Renc. Rech. Ruminants 1995, **2**, 225 – 230

Effets des fibres et des matières grasses protégées sur la composition du lait de chèvre

M.C. ROUSSELOT (1), C.B. BROQUA (1), C. de ARAUJO (2), L.P. BORGIDA (2)
(1) Institut de l'Elevage, Agropole, Les Touches, 86550 Mignaloux-Beauvoir
(2) COFNA, BP 1807, 37018 Tours Cedex

Un essai mené de la 12ème à la 41ème semaine de lactation sur 4 lots de 12 chèvres a eu pour but de comparer les effets sur les performances laitières de 4 complémentations (ration de base composée d'ensilage de maïs puis de RGI) :
1- une ration témoin composée d'orge et de tourteau de soja très fermentescible et déficitaire en lipides ;
2- une ration contenant un aliment déshydraté riche en cellulose brute fortement ingestible ;
3- une ration enrichie en lipides protégés ;
4- une ration cumulant l'aliment déshydraté riche en fibres et les lipides protégés.
Les fibres stimulent l'ingestion de MS totale (+ 0,12 à 0,27 kg/j). La production de lait brut est plus élevée pour les 3 lots expérimentaux (+ 0,28 à 0,36 kg/j). L'apport de fibres ou de lipides protégés améliore significativement le TB de respectivement 4,0 et 5,9 g/kg par rapport à la ration témoin. Les effets de ces 2 aliments s'ajoutent lorsqu'ils sont distribués ensemble (+ 8,6 g de TB/kg lait). Seules les fibres présentent un effet significatif sur le TP (+ 1 g/kg).
L'utilisation de fibres et/ou de lipides protégés, qui entraîne une amélioration de la composition du lait, permet en fait de rééquilibrer les rations, notamment les teneurs en cellulose brute et matière grasse, et ainsi d'améliorer le métabolisme général des chèvres.

Effects of dietary fiber and fat supplementation on milk composition of dairy goats

M.C. ROUSSELOT (1), C.B. BROQUA (1), C. de ARAUJO (2), L.P. BORGIDA (2)
(1) Institut de l'Elevage, Agropole, Les Touches, 86550 Mignaloux-Beauvoir

48 dairy goats in midlactation, alloted to 4 groups, are used to study the effects of 4 dietary treatments on milk composition over a 30-week experimental period (forage is maize then grass silage) :
1- a diet made of barley and soyabean meal (control diet) ;
2- a diet containing a rich-dietary fiber dehydrated forage ;
3- a diet supplemented with protected lipids (calcium soaps) ;
4- a diet providing the rich-dietary fiber dehydrated forage and the protected lipids.
Dietary fiber increases total dry matter intake (+ 0,12 to 0,27 kg/d). Milk production is higher for the 3 diets containing fiber and/or lipids (+ 0,28 to 0,36 kg/d). Dietary fiber or lipids supplies significantly increase milk fat content : + 4,0 and + 5,9 g/kg respectively in comparison with control diet. The effects of these 2 foods on milk fat content add up when they are both supplied (+ 8,6 g/kg in comparison with control diet). Milk protein content is improved only when rich-dietary fiber forage is supplied (+ 1 g/kg).
Dietary fiber and/or protected lipids allow higher goat milk fat and protein contents during midlactation. In fact, they lead to a reequilibrium of the diet (particulary fiber and lipidic contents) and to an improvement of goat's metabolism.

INTRODUCTION

En France, la quasi-totalité du lait de chèvre est destinée à la fabrication de fromages, qui, pour être qualifiés de « chèvre » doivent contenir au moins 45 grammes de matière grasse (MG) par 100 grammes de fromage après complète dessication. Or, il arrive qu'au cours de la lactation, notamment en milieu et fin de lactation, la teneur en MG du lait de chèvre chute fortement, se retrouvant alors en dessous de la teneur en matière protéique (MP). Ce phénomène d'inversion de taux ne permet plus alors de maintenir un rapport « gras/sec » suffisant du fromage.

