



Bovins laitiers

Les lipides



Par : Dany Cinq-Mars, agronome, Ph.D.
Nutrition et alimentation
MAPAQ/Direction des services technologiques
<http://www.agr.gouv.qc.ca>
Pour commentaires : dcinqmar@agr.gouv.qc.ca
Révisé le 21 juin 2001

L'utilisation des matières grasses ou des lipides en production laitière a gagné de la popularité ces dernières années. Ce texte présente les aspects fondamentaux du passage des lipides dans le rumen et dans les différentes voies métaboliques de l'animal.

Les lipides forment un groupe de composés qui partagent certaines caractéristiques. Ils sont relativement insolubles dans l'eau, mais se dissolvent dans les liquides non polaires tels que l'éther, le chloroforme et le benzène. On peut classifier les lipides en trois grandes catégories. Premièrement, la catégorie des lipides simples qui inclut les esters d'acides gras avec généralement du glycérol. Les huiles, les graisses et les cires, telles qu'on les retrouve normalement dans la nature, forment ce groupe. Deuxièmement, la catégorie des lipides composés qui regroupe les phospholipides, les lipoprotéines et autres composés similaires. Les lipoprotéines contiennent à la fois des protéines et des lipides. On retrouve ces composés dans l'animal. Finalement, la dernière catégorie se compose des lipides dérivés de l'hydrolyse ou séparation des lipides des deux groupes précédents. C'est dans cette catégorie que se retrouvent les stérols, les glycérols, les stéroïdes, les corps cétoniques, les cholestérols, les cholestéryl esters et autres.

On constate donc que les lipides regroupent un nombre imposant de composés différents qui jouent des rôles très importants dans le corps de l'animal. À titre d'exemple, les lipides peuvent constituer une réserve d'énergie pour les cellules de l'animal et ils peuvent servir d'isolant thermique et électrique dans les nerfs pour assurer la transmission des influx nerveux. Ils sont également utilisés pour le transport d'autres lipides et des vitamines liposolubles dans le sang. Dans la cellule, ils font partie intégrante des membranes cellulaires, des mitochondries, etc.

Les lipides sont classifiés d'après la longueur de leur chaîne, c'est-à-dire d'après le nombre d'atomes de carbone (C), par exemple : C16 C18, etc. On les classe également d'après le nombre de doubles liaisons sur la chaîne carbonée et d'après leur position. Les lipides possédant beaucoup de doubles liaisons, se disent insaturés et les lipides n'en possédant aucune sont appelés gras saturés. Des exemples des principaux lipides généralement retrouvés dans les aliments servis aux bovins laitiers se retrouvent aux tableaux 1 et 2.

Tableau 1. Classification des principaux lipides retrouvés dans les aliments servis aux bovins laitiers

Nom de l'acide gras	Nb de carbones	Nb de doubles liaisons	Position des doubles liaisons
Butyrique C 4:0	4	0	
Caproïque C 6:0	6	0	
Caprylique C 8:0	8	0	
Caprique C 10:0	10	0	
Laurique C 12:0	12	0	
Myristique C 14:0	14	0	
Palmitique C 16:1	16	0	
Palmitoléique C 16:1	16	1	9
Stéarique C 18:0	18	0	
Oléique C 18:1w9	18	1	9
Linoléique C 18:2w6	18	2	6
Linolénique C 18:3w3	18	3	3
Arachindonique C 20:4w6	20	4	6

Source : Brisson (1979)

Tableau 2. Composition en acides gras et en indice de valeur d'iode (IVI) des lipides incorporés dans les aliments pour bovins¹

Type de gras	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	Autres acides gras	IVI
Sels de calcium	1,3	48,6	1,1	4,1	36,5	7,8	0,3	0,2	49
Gras hydrolysés	2,4	39,7	0,7	42,7	10,9	1,0	-	2,6	12
Gras partiellement hydrogéné	1,4-2,4	25,4-	0,2-0,7	37,2-	13,8-	0-0,9	0,1-0,2	3,2-4,3	14-31
Suif	3,0	24,5	3,7	19,3	40,9	3,2	0,7	4,9	48
Graisse blanche	1,9	23,4	4,3	13,3	43,4	10,9	1,3	1,5	62
Graisse jaune	1,8	22,1	3,5	11,5	43,7	14,6	0,9	1,9	72
Gras de poulet	1,0	22,1	7,2	6,5	43,0	18,5	0,9	0,7	82
Huile de menhaden	8,0	15,1	10,5	3,8	14,5	2,2	1,5	44,5	31
Harand	7,2	11,7	9,6	0,8	12,0	1,1	0,8	56,8	25
Huile de Canola	-	4,8	0,5	1,6	53,8	22,1	11,1	6,1	119
Maïs	0,0	10,9	-	1,8	24,2	58,0	0,7	4,4	126
Cotton	0,8	22,7	0,8	2,3	17,0	51,5	0,2	4,7	107
Lin	-	5,3	-	4,1	20,2	12,7	53,3	4,4	185
Palme	1,0	43,5	0,3	4,3	36,6	9,1	0,2	5,0	50
Arachide	0,1	9,5	0,1	2,2	44,8	32,0	-	11,3	95
Carthame	0,1	6,2	0,4	2,2	11,7	74,1	0,4	4,9	145
Sésame	-	8,9	0,2	4,8	39,3	41,3	0,3	5,2	111
Soya	0,1	10,3	0,2	3,8	22,8	51,0	6,8	5,0	131
Tournesol	-	5,4	0,2	3,5	45,3	39,8	0,2	5,6	113

