

Le lin dans l'alimentation de la vache laitière



Résumé des connaissances

Par Caroline C. Beaulieu, agr., M.Sc.

Décembre 2017

Introduction

La graine de lin est composée d'environ 20 % de protéine, 30 % de NDF et 40 % d'huile. Les lipides totaux du lin sont composés à 55 % d'acide- α -linoléique (AAL), un acide gras polyinsaturé (AGPI) de la famille des oméga-3 (ω 3) reconnu pour ses effets bénéfiques sur la santé humaine et animale.

De nombreuses recherches ont démontré l'effet bénéfique des ω 3, dont l'AAL, sur la santé humaine et l'intérêt des chercheurs pour les effets bénéfiques de ces molécules s'étend maintenant à diverses espèces animales, dont la vache laitière chez qui l'impact de l'ajout de graines de lin dans la ration est de mieux en mieux documentée. Initialement utilisée dans l'objectif de modifier le profil en acide gras (AG) du lait en vue d'améliorer ses propriétés pour l'alimentation humaine, l'incorporation du lin dans la ration des vaches laitières est maintenant envisagée pour ses bénéfices sur la santé des vaches elles-mêmes, notamment en matière de reproduction et pour son impact bénéfique sur la production de méthane (CH₄), un puissant gaz à effet de serre (GES).

Alimentation de la vache laitière

Les effets bénéfiques du lin dans l'alimentation s'expliquent principalement par sa richesse en huile et sa teneur élevée en ω 3, permettant une ration mieux équilibrée en acides gras. En effet, les rations actuelles, composées régulièrement d'ensilage de maïs et de concentrés, présentent un ratio oméga-6/oméga-3 trop élevé par rapport aux besoins de l'animal, entraînant un manque d' ω 3 dans l'organisme. L'ajout de lin à la ration vient donc améliorer ce ratio en apportant, par le fait même, divers bénéfices pour la santé et la productivité de la vache.

Impacts sur la santé et la reproduction

L'ajout de gras à la ration de la vache laitière est reconnu pour favoriser un retour rapide en chaleur et améliorer l'établissement et le maintien de la gestion. Les études démontrent que le type d'AG apporté aurait une influence importante, les ω 3 ayant des effets bénéfiques plus marqués que les ω 6 ou les gras saturés. Le lin s'avère donc une source d'AG de premier choix à envisager dans la ration.

Bien que certaines études n'aient pu confirmer l'impact de l'ajout de lin sur l'amélioration de la fertilité, plusieurs autres ont démontré des effets bénéfiques sur les variables reproductives dont une amélioration de la qualité et de la survie embryonnaire et une augmentation du taux de conception. Les causes de ces effets bénéfiques font encore l'objet d'hypothèses, mais une amélioration des qualités ovariennes dont une augmentation de la croissance folliculaire et du corps jaune ainsi qu'une modulation hormonale, dont une diminution de la sécrétion des prostaglandines de groupe 2 et une augmentation du taux de progestérone sanguin, sont avancées.

L'apport de gras en début de lactation est connu pour entraîner, dans certains cas, une diminution de la consommation, limitant par conséquent l'ap-

port énergétique souhaité et les bénéfices recherchés par l'ajout d' ω 3. Certaines études ont toutefois démontré que l'apport de gras, dès la période de tarissement, limite l'impact négatif du gras sur l'ingestion de matière sèche (IMS) suite au vêlage. L'intégration du lin dès la période de tarissement pourrait donc permettre d'améliorer plus facilement le bilan énergétique des vaches en transition et de bénéficier davantage des effets positifs du lin. Si les mécanismes impliqués demeurent incertains, l'impact du lin sur la fertilité de la vache semble de plus en plus faire consensus dans la mesure où la teneur en gras de la ration est contrôlée afin d'éviter les effets négatifs sur la prise alimentaire et l'état de chair. Dans plusieurs études où il fut impossible de démontrer un effet bénéfique du lin sur la fertilité, une diminution de l'IMS avait d'ailleurs été mesurée.

