

DIGESTION ET UTILISATION DES ALIMENTS PAR LE VEAU PRÉRUMINANT A L'ENGRAIS

IV. — REMPLACEMENT DES MATIÈRES GRASSES DU LAIT PAR DU SACCHAROSE

C.-M. MATHIEU, et P.-E. BARRÉ

avec la collaboration technique de Jacqueline RIGAUD et J.-M. BOISSAU

*Station de Recherches sur l'Élevage des Ruminants,
Centre de Recherches zootechniques et vétérinaires sur les Ruminants,
63 - Theix près Clermont-Ferrand
Institut national de la Recherche agronomique*

SOMMAIRE

Le but de ce travail a été d'étudier chez le veau préruminant à l'engrais, l'utilisation digestive du saccharose introduit dans des laits partiellement écrémés ou dans du lait entier. Trois laits ont été préparés : deux laits à 5 et à 25 p. 1 000 de matières grasses contenant respectivement 69 et 23 g de saccharose par kg, apportant la même énergie qu'un lait contenant 35 p. 1 000 de matières grasses (700 kcal/kg), et un lait à 35 p. 1 000 de matières grasses contenant 23 g de saccharose par kg, apportant la même énergie qu'un lait contenant 45 p. 1 000 de matières grasses (770 kcal/kg). Quatorze veaux mâles ont été utilisés. Ils étaient maintenus en cage à bilan de l'âge de 7 j à leur abattage à 91 j. Ils ont reçu des quantités de lait importantes, comparables à celles qui sont habituellement distribuées à des veaux à l'engrais.

Les veaux qui consommaient le lait contenant 69 g de saccharose sont morts avant la fin de l'essai. Les autres se sont trouvés en état permanent de diarrhée. Néanmoins, le C.U.D. du saccharose a été élevé : 68, 2 à 80 p. 100. L'augmentation d'excrétion d'eau fécale a été compensée par une diminution de la quantité d'urine.

Le coefficient de rétention de l'azote a augmenté avec la quantité d'énergie digestible ingérée ; ainsi il a été le plus élevé pour le lait entier additionné de 23 g/kg de saccharose. La glycémie post-prandiale et la glycosurie ont été élevées chez les veaux recevant 69 g de saccharose par kg de lait.

La conformation et l'état d'engraissement des carcasses ont été satisfaisants.

INTRODUCTION

L'emploi du saccharose dans l'alimentation du veau préruminant à l'engrais est ancien ; dès 1907, MALPEAUX préconisait l'emploi du sucre à raison de 40 à 45 g par litre de lait écrémé et signalait qu'il s'agissait d'une pratique déjà courante dans

le nord de la France. Mais il a fallu attendre les travaux de WALLACE, LOOSLI et TURK (1951) pour que soit mesurée la digestibilité du saccharose associé au lactose dans un lait semi-synthétique, distribué à des veaux préruminants âgés de 3 semaines (C.U.D. de 93,4).

Cependant, à la suite des études de DOLLAR et PORTER (1957), plusieurs auteurs (OKAMOTO, THOMAS et JOHNSON, 1959 ; VELU, KENDALL et GARDNER, 1960 ; HUBER et *al.*, 1961 *a*) mirent en doute l'aptitude du jeune veau à utiliser le saccharose. Leurs conclusions pouvaient sembler hâtives, puisqu'elles n'étaient obtenues qu'à partir de la mesure des variations de la glycémie postprandiale ; HUBER et *al.*, (1961 *b*) procédèrent ultérieurement à une mesure directe de la digestibilité du saccharose. Ils trouvèrent un C.U.D. de 57 p. 100 ; toutefois, les veaux utilisés étaient en période de sevrage et âgés de 4 à 5 mois. Ces résultats étaient donc contradictoires ; de plus, le saccharose avait été distribué dans des conditions assez différentes de celles rencontrées dans la pratique (période expérimentale très courte).

Dans le cadre de nos essais sur le remplacement des matières grasses du lait par des glucides (MATHIEU et de TUGNY, 1965 ; MATHIEU et THIVEND, 1968) nous avons étudié l'utilisation digestive et métabolique du saccharose ainsi que ses effets sur la santé des veaux à l'engrais ; la connaissance simultanée de ces différents aspects doit permettre de définir les conditions pratiques de son emploi dans les laits de remplacement.

Pour cela, nous avons distribué à 14 veaux préruminants à l'engrais maintenus en cage à bilan entre les âges de 7 à 91 j, trois laits additionnés de saccharose : un lait à 5 p. 1 000 de matières grasses contenant 69 g de saccharose par kg, et deux laits à 25 p. 1 000 et 35 p. 1 000 de matières grasses additionnés de 23 g de saccharose par kg. Ils ont été distribués en quantités importantes (maximum de 14 kg/j) de façon à obtenir un gain de poids élevé voisin de 1 kg/j. Nous avons mesuré toutes les semaines le coefficient d'utilisation digestive apparent (C.U.D) des principaux constituants de ces laits. Nous avons également essayé d'estimer la composition corporelle des veaux à l'abattage afin de la relier à celle du lait ingéré. Les laits contenant du saccharose ont été comparés à des laits sans saccharose ayant soit la même teneur en matières grasses et par conséquent, un niveau énergétique plus faible, soit une teneur en matières grasses plus élevée et un niveau énergétique semblable. L'étude de ces laits à teneurs en matières grasses différentes a fait l'objet d'une publication précédente (MATHIEU et BARRÉ, 1964).

