

ALIMENTATION DES VACHES LAITIÈRES AVEC DES RATIONS A FORTE PROPORTION D'ALIMENTS CONCENTRÉS

I. — QUANTITÉS INGÉRÉES ET PRODUCTION LAITIÈRE

B. RÉMOND et M. JOURNET

avec la collaboration technique de Louise TOULLEC et B. MARQUIS

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

RÉSUMÉ

Vingt-quatre vaches en lactation, de race *frisonne*, ont reçu à volonté un foin et un aliment concentré. Nous avons comparé 2 foins présentés sous forme normale, l'un de fléole (groupe fléole) et l'autre de luzerne (groupe luzerne), et 3 aliments concentrés condensés : orge + minéraux, orge + tourteaux + minéraux et orge + urée + minéraux, différant par la teneur en matières azotées (respectivement 12,6 p. 100 pour le premier aliment concentré, et 20,7 p. 100 et 21,0 p. 100 pour les deux autres) et la nature du complément azoté (tourteaux et urée).

Les animaux ont de beaucoup préféré l'aliment concentré au foin, puisque en moyenne ils en ont ingéré 11,9 kg et 11,4 kg (respectivement pour les groupes fléole et luzerne) contre 1,6 kg et 2,2 kg de foin. L'orge + tourteaux et l'orge + urée ont été mieux ingérés que l'orge d'environ 2 kg ; les deux groupes d'animaux ont ingéré environ 14,2 kg de matière sèche totale quand ils recevaient l'orge + tourteaux ou l'orge + urée et 12,2 kg et 12,4 kg (respectivement pour les groupes fléole et luzerne) lorsqu'ils recevaient l'orge.

On a enregistré 48 indigestions au cours de l'expérience.

Malgré une suralimentation énergétique importante, la quantité de lait produite a diminué de façon anormalement rapide (14,9 p. 100 par mois). La teneur du lait en matières grasses n'a jamais dépassé 28 g p. 1 000 au cours des périodes expérimentales ; la teneur du lait en matières azotées a augmenté de 6 g p. 1 000 au cours de l'expérience et le poids vif des animaux d'environ 800 g/j. On a aussi observé une modification de la composition des acides gras des lipides du lait : les pourcentages des acides gras courts et de l'acide stéarique ont diminué, ceux des acides palmitique et palmitoléique ont augmenté.

La teneur du plasma en acides gras libres a été faible (inférieure à 200 μ équivalents par l) ; celle du sang en glucose a été normale.

Les causes et les mécanismes de l'importante déviation du métabolisme lipidique sont analysés dans la discussion.

INTRODUCTION

La proportion d'aliments concentrés dans le régime des vaches laitières augmente avec le niveau de production de lait ; même lorsqu'elle est de l'ordre de 50 p. 100 au début de la lactation, les vaches fortes productrices sont souvent sous-alimentées ; il est donc intéressant d'expérimenter des rations encore plus riches en aliments concentrés qui couvriraient mieux les besoins. Il pourrait d'autre part devenir avantageux de composer des régimes comportant des quantités importantes d'aliments concentrés, en raison des facilités de production et de distribution des céréales, comparativement aux fourrages.

L'utilisation de ce type de régime pose certains problèmes techniques : il faut, en particulier, connaître les variations d'appétit des animaux quand la proportion des aliments concentrés dans la ration s'accroît, l'utilisation de l'énergie ingérée pour la production du lait et enfin les conditions et les limites d'utilisation de tels régimes pour éviter les troubles digestifs et les déviations métaboliques.

L'étude des régimes à proportion élevée d'aliments concentrés pour les vaches laitières a été abordée de différentes façons. Certains auteurs ont comparé des rations qui ne différaient que par le rapport foin/aliment concentré ; elles étaient distribuées soit à volonté (RONNING et LABEN, 1966 ; FLATT *et al.*, 1969), soit selon les besoins des animaux (ELLIOT et LOOSLI, 1959 ; HINDERS et OWEN, 1963). Pour augmenter la proportion d'aliments concentrés dans la ration, HUBER et BOMAN (1966) ont accru les quantités d'aliments concentrés distribuées ; d'autres auteurs (BROWN *et al.*, 1962 ; BELL *et al.*, 1963 ; BISHOP *et al.*, 1963 ; YAMDAGNI *et al.*, 1967) ont limité la quantité de fourrage offerte et ont augmenté la quantité d'aliment concentré offerte. Enfin, HOOVEN et PLOWMAN (1963), OLSON *et al.*, (1965 et 1966) ont offert à volonté à la fois le fourrage et l'aliment concentré. Dans ces expériences, qui ont toutes été réalisées aux U. S. A., l'aliment concentré était généralement constitué en majeure partie de maïs avec sa rafle, de maïs-grain ou d'orge. Il était présenté sous forme broyée, seul (ELLIOT et LOOSLI, 1959 ; OLSON *et al.*, 1965) ou en mélange avec le foin (RONNING et LABEN, 1966), ou, en comparaison, sous forme broyée ou condensée (BISHOP *et al.*, 1963 ; HAWKINS *et al.*, 1963 ; JORGENSEN et SCHULTZ, 1965). Du fait de la multiplicité des conditions expérimentales, les résultats ne sont pas toujours très concordants. La quantité totale de matière sèche ingérée semble diminuer quand le pourcentage d'aliments dépasse un certain seuil (KESLER et SPAHR, 1963 ; JORGENSEN et SCHULTZ, 1965). Cependant, OLSON *et al.*, (1965 et 1966) ont enregistré des niveaux d'ingestion très élevés (3,5 kg/100 kg de poids vif) avec des rations dans lesquelles le pourcentage d'aliments concentrés était supérieur à 75 p. 100. La distribution de quantités importantes d'aliments concentrés a, dans la plupart des cas, un effet favorable ou nul sur la production de lait selon les expériences (cf. revue de KESLER et SPAHR, 1963), mais JORGENSEN et SCHULTZ (1965) ont signalé une diminution plus rapide de la production laitière. La teneur du lait en matières grasses diminue quand le pourcentage d'aliments concentrés est élevé, mais cette diminution varie avec la race des animaux (OPSTVEDT et RONNING, 1967) et le régime (cf. revue de WARNER, 1965).

Dans cet essai, nous avons étudié l'influence sur le comportement alimentaire, la production et la composition du lait, d'un régime constitué de foin normal et d'ali-

ment concentré condensé, offerts tous deux à volonté et en permanence. Nous avons comparé deux foins, l'un de fléole et l'autre de luzerne, et trois aliments concentrés différant par le taux d'azote et la nature du complément azoté : orge, orge + tourteaux et orge + urée. Dans un autre essai, nous avons étudié la digestion dans le rumen de ces régimes ; les résultats font l'objet d'une autre publication.