Parallèlement, le système de paiement du lait encourage la production d'un lait riche en matières utiles puisqu'il rémunère les grammes différentiels de MG et MP par rapport aux teneurs du lait standard (définies à 33 g/l de taux butyreux et 28 g/l de taux protéique).

Aussi, maintenir constante ou améliorer la composition chimique du lait de chèvre est devenu une priorité de la filière caprine. Parmi les remèdes possibles aux taux butyreux faibles, 2 types de corrections alimentaires peuvent être envisagés, séparément ou en cumulant leurs effets : une distribution d'aliments cellulosiques fibreux à forte ingestibilité permettant de diminuer le taux de céréales dans la ration sans réduire fortement l'énergie ingérée (Kawas et al., 1991) et/ou un apport de lipides protégés pour améliorer la densité énergétique de la ration et réduire son déficit lipidique (Baldi et al., 1992).

L'objectif de l'essai mis en place en 1993 sur le troupeau expérimental caprin de Lusignan (86) est de savoir si la composition du lait de chèvre de milieu et fin de lactation peut être améliorée en remplaçant une complémentation à base de céréales produites sur l'exploitation, très fermentescible, par des complémentations enrichies en fibres et/ou en matières grasses protégées (MGP).

1. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1.1. ANIMAUX

L'essai porte sur 48 chèvres multipares de race Alpine chamoisée (4 lots homogènes de 12 animaux), mettant toutes bas durant la première semaine de janvier 1993 et mises en lot suivant leur niveau de production laitière totale (lait brut et taux) de la campagne 1992 et des semaines 4 à 6 de la campagne 1993 ainsi que sur leurs poids à la saillie et à la mise-bas.

1.2. ALIMENTS

L'essai débute en 12ème semaine de lactation et se termine au tarissement (en 41ème semaine). Au cours des 11 premières semaines de lactation, les chèvres participant à l'essai reçoivent toutes la même ration composée d'ensilage de maïs, de foin de RGI et d'un concentré « fermier » à base d'orge et de tourteau de soja 48.

Durant les 30 semaines d'essai, la complémentation reste inchangée intra-lot, alors que la ration de base, représentant environ 50 % de la MS ingérée, est constituée jusqu'en 20ème semaine d'ensilage de maïs (à 32 % de MS et 0,85 UFL/kg MS) puis d'ensilage de Ray-Grass Italien (RGI) 1er ou 2ème cycle (à 18,7 et 33,5 % de MS ; 0,78 et 0,72 UFL/kg MS respectivement pour les ensilages 1er et 2ème cycle).

La composition et les principales caractéristiques des 4 régimes expérimentaux apparaissent dans le tableau 1.

La ration témoin, constituée d'un aliment concentré à base d'orge et de tourteau de soja, se caractérise par un taux d'amidon + sucres (A+S) élevé et des teneurs faibles en cel-

Tableau 1

Composition et caractéristiques des 4 rations expérimentales (moyenne sur les 30 semaines d'essai). Pourcentage des constituants par rapport à la matière sèche.

Composition de la ration	Ration témoin	Ration " Fibres "	Ration " MGP "	Ration " Fibres + MGP "
Ensilage (maïs ou RGI) (%)	50,5	48,8	52,6	54,0
Foin de RGI (%)	16,5	-	16,4	-
Tourteau de soja 48 (%)	14,3	-	-	-
Orge (%)	17,2	-	-	-
Carbonate (%)	1,1	-	-	-
CMV 15/15/5 (%)	0,4	-	-	-
Aliment fibreux (Rumifibre©) (%)	-	29,0	-	32,9
Concentré azoté (%)	-	22,2	27,0	10,0
MGP (%)	-	-	4,0	3,1
Densité énergétique (UFL/kg MS)	0,91	0,87	1,02	0,98
Matière azotée totale (g/kg MS)	170	168	167	160
Cellulose brute (g/kg MS)	197	222	212	230
Matière grasse (g/kg MS)	26	34	75	73
Amidon + sucres (g/kg MS)	243	188	188	172

Tableau 2
Résultats d'ingestion, de production laitière et de poids vif des 4 lots en moyenne sur les 30 semaines d'essai.