MATÉRIEL, ET MÉTHODES

Régimes

Les trois laits additionnés de saccharose (tabl. 1) ont été désignés par 2 nombres ; le premier rappelant la teneur en matières grasses et le second la teneur en saccharose. Ils ont donc les dénominations suivantes « 5-69 », « 25-23 » et « 35-23 ». Les deux premiers laits ont une valeur énergétique voisine de celle d'un lait entier à 35 p. 1 000 de matières grasses (700 kcal/kg) et le troisième de celle d'un lait entier à 45 p. 1 000 de matières grasses (770 kcal/kg). Ces trois laits étudiés ont été comparés aux 4 laits sans saccharose désignés suivant le même principe (« 5-0 », « 25-0 », « 35-0 », « 45-0 ») (cf. MATHIEU et BARRÉ, 1964).

Les veaux n'ont consommé que du lait ; ils ont été ainsi maintenus au stade préruminant jusqu'à leur abattage. Ils ont reçu des quantités de lait importantes, du même ordre que celles qui sont habituellement distribuées aux veaux à l'engrais (847 kg de 3 à 13 semaines). Ces quantités ont augmenté avec l'âge de 6 kg/j à 3 semaines jusqu'à un maximum de 14 kg/j à partir de la 10^e semaine.

TABLEAU I

Caractéristiques des laits et quantité consommée

Désignation des laits	Numéro des veaux	Teneur du lait en			Teneur des laits isoénergétiques en matières grasses (g/kg)	Quantité de lait consommé de 3 à 13 semaines
		Matières grasses (g/kg)	Saccharose (g/kg)	Énergie brute ⁽¹⁾ (kcal/kg)		
« 5-69 »	1975	5	69	697	35	
	1976					
	1978					
	1816					
	2950					
2951						
« 25-23 »	1979	25	23	703	35	810,6
	1980					802,9
	1981					830,9
	1982					845,6
« 35-23 »	1971	35	23	770	45	844,9
	1972					714,7
	1973					639,8
	1974					767,9

(¹) Calculée à partir de l'analyse des ingesta en admettant les valeurs calorifiques suivantes : 9,2-5,65 et 4,0 pour les matières grasses, les matières azotées et la fraction glucidique respectivement (d'après BRODY, 1945).

Animaux

Quatorze veaux mâles de race *Normande* ont été achetés à l'âge de 7 j au mois de janvier 1962. A leur arrivée, ils ont été placés dans les cages à bilan décrites par BOCCARD et BOISSAU (1958).

L'essai a débuté après une période d'adaptation de 7 j. Les mesures ont été effectuées pendant 11 semaines consécutives. Les animaux ont été abattus à l'âge de 91 j. Les 6 veaux qui recevaient le lait « 5-69 » sont tous morts au cours de l'expérience ; les mesures de la digestibilité n'ont pu être effectuées que sur un seul d'entre eux pendant 7 semaines.

Les veaux ont été pesés chaque lundi matin avant le premier repas ainsi que le jour de leur abattage.

Aliments

Les trois aliments ont été préparés à partir d'un lait de mélange de taux butyreux supérieur à 35 p. 1 000 ; ce lait provenait de la traite du soir du troupeau de la Station. Une partie du lait était écrémée chaque jour. Par mélange en proportion convenable du lait entier et du lait écrémé, on obtenait un lait à 5, 25 et 35 p. 1 000 de matières grasses.

Le saccharose utilisé était du sucre cristallisé pratiquement pur (0,5 p. 100 d'impuretés) et anhydre (0,5 p. 100 d'eau) ; il a été introduit dans chacun des laits au moment de la distribution. Au cours de la période d'adaptation (veaux âgés de 7 à 14 j) l'introduction du saccharose a été effectuée progressivement à partir du 12^e jour.

Pour compenser l'élimination des vitamines solubles par l'écrémage, nous avons distribué chaque semaine 100 000 UI de vitamine A et 10 000 UI de vitamine D aux veaux qui recevaient le lait « 5-69 », 35 000 UI de vitamine A et 3 500 UI de vitamine D aux veaux qui recevaient le lait « 25-23 ».

Les laits ont été distribués deux fois par jour dans des seaux à une température d'environ 37°C. Les quantités offertes et refusées ont été pesées pour chaque veau à tous les repas.

Mesures et calculs

Les mesures et calculs effectués ont été exposés en détail dans une publication précédente (MATHIEU et BARRÉ, 1964).

Néanmoins, des modifications ont été apportées :

— au cours de l'analyse des échantillons de fèces et de muscles, l'extraction des matières grasses à l'éther de pétrole a été précédée d'une hydrolyse chlorhydrique (6 N).

— nous n'avons pas dosé le saccharose dans les fèces. Pour calculer son coefficient d'utilisation digestive apparent (C.U.D) nous avons considéré d'une part, que la fraction indéterminée des fèces n'était constituée que par des glucides (saccharose + lactose), d'autre part, que le C.U.D. du lactose était constant et égal à 99 p. 100 comme nous l'avions trouvé précédemment (MATHIEU et BARRÉ, 1964).

— des examens nécroptiques, histologiques et bactériologiques ont été effectués sur 3 veaux morts au cours de l'essai.

RÉSULTATS

État sanitaire

Les veaux qui recevaient les laits « 25-23 » et « 35-23 » ont bien toléré leur régime. En revanche, ceux qui consommaient le lait « 5-69 » sont morts respectivement 3 j (2 veaux), 6 j, 8 j, 11 j, et 48 j après le début de l'essai ; trois ont été autopsiés, de nombreux organes présentaient des lésions notamment le foie et les reins (tabl. 2). L'intervention des agents microbiens n'a pas semblé déterminante.

En raison de cette mortalité, les résultats exposés par la suite ne porteront que sur les laits « 25-23 » et « 35-23 ». Nous mentionnerons, à titre indicatif, les quelques observations faites sur les veaux ayant reçu le lait « 5-69 ». Nous avons caractérisé l'état diarrhéique par la teneur des fèces en matière sèche comme dans nos publications antérieures. Tous les veaux se sont trouvés en état permanent de diarrhée pendant tout l'essai (95 p. 100 des jours). Au cours de la période d'adaptation de 7 j, la fréquence des diarrhées a augmenté rapidement (fig. 1).