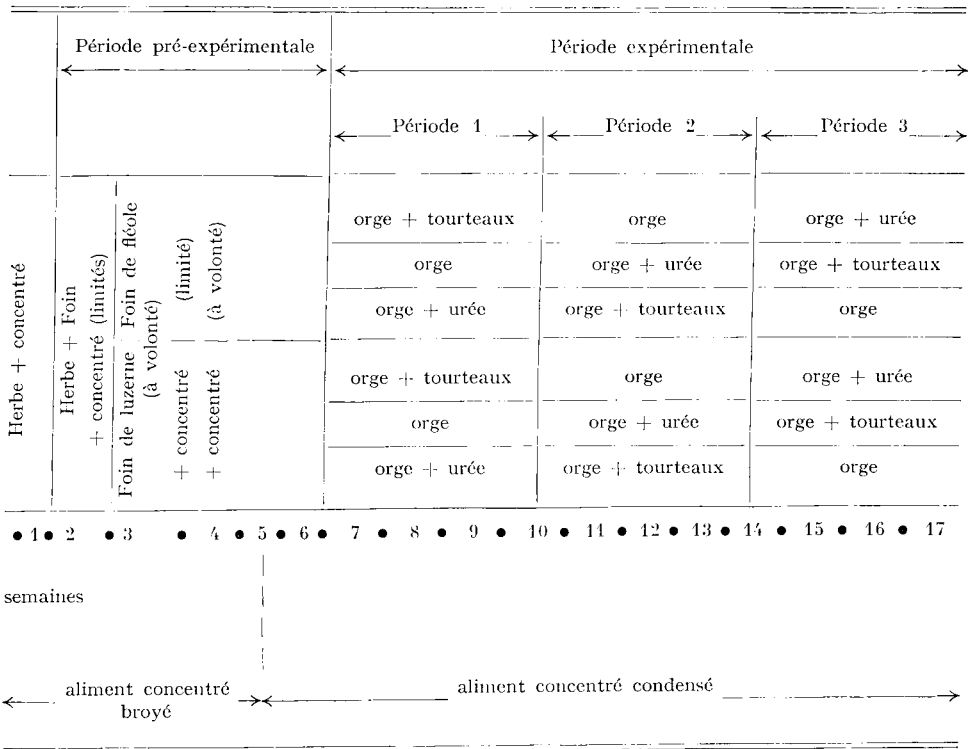
MATÉRIEL ET MÉTHODES

Dispositif expérimental

L'expérience a eu lieu du 27 juin au 22 octobre 1966 (16 semaines) ; elle s'est divisée en 2 périodes : une période pré-expérimentale de 5 semaines, au cours de laquelle les animaux ont été mis en régime, et une période expérimentale de 11 semaines ; cette dernière était elle-même composée de 3 sous-périodes qu'on appellera périodes 1, 2 et 3 dans la suite de l'exposé (tabl. 1).

TABLÉAU I

Schéma de l'expérience



Les 24 vaches *Frissonnes* utilisées étaient au pâturage avant l'expérience. Elles sont passées du régime d'herbe au régime de foin + aliment concentré au cours de la première semaine de la période pré-expérimentale. A la fin de cette première semaine, elles ont été réparties sur la base de leur production laitière, numéro et stade de lactation, en 2 groupes de 12 vaches qui ont reçu

les unes du foin de fléole et les autres du foin de luzerne (« groupe fléole » et « groupe luzerne »). Pendant les 4 semaines suivantes, un aliment concentré à base d'orge et de tourteaux a été distribué d'abord en quantité croissante (pendant 1 semaine), puis à volonté. Il a été distribué d'abord broyé pendant 2 semaines et demie, puis aggloméré pendant une semaine et demie. A la fin de la période pré-expérimentale, les animaux de chaque groupe ont été répartis en 3 lots de 4 et traités suivant un carré latin 3×3 pour étudier l'influence des 3 aliments concentrés : orge, orge + tourteaux, et orge + urée. Dans l'exposé, on désignera les semaines par un numéro, le numéro 1 étant affecté à la dernière semaine pendant laquelle les animaux étaient au pâturage.

Les animaux et leur alimentation

Les 24 vaches utilisées étaient en moyenne à leur 138^e jour de lactation au début de l'expérience et pesaient 560 kg. Dix d'entre elles étaient en première lactation et cinq en seconde. Elles étaient sur une litière de paille, en stabulation entravée toute la journée, sauf de 11 h 30 à 15 h où elles avaient accès à une aire extérieure de promenade. Elles étaient alimentées individuellement et à volonté ; le pourcentage de refus de chaque aliment était fixé à environ 15 p. 100. L'aliment concentré était distribué à 8 h et 16 h, et le foin à 10 h et 18 h 30. Les aliments concentrés avaient été broyés grossièrement dans un broyeur à marteaux et agglomérés, sauf celui qui était distribué au début de la période pré-expérimentale et qui n'était que broyé. Les deux aliments orge + tourteaux, l'un distribué pendant la période pré-expérimentale, l'autre pendant la période expérimentale, avaient la même composition ; d'autre part, l'orge + tourteaux et l'orge + urée avaient la même teneur en azote (tabl. 2). Les foins de luzerne et de fléole avaient été récoltés à la floraison du premier cycle et étaient distribués sous forme normale. Leurs coefficients d'utilisation digestive mesurés avec 4 moutons étaient respectivement de 57,2 p. 100 et 59,4 p. 100 pour la matière organique.

TABLEAU 2

Composition des aliments

	Orge	Orge + tourteaux	Orge + urée	Foin de luzerne	Foin de fléole
<i>Ingrédients</i>					
(en p. 100 de la MS)					
Orge	98,6	77,8	96		
Tourteau d'arachide		10,4			
Tourteau de soja		10,4			
Urée			2,6		
Complément minéral	1,4	1,4	1,4		
<i>Composition chimique</i>					
(en p. 100 de la MS)					
Matière organique	95,9	95,9	95,8	91,1	93,5
MA totales (N \times 6,25)...	12,6	20,7	21,0	10,6	8,2
Cellulose brute	4,6	4,3	5,5	36,4	35,1

Mesures

Voici les différentes mesures qui ont été effectuées :

- poids de chaque aliment offert et refusé : chaque jour sauf le dimanche ;
- teneur en matière sèche des aliments distribués et refusés : tous les deux jours pour chaque foin et chaque aliment concentré ;
- quantité de lait (kg) : à chaque traite ;
- teneur en matières grasses du lait (méthode Gerber) : chaque jour sur un échantillon moyen des deux traites ;

- teneur en matières azotées du lait (méthode au noir amido-II B) : chaque semaine sur un échantillon moyen des 4 traites du mercredi et du jeudi ;
- poids vif : chaque semaine, le vendredi après-midi.

Les résultats des deux animaux retirés d'expérience au début de la troisième période pour tarissement ont été extrapolés à partir des résultats des 3 semaines précédentes, en tenant compte de l'évolution des 3 autres animaux du groupe. On a opéré de la même façon avec un autre animal qui a été retiré d'expérience une semaine avant la fin de la 3^e période, pour le même motif.