Résultats zootechniques	Ration témoin	Ration « Fibres »	Ration « MGP »	Ration « Fibres+ MGP »
Ingestion de MS (kg MS/j)	2,42	2,69	2,42	2,54
Ingestion d'énergie (UFL/j)	2,20	2,36	2,48	2,50
Lait brut (kg/j)	2,64 (0,64) ns	2,92 (0,58) ns	2,98 (0,60) ns	3,00 (0,59) ns
TB (g/kg)	28,7 (3,3) a	32,7 (4,1) b	34,6 (4,3) b	37,3 (5,0) c
TP (g/kg)	28,0 (2,0) d	29,0 (2,0) e	28,7 (2,3) de	29,0 (2,6) e
Poids vif (kg)	60,6 (1,9) ns	59,7 (2,4) ns	60,9 (1,9) ns	60,0 (1,9) ns

Les valeurs entre parenthèses correspondent aux écarts-types.
ns : différences non significatives au seuil $P < 0,05$.
a, b, c : différences significatives au seuil $P < 0,001$.
d, e : différences significatives au seuil $P < 0,05$.

lulose brute (CB) et MG (26 g/kg MS). Cette ration, couramment utilisée en élevage caprin, apparaît carencée en MG : une chèvre en lactation doit en effet recevoir 1 gramme de MG digestibles/jour/kg de poids vif (Delage et Fehr, 1967), soit 5 à 6 % de MG/kg de MS ingérée. De même, la teneur en CB de cette ration est moyenne, notamment en fin de lactation puisque les recommandations à cette période sont au minimum de 20 % de CB/kg MS. En revanche, l'apport d'A+S dépasse les teneurs recommandées fixées à 200 g/kg MS.

La ration « Fibres » contient du Rumifibre© (COFNA), un aliment composé (à base de paille traitée à la soude, associée à des déshydratés de légumineuses et à des tourteaux de tournesol non dépelliculés) riche en cellulose (26 % de CB/kg MS) fortement ingestible (sa valeur énergétique étant de 0,85 UFL/kg MS) présenté sous forme de granulé ainsi qu'un correcteur azoté à faible taux d'A+S. Cette ration affiche une forte teneur en CB située au dessus du seuil minima de recommandations (222 g/kg MS) alors que sa teneur en A+S est faible (- 55 g/kg MS par rapport au témoin). Les besoins en MG des animaux de ce lot ne sont pas couverts.

La ration « MGP », en plus de l'ensilage et du foin de RGI, intègre un correcteur azoté à faible taux d'A+S ainsi que des MGP (huile de palme protégée sous forme de savons de calcium), ce qui améliore sa teneur en MG (75 g/kg MS) et autorise la couverture des besoins en lipides des chèvres. L'apport de MGP très énergétiques améliore la densité énergétique de la ration (DE = 1,02 UFL/kg MS). Les teneurs en CB et A+S sont conformes aux recommandations.

La ration « Fibres + MGP » rassemble, en plus d'un correcteur azoté riche en MG et à faible taux d'A+S, l'aliment fibreux Rumifibre© et les MGP utilisées précédemment. De fait, les teneurs en CB et MG ainsi que la DE de la ration sont fortes.

Ces 4 rations sont distribuées en 2 repas sous forme de ration complète. Elles sont formulées de manière à être isoazotées et permettent de couvrir les besoins énergétiques et azotés des animaux.

1.3. MÉTHODES

Les données individuelles et bi-hebdomadaires de production laitière (lait brut et taux) ainsi que les données hebdomadaires de poids vif sont soumises à des analyses de variance (procédure GLM du logiciel S.A.S./STAT, option analyse de variance sur données en mesures répétées avec introduction de la covariable correspondant au critère analysé et relevée au cours des semaines 4 à 6 de lactation de la campagne 1993).

2. RÉSULTATS

Les résultats moyens, sur les 30 semaines d'essai, d'ingestion, de production laitière (PL) et de poids vif des 4 lots sont présentés dans le tableau 2.