En plus des avantages sur la reproduction, l'apport d'AGPI semble avoir divers bénéfices sur la santé de la vache. Bien que les études soient assez peu nombreuses, les bénéfices des ω 3 semblent liés à un effet anti-inflammatoire et modulateur des réactions immunitaires. La période de transition est reconnue comme étant une période de grand stress pour l'organisme avec des changements drastiques au niveau des tissus reproducteurs et de la glande mammaire. La vache présente également des besoins nutritionnels élevés combinés à une baisse de l'IMS la rendant plus fragile d'un point de vue immunitaire. L'apport ω 3 est donc rapportée comme bénéfique pour la santé de la vache en transition. Des réductions sur l'incidence de certaines maladies, telles que la métrite, la mammite ou la lipidose hépatique, fréquentes en période de transition, sont rapportées dans la littérature suite à l'introduction de graine de lin dans l'alimentation.

Impacts sur la composition du lait et la production laitière

Les ω 3 comme l'acide- α -linoléique sont des AG essentiels pour l'homme qui ne peut les synthétiser et doit donc se les procurer dans son alimentation. Reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment au niveau de la prévention des maladies cardiovasculaires, inflammatoires, neurologiques et des cancers, différents moyens sont donc envisagés pour augmenter leur teneur dans les aliments. L'amélioration du profil lipidique du lait est donc l'un des premiers motifs ayant poussés les chercheurs à étudier l'impact de l'apport de graine de lin dans l'alimentation de la vache.

Composition du lait

Il est démontré que l'apport de lin dans la ration entraîne une modification du profil lipidique du lait avec une augmentation de la teneur en ω 3, dont l'AAL, et une diminution des ω 6 et des AG saturés. Contrairement aux monogastriques chez qui le profil en AG alimentaire se reflète directement dans celui de la carcasse, le transfert des AGPI de la ration vers les tissus est toutefois limité chez les ruminants dû à leur biohydrogénation dans le rumen causant leur transformation et leur absorption sous des formes plus saturées. Il est donc impossible d'accroître la teneur en AGPI du lait au-delà d'une certaine teneur uniquement par l'alimentation. Néanmoins, la forme sous laquelle le lin est apporté peut permettre d'obtenir des résultats supérieurs en offrant une certaine protection des AGPI. Par exemple, l'utilisation de graines de lin broyées permet d'obtenir une teneur en AAL du lait supérieure à celle obtenue.

nue suite à l'ajout d'huile, puisque les AG de cette dernière sont facilement disponibles et rapidement dégradés dans le rumen. L'utilisation de graines de lin entières intactes, quant à elle, permet d'atteindre des teneurs en AAL également inférieures à celles obtenues avec les grains broyés, mais cette fois due à leur trop faible disponibilité et absorption par l'organisme.

Les normes de l'Agence canadienne d'inspection des aliments exigent qu'un aliment contienne un minimum de 3 g/portion d' $\omega 3$ pour porter la mention « enrichie ». Pour un lait à 2 % de matière grasse, cela signifie donc que la teneur minimale en $\omega 3$ devrait être de 6 %. Or, les études ont démontré que la teneur en $\omega 3$ du lait pouvant être obtenue suite à l'ajout de lin dans la ration dépasse rarement 1 à 2 %. Pour obtenir des teneurs plus élevées, des quantités de lin incompatibles avec une ration équilibrée pour la vache et entraînant des impacts importants sur la production laitière devraient être utilisées. L'augmentation de la teneur en $\omega 3$ pouvant être obtenue est néanmoins bénéfique et la commercialisation d'un lait « santé » pourrait être envisagée si un marketing adéquat est utilisé, malgré la non atteinte de la norme.

Production laitière

Les études menées jusqu'à maintenant ne font pas consensus quant à l'impact du lin sur la production laitière journalière et le taux de gras du lait. Il s'agit probablement de l'aspect le plus controversé de la supplémentation en lin et un des seuls effets négatifs parfois rapportés. Il est connu que la baisse de consommation en début de lactation nécessite d'enrichir la ration en énergie et l'ajout de gras s'avère souvent un incontournable. L'ajout d'AG insaturés peut toutefois entraîner une diminution de la fermentation ruminale et de la digestion de la fibre limitant l'impact bénéfique de l'apport énergétique sur la production laitière. La quantité de gras ajoutée, le type de matière grasse, la composition globale de la ration, la consommation de la vache et son stade de lactation vont toutefois avoir un impact important sur la réponse de l'organisme et faire en sorte que l'effet de la supplémentation en gras soit positif ou négatif sur la production laitière.