Quantité de lait ingéré et croissance

Les veaux n'ont pas consommé la totalité du lait offert. Les refus ont été peu importants pour les animaux recevant le lait « 25-23 » et ils ont ingéré des quantités d'aliment sensiblement égales (803 à 846 kg) ; en revanche, ceux recevant le lait « 35-23 » ont fait des refus plus importants et ont ingéré des quantités variables (640 à 845 kg) (tabl. 1).

Néanmoins, les veaux recevant le lait « 25-23 » ont eu des gains de poids vif moyens inférieurs à ceux qui recevaient le lait « 35-23 » (903 g/j contre 990 g/j). Il en a été de même pour les gains de poids des carcasses (599 g/j contre 672 g/j) (tabl. 3).

TABLEAU 2

Examen post-mortem de trois des veaux qui recevaient le lait riche en saccharose « 5-69 »

N° des veaux	État à l'arrivée au laboratoire	Age à la mort (j)	Durée entre le début de l'essai et la mort (j)	Lésions constatées à l'autopsie	Examen bactériologique			Examen histologique
					Identification	Présence dans	Action sur les animaux de laboratoire	
1976	Mort le jour de l'envoi au laboratoire	17	3	Hépatite à surcharge. Congestion et œdème pulmonaire. Myocardite, épaississement des piliers des valvules. Néphrite aigüe. Suffusion hémorragique sur la rate.	<i>Escherichia coli</i>	Différents organes Moelle osseuse Contenu intestinal	Pathogène	Néant
1978	Comateux à l'arrivée au laboratoire	17	3	Carcasse hydrohémique. Pneumonie au niveau du lobe cardiaque gauche. Néphrite.	<i>Escherichia coli</i> Staphylocoque Streptocoque	Contenu intestinal Différents organes Différents organes	Pathogène Coagule le plasma du lapin	<i>Foie</i> : aspect à surcharge glycogénique. <i>Rein</i> : congestion de la zone médullaire et présence dans la lumière des tubes de cylindres granuleux. Il n'y a pas à proprement parler de lésion du parenchyme. <i>Rate</i> : congestion de la pulpe rouge. <i>Surrénale</i> : congestion de la médullaire avec perte des granulations chromaffines. Diminution de la surcharge lipidique du cortex.
2950	Mort dans la nuit précédant l'envoi au laboratoire	29	8	Péritonite. Entérite aigüe. Hépatite à surcharge. Endocardite. Néphrite aigüe. Arthrite des postérieurs.	négatif Streptocoque (du groupe D de Lencefsiek)	Cœur et moelle osseuse Foie et reins		Néant

Les veaux recevant les laits « 25-23 » et « 35-23 » ont eu des gains de poids vif et de carcasse plus élevés (de 8 et 12 p. 100) que ceux qui avaient reçu respectivement les laits « 25-0 » et « 35-0 » (sans saccharose). Ainsi, les veaux recevant le lait « 25-23 » ont eu un gain de poids vif supérieur à celui obtenu avec le lait « 25-0 » (845 g/j) et voisin de celui obtenu avec le lait isoénergétique sans saccharose « 35-0 » (910 g/j) (MATHIEU et BARRÉ, 1964).

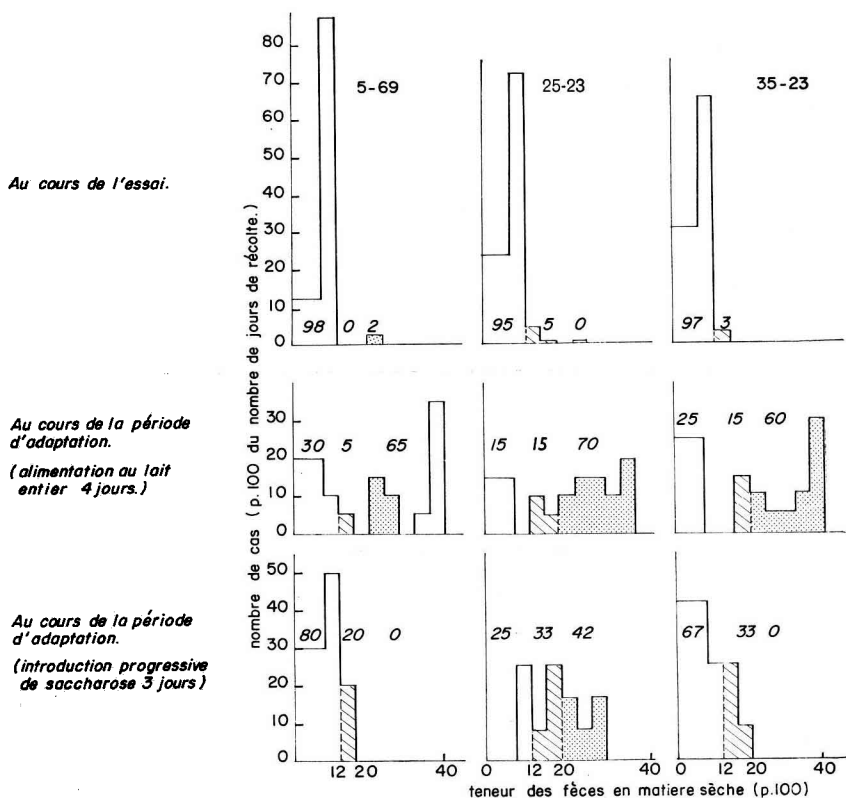


FIG. 1. — Répartition de la teneur en matière sèche des fèces (p. 100 du nombre de jours de récolte)