2.1. INGESTION

L'apport supplémentaire de fibres dans la ration stimule l'ingestion de matière sèche (MS) totale tout au long de l'essai (de 0,12 kg/j pour le lot « Fibres + MGP » et de 0,27 kg/j pour le lot « Fibres » par rapport aux 2 autres lots). Les MGP contenues dans la ration « Fibres + MGP » ont cependant tendance à freiner l'augmentation d'ingestion de MS attribuable aux fibres.

La distribution de MGP, un peu plus de 100 g/j/chèvre, n'a apparemment aucun effet sur le niveau d'ingestion des chèvres (consommation identique pour les lots « MGP » et témoin) mais entraîne une augmentation de l'énergie ingérée (+ 0,3 UFL/j par rapport au lot témoin). La plus forte ingestion permise par les fibres provoque une ingestion d'énergie plus élevée pour le lot « Fibres » (+ 0,16 UFL/j par rapport au témoin).

L'apport en MAT du lot « Fibres » est, sur l'ensemble de la période d'essai, le plus fort (de 470 g/j/chèvre). Celui du lot « Fibres + MGP » s'établit à 436 g/j/chèvre alors que les 2 autres lots sont à 427 g MAT ingérés par jour.

Les apports en CB sont nettement plus élévés pour les 2 lots recevant l'aliment fibreux (d'environ 600 g/j alors que le lot témoin n'ingère que 500 g de CB/j).

La quantité d'A+S témoigne de l'aptitude de la ration à être digérée et à fermenter rapidement dans le rumen. Le passage de l'ensilage de maïs à l'ensilage de RGI provoque une

diminution de l'ingestion d'A+S pour les 4 lots. Cependant, quelle que soit la semaine de lactation considérée, ce sont les chèvres du lot témoin qui reçoivent la ration la plus riche en A+S (en moyenne sur les 30 semaines d'essai, l'apport est de 556 g/j/chèvre) suivies des chèvres du lot « Fibres » (avec 472 g/j/chèvre contre 410 g/j/chèvre pour les 2 lots recevant des MGP).

2.2. PRODUCTION LAITIÈRE

2.2.1. Lait brut

La persistance de la production laitière entre les semaines 13 et 30 est bonne pour tous les lots (entre 87 % pour le lot témoin et 93 % pour le lot « Fibres »). Par la suite et jusqu'au tarissement, le niveau de production chute régulièrement de 50 % pour tous les lots.

Sur les 30 semaines d'essai, le niveau de production de lait brut n'est pas significativement différent entre les lots. Cependant, les lots recevant des fibres et/ou des MGP ont tendance à produire plus de lait par rapport au lot témoin (de + 0,28 kg/j pour le lot « Fibres » à + 0,36 kg/j pour le lot « Fibres + MGP »).

2.2.2. Taux butyreux

L'apport simple de fibres ou de MGP améliore significativement le TB : de respectivement 4,0 et 5,9 g/kg par rapport au témoin dont le niveau de TB est assez bas (28,7 g/kg). De plus, les effets des 2 aliments expérimentaux se cumulent presque lorsqu'ils sont distribués ensemble (+ 8,6 g de TB/kg pour le lot " Fibres + MGP « par rapport au témoin) ; les niveaux de TB obtenus sont alors très hauts (37,3 g/kg).

Une estimation de la valorisation des rations par les chèvres en calculant le ratio MG produites / UFL ingérées montre un gradient entre les 4 régimes, le lot témoin ayant le ratio le plus faible (34,4 g MG produites/UFL ingérée) et le lot « Fibres + MGP » le ratio le plus fort (44,8 g MG produites/UFL ingérée), les 2 autres lots présentant une valeur intermédiaire (41 g MG produites/UFL ingérée).

2.2.3. Taux protéique

Seul l'aliment fibreux provoque une amélioration significative du TP (+ 1 g/kg par rapport au témoin). L'apport de MGP n'entraîne pas de modification significative du niveau de TP.

Il est à noter que les chèvres du lot témoin présentent une inversion des taux, de la 25ème à la 38ème semaine de lactation ; les TB et TP moyens de ce lot sur cette période sont alors de 26,8 et 27,6 g/kg respectivement.