En plus des mesures précédentes, on a déterminé au cours de la deuxième période expérimentale, sur deux vaches de chacun des six lots, la teneur du sang en glucose (HUGGETT, NIXON, 1957 ; sur le sang déféqué) et celle du plasma en acides gras libres (DOLE, MEINERTZ, 1960). Les prélèvements de sang étaient effectués dans la veine jugulaire à 6 h (avant le repas), 9 h et 14 h au cours de 3 journées réparties dans les trois dernières semaines de la période.

La composition des acides gras du lait de 4 vaches a été déterminée au cours de chacune des 3 périodes expérimentales (2 échantillons par période), et juste après l'expérience alors que les animaux étaient de nouveau normalement alimentés (4 échantillons). La méthode d'analyse des acides gras du lait par chromatographie en phase gazeuse a été exposée par GHADAKI (1968).

RÉSULTATS

Évolution des quantités d'aliments ingérées et des productions

Dans l'étude descriptive qui suit, on présente aussi les résultats enregistrés pendant la période pré-expérimentale car les modifications les plus importantes y ont eu lieu.

Quantités d'aliments ingérées

Les quantités d'aliments concentrés ingérées (fig. 1) ont augmenté au cours de la période pré-expérimentale ; elles furent maximales à la fin de cette période (groupe luzerne) ou au début de la période expérimentale (groupe fléole), atteignant 12,56 et 13,05 kg respectivement pour les 2 groupes, soit 78 p. 100 et 86 p. 100 de la ration totale. Elles se sont ensuite maintenues légèrement au-dessous de ces niveaux pour ne diminuer qu'en fin d'expérience, d'environ 2 kg.

Les quantités de foin ingérées, qui étaient déjà faibles au début de la période pré-expérimentale, ont diminué au cours de cette période et jusqu'au milieu de la période 1 où elles ont atteint 1,22 kg et 1,88 kg pour les groupes fléole et luzerne, respectivement. Elles ont ensuite peu varié.

Les quantités totales de matière sèche ingérées ont augmenté tant que l'accroissement de l'ingestion de l'aliment concentré a été plus importante que la diminution de celle du foin. Elles sont passées par un maximum au milieu de la période pré-expérimentale (semaine 6) : 15,88 kg et 16,07 kg respectivement pour les groupes fléole et luzerne, soit 2,71 et 2,83 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif. Puis elles ont diminué à cause de la réduction de l'ingestion du foin, et se sont stabilisées à environ 14 kg à partir de la semaine 9. Enfin, elles ont décréu d'environ 1 kg au cours de la période 3.

On a enregistré de nombreuses indigestions (48 pendant l'ensemble de l'expérience), dont on n'a pas tenu compte dans le calcul des quantités ingérées. Elles se manifestaient par une diarrhée, un rythme respiratoire accéléré et parfois de la température. Une diète de 24 ou de 48 heures suffisait le plus souvent à les enrayer. On n'a pu relier leur fréquence ni à la nature du foin, ni à celle de l'aliment concentré.

Pendant la semaine 8, 8 cas d'indigestion ont eu lieu, ce qui peut, au moins partiellement, expliquer la forte diminution des quantités ingérées observée. En revanche, aucun cas de météorisation n'a été observé.

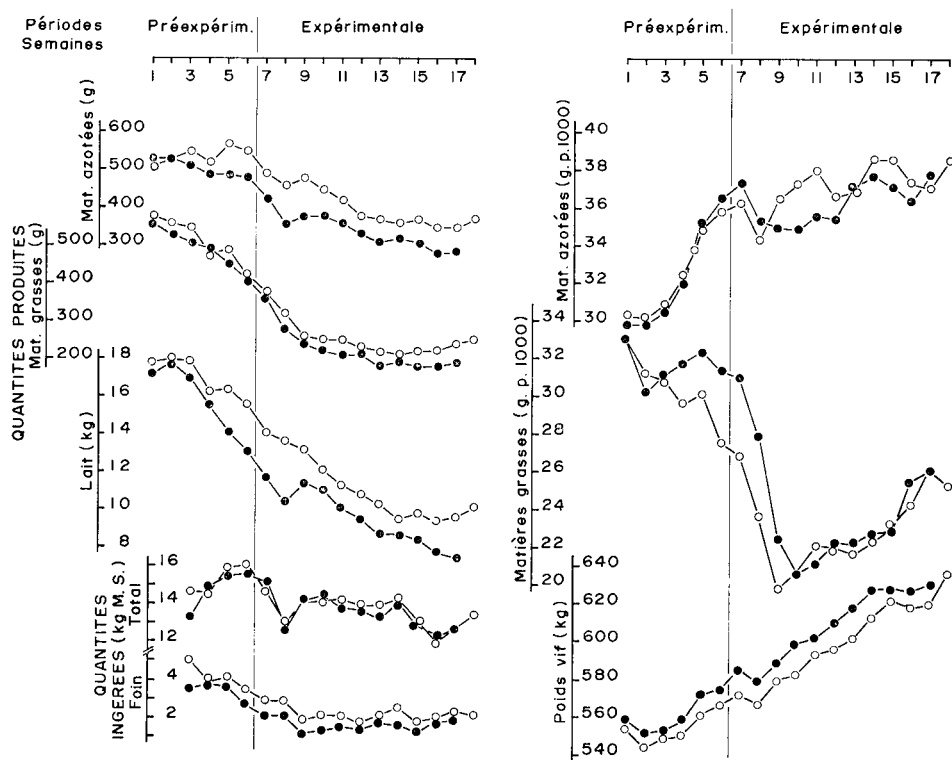


FIG. 1. — Évolution hebdomadaire des quantités d'aliments ingérées, de la quantité de lait produite, de la composition du lait et du poids vif des vaches
○—○ Luzerne ●—● Fléole

Production et composition du lait

La quantité journalière de lait produite en moyenne par l'ensemble des animaux a diminué de façon anormalement rapide du début à la fin de l'expérience (fig. 1) : de 17,9 kg (semaine 2) à 8,5 kg (semaine 17), soit une diminution de 14,9 p. 100 par mois. La diminution a été moins élevée pour le groupe luzerne dont la ration contenait une proportion de foin supérieure de 30 p. 100 à celle du groupe fléole.

La teneur du lait en matières grasses est restée à peu près normale dans les 2 groupes jusqu'à la semaine 5 (période pré-expérimentale) bien que les aliments concentrés distribués jusqu'alors broyés, mais pas agglomérés, composaient 75 p. 100 de la ration. Elle a diminué fortement quand l'aliment concentré a été distribué sous forme condensée. Cette diminution s'est poursuivie jusqu'à un minimum situé au milieu de la première période expérimentale : respectivement 20,5 g p. 1 000 et 19,8 g p. 1 000 pour les groupes fléole et luzerne. La forme de présentation seule ne saurait cependant rendre compte de cette diminution car, dans le même temps, le pourcentage d'aliments concentrés dans la ration est passé à 91 p. 100 et 86 p. 100 pour les

groupes fléole et luzerne. La teneur du lait en matières grasses est ensuite sensiblement remontée à partir du milieu de la période 1, ce qui peut en partie, être imputable à l'avancement des animaux dans la lactation (190^e jour). Elle a été plus élevée, mais de façon non significative, jusqu'au milieu de la première période expérimentale pour les animaux du groupe fléole (29,6 p. 1 000 contre 26,9 p. 1 000, $P > 0,05$), bien qu'ils ingéraient une plus faible quantité de foin (2,74 kg par animal contre 3,84 kg).