□ état diarrhéique
 ▨ état relâché
 ▩ état normal

TABEAU 3

Digestibilité des laits, rétention azotée et croissance des veaux (de 21 j à l'abattage à 91 j)

Désignation des laits	Numéro des veaux	Coefficients d'utilisation digestive apparents (p. 100)							Coefficient de rétention de l'azote (p. 100)	Poids à l'abattage (kg)	Gain de poids (g/j)	Poids de carcasse (kg)	Gain de poids de carcasse (g/j)
		Matière sèche	Matière organique	Matières grasses	Fraction glucidique	Saccharose	Azote						
« 5-69 »	1816 (1)	88,1 ± 3,9	88,3 ± 3,9	92,2 ± 1,8	88,4 ± 4,6	80,6 ± 8,0	86,9 ± 3,5	54,6 ± 5,0					
	1979	91,8 ± 2,6	92,0 ± 2,6	97,5 ± 1,6	90,5 ± 2,9	71,4 ± 9,4	90,8 ± 3,9	59,2 ± 6,5	122,5	86,4	81,6	625	
	1980	92,3 ± 1,9	92,4 ± 2,0	97,4 ± 1,9	90,6 ± 2,8	71,6 ± 9,0	92,5 ± 2,0	67,3 ± 7,9	122,0	961	78,2	643	
	1981	94,1 ± 1,6	94,2 ± 1,5	96,6 ± 2,0	94,7 ± 1,4	85,0 ± 4,5	91,1 ± 4,0	62,4 ± 9,0	108,0	86,4	66,6	543	
	1982	90,5 ± 3,8	90,5 ± 3,9	97,0 ± 1,9	88,7 ± 4,7	65,4 ± 15,1	89,6 ± 5,2	66,6 ± 7,3	122,5	922	76,0	587	
	Moyenne	92,2	92,3	97,1	91,1	73,4	91,0	63,9		903 (± 48)		599 (± 49)	
« 25-23 »	1971	90,4 ± 2,3	90,5 ± 2,2	97,5 ± 1,0	87,3 ± 2,9	60,1 ± 5,0	91,1 ± 2,8	65,8 ± 8,7	143,0	1 123	92,2	758	
	1972	90,5 ± 1,9	90,7 ± 2,0	95,6 ± 4,4	89,4 ± 4,8	68,2 ± 15,0	88,0 ± 4,5	68,9 ± 8,9	116,5	929	74,6	620	
	1973	92,4 ± 1,4	92,5 ± 1,3	95,9 ± 3,8	91,5 ± 2,9	74,8 ± 9,4	91,0 ± 3,2	69,7 ± 7,2	107,0	857	70,0	591	
	1974	90,8 ± 1,7	91,0 ± 1,6	94,6 ± 3,9	89,9 ± 1,7	69,7 ± 5,5	89,5 ± 2,3	71,5 ± 7,6	129,0	1 052	84,0	718	
	Moyenne	91,0	91,2	95,9	89,6	68,2	89,9	69,0		990 (± 120)		672 (± 78)	

(1) Moyenne de 7 périodes.

Digestibilité

Le C.U.D. moyen de la matière organique (mesuré sur 11 périodes) des laits contenant du saccharose a été élevé, $92,3 \pm 1,5$ pour le lait « 25-23 » et $91,2 \pm 0,9$ pour le lait « 35-23 » (différence non significative). Mesuré sur 7 périodes seulement, il a été de $88,3 \pm 3,9$ pour le lait « 5-69 ».

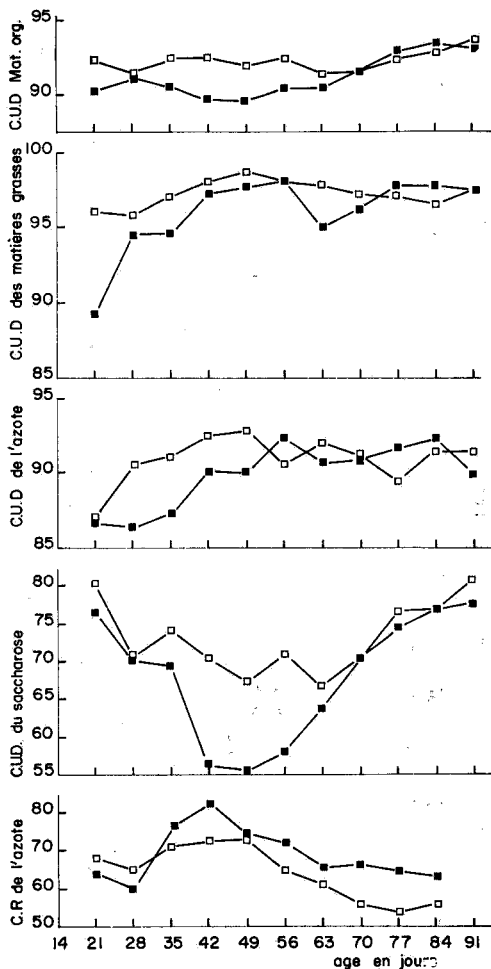


FIG. 2. — Évolution des coefficients d'utilisation digestive et du coefficient de rétention de l'azote avec l'âge

□—□ : lait « 25-23 »
 ■—■ : lait « 35-23 »

La digestibilité de la matière organique n'a pas évolué avec l'âge ; les C.U.D. hebdomadaires ont été peu différents des moyennes individuelles comme le montrent les écarts-types (tabl. 3).

Les C.U.D. des matières grasses et de l'azote ont été semblables pour les trois laits « 5-69 », « 25-23 » et « 35-23 », ils ont augmenté pendant les cinq premières semaines (fig. 2) puis se sont stabilisés ensuite. Le C.U.D. de la fraction glucidique (lactose + saccharose) a été sensiblement le même : 88,4, 91,1 et 89,6 respectivement pour les laits « 5-69 », « 25-23 » et « 35-23 ».