2.3. poids vif

Les chèvres des 4 lots présentent des poids vifs (PV) moyens sur la période d'essai de l'ordre de 60 kg, non significativement différents. Cependant, les différences de PV entre les lots sont significatives de la 11ème à la 30ème semaine de lactation ($P<0,001$) : les animaux des 2 lots recevant l'aliment riche en fibres pèsent alors environ 1 kg de moins.

3. DISCUSSION

Les fibres stimulent l'ingestion de MS totale, le lot « Fibres » ingèrant plus que le lot « Fibres + MGP » (+ 0,15 kg MS/j) et ce tout au long de l'essai. Ces plus fortes ingestions attribuables à l'aliment cellulosique s'expliquent par 2 phénomènes :

1- Les chèvres ingèrent plus de MS totale quand leur ration est riche en fibres car elles obéissent à une régulation physiologique : pour couvrir leurs besoins énergétiques, tout en disposant d'une ration dont la DE est moyenne du fait de la présence des fibres, elles se doivent d'ingérer plus à moins que la capacité de leur rumen ne les limite (El-Gallad et al., 1988). Cette explication est confirmée dans le cas de cet essai : les chèvres du lot « Fibres + MGP » ingèrent moins de MS que les chèvres du lot « Fibres » car la DE de leur ration est plus forte (0,98 vs. 0,87 UFL/kg MS).

2- Les fibres améliorent la motilité de la paroi et le développement des papilles du rumen : il en résulte une stimulation de la rumination (et donc un broyage plus efficace des particules) ainsi que la salivation qui vont entraîner une dégradation plus efficace de la ration et une réduction du temps de séjour des aliments dans le rumen (Le Scouarnec et al., 1992).

La production de lait n'est pas significativement différente entre les lots. Cependant, les fibres et MGP induisent des niveaux de PL plus élevés, dus aux plus fortes consommations de MS totale pour les lots recevant des fibres et à une ingestion d'énergie plus élevée pour les lots recevant des MGP (Baldi et al., 1992).

Fibres et MGP agissent positivement et significativement sur le TB par l'intermédiaire de 2 leviers indépendants :

1- D'une part, les fibres font mastiquer et ruminer les chèvres et en conséquence les font saliver. Or, la salive a un effet tampon qui permet de maintenir le pH ruminal proche de la neutralité (aux alentours de 6,5). Les bactéries cellulolytiques se développent alors, favorisant la formation d'acide acétique, principal précurseur des acides gras du lait (Santini et al., 1992). 2- D'autre part, près de 50 % des acides gras du lait proviennent directement de l'alimentation. Or, il s'avère que les besoins en lipides des animaux ne sont pas couverts pour les lots témoin et « Fibres ». Les MGP distribuées permettent de combler ces déficits lipidiques. De fait, la quantité d'acides gras directement disponibles pour la mamelle est plus importante (Teh et al., 1994).

La réaction des chèvres laitières à l'apport de MGP sous forme de savons de calcium est très différente de celle des vaches laitières, chez lesquelles le TB ne varie pas ou peu (accroissement moyen de 0,4 g/l suite à une synthèse de 29 essais) (Doreau et Chilliard, 1992 ; Chilliard et al., 1993) alors que les mécanismes de sécrétion par la mamelle sont les mêmes. En revanche, chez la brebis, la supplémentation lipidique par des savons de calcium d'huile de palme provoque une amélioration du TB de 18 g/l (Caja et Guillou, 1990).

L'apport simple de fibres ou de MGP conduit à de moins bonnes performances que lorsque ces 2 aliments sont distribués ensemble car ils agissent sur 2 leviers différents et indépendants : leurs effets (en l'occurence améliorer la quantité de matières grasses produites) peuvent alors se cumuler. En effet, les fibres influencent la quantité et la nature des acides gras volatils du rumen qui vont être par la suite utilisés par la mamelle pour la synthèse des acides gras longs du lait alors que les MGP influencent la quantité d'acides gras alimentaires entrant directement dans le lait. Cependant, les effets des fibres et des MGP ne s'additionnent pas complètement probablement car la capaci-

té de sécrétion de la mamelle et le potentiel génétique de l'animal constituent des limites infranchissables.

