

UTILISATION DES PROTÉINES PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

III. — INFLUENCE DU REMPLACEMENT DES PROTÉINES DU LAIT PAR CELLES DU POISSON SUR LA VIDANGE STOMACALE

P. GUILLOTEAU, J.-L. PARUELLE, R. TOULLEC et C.-M. MATHIEU
avec la collaboration technique de
Marguerite BEAUFILS, J. LAREYNIÉ, Y. MANIS et Catherine MEUNIER

*Station de Recherches zootechniques,
Centre de Recherches de Rennes, I. N. R. A.,
35042 Rennes Cedex*

RÉSUMÉ

Nous avons étudié chez le Veau préruminant les effets sur la vidange stomacale du remplacement des protéines du lait écrémé par celles de deux concentrés protéiques de poisson. L'un des concentrés (Poisson hydrolysé) est obtenu à partir de poissons blancs par hydrolyse enzymatique ménagée ; le second (Poisson micronisé) est une farine de poisson de Norvège délipidée à l'hexane et finement broyée. Avec les 2 aliments contenant les protéines de poisson, la vidange stomacale des matières azotées et des matières grasses est accélérée ; de plus, un afflux plus important de protéines non hydrolysées et moins dénaturées dans le duodénum est observé au cours des premières heures qui suivent le repas. La vidange stomacale des matières azotées totales, mais non celle des matières azotées protéiques, est davantage accélérée avec le Poisson hydrolysé, probablement à cause de sa plus grande solubilité. Les phénomènes digestifs qui se produisent au niveau de la caillette semblent donc être influencés par l'origine et la technologie de préparation des protéines alimentaires. Les modifications observées en remplaçant les protéines du lait par celles du poisson pourraient expliquer en partie la digestibilité moins élevée de ces dernières.

INTRODUCTION

Les phénomènes digestifs (coagulation, actions enzymatiques, vidange gastrique) qui interviennent au niveau de la caillette du veau préruminant, semblent jouer un rôle important dans la cinétique et l'efficacité de la digestion ainsi que dans l'apparition des troubles digestifs. Or ces phénomènes sont modifiés par l'introduction dans

les aliments d'allaitement, de protéines de substitution (SMITH *et al.*, 1968; COLVIN, LOWE et RAMSEY, 1969; TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971; TERNOUÏTH et ROY, 1973). Cependant, le nombre de sources de protéines et de traitements technologiques envisagés dans ces études est encore très limité. Nous avons donc étudié les modifications entraînées dans le débit et les caractéristiques (pH, composition...) des effluents gastriques lorsque les protéines du lait écrémé sont remplacées en majeure partie par celles de deux concentrés de poisson, différant par leur origine et la technologie de leur préparation.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Aliments

Le premier concentré protéique (Poisson hydrolysé) est obtenu à partir de poissons blancs par hydrolyse enzymatique ménagée et élimination partielle des lipides par centrifugation (PARUELLE *et al.*, 1974) ; il est très soluble dans l'eau et contient 89 p. 100 de matières azotées, 6 p. 100 de lipides et 6 p. 100 de matières minérales par rapport à la matière sèche. Le second concentré protéique (Poisson micronisé) est une farine de poisson de Norvège délipidée par extraction à l'hexane et finement broyée (particules de 35 μ) ; il est peu soluble dans l'eau et contient 89 p. 100 de matières azotées, moins de 1 p. 100 de matières grasses et 11 p. 100 de matières minérales par rapport à la matière sèche. Trois aliments d'allaitement contenant environ 25 p. 100 de matières azotées ont été préparés (tabl. 1). Dans l'aliment témoin (aliment Lait écrémé), les protéines provenaient presque exclusivement du lait écrémé. Dans les deux autres (aliments Poisson micronisé et Poisson hydrolysé), dépourvus de lait écrémé, la majeure partie (81 ou 73 p. 100) des protéines était apportée par le Poisson micronisé ou le Poisson hydrolysé, le reste provenant du lactosérum et d'un supplément de méthionine. Les aliments d'allaitement ont été dilués au moment de l'emploi dans de l'eau à 40°C, à raison d'environ 125 g de matière sèche par kg de lait de remplacement. Les laits ainsi obtenus ont été distribués au seau 2 fois par jour, les quantités offertes variant selon le poids des veaux de 3,5 à 5 kg par repas.