Le C.U.D du saccharose (calculé par différence) a été plus élevé pour le lait « 5-69 » (80,6) que pour les laits « 25-23 » (73,4) et « 35-23 » (68,2) ; il a été parfois très différent entre veaux. Il a eu tendance à diminuer pendant les 5 premières semaines puis à croître par la suite, surtout dans le cas du lait « 35-23 » (fig. 2) ; notons que la totalité de la variation se trouve reportée uniquement sur le saccharose puisque nous avons considéré que la digestibilité du lactose était constante. Le saccharose est donc digestible en grande partie, mais pas en totalité.

Par suite, les laits contenant du saccharose ont été moins digestibles que les laits isoénergétiques sans saccharose étudiés précédemment. Ainsi le C.U.D. de l'azote a été plus faible pour les laits avec saccharose : 91,0 et 89,9 pour les laits « 25-23 » et « 35-23 » contre 98,9 et 98,1 pour les laits « 35-0 » et « 45-0 ». Le saccharose introduit dans du lait diminue donc la digestibilité de ce lait non seulement parce qu'il est lui-même moins digestible, mais encore parce qu'il réduit la digestibilité des autres constituants du lait et en particulier celle de l'azote.

Efficacité alimentaire

L'efficacité alimentaire du lait « 25-23 » a été inférieure à celle du lait « 35-23 » (tabl. 4). Les quantités de matières organiques ingérées (I) et de matières organiques apparemment digestibles (I-Ef) par kg de poids vif ont été significativement plus élevées avec le lait « 25-23 » qu'avec le lait « 35-23 » (1,55 contre 1,36 et 1,43 contre 1,24) ; il en a été de même pour l'énergie de l'azote.

L'efficacité alimentaire des laits contenant du saccharose a été voisine de celle des laits isoénergétiques sans saccharose.

Excreta et bilan d'eau

La teneur en matière sèche des fèces a été presque constamment inférieure à 12 p. 100 (fig. 1). L'eau fécale représente 12,0 à 17,0 p. 100 de l'eau ingérée, pour les laits « 25-23 » et « 35-23 » et 24,0 p. 100 pour le lait « 5-69 » ; le pourcentage d'eau urinaire est de 40,0 et 36,8 pour les laits « 25-23 » et « 35-23 », mais il n'est que de 17,2 p. 100 pour le lait « 5-69 ». L'augmentation d'excrétion d'eau fécale a été compensée par une diminution de quantité d'urine émise de telle sorte que l'eau retenue a été supérieure pour le lait « 5-69 » (58,8 p. 100) par rapport aux laits « 25-23 » (48,0 p. 100) et « 35-23 » (46,7 p. 100) (fig. 3).

Les animaux recevant du saccharose ont excrété dans leurs fèces 10 à 13 fois plus de matière fraîche, 10 à 15 fois plus d'eau et 4 à 5 fois plus de matière sèche que les veaux recevant le lait entier isoénergétique correspondant. L'eau fécale excrétée par rapport à l'eau ingérée a été de 12 à 24 p. 100 alors qu'elle n'est que de 1 à 2 p. 100

TABLEAU 4
Efficacité alimentaire

Désignation des laits		Quantité ingérée I par kg de gain	Quantité absorbée I — Ef par kg de gain	Quantité retenue I — (Ef + Eu) par kg de gain
« 25-23 »	Matière organique (kg/kg de gain).....	1,553 ± 0,094	1,434 ± 0,099	
	Énergie (kcal/kg de gain)	8 339 ± 503	7 764 ± 473	
	Azote (g/kg de gain) ...	58,5	53,3	32,2
	Matières grasses (g/kg de gain).....	290	282	
« 35-23 »	Matière organique (kg/kg de gain).....	1,360 ± 0,026	1,242 ± 0,023	
	Énergie (kcal/kg de gain)	7 496 ± 252	6 914 ± 241	
	Azote (g/kg de gain) ...	47,4	42,8	29,2
	Matières grasses (g/kg de gain).....	333	321	

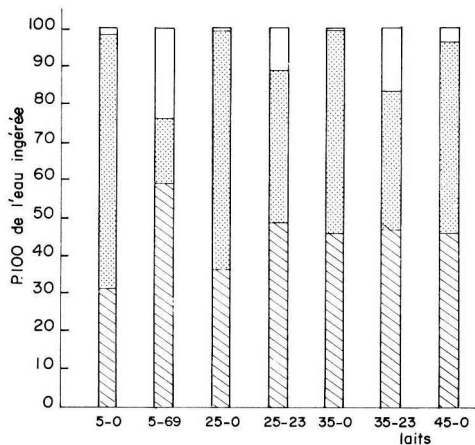


FIG. 3. — Excrétion de l'eau dans les fèces et dans l'urine (p. 100 de l'eau ingérée)

- eau éliminée dans les fèces
- eau ingérée — eau éliminée dans les fèces et l'urine
- eau éliminée dans l'urine

pour les veaux qui ont reçu le lait sans saccharose. En revanche, l'eau urinaire constituée 17,2 à 40,0 p. 100 de l'eau ingérée dans le premier cas tandis qu'elle représente 51,0 à 67,3 p. 100 dans le second.

Rétention azotée

La rétention azotée a évolué avec l'âge ; elle a augmenté rapidement pendant les premières périodes, puis a commencé à décroître à partir de la 5^e et 6^e période (veaux âgés de 49 à 56 j) (fig. 2). Cette évolution a été analogue à celle observée dans les cas des veaux consommant du lait sans saccharose.