Dans certaines études, la supplémentation en AG provenant du lin a eu pour impact de réduire légèrement l'IMS entraînant une diminution du rendement en lait, en gras et en protéine. Dans d'autres cas par contre, la diminution de l'IMS ne s'est pas traduite par une réduction ou une modification de la production de lait, améliorant ainsi l'efficacité alimentaire et la marge sur l'alimentation. Dans plusieurs études, l'IMS n'a pas été modifiée par l'ajout de lin et la production laitière est demeurée stable ou a été améliorée, tant au niveau du rendement en lait qu'en gras. Dans certains cas, bien que la teneur en gras (%) ait été légèrement diminuée, la hausse de production laitière a permis le maintien, voire l'augmentation de la production globale de gras (kg/jr). Finalement, dans certaines études, l'apport de lin en période de tarissement a eu pour effet d'augmenter l'IMS suite au vêlage avec des effets bénéfiques sur la production en début de lactation.

Globalement, une revue de littérature réalisée par *Petit*, en 2010, démontre que l'impact de la supplémentation en lin sur la production laitière est généralement minime, voire positif dans les cas où l'IMS a été maintenue ou augmentée. Tel que mentionné, différents facteurs peuvent expliquer les divergences entre les études dont la composition de la ration, l'impact négatif de lin semblant plus important dans les rations à base d'ensilage de maïs que celles contenant des fourrages de luzerne, ou encore la durée des expérimentations. En effet les expériences menées à court terme semblent faire ressortir des effets plus importants, positifs ou négatifs, que celles menées sur des périodes plus longues. Le stade de lactation auquel est mené l'expérimentation semble également influencer de façon importante la réponse en termes de production laitière, les vaches en début de lactation semblant tirer bénéfice de la supplémentation en lin (rendement et composition du lait) alors que la production des vaches en milieu ou fin de lactation semble peu influencée.

Bien que plusieurs études n'aient pas démontré d'impact négatif sur la production laitière, la divergence des résultats incite à la prudence lorsque l'on envisage l'ajout de lin à la ration, compte tenu de l'impact majeur d'une baisse de production sur la rentabilité de l'entreprise. Selon les études consultées, les risques associés semblent néanmoins limités lorsque les règles de base sont respectées pour l'élaboration d'une ration équilibrée, notamment en termes de teneur en gras de la ration (section sur la régulation alimentaire).

Impacts sur la production de gaz à effet de serre (GES)

La digestion anaérobie des végétaux par les microorganismes du système digestif entraîne la production de CH_4 chez toutes les espèces animales. De par l'activité microbienne du rumen, les ruminants en produisent toutefois davantage que les monogastriques. À titre comparatif, une vache laitière peut produire jusqu'à cinq fois plus de CH_4 qu'un cheval. Les médias comparent régulièrement la production annuelle de CO_2 d'une vache laitière avec celle d'une voiture, marquant ainsi l'esprit collectif et pointant du doigt la production laitière en matière de changements climatiques. Bien que cette comparaison soit vraie, jusqu'à un certain point, la contribution réelle de la production laitière aux émissions de GES n'est pas aussi importante que cette comparaison laisse penser. L'inventaire canadien des émissions de GES chiffre la part de l'agriculture à 8 % des émissions totales du Canada, la plus grande part étant attribuable aux activités humaines. La production laitière pour sa part représenterait 9 % des émissions d'origine agricole, soit à peine 0,7 % des émissions canadiennes.

Bien que la contribution des vaches laitières aux émissions de GES puisse ainsi paraître minime, il demeure important de s'en préoccuper ne serait-ce que pour contribuer à l'atteinte des objectifs gouvernementaux, améliorer l'image du produit, ou éventuellement, bénéficier de crédit carbone mais également, par soucis d'efficacité. En effet, les pertes de CH_4 par éructation constituent une perte nette d'énergie pour la vache pouvant représenter jusqu'à 10 % de l'énergie brute consommée. L'ajout de graines de lin à la ration permettrait une meilleure valorisation de la ration avec, pour conséquence, une réduction des pertes énergétiques associées à l'éructation de CH_4 .