Animaux et prélèvements

Six veaux mâles préruminants (5 de race *Frisonne* et 1 de race *Normande*) ont été munis de deux canules d'ASH (1962), placées immédiatement après le pylore (tabl. 2). Les mesures ont commencé 15 jours après la pose des canules, l'aliment étudié ayant été distribué depuis au moins une semaine. Elles ont eu lieu une fois par semaine, sauf lorsque l'état sanitaire des animaux n'était pas satisfaisant. Lors de chaque journée de prélèvement, les effluents gastriques ont été recueillis en totalité dans la glace fondante pendant 7 heures consécutives après le repas du matin ; ils ont été simultanément réintroduits dans le duodénum après prise d'échantillons représentatifs destinés aux analyses. Au cours de la réintroduction, les effluents étaient réchauffés (aux environs de 37°C) par passage à travers un échangeur thermique. Lors de chaque journée de prélèvement, un échantillon d'aliment et 7 échantillons d'effluents ont été constitués ; ces derniers correspondaient aux périodes suivantes après le repas : 0-30, 30-60, 60-90, 90-120, 120-180, 180-300 et 300-420 mn.

Analyses

Les analyses ont été réalisées sur les produits en l'état après conservation à -18°C. La teneur en matière sèche a été déterminée par lyophilisation (24 h) suivie d'un passage dans une étuve à 65°C (24 h) et celle en cendres sur les mêmes prises d'essai par incinération au four à 500°C (6 h). Les sucres réducteurs ont été dosés par la méthode de SOMOGYI (1952) après défécation par des solutions d'acétate de zinc à 30 p. 100 et de ferrocyanure de potassium à 15 p. 100. Le dosage de l'azote total a été effectué par la méthode Kjeldahl et celui de l'azote non protéique par la même méthode après précipitation des protéines par l'acide trichloracétique jusqu'à une concentration finale de 12 p. 100. Les matières grasses ont été dosées par la méthode Gerber. Le pH des effluents a été enregistré en continu à l'aide d'un pH mètre Radiometer PHM 28 D.

TABLEAU I

Composition des aliments

Aliments	Lait écrémé	Poisson micronisé	Poisson hydrolysé
<i>Constituants</i> (p. 100 de l'aliment) :			
- Source de protéines étudiée	—	24,0	20,0
- Poudre de lait écrémé	66,0	—	—
- Matières grasses (1)	22,0	20,0	22,0
- Poudre de lactosérum	8,0	37,0	53,0
- Lactose	—	13,0	—
- Amidon de maïs cru	2,9	4,0	1,2
- Méthionine commerciale	—	0,20	0,27
- Phosphate bicalcique	—	—	2,40
- Carbonate de calcium	—	0,60	—
- Chlorure de magnésium	0,40	0,50	0,40
- Mélange d'oligo-éléments, de vitamines et d'antibiotiques (2)	0,70	0,70	0,70
<i>Composition chimique</i> (p. 100 de la matière sèche) :			
- Matières azotées	25,2	24,9	24,1
- Matières grasses	21,6	19,5	22,1
- Substances réductrices (exprimées en lactose)	43,0	43,7	41,0
- Matières minérales	6,0	6,2	7,6
- Calcium	0,93	1,06	1,13
- Phosphore	0,66	0,73	0,66
<i>Azote provenant de la source protéique étudiée</i> (p. 100 de l'azote total)	—	81,0	73,0
<i>Azote non protéique</i> (p. 100 de l'azote total)	7,0	26,6	55,9

(1) Dans l'aliment Lait écrémé, les matières grasses étaient un mélange de suif (40 p. 100), d'huile de coprah (24 p. 100), d'huile de palme (20 p. 100) et de saccharoglycérines (2 p. 100) ; elles avaient été incorporées à raison de 40 p. 100 de la matière sèche dans du lait écrémé liquide. Dans les deux autres aliments, le suif était la seule matière grasse ; il avait été incorporé dans du lactosérum liquide à raison de 35 p. 100 de la matière sèche. Les deux mélanges liquides ainsi obtenus avaient été homogénéisés et séchés par le procédé Spray.