Les coefficients de rétention azotée ont été en moyenne moins importants avec le lait « 25-23 » qu'avec le lait « 35-23 » (63,9 contre 69,0 p. 100) ; cela s'explique par la valeur énergétique plus faible du lait « 25-23 ». Le coefficient de rétention azotée du lait « 25-23 » a été très voisin de celui du lait « 35-0 » isoénergétique sans saccharose (64,6 p. 100) mais celui du lait « 35-23 » a été plus élevé. L'introduction d'énergie sous forme de glucide dans le lait entier a donc permis une augmentation de l'utilisation métabolique de l'azote.

Glycémie et glycosurie

La glycémie postprandiale a toujours été plus importante que celle mesurée au moment des repas (tabl. 5) ; très voisine avant les repas pour les 3 laits « 5-69 »,

TABLEAU 5
Glycémie et glycosurie

Désignation des laits	Teneur du sang en sucres réducteurs (g/l)			
	1 ^{er} repas	2 heures après	2 ^e repas	2 heures après
« 5-69 »	0,73 ± 0,10	1,29 ± 0,25	0,74 ± 0,09	1,34 ± 0,21
« 25-23 »	0,66 ± 0,08	0,96 ± 0,17	0,75 ± 0,14	1,16 ± 0,31
« 35-23 »	0,77 ± 0,09	1,01 ± 0,24	0,86 ± 0,10	1,14 ± 0,24

Désignation des laits	Teneur de l'urine en sucres réducteurs		
	g/l	g/j	Excrété p. 100 de l'ingéré
« 5-69 »	4,9	5,7	0,51
« 25-23 »	2,1	5,8	0,72
« 35-23 »	2,5	7,5	1,04

« 25-23 », « 35-23 », elle a été plus élevée 2 heures après pour le lait « 5-69 » (1,29 et 1,34) que pour les laits « 25-23 » et « 35-23 » (0,96, 1,16, 1,01 et 1,14) mais aucune de ces valeurs n'a été significativement différente.

L'augmentation de la glycémie des veaux recevant le lait « 5-69 » a été comparable à celle des veaux recevant le lait entier sans saccharose (« 35-0 »). Celle des veaux recevant le lait « 25-23 » et « 35-23 » a été plus faible.

La glycosurie a été de 4,3, 2,5 et 2,1 g/l respectivement pour les laits « 5-69 », « 25-23 » et « 35-23 » ; mais les quantités de sucres réducteurs excrétés ont été faibles (5,7, 5,8 et 7,5 g/j), et n'ont représenté au maximum que 1 p. 100 de la quantité de sucres réducteurs ingérés.

Néanmoins, la glycosurie a été supérieure à celle observée avec les laits sans saccharose (0,7 g de sucres réducteurs par litre d'urine pour les veaux recevant du lait entier « 35-0 » soit 2,9 g/j correspondant à 0,55 p. 100 des sucres réducteurs ingérés).

Carcasse et composition des muscles

L'état d'engraissement des veaux a été inférieur à celui des animaux recevant des laits isoénergétiques sans saccharose, mais la conformation des carcasses a été meilleure. Il faut rapprocher cette dernière observation de la teneur en eau des muscles qui a été supérieure chez les animaux recevant le saccharose (76,0 et 76,6 contre 74,3 à 75,1 p. 100 pour la bavette de flanchet).

La valeur bouchère des carcasses des veaux recevant le lait « 35-23 » a été légèrement supérieure à celle des veaux recevant le lait « 25-23 ». Les rendements ont été supérieurs (tabl. 6), ainsi que l'état d'engraissement ; mais dans tous les cas, les carcasses étaient de valeur moyenne et n'ont pas été classées en qualité extra.

TABLEAU 6

Rendement et composition de différents muscles

Désignation des laits	Rendement commercial (p. 100)	Rendement vrai (p. 100)	Teneur en eau (p. 100 du tissu frais)				Matières grasses (p. 100 de la matière sèche)			
			Bavette	Filet mignon	Onglet	Hampe	Bavette	Filet mignon	Onglet	Hampe
« 25-23 »	63,6	66,0	76,0	76,3	75,4	75,4	6,3	7,2	13,9	15,8
« 35-23 »	64,8	66,8	76,6	76,3	75,9	75,0	6,1	8,8	16,9	19,5

DISCUSSION

1. Nous avons montré au cours de cet essai que la digestibilité du saccharose, distribué à raison de 23 g/kg de lait, est de l'ordre de 70 p. 100. Elle est plus élevée lorsque la quantité de saccharose ingérée augmente (C.U.D de 80 p. 100 pour 69 g de saccharose par kg de lait). Les valeurs des C.U.D que nous avons obtenues sont comprises entre celles d'HUBER *et al.* (1961 *b*) (57 p. 100) et de WALLACE, LOOSLI et TURK (1951) (89 p. 100) ⁽¹⁾. On doit appliquer à la méthode que nous avons utilisée

(1) Cette valeur a été obtenue en appliquant notre méthode de calcul aux chiffres publiés par ces auteurs

pour calculer le C.U.D du saccharose, les mêmes restrictions que celles que nous avons faites lors de l'étude de l'utilisation digestive de l'amidon (MATHIEU et THIVEND, 1968). En particulier, la présence d'une grande quantité de saccharose dans l'aliment a pu diminuer le C.U.D du lactose que nous avons fixé à 99 p. 100 ; par conséquent, la valeur exacte du C.U.D du saccharose est sans doute légèrement supérieure à celle que nous avons calculée. Le dosage du saccharose dans les fèces sèches s'est avéré trop imprécis, par suite de la transformation, sous l'action de la chaleur, d'une partie du sucre en dérivés furfuriques (caramélisation) ; il eût fallu doser le saccharose dans les fèces fraîches mais le nombre important d'animaux et de prélèvements ne nous a pas permis de le faire.