Source NRC (2001)

¹ Acides gras exprimés en g/100 x 100

L'indice de valeur d'iode (IVI) retrouvée dans le tableau 2 indique le degré d'insaturation des acides gras contenus dans les lipides. Plus l'IVI est élevée plus le gras est insaturé et plus son point de fusion est bas. Les lipides dont l'IVI se situe en haut de 40 se digèrent plus (89 %) comparativement à ceux dont l'IVI se retrouve en bas de 40 dont la digestibilité descend à près de 74 % (NRC 2001). Par contre la digestibilité des gras très insaturés ($IVI > 40$) diminue plus rapidement que les autres lorsqu'on augmente son incorporation dans les aliments.

Incorporation des lipides dans les aliments

L'ajout spécifique de gras dans le régime des vaches laitières s'effectue pour accroître sa teneur énergétique. La synthèse endogène des micro-organismes du rumen produit environ 68 g de lipides par jour (Weisbjerg et coll. 1992). Par contre, l'incorporation de lipides alimentaires provoquerait une diminution de cette synthèse. Les lipides alimentaires se modifient considérablement au cours de leur séjour dans le rumen. Ainsi, peu de temps après leur arrivée, les lipases microbiennes hydrolysent complètement les triglycérides alimentaires en acides gras libres et en glycérol (Jenkins 1993). Ce phénomène est illustré à la figure 1. Le glycérol serait rapidement transformé en acide propionate. La majorité des acides gras contenus dans les plantes ingérées par les bovins sont insaturés. L'hydrogénéation ou la saturation de ces lipides s'effectue par les micro-organismes du rumen. Le détail de ce processus ne sera pas élaboré ici.

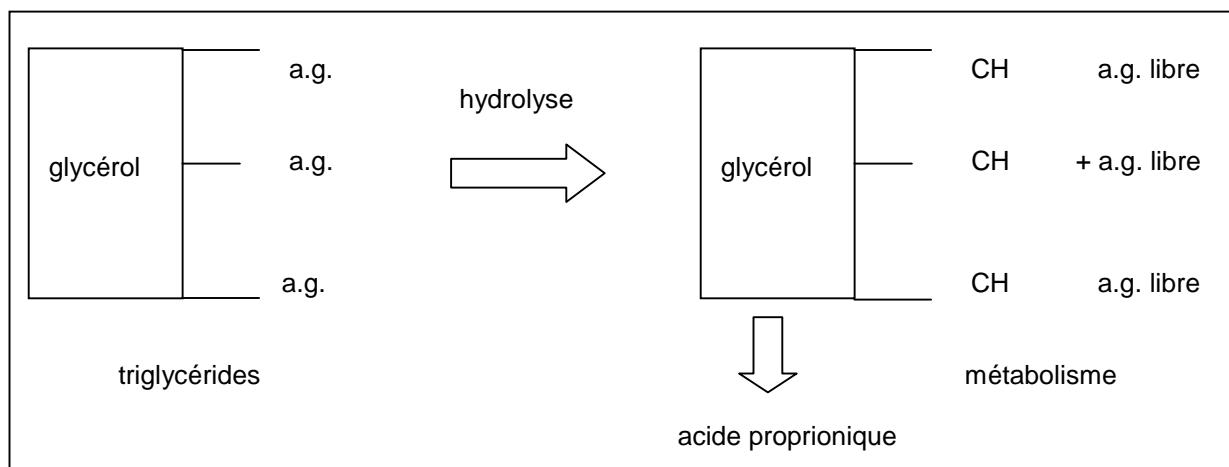
Mentionnons toutefois que la quantité d'acides gras polyinsaturés qui échappent à la biohydrogénéation dans le rumen reste faible (Doreau et Ferlay 1994). Entre 70 % et 95 % de l'acide linoléique contenu dans les aliments est hydrogéné. Par contre, la saturation des acides gras est moindre pour les lipides intracellulaires des fourrages comparativement aux lipides ajoutés aux aliments (Ben Salem et coll. 1993).