(2) Pour la composition du mélange de vitamines et d'antibiotiques, cf. PARUELLE *et al* (1972). En outre, des oligo-éléments (cuivre, manganèse, zinc, cobalt) ont été ajoutés en quantité variable selon la composition des matières premières.

TABLEAU 2

Animaux et prélèvements

N° du veau	Age au moment de l'opération (jours)	Poids au moment de l'opération (kg)	Nombre de journées de prélèvements après ingestion des aliments			Nombre de prélèvements par veau
			Lait écrémé	Poisson micronisé	Poisson hydrolysé	
72688	16	50	1	—	—	1
72691	22	50	2	—	3	5
73599	17	51	1	—	3	4
73604	17	50	—	1	—	1
73644	18	49	—	3	—	3
73646	16	57	2	—	—	2
Nombre total de prélèvements par régime			6	4	6	

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Vidange stomacale de la matière sèche

Les variations individuelles et journalières dans les débits de la matière sèche et de ses constituants sont importantes, au cours de chaque période de prélèvement, surtout pendant les 2 premières heures après le repas (tabl. 3) ; les écarts-types sont donc reportés à titre indicatif. Néanmoins, ce phénomène s'observe avec chacun des 3 aliments.

Au cours de la première demi-heure après le repas, la vidange stomacale de la matière sèche est beaucoup plus rapide avec l'aliment Poisson hydrolysé qu'avec les aliments Lait écrémé et Poisson micronisé : ainsi, les quantités totales recueillies atteignent respectivement 36, 17 et 17 p. 100 des quantités ingérées (tabl. 3). Par la suite, les débits de matière sèche sont très peu différents selon l'aliment ; en conséquence, les écarts qui existent à l'issue des 30 premières minutes dans les quantités totales recueillies subsistent encore à la fin de la septième heure.

Vidange stomacale des constituants de la matière sèche

L'allure générale de la vidange stomacale des constituants de la matière sèche avec l'aliment Lait écrémé (tabl. 3) est semblable à celle qui est habituellement observée chez le Veau à la suite de l'ingestion du lait entier (MYLREA, 1966 ; MATHIEU, 1968 ; TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971 et TOULLEC et MATHIEU, 1973). Les substances réductrices et les matières minérales quittent la caillette plus rapidement que les matières azotées et surtout que les lipides : ainsi, les quantités totales émises au cours des 3 premières heures après le repas atteignent respectivement 60, 76, 33

et 18 p. 100 des quantités ingérées. En revanche, quand les animaux reçoivent l'aliment Poisson hydrolysé, tous les constituants de la matière sèche quittent la caillette sensiblement à la même vitesse : ainsi, les quantités totales collectées au cours des trois premières heures après le repas sont respectivement de 66, 77, 67, et 63 p. 100 des quantités ingérées. Cela est dû à l'absence de coagulation de cet aliment dans la

TABLEAU 3

Vidange stomacale de la matière sèche et de ses constituants
(débit par demi-heure en p. 100 des quantités ingérées)
(moyennes et écarts-types des échantillons)