La digestibilité de l'azote des laits contenant du saccharose a été dans l'ensemble plus faible que celle des mêmes constituants d'un lait écrémé correspondant (MATHIEU et BARRÉ, 1964). Nous avons observé un phénomène identique en étudiant le remplacement d'une partie des matières grasses du lait par du glucose ou par de l'amidon (MATHIEU et de TUGNY, 1965 ; MATHIEU et THIVEND, 1968). La présence d'une quantité trop importante de glucides dans l'intestin peut entraîner une diminution de la digestibilité de l'azote, soit par augmentation de l'excrétion fécale endogène, soit par une transformation des protéines du lait en azote microbien moins bien absorbé par l'intestin, soit aussi par une diminution de l'absorption des produits terminaux de la digestion, consécutive à l'accélération du transit intestinal provoquée par la diarrhée.

Ces essais ne nous renseignent pas sur les mécanismes de la digestion du saccharose, mais ils confirment ceux de DOLLAR et PORTER (1957, 1959), d'HUBER et *al.* (1958, 1961 *c*), de MORRILL, et *al.* (1965). Ces auteurs n'ont jamais signalé chez le veau une augmentation de la glycémie postprandiale à la suite d'un repas de saccharose. En outre, DOLLAR et PORTER (1959), HUBER et *al.* (1961 *c*) et plus récemment CAPDEVILLE et *al.* (1967) n'ont jamais mis en évidence une invertase intestinale. Néanmoins, le C.U.D relativement élevé du saccharose peut difficilement s'expliquer sans la présence de cet enzyme qu'il soit d'origine endogène ou microbienne. D'ailleurs, l'augmentation de la glycémie observée avec le lait « 5-69 » permet de supposer que le saccharose est absorbé sous forme de glucose et de fructose, ce qui implique l'action d'une invertase. La flore intestinale joue certainement un rôle important dans la dégradation du saccharose (HUBER et *al.*, 1961 *c* ; XENOULIS et *al.*, 1967).

2. La teneur en sucres réducteurs de l'urine a été peu élevée (1 p. 100 du saccharose ingéré quotidiennement). En conséquence, les produits d'hydrolyse du saccharose ont été très bien métabolisés par les veaux.

Le gain de poids des veaux recevant du saccharose a été au moins égal à celui des animaux nourris avec un lait entier isoénergétique et, si la carcasse et les muscles ont été moins gras, la teneur en eau des muscles a été plus élevée. Cette rétention d'eau plus importante est confirmée par les différents résultats obtenus. Mentionnons également la bonne conformation de la carcasse qui pourrait être un corollaire de cette rétention d'eau importante. D'ailleurs, l'introduction de sucre dans le lait distribué aux veaux quelques semaines avant leur abattage est une pratique utilisée par les éleveurs dans le but d'améliorer en particulier la présentation de la carcasse.

3. Le saccharose est assez mal toléré par le veau. Introduit en quantité importante (69 g/kg soit 40 p. 100 de la matière sèche du lait), il a entraîné rapidement la

mort de tous les animaux recevant cet aliment. L'examen histologique a révélé des lésions provoquées par des troubles d'origine métabolique, sans qu'il y ait intervention d'agents microbiens pathogènes. On peut relier ces phénomènes (endocardite, hypertrophie lipidique du foie, néphrite) aux déviations métaboliques que l'on observe chez le rat recevant un régime riche en saccharose et qui se traduisent par une augmentation de la teneur en matières grasses du foie et du taux de cholestérol sanguin (REUSSNER, ANDROS et THIESSEN, 1963 ; ALLEN et LEAHY, 1966).

Quelle qu'ait été la quantité de saccharose ajoutée au lait, la diarrhée a été permanente et s'est manifestée dès les premiers repas. HUBER et *al.* (1961 *a* et *b*) ont également signalé cette action laxative du saccharose ingéré en solution, dans l'eau ou dans du lait. VELU, KENDALL et GARDNER (1963) ont aussi observé chez les veaux, des troubles diarrhéiques qui apparaissent moins de deux heures après l'ingestion de saccharose en solution aqueuse. Cette brusque apparition de la diarrhée semble confirmer l'hypothèse d'une action hypertonique du saccharose dans l'intestin (LUST, 1947) ; les effets hydragogues ainsi provoqués seraient ultérieurement amplifiés par la prolifération d'une microflore intestinale d'un type particulier (HARTMAN, MORRILL et JACOBSON, 1965) avec formation de produits terminaux (acides lactique et acétique) pouvant être à l'origine des diarrhées (WEIJERS et VAN DE KAMMER, 1965).

En conclusion, malgré quelques aspects positifs (croissance, conformation) apportés par l'introduction du saccharose dans le lait, les accidents et la diarrhée permanente qu'il provoque ne permettent de l'utiliser qu'en très faible quantité dans les aliments d'allaitement.

Reçu pour publication en mai 1968.

SUMMARY

DIGESTION OF FEEDS BY THE PRERUMINANT CALF.

IV. — REPLACEMENT OF THE LIPIDS OF MILK BY SACCHAROSE

The object of this work was to study, in the preruminant fattening calf, the digestive utilisation of saccharose introduced into a partly or completely skimmed milk. Three milks were studied. Two milks equal in energy value to milk with 3.5 per cent [fat] (700 kcal) had 69 and 23 g saccharose, with respective fat contents of 5 and 25 g per kg. The third milk was equal in energy to milk with 4.5 per cent (770 kcal) had 25 g saccharose and 35 g fat per kg. They correspond to the following denominations : « 5-69 », « 25-23 » and « 35-23 ».

Fourteen male *Norman* calves were used. They were maintained in metabolism cages from 7 days of age until slaughter at 91 days. They received large amounts of milk comparable to those usually given to fattening calves (up to 14 kg per day). Each week apparent digestibility of the proximate constituents of the milk, retention of nitrogen, blood sugar after feeding and sugar in urine were estimated and growth was recorded.