Le faible TB des animaux du lot témoin peut s'expliquer par le fort niveau d'A+S de leur ration. Or, ces substances facilement fermentescibles font chuter le pH ruminal, ce qui provoque une augmentation de la proportion d'acide lactique, peu favorable au TB (Michalet-Doreau et Sauvant, 1989). De plus, cette ration n'apporte pas suffisamment de MG alimentaires pour couvrir les besoins lipidiques des chèvres.

Dans cet essai et dans d'autres menés sur chèvres (Morand-Fehr et al., 1989), les MGP ne modifient pas le niveau du TP car libérées et absorbées au niveau de l'intestin grêle, elles ne perturbent pas la synthèse protéique microbienne ruminale. En revanche, les expérimentations menées sur vaches laitières montrent le plus souvent un effet négatif des MGP sur le TP même lorsque la synthèse des protéines microbiennes n'est pas modifiée (Doreau et Chilliard, 1992).

L'effet significatif des fibres sur le TP se retrouve dans l'essai mené par Le Scouarnec et al. (1992) qui compare 2 régimes, l'un recevant 1 kg/j d'un fourrage à dégradation lente et à effet « grattant » l'autre n'en recevant pas et ce au cours des 4 premiers mois de lactation. L'amélioration du TP pour le lot expérimental est alors de 0,5 g/kg.

Dans le cas de notre essai, les plus forts TP des laits des chèvres des lots « Fibres » et « Fibres + MGP » peuvent peut être s'expliquer par le fait que l'ingestion de MAT de ces animaux est plus importante comparativement à celle des 2 autres lots.

CONCLUSION

Dans le cadre de cet essai, les rations enrichies en fibres et/ou MGP améliorent la production et la composition des laits de chèvre de milieu et fin de lactation par rapport à une ration très fermentescible à base de céréales et pauvre en lipides. De plus, elle ont permis d'éviter les inversions des taux qui pénalisent fortement les rendements fromagers et les revenus des éleveurs. L'incorporation de fibres et/ou de MGP contribue en définitive à optimiser le fonctionnement du rumen et/ou rééquilibrer les rations, notamment leurs teneurs en CB, A+S et MG. Il en résulte une amélioration du métabolisme général des animaux leur assurant une meilleure couverture des besoins.

RÉFÉRENCES

BALDI A., CHELI F., CORINO C., DELL'ORTO V., POLIDORI F., 1992. Small Ruminant Res., 6, 303-310.

CAJA G., GUILLOU D., 1990. Forum Volac, Paris, 8 p.

CHILLIARD Y., DOREAU M., GAGLIOSTRO G., ELMEDDAH Y., 1993. INRA Prod. Anim., 6 (2), 139-150.

DELAGE J., FEHR P.-M., 1967. Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys., 7 (4), 437-444.

DOREAU M., CHILLIARD Y., 1992. INRA Prod. Anim., 5 (2), 103-111.

EL-GALLAD T.T., GIHAD E.A., ALLAM S.M., EL-BEDAWY T.M., 1988. Small Ruminant Res., 1, 327.

KAWAS J.R., LOPES J., DANELON D.L., LU C.D., 1991. Small Ruminant Res., 4, 11-18.

LE SCOUARNEC J., DUPAS M., BROQUA C.B., COUTINEAU H., 1992. La Chèvre, 192, 24-27.

MICHALET-DOREAU B., SAUVANT D., 1989. INRA Prod. Anim., 2 (4), 235-244.

MORAND-FEHR P., SAUVANT D., HERVIEU J., BAS P., REMEUF F., 1989. In Actes du congrès international « Chevreul » pour l'étude des corps gras, Angers 6-9 juin, vol. 3, 1348-1353.

SANTINI F.J., LU C.D., POTCHOIBA M.J., FERNANDEZ J.M., COLEMAN S.W., 1992. J. Dairy Sci., 75, 209-219.

TEH T.H., TRUNG L.T., JIA Z.H., GIPSON T.A., OGDEN K.B., SWEENEY T.F., 1994. J. Dairy Sci., 77, 253-258.