Temps après le repas (mn)	Aliment	Matière sèche	Matières minérales	Substances réductrices	Matières grasses	Matières azotées
0-30	1	17,0 (6,4)	27,7 (12,9)	23,0 (11,4)	5,9 (5,7)	12,3 (7,8)
	2	16,6 (10,7)	18,5 (10,8)	18,7 (11,7)	10,3 (9,8)	18,9 (6,8)
	3	35,6 (15,5)	35,7 (16,1)	35,4 (14,7)	32,8 (15,9)	35,5 (13,5)
30-60	1	9,0 (9,7)	14,2 (14,4)	8,4 (10,4)	2,3 (2,7)	5,3 (5,9)
	2	6,7 (6,3)	8,4 (7,5)	8,0 (7,3)	4,6 (4,9)	4,8 (4,1)
	3	4,3 (7,0)	7,7 (14,6)	4,4 (7,0)	3,6 (5,2)	4,5 (7,4)
60-90	1	8,8 (6,7)	13,6 (9,3)	12,2 (9,4)	2,1 (2,1)	5,7 (4,1)
	2	9,3 (8,4)	11,0 (9,0)	10,2 (8,4)	6,4 (7,3)	7,4 (6,8)
	3	8,1 (8,0)	11,2 (14,6)	5,2 (5,8)	5,2 (7,2)	5,3 (6,0)
90-120	1	3,2 (2,7)	5,2 (4,4)	4,8 (4,0)	1,2 (0,8)	2,2 (1,6)
	2	6,6 (4,5)	8,5 (6,4)	8,2 (6,7)	4,2 (2,8)	5,1 (3,2)
	3	7,6 (5,0)	7,6 (4,8)	7,8 (5,3)	7,8 (5,2)	7,7 (5,0)
120-180	1	5,2 (1,2)	7,9 (1,8)	6,0 (2,4)	4,6 (3,6)	3,9 (1,2)
	2	2,5 (1,7)	3,2 (2,2)	2,6 (1,7)	1,2 (1,2)	1,9 (1,4)
	3	6,4 (1,6)	7,3 (1,6)	6,8 (1,6)	6,9 (1,9)	7,2 (2,1)
180-300	1	4,6 (1,7)	6,0 (2,2)	3,4 (2,8)	4,3 (1,7)	4,6 (1,2)
	2	4,9 (1,2)	6,1 (1,0)	3,8 (1,3)	3,9 (1,0)	4,6 (1,4)
	3	4,8 (1,2)	5,1 (1,4)	4,3 (1,1)	4,8 (1,0)	4,4 (1,0)
300-420	1	3,0 (0,7)	3,5 (0,7)	2,2 (3,3)	4,1 (1,3)	4,0 (1,2)
	2	2,5 (0,4)	3,8 (1,2)	1,1 (0,8)	1,3 (0,4)	3,8 (1,9)
	3	2,4 (0,8)	3,4 (0,6)	2,0 (0,8)	2,0 (0,9)	2,2 (1,0)

1 : Aliment Lait écrémé ;

2 : Aliment Poisson micronisé ;

3 : Aliment Poisson hydrolysé.

caillette sous l'action de la présure et de l'acide chlorhydrique ; ces résultats s'accordent avec ceux obtenus avec des laits de remplacement dépourvus de lait écrémé et dont les protéines provenaient du lactosérum (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971) ou des levures d'alcanes (FRANTZEN *et al.*, 1973). Cependant, avec l'aliment Poisson micronisé, les résultats sont intermédiaires entre ceux obtenus avec chacun des deux

autres aliments : ainsi, les quantités totales de substances réductrices, de matières minérales, de matières azotées et de lipides recueillies pendant le même temps sont respectivement de 50, 53, 40 et 28 p. 100 des quantités ingérées. Les différences observées avec cet aliment dans la vidange stomacale entre les constituants de la matière sèche semblent difficiles à expliquer ; il est possible qu'elles soient dues à la moindre solubilité des protéines du Poisson micronisé qui pourrait avoir provoqué la création de zones hétérogènes dans le contenu de la caillette.

Avec l'aliment Poisson micronisé, la vidange stomacale des matières azotées et des matières grasses est plus rapide au cours des deux premières heures après le repas qu'avec l'aliment Lait écrémé ; elle l'est encore beaucoup plus avec l'aliment Poisson hydrolysé (tabl. 3 et fig. 1) : ainsi, les quantités totales de matières azotées émises