La teneur en cellulose brute des rations a été de 12,9 p. 100 (valeur maximale) pendant la semaine 3, et de 8,0 p. 100 en moyenne au cours des périodes expérimentales pour le lot fléole, et de 15,4 p. 100 et 9,6 p. 100 respectivement pour le lot luzerne. Ces valeurs sont très inférieures à la valeur de 17 p. 100 indiquée par WARNER (1965), au-dessus de laquelle il faut maintenir la teneur en cellulose brute de la ration pour ne pas risquer une diminution importante de la teneur du lait en matières grasses.

Comparativement à la période post-expérimentale, la teneur plus faible en matières grasses (de 23 p. 100) du lait produit pendant l'expérience a été due aux teneurs inférieures du lait en tous les acides gras (de 42 p. 100 pour les acides gras courts, de 62 p. 100 pour l'acide stéarique, de 33 p. 100 pour l'acide oléique), sauf en acide palmitique. La plupart des auteurs expriment leurs résultats en composition ou en quantité d'acides gras. Comme JORGENSEN *et al.* (1965), STORRY et ROOK (1965), DAVIS et SACHAN (1966), OPSTVEDT et RONNING (1967), STORRY et SUTTON (1969), nous avons trouvé avec le régime riche en aliments concentrés un pourcentage plus faible d'acide stéarique et plus élevé des acides palmitoléique et linoléique (tabl. 3), qu'avec le régime riche en fourrages ; mais, contrairement à ces mêmes

TABLEAU 3

Influence du régime sur la composition des matières grasses du lait en acides gras

Acides gras	Régime alimentaire			
	Foin + Aliment concentré à volonté		Foin à volonté + Aliment concentré limité	
	Moyenne (en moles p. 100)	Écart-type	Moyenne (en moles p. 100)	Écart-type
Inconnu	1,62	0,79	2,53	0,77
C4	1,77	0,61	3,17	0,57
C6	1,28	0,32	1,94	0,31
C8	0,85	0,23	1,10	0,23
C10	2,13	0,54	2,66	0,76
C12	3,14	0,66	3,22	0,87
C14	11,47	1,22	10,38	2,09
C14 : 1	2,81	0,60	2,55	0,47
C15	1,35	0,51	1,89	0,33
C16	37,65	4,54	30,02	2,75
C16 : 1	4,79	1,21	3,40	0,84
C17	1,25	0,37	1,13	0,20
C18	3,11	1,35	6,57	1,34
C18 : 1	20,15	4,42	23,38	5,50
C18 : 2	2,90	0,40	1,93	0,64
C18 : 3	0,42	0,12	0,53	0,24
Autres	3,30	0,30	3,62	0,27

auteurs, un pourcentage d'acide palmitique plus élevé et un pourcentage d'acide oléique légèrement plus faible. Nous avons observé des rapports $\frac{C_{16} : 1}{C_{16} : 0}$ et $\frac{C_{18} : 1}{C_{18} : 0}$ systématiquement plus élevés avec le régime riche en aliments concentrés qu'avec le régime riche en fourrages ; le pourcentage des acides gras courts a été plus faible, ce qui est en accord avec les résultats de JORGENSEN *et al.* (1965), STORRY et ROOK (1965) et STORRY et SUTTON (1969).

La quantité de matières grasses sécrétées a fortement diminué : de 356 g en 16 semaines, soit 16,7 p. 100 par mois. Cette diminution a pratiquement eu lieu pendant la période pré-expérimentale. Ensuite, la remontée de la teneur du lait en matières grasses a compensé la diminution de la production de lait.

La teneur en matières azotées a évolué en sens contraire de la teneur en matières grasses. Elle a augmenté très fortement pendant la période pré-expérimentale (de 6,7 g p. 1 000 en 6 semaines), puis faiblement pendant la période expérimentale (de 1,3 g p. 1 000 en 10 semaines). De ce fait, la diminution de la production de matières azotées n'a été que de 10,7 p. 100 par mois.

Après une légère diminution pendant la période de transition entre les régimes d'herbe et de foin + aliment concentré, le poids vif des animaux a augmenté presque linéairement du début à la fin de l'expérience. Le gain de poids moyen journalier (mesuré par le coefficient de régression), est de 815 g par animal pour le groupe fléole et de 785 g pour le groupe luzerne.

Influence de la nature du foin et des aliments concentrés

Les calculs ont été effectués avec les données des deux dernières semaines pour la période 1 et 2, et de la troisième semaine seulement pour la période 3, car, pendant la quatrième semaine, les quantités de lait produites étaient faibles.

Quantités d'aliments ingérées.

Entre les groupes fléole et luzerne, les différences portent non pas sur la quantité de matière sèche totale mais sur le choix des aliments : le foin a respectivement composé pour les 2 groupes : 11,8 p. 100 et 16,2 p. 100 ($P < 0,01$) de la matière sèche ingérée (tabl. 4).

Le foin de luzerne a été ingéré en quantité semblable, quel que soit l'aliment concentré auquel il était associé. En revanche, le foin de fléole a été significativement mieux ingéré ($P < 0,05$) quand il était associé à l'orge. Dans les deux groupes, les animaux ont ingéré environ 2 kg de plus d'orge + tourteaux et d'orge + urée que d'orge ($P < 0,05$ pour le groupe luzerne et $P < 0,01$ pour le groupe fléole). Cette différence est partiellement due à une mauvaise ingestion de l'orge pendant la période 3. En effet, calculée pour les périodes 1 et 2, la différence n'est plus que de 1,44 kg.

Au cours de la première période expérimentale, l'apport de matières azotées par la ration au lot du groupe luzerne qui recevait l'orge a juste couvert les besoins d'entretien et de production de lait des animaux ; en revanche, cet apport a été insuffisant d'environ 180 g de matières azotées digestibles pour le lot homologue du groupe fléole. Pour les deux autres périodes expérimentales, les apports de matières azotées ont été suffisants pour couvrir les besoins d'entretien et de production de lait.

Les animaux du groupe luzerne qui recevaient de l'orge + urée ingéraient en moyenne 310 g d'urée par jour, et ceux du groupe fléole, 330 g. Ces quantités constituaient respectivement 2,2 p. 100 et 2,3 p. 100 de la matière sèche de la ration, et 36,4 p. 100 et 38,2 p. 100 de l'azote total. Selon les recommandations généralement admises, l'urée ne doit pas constituer plus de 1 p. 100 de la ration totale, et l'azote de l'urée plus du tiers de l'azote total (cf. revue de CHALUPA, 1968).