Effets sur le fonctionnement du rumen

On a vu précédemment que le contenu en matière grasse des fourrages et des concentrés ingérés par les bovins laitiers représente environ 3 % de la matière sèche ingérée et n'altère généralement pas la fermentation ruminale. Cependant, l'ajout supplémentaire jusqu'à 10 % de lipides alimentaires peut provoquer une diminution de plus de 5 % de la dégradation des fibres alimentaires dans le rumen (Jenkins 1993). Par contre, l'incorporation de gras alimentaires influence moins la digestion des hydrates de carbone non structuraux, comme l'amidon.

L'effet inhibiteur des lipides sur la digestion des fibres peut s'expliquer par deux théories (Jenkins 1993). Premièrement, l'ajout d'acides gras à une culture microbienne ruminale réduit la croissance et le métabolisme des micro-organismes qui la composent. Weisbjerg et coll. (1992) rapportent que les bactéries gram-positives sont les plus inhibées par les lipides alimentaires, alors que les gram-négatives demeurent peu affectées. Parallèlement, les gras seraient toxiques pour les protozoaires.

Figure 1. Schématisation de l'hydrolyse des triglycérides en glycérol et en acides gras (a.g.) libres



Ainsi, les changements de la composition microbienne lors de l'incorporation de lipides provoquent des modifications de la fermentation ruminale telles que la diminution de la production de méthane et du niveau d'ammoniaque. La production d'acides gras volatils change aussi pour favoriser l'acide propionique au détriment de l'acide acétique.

Selon la seconde théorie, la majorité des lipides alimentaires ingérés recouvrent rapidement les particules alimentaires et les micro-organismes du rumen. Cette couche « protectrice » empêcherait le contact direct entre micro-organismes et aliments, diminuant ainsi l'activité microbienne. La présence d'acides gras insaturés et d'acides gras à chaîne moyenne accentue ce phénomène. Par contre, l'inhibition serait ralentie par une forte proportion de foin sec dans le régime alimentaire.

Pour palier à ces divers inconvénients, les lipides ajoutés aux aliments doivent échapper à la dégradation ruminale. On peut opter pour des huiles contenues dans les cellules végétales, comme celles de la fève de soya entière (De Meyer et Van Nevel 1995). Ces lipides se libèrent peu dans le rumen et n'inhibent pas son métabolisme. On peut ainsi incorporer sans problème jusqu'à 3 % de lipides supplémentaires. Il est également possible d'ajouter des gras vendus commercialement protégés de la dégradation ruminale. Plusieurs procédés industriels ont ainsi été élaborés pour fournir aux entreprises laitières une gamme variée de gras protégés. Les avantages et les inconvénients de ces produits doivent être évalués individuellement pour chaque entreprise. La documentation rapporte qu'environ 3 % de lipides alimentaires supplémentaires peuvent être ajoutés de cette façon, sans trop affecter la fermentation ruminale.

Lipides alimentaires et production laitière

La supplémentation en gras dans le régime alimentaire entraîne souvent une majoration de la production laitière, de la matière grasse du lait, mais un fléchissement de la protéine lactée (De Peters et Cant, 1992). Ce phénomène a été observé également par d'autres études plus récentes (Harrison et coll. 1995). Par contre, d'autres n'ont pas

observé ce fléchissement de la protéine lactée (Maiga et coll. 1995). Pour expliquer la baisse de protéine du lait, Casper et Schingoethe (1989) proposent un effet négatif de la matière grasse sur la somatotrophine produite par l'animal qui réduirait l'incorporation d'acides aminés par la glande mammaire.

D'un autre côté, Cant et coll. (1993) rapportent une diminution de 7 % du flux sanguin dans la glande mammaire lors d'ajout de gras dans les aliments chez les vaches en lactation. Cette diminution entraîne également une réduction de l'incorporation d'acides aminés par la glande mammaire pour la production de la protéine du lait.

Ainsi, l'une ou l'autre ou ces deux théories pourraient expliquer l'effet inhibiteur du gras alimentaire sur la production de protéine lactée. On notera cependant, que l'ajout de lipides dans les régimes alimentaires des vaches laitières n'entraîne pas toujours une baisse de production de la protéine du lait.