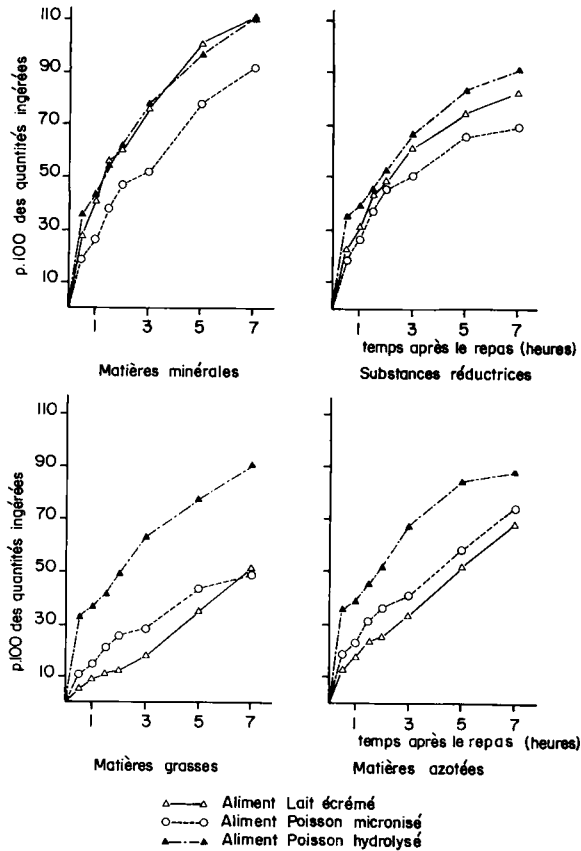


FIG. 1. — Vidange stomacale des constituants de la matière sèche (quantités cumulées en p. 100 des quantités ingérées)

sont alors respectivement multipliées par 1,42 et 2,07. En revanche, la vidange stomacale des substances réductrices et des matières minérales est retardée avec l'aliment Poisson micronisé surtout pendant la première demi-heure et la troisième heure ; elle est accélérée, mais seulement pendant la première demi-heure avec l'ali-

ment Poisson hydrolysé. Ainsi l'accélération de la vidange stomacale porte seulement sur les matières grasses et les matières azotées quand les veaux ingèrent l'aliment Poisson micronisé mais concerne tous les constituants de la matière sèche lorsqu'ils consomment l'aliment Poisson hydrolysé. Une accélération de la vidange stomacale des matières azotées a également été signalée par COLVIN, LOWE et RAMSEY (1969) en remplaçant les protéines du lait par celles du soja ; la même constatation a été faite pour les matières azotées et les matières grasses avec des laits de remplacement dont les protéines provenaient du lactosérum (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971) ou des levures d'alcanes (FRANTZEN *et al.*, 1973). Les deux concentrés protéiques de poisson que nous avons étudiés n'ont pas la même origine. Néanmoins, les écarts observés dans la vidange stomacale selon le concentré protéique utilisé sont plus probablement dus aux différences dans la technologie de préparation. En effet, des écarts analogues ont été constatés entre deux concentrés de protéines de lactosérum obtenus selon des procédés différents (TOULLEC, THIVEND et MATHIEU, 1971).

Azote non protéique et azote protéique

Quand les veaux reçoivent l'aliment Lait écrémé, la proportion d'azote non protéique par rapport à l'azote total est beaucoup plus élevée dans les effluents que dans l'aliment (49 p. 100 au lieu de 7) aussitôt après le repas (fig. 2) ; elle reste cons-

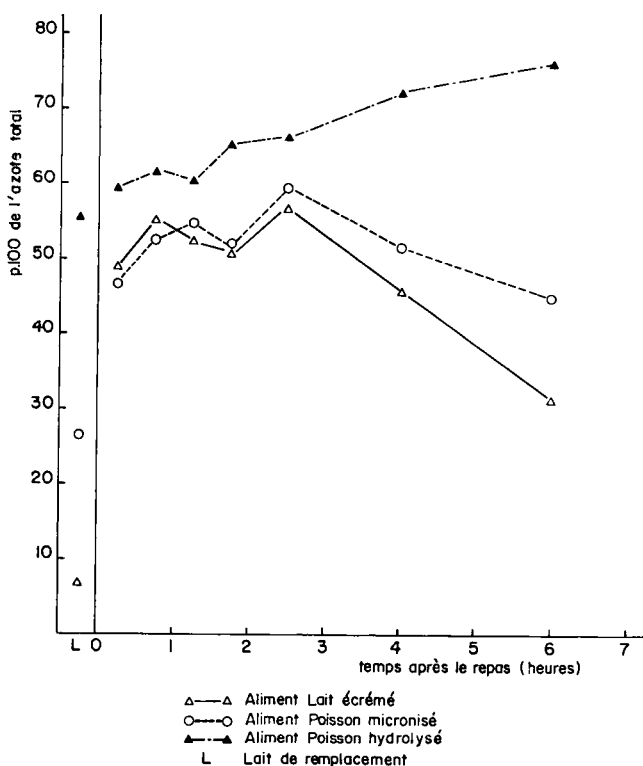


FIG. 2. — Évolution du taux d'azote non protéique (p. 100 de l'azote total)

tante pendant 3 heures, puis diminue jusqu'à 31 p. 100. Avec l'aliment Poisson micronisé, la proportion d'azote non protéique dans les effluents est également supérieure à celle observée dans l'aliment (47 p. 100 au lieu de 27) pendant les 30 premières minutes ; par la suite, elle varie de manière irrégulière entre 50 et 59 p. 100. En revanche, avec l'aliment Poisson hydrolysé, la proportion d'azote non protéique dans les effluents est d'abord voisine de celle trouvée dans l'aliment (59 p. 100 au lieu de 56), puis elle augmente régulièrement jusqu'à 76 p. 100.