TABLEAU 4

Quantités d'aliments ingérées, production et composition du lait et gains de poids vif au cours de la période expérimentale

	Groupe fléole				Groupe luzerne			
	Orge + tourteaux	Orge	Orge + urée	Moyenne	Orge + tourteaux	Orge	Orge + urée	Moyenne
<i>Quantités d'aliments ingérées (kg de MS)</i>								
Foin	1,46	1,86	1,49	1,60	2,01	2,29	2,32	2,21
Aliment concentré	12,60	10,36	12,73	11,90	12,21	10,09	11,93	11,41
Total	14,06	12,22	14,22	13,50	14,23	12,39	14,26	13,63
<i>Production et composition du lait</i>								
Quantité de lait (kg) ...	9,6	8,5	9,0	9,0	10,5	11,0	10,6	10,7
Teneur en MG (p. 1 000) ..	23,4	23,3	23,3	23,3	25,3	21,8	21,1	22,7
Teneur en MA (p. 1 000) ..	36,4	36,8	36,9	36,7	37,0	36,1	38,5	37,2
Matières grasses (g)	214	182	206	201	253	234	217	235
Matières azotées (g)	344	307	331	327	380	398	396	391
Poids vif (kg)	619	613	615	616	604	599	605	603

Malgré sa teneur en urée de 2,6 p. 100, le concentré orge + urée a été bien accepté, ce qui est en accord avec les résultats de JORGENSEN *et al.* (1965) et HOLTER *et al.* (1968) ; en revanche, ceux de VAN HORN *et al.* (1967) indiquent une diminution des quantités ingérées pour des pourcentages d'urée de 2,2 p. 100 et 2,7 p. 100. LOOSLI et WARNER (1958) et HUBER *et al.* (1967) ont signalé une diminution de la vitesse d'ingestion de concentré contenant respectivement 3 p. 100 et 2,2 p. 100 d'urée.

Production et composition du lait

La production de lait, de matières grasses, de matières azotées, et la teneur en matières azotées ont été plus élevées pour le groupe luzerne que pour le groupe fléole ($P < 0,05$). Inversement, la teneur du lait en matières grasses a été plus faible. Il n'y a pas eu de différences significatives dues aux différents aliments concentrés sauf dans le groupe luzerne où la teneur du lait en matières grasses et la quantité sécrétée ont été significativement plus élevées ($P < 0,05$) avec l'orge + tourteaux. Avec l'orge + urée, on n'enregistre pas l'augmentation de la teneur du lait en matières grasses qu'ont observée JORGENSEN *et al.* (1965) et COLOVOS *et al.* (1967).

Les faibles différences, dont peu sont significatives, de production et de composition du lait entre les régimes, peuvent être imputées à trois causes principales : des quantités ingérées semblables, une faible production de lait et des variations journalières de production élevées.

Utilisation de l'énergie

Pour la période expérimentale (semaines 8 à 17), on a calculé les quantités d'énergie métabolisable qui ont été utilisées par les deux groupes d'animaux (luzerne et fléole) pour la production du lait et l'engraissement. Le coefficient d'utilisation digestive des rations a été mesuré avec des vaches en bilan (cf. publication ultérieure). On a adopté les valeurs caloriques indiquées par BRODY (1945) pour les différents constituants du lait, et les valeurs des pertes d'énergie par le méthane et par l'urine mesurées par FLATT *et al.* (1969) dans des conditions très voisines d'alimentation et de production (ration F, fin de lactation). On a utilisé les valeurs de 141,5 P^{0,75} (P : poids vif en kg) pour les besoins d'entretien des animaux (calories) pendant la lactation et de 66 p. 100 pour l'utilisation de l'énergie métabolisable au-dessus des besoins d'entretien (FLATT *et al.*, 1969).

Les animaux des groupes fléole et luzerne ont utilisé pour l'engraissement respectivement 53 p. 100 et 44 p. 100 de l'énergie dont ils disposaient pour leur production, et déposé en moyenne 7,1 et 5,9 méga-calories, ce qui correspond à 750 et 620 g de lipides par jour (1 g de lipides = 9,5 kg calories). Les gains de poids vif d'environ 800 g par jour étaient donc essentiellement constitués de lipides.

Glycémie et acides gras libres plasmatiques

La glycémie a été normale (tabl. 5) ; elle n'a pas présenté de variation systématique au cours de la journée ni de liaison avec la production ou la composition du lait.

TABLEAU 5

Teneurs en glucose sanguin et en acides gras libres plasmatiques

Heures des prélèvements	Glycémie (mg de glucose/100 ml sang)		Acides gras libres (μ éq./l de plasma)	
	Fléole	Luzerne	Fléole	Luzerne
6 h	43,9	46,1	198,9	149,1
9 h	43,0	43,7	189,1	172,4
14 h	45,8	48,1	185,3	164,5

Les concentrations en acides gras libres plasmatiques ont été très faibles, inférieures à 200 μ équivalents/l, soit la moitié des valeurs enregistrées chez des vaches en lactation présentant un bilan énergétique nul, et n'ont pas évolué par rapport aux repas comme l'ont observé DECAEN et JOURNET (1967), chez des vaches en bilan énergétique négatif. Les valeurs moyennes individuelles ne sont liées ni à la teneur

du lait en matières grasses, ni à la quantité de lait ou de matières grasses produite, ni au gain de poids vif.

Analyse des variations individuelles

Le coefficient de variation des quantités de foin et d'aliments concentrés ingérées a été à peu près le même pour les deux groupes (tabl. 6). Celui de la quantité totale de matière sèche ingérée a été d'environ 8 p. 100, alors qu'avec des régimes classiques pour lesquels la distribution d'aliments concentrés est limitée, JOURNET *et al.* (1965) ont enregistré des valeurs de l'ordre de 14 p. 100. Malgré cela, la quantité totale de matière sèche ingérée a été liée aux quantités de matières grasses produites (respectivement $r = + 0,77$ et $r = + 0,79$ pour les groupes fléole et luzerne) mais pas au gain de poids vif.

TABLEAU 6

*Variations individuelles des quantités ingérées,
de la production et de la composition du lait et du gain de poids vif*

	Groupe Fléole			Groupe Luzerne		
	Moyenne	Écart-type	Valeurs extrêmes	Moyenne	Écart-type	Valeurs extrêmes
<i>Quantités d'aliments ingérées (kg MS)</i>						
Foin	2,10	0,55	1,13-3,17	2,75	0,56	1,88-3,67
Aliments concentrés	11,76	0,87	10,04-13,61	11,34	0,91	10,22-12,91
Total	13,85	1,02	12,45-15,49	14,05	1,18	12,35-16,50
<i>Production et composition du lait</i>						
Diminution (%) de la quantité de lait (kg) entre les semaines 1 et 7	30,4	15,4	22,1-54,4	18,7	12,3	5,2-46,6
Diminution (%) de la teneur en MG entre les semaines 1 et 10 et 1 et 9	37,4	14,0	0,3-50,1	39,3	16,4	8,7-58,9
Gain de poids vif (g/j)	815	152	590-1 024	785	241	415-1 101

La diminution (en p. 100) de la production laitière a beaucoup varié selon les animaux, particulièrement pour le groupe fléole. Elle n'a pas été liée au niveau de production initial, ni à la baisse (en p. 100) de la teneur du lait en matières grasses qui a elle-même été très variable.