1. The calves given the milk with large amounts of saccharose (milk « 5-69 ») soon died (table 2). Those given milks « 25-23 » and « 35-23 » had constant diarrhoea (fig. 1).

2. The calves did not take all the milk offered to them ; nevertheless their gain in weight was satisfactory. Gain was greater for the calves given milk « 35-23 » (table 3).

3. Digestibility of the milks was very high (table 3). That of saccharose, calculated by difference, was higher for milk « 5-69 » (80.6) than for milk « 25-23 » (73.4) and « 35-23 » (68.2). Thus saccharose was highly, but not completely digestible.

4. Dry matter content of faeces was almost constantly below 12 per cent. The large excretion of water in faeces was compensated for by the small volume of urine eliminated, in such a way that water retained was high (fig. 3).

5. The percentage retention of nitrogen was high and comparable to that obtained with whole milk (table 3). The introduction of saccharose into the latter even allowed an increase in the percentage retention of nitrogen (69.0 against 64.6).

6. Blood sugar after feeding and sugar in urine were more for milk « 5-69 » than for milks « 25-23 » and « 35-23 » (table 5).

7. In conclusion, saccharose was badly tolerated by calves and only very small amounts should be included in milk substitutes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEN R. J. L., LEAHY S. S., 1966. Some effects of dietary dextrose, fructose, liquid glucose and sucrose in the adult male rat. *Br. J. Nutr.*, **20**, 339-347.
- BOCCARD R., BOISSAU J. M., 1958. Modèle d'une cage à digestibilité pour petits ruminants. *Ann. Zootech.*, **7**, 89-96.
- BRODY S., 1945. *Bioenergetics and Growth*. Rainhold Publishing Corporation, New York.
- CAPDEVILLE Y., FREZAL J., JOS J., REY J., LAMY M., 1967. Culture de tissu intestinal. Étude de la différenciation cellulaire et des activités disaccharasiques. *C. R. Acad. Sci., Paris*, **264**, 519-521.
- DOLLAR A. M., PORTER J. W. G., 1957. Utilization of carbohydrates by the young calf. *Nature.*, **179**, 1299-1300.
- DOLLAR A. M., et PORTER J. W. G., 1959. Some aspects of carbohydrates utilization by young calf. *Proc. 15th Intern. Dairy Congr.*, **1**, 185-189.
- HARTMAN P. A., MORRILL J. L., JACOBSON N. L., 1966. Influence of diet and age on bacterial counts of ileal digesta and feces obtained from young calves. *Appl. Micro. Biol.*, **14**, 70-73.
- HUBER J. T., HARTMAN P. A., JACOBSON N. L., ALLEN R. S., 1958. Digestive enzyme activity in the young calf. *J. Dairy Sci.*, **41**, 743.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., MCGILLIARD A. D., ALLEN R. S., 1961 a. Utilization of carbohydrates introduced directly into the omaso-abomasal area of the stomach of cattle of various ages. *J. Dairy Sci.*, **44**, 321-330.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., MCGILLIARD A. D., MORRILL J. L., ALLEN R. S., 1961 b. Digestibilities and diurnal excretion patterns of several carbohydrates fed to calves by nipple pail. *J. Dairy Sci.*, **44**, 1484-1493.
- HUBER J. T., JACOBSON N. L., ALLEN R. S., HARTMAN P. A., 1961 c. Digestive enzyme activities in the young calf. *J. Dairy Sci.*, **44**, 1494-1501.
- LUST M., 1947. *Traité de diététique du nourrisson*. 1 vol. 539 p. Éd. Masson, Paris.
- MALPEAUX L., 1907. Le lait écrémé dans l'engraissement et l'élevage des veaux. *C. R. du 11^{ème} congr. Soc. Alim. Rationnelle du bétail.*, 1-10.
- MORRILL J. L., JACOBSON N. L., MCGILLIARD A. D., HOTCHKISS D. K., 1965. Use of a re-entrant ileal fistula to study carbohydrate. Utilization by the young bovine. *J. Nutr.*, **85**, 429-437.
- MATHIEU C.-M., BARRÉ P.-E., 1964. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. I. — Utilisation des laits entiers ou partiellement écrémés. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **4**, 403-422.
- MATHIEU C.-M., de TUGNY H., 1965. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. II. — Remplacement des matières grasses du lait par du glucose. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **5**, 21-29.
- MATHIEU C.-M., THIVEND P., 1968. Digestion et utilisation des aliments par le veau préruminant à l'engrais. III. — Remplacement des matières grasses du lait par différents amidons. *Ann. Biol. Anim. Bioch. Biophys.*, **8**, 249-271.
- OKAMOTO M., THOMAS J. W., JOHNSON T. L., 1959. Utilization of various carbohydrates by young calves. *J. Dairy Sci.*, **42**, 920.
- REUSSNER G., ANDROS J., THIESSEN R., 1963. Studies on the utilization of various starches and sugars in the rat. *J. Nutr.*, **80**, 291-298.
- VELU J. G., KENDALL K. A., GARDNER K. E., 1960. Utilization of various sugars by the young dairy calf. *J. Dairy Sci.*, **43**, 546-553.
- WALLACE M. D., LOOSLI J. K., TURK K. L., 1951. Substitutes for fluid milk in feeding dairy calves. *J. Dairy Sci.*, **34**, 256-264.
- WEIJERS H. A., VAN de KAMER., 1965. Alteration of intestinal bacterial flora as a cause of diarrhoea. *Nutr. Abstr. Rev.*, **35**, 591-604.
- XENOULIS P. K., JACOBSON N. L., YOUNG J. W., MCGILLIARD A. D., ALLEN R. S., 1967. Digestion and metabolism of sucrose in young milk fed calves. *J. Anim. Sci.*, **26**, 933.