En négligeant les matières azotées sécrétées avant l'arrivée dans le duodénum, on peut estimer qu'au minimum environ 24, 10 et 12 p. 100 de l'azote protéique ingéré seraient transformés en azote non protéique lors du passage dans la caillette, au cours des 7 premières heures après le repas, quand les veaux reçoivent respectivement les aliments Lait écrémé, Poisson micronisé et Poisson hydrolysé. Les quantités totales d'azote protéique parvenant dans le duodénum sont plus importantes avec les aliments Poisson micronisé et Poisson hydrolysé qu'avec l'aliment Lait écrémé, surtout au cours des 3 premières heures après le repas où elles sont respectivement multipliées par 1,29 et 1,50 (fig. 3). Ces résultats sont en accord avec ceux

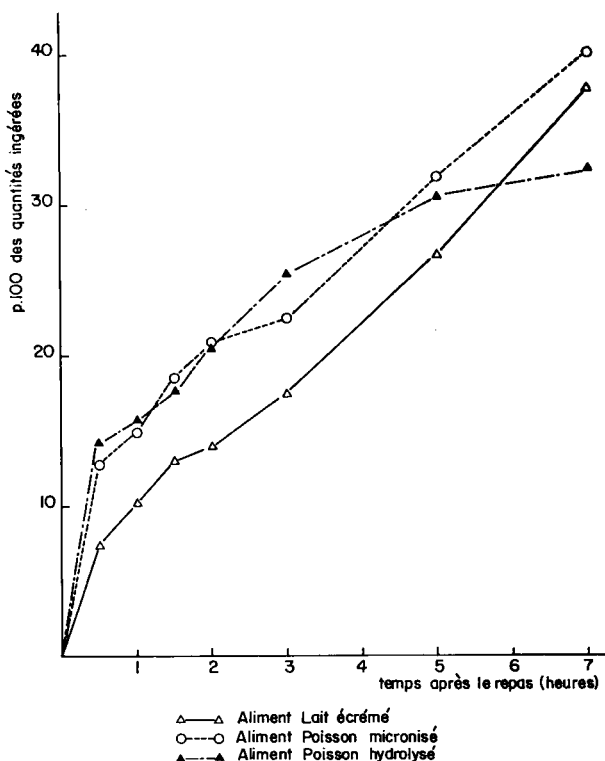


FIG. 3. — Vidange stomacale de l'azote insoluble dans l'acide trichloracétique 12 p. 100 (quantités cumulées en p. 100 des quantités totales d'azote ingéré)

obtenus par TERNOUTH et ROY (1973) en remplaçant 40 p. 100 des protéines du lait par celles d'un tourteau de soja cuit ou d'une farine de poisson délipidée à l'isopropanol. Cet afflux plus important d'azote protéique dans le duodénum au cours des

premières heures après le repas, lorsque les veaux reçoivent les aliments Poisson, peut être dû à la vidange stomacale plus rapide des matières azotées. Il est possible également que les enzymes protéolytiques de la caillette ne soient pas aussi actives à l'égard des protéines du poisson. De plus, la quantité de présure sécrétée a probablement diminué avec la distribution des aliments Poisson ; ainsi, en remplaçant la moitié ou la totalité des protéines du lait écrémé par celles du lactosérum, GARNOT *et al.*, (1974) ont constaté que si l'activité de la pepsine est sensiblement la même dans la caillette lors de l'abattage, il n'en est pas de même pour l'activité de la présure qui diminue avec la proportion de caséine dans le lait de remplacement consommé.