La variation journalière de la teneur du lait en matières grasses (calculée pour les semaines 12 et 13 où elle a peu évolué) a été normale : 8,3 p. 100 en moyenne pour les 24 animaux.

Entre la teneur du lait en matières grasses et la quantité ou le pourcentage de foin ingéré, la corrélation est positive, presque significative pour le groupe fléole, significative pour le groupe luzerne ($P < 0,05$). D'après la droite de régression, les vaches devraient ingérer 4,8 kg de foin de luzerne ou 5,1 kg de foin de fléole (soit respec-

tivement 33 et 35 p. 100 de la ration) pour que la teneur en matières grasses de leur lait soit normale. D'après WARNER (1965), il faudrait maintenir au moins 6,7 kg de foin dans les rations contenant par ailleurs des quantités importantes de céréales.

Les gains de poids vif ont été plus importants pour les vaches qui étaient à leur première lactation (850 g par jour ; $P < 0,05$) ou à leur deuxième lactation (977 g par jour ; $P < 0,01$) que pour les autres (746 g par jour). Ils ont été inversement liés à la quantité de matières grasses produite pour le groupe luzerne ($r = -0,66$, $P < 0,05$), mais n'ont pas été liés aux poids vifs initiaux des animaux.

DISCUSSION

Les vaches qui disposaient en permanence et à volonté de foin et d'aliment concentré, ont préféré de beaucoup ce dernier puisqu'elles en ont ingéré 86 p. 100 de la ration totale, ce qui est en accord avec les résultats de OLSON *et al.* (1965 et 1966). Le niveau d'ingestion de la ration a été relativement faible et du même ordre de grandeur que les niveaux obtenus par d'autres auteurs avec des régimes qui ont provoqué des teneurs en matières grasses faibles, de l'ordre de 25 g p. 1 000 (JORGENSEN *et al.*, 1965 ; RONNING et LABEN, 1967 ; FLATT *et al.*, 1969). Des niveaux d'ingestion plus élevés ont été enregistrés dans des expériences où les teneurs du lait en matières grasses étaient presque normales (supérieures à 30 g p. 1 000) et la persistance de la production laitière normale (BROWN *et al.*, 1962 ; BISHOP *et al.*, 1963 ; OLSON *et al.*, 1965-1969). Il est à noter que BROWN *et al.* (1962) et BISHOP *et al.* (1963,) distribuaient respectivement 18 kg et 6,7 kg d'ensilage de maïs à leurs animaux. Dans un essai au cours duquel une ration semblable à celle que nous avons utilisée dans cette expérience a été distribuée à des vaches au début de la lactation, nous avons enregistré des niveaux d'ingestion de 3 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif. Il est probable que l'aptitude laitière des vaches et le stade de lactation influent sur le niveau d'ingestion de ces rations. Nous avons d'ailleurs observé une liaison interindividuelle hautement significative entre le niveau d'ingestion et la production de matières grasses et constaté une légère diminution des quantités ingérées avec l'avancement du stade de lactation, ce qui confirmerait les résultats de RONNING et LABEN (1966) obtenus pendant une lactation entière. Ces relations entre le niveau d'ingestion et la production de lait, et le fait que des rations aussi digestibles (de l'ordre de 76 p. 100 — publication suivante) soient ingérées à un niveau qui n'est pas toujours élevé, suggèrent que les informations qui règlent l'appétit de l'animal pour de telles rations sont d'origine métabolique (MONTGOMERY et BAUMGARDT, 1965) ; cela n'implique d'ailleurs pas un ajustement des apports aux besoins physiologiques des animaux à moins de ne faire aussi dépendre ces besoins du type de régime.

La diminution de la teneur du lait en matières grasses avec ce type de régime est classique. Les très faibles valeurs que nous avons enregistrées sont du même ordre de grandeur que celles obtenues par VAN SOEST et ALLEN (1959), HUBER et BOMAN (1966), RONNING et LABEN (1966), mais sensiblement plus basses que celles observées par BOYD et MATHEW (1962), BISHOP *et al.* (1963) ; OLSON *et al.* (1965). Cependant, aucun de ces derniers auteurs n'avait, comme nous, rassemblé autant de conditions pouvant contribuer à la diminution de la teneur du lait en matières grasses : forme

condensée de l'aliment concentré (ADAMS et WARD, 1956 ; HAWKINS *et al.*, 1964), petit nombre d'ingrédients dans la ration (cf. revue de WARNER, 1965), faible taux de cellulose brute (JORGENSEN et SCHULTZ, 1965 ; YAMDAGNI *et al.*, 1967). L'augmentation du taux de matières azotées a été très forte (+ 6,7 g p. 1 000) ; elle est probablement due en grande partie à la suralimentation énergétique (cf. revue d'AURIOL et JARRIGE, 1962) ; elle peut être aussi en partie imputable au fait que l'expérience a commencé à une période de l'année où le taux de matières azotées est minimum (DECAEN et JOURNET, 1966).

Nous avons observé, en outre, une diminution anormalement rapide de la quantité de lait et donc de la quantité d'eau et presque certainement de lactose (nous ne l'avons pas dosé), ce qui est en accord avec les résultats de JORGENSEN *et al.* (1965) mais en désaccord avec ceux des autres auteurs (cf. introduction) qui enregistrent un effet favorable ou nul sur la production du lait des régimes comprenant une quantité importante de céréales. ROOK et WHEELOCK (1967) attribuent certaines diminutions de production de lait à l'hypoglycémie. Cependant, les taux de glucose sanguin que nous avons mesurés sont normaux (45 mg/100 ml).

La diminution de la quantité de lait produite et de sa teneur en matières grasses a eu pour conséquence une réduction considérable de la quantité de matières grasses sécrétée, qui porte à la fois sur les acides gras courts et sur les acides gras longs (GHADAKI, 1968). La mamelle a donc prélevé moins de précurseurs des acides gras courts du lait (acide acétique et β -hydroxybutyrique) et des longs (acides gras des lipides sanguins). La production d'acide acétique dans le rumen n'a probablement pas diminué (VAN SOEST, 1961 ; DAVIS, 1967). D'autre part, la proportion de l'acide butyrique (précurseur exogène de l'acide β -hydroxybutyrique sanguin) dans les acides gras volatils du jus de rumen a été semblable à celles qui sont obtenues avec des régimes classiques ou a augmenté (publication ultérieure). Enfin, d'après les teneurs en matières grasses de l'orge et des foin indiquées par MORRISSON (1959), les vaches ont ingéré au moins 250 g de lipides, ce qui correspond à la quantité minimale recommandée par certains auteurs (cf. revue d'AURIOL et JARRIGE, 1962). La diminution du prélèvement des précurseurs sanguins pourrait donc être due soit à une diminution de l'efficacité de la glande mammaire, soit à un déficit des précurseurs sanguins des matières grasses du lait au niveau de la glande mammaire, imputable à une utilisation préférentielle des précurseurs sanguins d'origine exogène pour la synthèse des matières grasses corporelles, et ou, à une mise en circulation réduite des précurseurs d'origine endogène. OPSTVEDT *et al.* (1967), d'après les mesures d'activités enzymatiques, pensent que le changement du métabolisme lipidique de l'animal (diminution des quantités de matières grasses sécrétées par la mamelle et gain de poids des animaux) provient davantage d'une augmentation de la capacité de synthèse du tissu adipeux que d'une diminution de la capacité de sécrétion des matières grasses de la glande mammaire. Dans notre expérience, le poids des animaux a augmenté linéairement alors que la production de matières grasses a diminué d'abord très rapidement puis s'est stabilisée semblant ainsi s'être adaptée à la quantité d'énergie non utilisée pour l'engraissement et qui restait disponible. OPSTVEDT *et al.* (1967) soulignent que leur hypothèse est en accord avec celle de McClymont et Vallance (1962) selon laquelle, la diminution de la sécrétion des matières grasses serait due à une réduction de la mobilisation des matières grasses corporelles qui participent à la synthèse des matières grasses du lait. Elle nous semble aussi en accord avec l'hypothèse suggérée par Tyznik