L'ajout de 2 % de gras partiellement hydrogéné à la ration des vaches à partir du 35^e jour de lactation a permis une amélioration significative de la persistance entre le 60^e et 151^e jour de lactation (Salfer et coll. 1995). Ceci s'est traduit par une augmentation de la production totale. Par contre, ce n'est pas toujours avantageux économiquement (Maiga et coll. 1995). Des recherches québécoises et américaines récentes démontrent qu'il est également possible d'influencer les composantes lipidiques du lait par l'ajout de différents types de gras protégés de la saturation microbienne. Ainsi, on a découvert que les acides gras insaturés dans le rumen forment différents acides gras intermédiaires dont l'acide linoléique conjugué (CLA) qui ont des effets positifs sur la santé. Par l'alimentation, il est possible d'influencer positivement la production de CLA par la vache (Chouinard et coll. 2001; Jones et coll. 2000; Solomon et coll. 2000).

L'incorporation de matière grasse dans les aliments pour bovins laitiers influence souvent la reproduction de façon positive (NRC 2001). On rapporte une augmentation du nombre et de la grosseur des follicules. Différentes hypothèses sont avancées pour expliquer ce phénomène dont une amélioration de la balance énergétique et des effets hormonaux engendrés par le régime riche en lipides.

L'ajout d'importantes quantités de matières grasses peut réduire la digestibilité du calcium et du magnésium. Il y aurait dans le rumen, formation de savons insolubles (NRC 2001).

Il serait bon par conséquent de majorer les minéraux de ces minéraux dans la ration lorsqu'on ajoute des lipides alimentaires. Toutefois, les niveaux précis à ajouter ne sont pas clairement définis.

Bibliographie

- BEN SALEM, H., Krzeminski, R., Ferlay, A. and Doreau, M. 1993. Effect of lipid supply on *in vivo* digestion in cows : Comparison of hay and corn silage diets. *Can. J. Anim.* 73 : 547-557.
- BRISSON, G.J. 1979. Principes fondamentaux en production animale : nutrition. Conseil des productions animales, ISBN 2-551-03304-7. pp 149-174.
- CANT, J.P., De Peters, E.J. and Baldwin, R.L. 1993. Mammary amino acid utilization in dairy cows fed fat and its relationship to milk protein depression. *J. Dairy Sci.* 76 : 762-764.
- CASPER, D.P. and Schingoethe, D.J. 1989. Model to describe and alleviate milk protein depression in early lactation dairy cows fed a high fat diet. *J. Dairy Sci.* 72 : 3327-3335.
- CHOUINARD, P.Y., Corneau, L., Butler, W.R., Chilliard, Y., Drackley, J.K. and Bauman, D.E. 2001. Effect of dietary lipid source on conjugated linoleic acid concentrations in milk fat. *J. Dairy Sci.* 84 : 680-690.
- DE MEYER, D.I. and Van Nevel, C.J. 1995, Review. Transformations and effects of lipids in the rumen : three decades of research at Gent University. *Arch. Anim. Nutr.* 48 : 119-134.
- DE PETERS, E.J. and CANT, J.P. 1992. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of milk : a review. *J. Dairy Sci.* 75 : 2043-2070.
- DOREAU, M. and Ferlay, A. 1994. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. *Anim. Feed Sci. and Technol.* 45 : 379-396.
- HARRISON, J.H., Kincaid, R.L., Mc Namara, J.P., Waltner, S., Loney, R.A., Riley, R.E. and Cronrath, J.D. 1995. Effects of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78 : 181-193.
- JENKINS, T.C. 1993. Symposium : Advances in ruminant lipid metabolism. Lipid metabolism in the rumen. *J. Dairy Sci.* 76 : 3851-3863.
- JONES, D.F., Weiss, W.P. and Palm Quist, D.L. 2000. Short communication : Influence of dietary tallow and fish oil on milk fat composition. *J. Dairy Sci.* 83 : 2024-2026.
- MAIGA, H.A., Schingoethe, D.J. and Ludens, F.C. 1995. Evaluation of diets containing supplemented fat with different sources of carbohydrates for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 78 : 1122-1130.
- NRC 2001. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th Revised edition. Washington D.C. National Academy of Sciences. 381 pages.

SALFER, J.A., Linn, J.G., Otterby, D.E. Hansen, W.P. and Johnson, D.G. 1995. Early lactation responses of Holstein cows fed a rumen inert fat prepartum, pospartum or both. *J. Dairy Sci.* 78 : 368-377.

SOLOMON, R., Chase, L.E., Ben-Ghedalia, D. and Bouman, D.E. 2000. The effect of nonstructural carbohydrate and addition of full fat extruded soybeans on the concentration of conjugated linoleic acid in the milk fat of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 83 : 1322-1329.

WEISBJERG, M.R., Borsting, C.F. and Hvelplund, T. 1992. The influence of tallow on rumen metabolism, microbial biomass synthesis and fatty acid composition of bacteria and protozoa. *Acta Agric. Scand., Sect. A, Anim. Sci.* 42 : 138-147.