Évolution du pH

Le pH des effluents gastriques est très bas immédiatement avant le repas (2,0 à 2,2) ; il augmente brutalement au cours des cinq minutes suivantes pour atteindre 5,0 à 5,5 (fig. 4). Pendant les 7 heures qui suivent le repas, le pH diminue

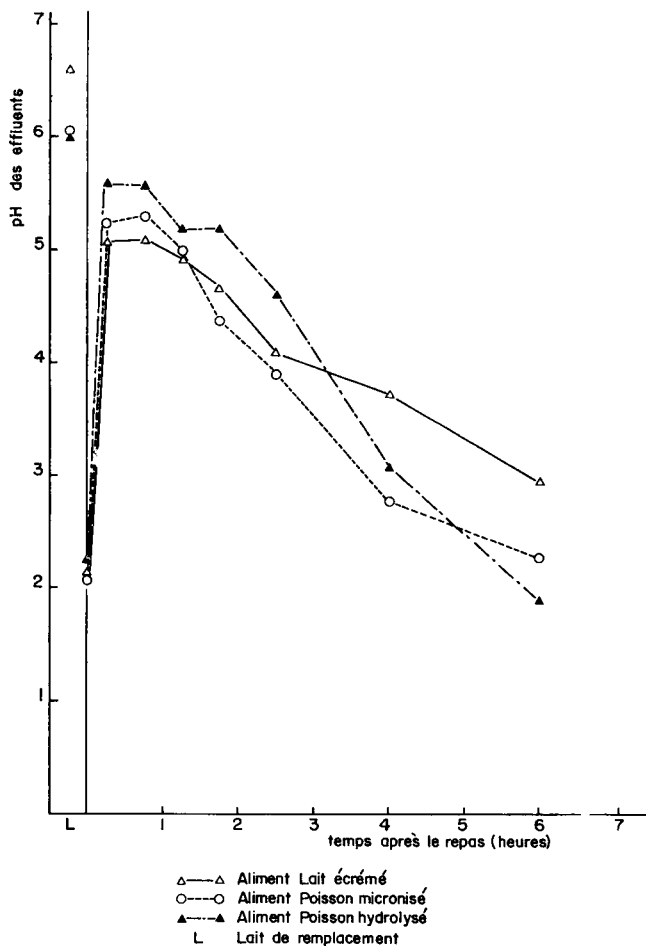


FIG. 4. --- Évolution du pH des effluents

régulièrement avec tous les aliments, mais plus rapidement avec les deux aliments Poisson. Cependant, avec l'aliment Poisson hydrolysé, le pH des effluents gastriques reste plus élevé pendant les 3 heures qui suivent le repas. Du fait de leur sortie plus précoce, les protéines du poisson pourraient donc être en partie moins dénaturées que celles du lait écrémé. COLVIN, LOWE et RAMSEY (1969) ont également observé que le pH des effluents gastriques restait plus élevé pendant les 5 premières heures après le repas, lorsqu'ils remplaçaient les protéines du lait par celles du soja.

Conclusion

Le remplacement de la majeure partie des protéines du lait par celles du poisson entraîne une accélération de la vidange stomacale des matières azotées et des matières grasses, due probablement à l'absence de coagulation dans la caillette. De plus, au cours des premières heures qui suivent le repas, des quantités plus importantes de protéines non hydrolysées et moins dénaturées quittent la caillette, ce qui pourrait gêner leur digestion par les enzymes protéolytiques pancréatiques (FAUCONNEAU et MICHEL, 1970). La vidange stomacale des matières azotées totales, mais non celle des matières azotées protéiques, est davantage accélérée avec le Poisson hydrolysé, probablement à cause de sa plus grande solubilité. Les phénomènes digestifs au niveau de la caillette semblent donc être influencés par l'origine et la technologie de préparation des protéines. Les modifications observées en remplaçant les protéines du lait par celles du poisson pourraient expliquer en partie la digestibilité moins élevée de ces dernières. Néanmoins, d'autres facteurs doivent intervenir, tels qu'une diminution plus ou moins importante dans la sécrétion de protéases pancréatiques (TERNOUTH et ROY, 1973), puisque l'utilisation digestive de l'azote est plus élevée pour le Poisson hydrolysé (91 p. 100) que pour le Poisson micronisé (83 p. 100) (PARUELLE *et al.*, 1974 ; GUILLOTEAU *et al.*, 1974).