(cité par VAN SOEST, 1963) du déficit en acide acétique. Il s'agirait en fait d'un déficit non pas de production dans le rumen, mais de disponibilité au niveau de la glande mammaire, l'acide acétique étant utilisé de façon prioritaire par le tissu adipeux. Il est possible également que les lipides alimentaires que nous n'avons pas analysés aient influencé légèrement la composition des acides gras du lait.

Dans nos conditions expérimentales, le libre-service des animaux en foin et aliments concentrés ne s'est pas révélé être un régime d'utilisation intéressante. Les vaches ont eu de nombreuses indigestions et ont rapidement diminué leur production de lait et de matières grasses malgré une suralimentation énergétique importante. Il est probable que des fourrages de meilleure qualité auraient été mieux ingérés et que des aliments concentrés broyés, mais non agglomérés, auraient provoqué une diminution moindre de la teneur du lait en matières grasses.

Ce type de régime pourrait cependant être intéressant à utiliser pendant les deux ou trois derniers mois de la lactation, pour des vaches destinées à la réforme.

Reçu pour publication en janvier 1971.

SUMMARY

FEEDING OF DAIRY COWS WITH HIGH CONCENTRATE DIETS 1. — FOOD INTAKE AND MILK YIELD

The aim of the present study was to observe the effect of the *ad libitum* distribution of hay and concentrates upon the food intake by lactating cows, the milk yield, the composition of the milk and the variations of the live weight. We compared two normal hays (timothy and alfalfa) and 3 pelleted concentrates : barley + minerals, barley + oil meal + minerals and barley + urea + minerals, with the following contents of crude protein : 12,6 p. 100, 20,7 p. 100 and 21,0 p. 100 (table 2).

24 *Frisian* dairy cows were divided into 2 groups of 12 each, the one receiving timothy hay and the other alfalfa hay. Each group was subdivided into 3 lots of 4 animals which received the 3 concentrates according to a latin square 3×3 (table 1). The experimental periods lasted one month.

The animals showed a marked preference for the concentrates compared with hay since they ingested only 1,6 kg timothy hay and 2,2 kg alfalfa hay, *i. e.* 12 p. 100 and 16 p. 100 respectively of the total dry matter (table 4).

In each of the two groups, the intake of the two concentrates : barley + oil meal and barley + urea was the same (about 12,6 kg in the timothy group and 12,0 kg in the alfalfa group) ; the amount of barley ingested was 2 kg lower. The two groups of animals ingested about 14,2 kg total dry matter when they received barley + oil meal and barley + urea and 12,2 kg and 12,4 kg total dry matter (timothy and alfalfa groups) when they received barley.

48 indigestions were recorded during the whole experimental period. In spite of an important energy overfeeding, the milk yield decreased in an abnormally rapid way : 14,9 p. 100 per month. The fat content of the milk never passed beyond 28 g p. 1 000 during the three experimental periods. During the experiment (pre-experimental and experimental periods), the protein content of the milk increased by 6 g p. 1 000 and the live weight of the animals by 800 g per day. In comparison with the post-experimental period, the milk lipids produced during the experimental periods were characterized by a higher proportion of palmitic and palmitoleic acids (37,6 p. 100 and 4,8 p. 1 000 versus 30,0 p. 100 and 3,4 p. 100) and a lower proportion of short-chain fatty acids (9,2 p. 100 versus 12,1 p. 100) and of stearic acid (3,1 p. 100 versus 6,6 p. 100) (table 3).

The content of free fatty acids in the plasma was low (inferior to 200 μ eq./l) ; the glucose content of the blood was normal (about 45 mg per 100 ml) (table 5).

