Composition en acides aminés des aliments. *Ind. Alim. Anim.*, **6**, 29-36.
- 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, *Cahier n° 6*, 158-175.
- RAVEN A. M., 1972. Nutritional effects of including different levels and sources of protein in milk replacers for calves. *J. Sci. Fd Agric.*, **23**, 517-526.
- RAVEN A. M., ROBINSON K. L., 1964. Factors affecting the nutritive value of fat for calves. *J. Sci. Fd Agric.*, **15**, 214-227.

- ROBERT J.-C., 1973. Influence de l'adjonction de sucroglycérides à un aliment d'allaitement sur les performances zootechniques du veau de boucherie et la digestibilité des différents éléments de la ration. *Ind. Alim. Anim.*, **7-8**, 13-25.
- SLEIMAN F. T., HUBER J. T., 1971. Fish protein concentrate and whey protein in milk replacer diets. *J. Anim. Sci.*, **33**, 1170 (Abstr.).
- TERNOUTH J. H., 1969. *Seminar on whey processing and utilization*. Weihenstephan, 11-13th November.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1970. Utilisation digestive, par le veau préruminant des matières grasses incorporées dans les aliments d'allaitement par voie sèche avec ou sans émulsifiant. *Ann. Zootech.*, **19**, 89-92.
- TOULLEC R., FRANTZEN J.-F., MAUBOIS J.-L., PION R., 1974. Utilisation digestive, par le veau préruminant, des protéines du lactosérum traitées par ultrafiltration sur membrane. *La Technique Laitière*, **828**, 15-22.
- VAN WEERDEN E. J., 1974. Low fat fish meal in milk replacers. *3rd European Symposium on the use of fish meal in animal feeding*. Amsterdam, 11th-12th September. IAFMM, Potters-Bar, Herts., England.
-