Reçu pour publication en septembre 1974.

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce à l'aide de la D. G. R. S. T. (contrat : 74-7-0007), à qui nous exprimons nos remerciements.

Nous tenons à remercier également la Coopérative de Traitement des Produits de la Pêche, B.P. 361/2, 62203 Boulogne-sur-Mer (France) et la Société Norsildmcl, 5001 Bergen (Norvège) qui nous ont gracieusement fourni les concentrés protéiques (CPSP 90 et Norsamine) utilisés dans cette étude.

SUMMARY

UTILIZATION OF PROTEIN BY THE PRERUMINANT FATTENING CALF.

III. — GASTRIC EMPTYING AS AFFECTED BY THE SUBSTITUTION OF MILK PROTEIN BY FISH PROTEIN

An experiment was carried out on the preruminant calf to study the effects on the gastric emptying of replacing skim-milk protein by two fish protein concentrates (table 1). One of these concentrates (hydrolysed fish) was obtained from white fish by mild enzymatic hydrolysis ; the

second one (micronized fish) was a Norwegian fish meal, defatted by means of hexane and finely ground. When using the 2 feeds containing fish protein, the gastric emptying of nitrogenous matters and lipids was accelerated (table 3, fig. 1); in addition, a larger afflux of non hydrolysed and less denatured protein was noticed during the first hours following the meal (fig. 3). The gastric emptying of total nitrogen, but not that of protein, was more accelerated with the hydrolysed fish, probably because of its higher solubility. The digestive processes taking place in the abomasum, therefore seem to be affected by the origin of the dietary protein and by its technological preparation. The changes observed when replacing milk protein by fish protein might partly account for the lower digestibility of the latter.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASH R.W., 1962. Gastro-intestinal reentrant cannulae for studies of digestion in sheep. *Anim. Prod.*, **4**, 309-312.
- 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.
- FAUCONNEAU G., MICHEL M. C., 1970. The role of the gastro-intestinal tract in the regulation of protein metabolism. In MUNRO K. N., *Mammalian protein metabolism*, **4**, 481-522, Ac. Press. New York. London.
- FRANTZEN J.-F., TOULLEC R., THIVEND P., MATHIEU C.-M., 1973. Influence de la coagulation des protéines sur la vidange stomacale chez le Veau préruminant. Journées d'étude sur la physiologie et la biochimie de la digestion, Marseille 10-11 mai 1973. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **13**, 718-721.
- GARNOT P., VALLES E., THAPON J.-L., TOULLEC R., TOMASSONE R., RIBADEAU-DUMAS B., 1974. Influence of dietary proteins on rennin and pepsin content of preruminant calf vell. *J. Dairy Res.*, **41**, 19-23.
- GUILLOTEAU P., TOULLEC R., CULIOLI J., LE DOUARON D., MATHIEU C.-M., 1974. Utilisation des protéines par le Veau préruminant. VI. Utilisation digestive des protéines de poisson, du soja et de la féverole (En préparation).
- MATHIEU C.-M., 1968. Étude de la vidange stomacale du lait entier chez le Veau préruminant. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 581-583.
- MYLREA P. J., 1966. Digestion of milk in young calves. II. The absorption of nutrients from the small intestine. *Res. Veter. Sci.*, **7**, 394-406.
- 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 d'alcanes incorporées dans les aliments d'allaitement. *Ann. Zootech.*, **21**, 319-331.
- 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.*, **23**, 519-535.
- SMITH R. H., McALLAN A. B., HENSCHEL M. J., HILL W. B., 1968. Protein digestion in the liquid fed calf : factors affecting the rate of flow of digesta. *N. I. R. D. Report*, 65.
- SOMOGYI M., 1952. Notes on sugar determination. *J. Biol. Chem.*, **195**, 19-23.
- TERNOUTH J. H., ROY J. H. B., 1973. The effect of diet and feeding technique on digestive function in the calf. *Ann. Rech. vétér.*, **4**, 19-30.
- TOULLEC R., MATHIEU C.-M., 1973. Influence de la composition du lait ingéré sur la vidange stomacale chez le Veau préruminant. *Ann. Rech. vétér.*, **4**, 13-18.
- 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.
-