The results are discussed according to the state of our knowledge as regards the regulation of the ingestion in ruminants, the secretion of fatty acids in the milk, and the deviations of the lipid metabolism in the dairy cow.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS H. P., WARD H. E., 1955. The value of pelleting the concentrate part of the ration for lactating cattle. *J. Dairy Sci.*, **39**, 1448-1452.
- AURIOL P., JARRIGE R., 1962. *Possibilités de modifier la composition du lait*. Fédération Internationale de Laiterie, partie 2, 1-39.
- BELL J. W., HORTON O. H., STALLCUP O. T., 1963. Effect of high versus normal concentrate roughage ratio on digestibility, milk production and efficiency of production. *J. Dairy Sci.*, **46**, 623 (Abstr.).
- BISHOP S. E., LOOSLI J. K., TRIMBERGER G. W., TURK K. L., 1963. Effect of pelleting and varying grain intakes on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, **43**, 22-26.
- BOYD L. J., MATHW K. C., 1962. Effect of feeding various hay-concentrate ratios for short periods on milk yield, solid non fat, and protein. *J. Dairy Sci.*, **45**, 685 (Abstr.).
- BRODY S., 1945. *Bioenergetics and growth*. Hafner Publishing Company. Inc. New York, p. 806.
- BROWN L. D., THOMAS J. W., EMERY R. S., MCGILLARD L. D., ARMSTRONG D. V., LASSITER C. A., 1962. Effect of high level grain feeding on milk production response of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **45**, 1184-1187.
- CHALUPA W., 1968. Problems in feeding urea to ruminants. *J. Anim. Sci.*, **27**, 207-219.
- COLOVOS N. F., HOLTER J. B., DAVIS H. A., URBAN Jr W. E., 1967. Urea for lactating dairy cattle. I. Effect of concentrate fiber and urea levels on nutritive value of the ration. *J. Dairy Sci.*, **50**, 518-522.
- DAVIS C. L., 1967. Acetate production in the rumen of cows fed either control or low-fiber, high-grain diets. *J. Dairy Sci.*, **50**, 1621-1625.
- DAVIS C. L., SACHAN D. S., 1966. Effect of feeding a milk fat depressing ration on fatty acid composition of blood lipids. *J. Dairy Sci.*, **49**, 1567-1569.
- DECAEN C., JOURNET M., 1966. Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. *Ann. Zootech.*, **15**, 259-277.
- DECAEN C., JOURNET M., 1967. Évolution, au début de la lactation, de la sécrétion des principaux acides gras du lait et de la concentration en acides gras libres du sang chez la vache. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, **7**, 131-143.
- DOLE V. R., MEINERTZ H., 1960. Micro determination of long-chain fatty acids in plasma and tissues. *J. Biol. Chem.*, **235**, 2596-2599.
- ELLIOT J. M., LOOSLI J. K., 1959. Relationship of milk production efficiency to the relative proportions of the rumen volatile fatty acids. *J. Dairy Sci.*, **42**, 843-848.
- FLATT W. P., MOE P. W., MUNSON A. W., COOPER T., 1969. Energy utilization by high producing dairy cows. II. Summary of energy balance experiments with lactating Holstein cows, in *Energy metabolism of farm animals*. Oriel Press Limited, Newcastle-upon-Tyne, p. 235-251.
- GHADAKI M. B., 1968. *Influence de quelques facteurs alimentaires sur la sécrétion des principaux acides gras du lait de vache*. Thèse Docteur-Ingénieur, Clermont-Ferrand.
- HAWKINS G. E., PAAR G. E., LITTLE J. A., 1963. Physiological responses of lactating dairy cattle to pelleted corn and oats. *J. Dairy Sci.*, **43**, 1073-1080.
- HAWKINS G. E., LITTLE J. A., PAAR G. E., HUFF J. W., COATS E. J., 1964. Linearity of change in milk composition of cows fed graded levels of pelleted corn. *J. Dairy Sci.*, **47**, 708 (Abstr.).
- HINDERS R. G., OWEN F. G., 1963. Relationship between efficiency of milk production and ruminal volatile fatty acids of cows fed isocaloric (E. N. E.) rations of varied concentrate levels. *J. Dairy Sci.*, **46**, 1246-1250.
- HOLTER J. B., COLOVOS N. F., DAVIS H. A., URBAN Jr W. E., 1968. Urea for lactating dairy cattle. III. Nutritive value of rations of corn silage plus concentrate containing various levels of urea. *J. Dairy Sci.*, **51**, 1243-1248.
- HOOVEN N. W., PLOWMAN R. D., 1963. *Ad libitum* feeding of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, **46**, 622 (Abstr.).
- HUBER J. T., BOMAN R. L., 1966. Effect of grain level and protein content of the grain for grazing cows on milk composition and yield, and certain blood and rumen constituents. *J. Dairy Sci.*, **49**, 395-398.
- HUBER J. T., SANDY R. A., POLAN C. E., BRYANT H. T., BLASER R. E., 1967. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. *J. Dairy Sci.*, **50**, 1241-1247.
- HUGGETT A. S. G., NIXON D. A., 1957. Enzymic determination of blood glucose. *Biochem. J.*, **66**, 12 p.
- JORGENSEN N. A., SCHULTZ L. H., 1965. Ration effects on rumen acids, ketogenesis, and milk composition. II. Restricted roughage feeding. *J. Dairy Sci.*, **48**, 1040-1045.
- JORGENSEN N. A., SCHULTZ L. H., BARR G. R., 1965. Factors influencing milk fat depression on rations high in concentrates. *J. Dairy Sci.*, **48**, 1031-1039.
- JOURNET M., POUTOUS M., CALOMITI S., 1965. Appétit de la vache laitière. I. Variations individuelles des quantités d'aliments ingérées. *Ann. Zootech.*, **14**, 5-37.

- KESLER E. M., SPAHR S. L., 1964. Physiological effects of high level concentrate feeding. *J. Dairy Sci.*, **47**, 1122-1128.
- LOOSLI J. K., WARNER R. G., 1958. Distillers grains, brewers grains, and urea as protein supplements for dairy rations. *J. Dairy Sci.*, **41**, 1446-1450.
- MCCLYMONT G. L., VALANCE S., 1962. Depression of blood glycerides and milk fat synthesis by glucose infusion. *Proc. Nutr. Soc.* XLi.
- MONTGOMERY M. J., BAUMGARDT B. R., 1965. Regulation of food intake in ruminants. 2. Rations varying in energy concentration and physical form. *J. Dairy Sci.*, **48**, 1623-1628.
- MORRISON F. B., 1957. *Feeds and feeding*. 22nd ed., 1165. The Morrison Publishing Company, Ithaca, New York.
- OLSON H. H., REED A., BENSON H., 1965. Comparison of *ad libitum* grain and restricted roughage feeding with conventional dairy cattle feeding practices. *J. Dairy Sci.*, **48**, 1398-1400.
- OLSON H. H., HINNERS S. W., BERNETT R. C., 1966. *Ad libitum* versus restricted concentrate feeding of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **49**, 110-113.
- OPSTVEDT J., RONNING M., 1967. Effect upon lipid metabolism of feeding alfalfa hay or concentrate *ad libitum* as the sole feed for milking cows. *J. Dairy Sci.*, **50**, 345-354.
- OPSTVEDT J., BALDWIN R. L., RONNING M., 1967. Effect of diet upon activities of several enzymes in abdominal adipose and mammary tissues in the lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **5**, 108-109.
- RONNING M., LABEN R. C., 1966. Response of lactating cows to free choice feeding of milled diets containing from 10 to 100 p. 100 concentrates. *J. Dairy Sci.*, **49**, 1080-1085.
- ROOK J. A. F., WHEELLOCK J. W., 1967. The secretion of water and of water soluble constituents in milk. *J. Dairy Sci.*, **34**, 273-287.
- STORRY J. E., ROOK J. A. F., 1965. The effect of a diet low in hay and high in flaked maize on milk-fat secretion and on the concentrations of certain constituents in the blood plasma of the cow. *Br. J. Nutr.*, **19**, 101-109.
- STORRY J. E., SUTTON J. D., 1969. The effect of change from low-roughage to high-roughage diets on rumen fermentation, blood composition and milk fat secretion in the cow. *Br. J. Nutr.*, **23**, 511-521.
- VAN HORN H. H., FOREMAN C. F., RODRIGUEZ J. E., 1967. Effect of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, **50**, 709-714.
- VAN SOEST P. J., 1963. Ruminant fat metabolism with particular reference to factors affecting low milk fat and feed efficiency. *A Review. J. Dairy Sci.*, **46**, 204-216.
- VAN SOEST P. J., ALLEN N. N., 1959. Studies on the relationship between rumen acids and fat metabolism of ruminants fed on restricted roughage diets. *J. Dairy Sci.*, **42**, 1977-1985.
- WARNER R. G., 1965. The impact of diet on milk fat percentage. *Proceedings of the Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*, p. 119-127.
- YAMDAGNI S., WARNER R. G., LOOSLI J. K., 1967. Effects of pelleting concentrate mixture of varying starch content on milk yield and composition. *J. Dairy Sci.*, **5**, 1606-1611.
-