L'impact bénéfique du lin sur les émissions de CH_4 est lié à l'effet inhibiteur des AGPI sur les microorganismes du rumen. La forme sous laquelle le lin est apporté semble encore une fois avoir un impact important, les formes offrant la plus grande disponibilité des AG, comme l'huile, menant à des réductions des émissions de CH_4 supérieures. La graine de lin entière aurait l'impact le moins important puisque les AGPI y sont partiellement protégés. Il importe toutefois de tenir compte des effets indésirables de l'ajout de matière grasse dans la ration, comme la baisse possible de l'IMS, avant d'opter pour une forme ou l'autre de lin et veiller à ce que la productivité ne soit pas affectée.

Une étude de *Martin et al.* 2008, présente des diminutions des émissions de CH_4 de 12, 38 et 64 % suite à des ajouts de lin, au niveau de 5 % de la matière sèche (MS) de la ration, sous forme de grains entiers, de grains extrudés et d'huile de lin. Les mêmes chercheurs ont également démontré que la diminution des émissions est proportionnelle à la quantité de lin ajouté avec des diminutions allant de 15 à 40 % suite à des apports de lin extrudé variant de 5 à 15 % MS de la ration (2 à 6 % huile). Une étude similaire menée récemment au Québec sur 30 fermes laitières va dans le même sens. La moitié des vaches étudiées ont été alimentées avec une ration standard alors que l'autre moitié a reçu une ration équivalente d'un point de vue nutritif, mais dans laquelle une partie des concentrés a été remplacée par du lin extrudé. Les émissions journalières de CH_4 ont diminué dès le mois suivant l'introduction du lin et se sont maintenues pendant les six mois d'expérimentation. La réduction des émissions obtenue dans ce projet a été de 9,4 % en moyenne. Aucun impact négatif n'a été noté sur les performances zootech-

niques des animaux. Au contraire, l'IMS a été similaire avec une augmentation de la production laitière corrigée pour le gras de 3 %, indiquant ainsi une augmentation de l'efficacité alimentaire et une augmentation de la marge sur les coûts d'alimentation de 0,80 \$/vache/jr. De plus, la teneur en matière grasse, en lactose et le rapport solides non gras/gras s'est maintenu. Finalement, la teneur en $\omega 3$ dans les matières grasses du lait s'est accrue de 38 % lors de cette étude.

Différents facteurs peuvent expliquer la variabilité des résultats d'une expérience à l'autre, notamment le nombre de vache à l'étude, la durée et la saison de l'essai, la forme et la quantité de lin apporté, etc. Néanmoins, les résultats des différentes études portant sur la réduction des GES par l'ajout de lin à la ration sont tous prometteurs.

Régie alimentaire

Malgré l'importance de la forme et de la dose de lin apporté sur la réponse de l'organisme, peu d'études portent directement sur la régie alimentaire à adopter et sur la recette à appliquer. Cela s'explique facilement par les nombreux facteurs pouvant influencer l'élaboration d'une ration idéale tels que, le principal objectif visé par la supplémentation, les besoins et performances de base du troupeau concerné, les autres intrants utilisés, etc. Il est donc essentiel que l'introduction du lin se fasse en collaboration avec un conseiller spécialisé en alimentation via l'élaboration d'un programme alimentaire adapté aux besoins de chaque groupe, ou vache, et idéalement combiné à un suivi des performances.

Quantité journalière

La modification du profil en AG du lait et la réduction des émissions de méthane semblent avoir une réponse linéaire à l'augmentation de la dose apportée, les effets bénéfiques augmentant avec l'augmentation de la dose. Ce n'est toutefois pas le cas de la teneur en $\omega 3$ du lait qui, tel que discuté, plafonne à forte dose dû à l'hydrogénation des AGPI dans le rumen. De plus, l'augmentation de la dose au-delà d'un certain seuil augmente les risques de voir apparaître des impacts négatifs sur l'IMS et la production laitière. Il est donc préférable de limiter la quantité de lin apportée à moins de bénéficier d'une prime pour la production d'un lait $\omega 3$, ou encore de crédit carbone, pouvant compenser pour une diminution de production.

En général, les études ont démontré que l'ajout de lin jusqu'à une teneur de 15 % de la matière sèche de la ration n'avait que peu ou pas d'impact sur la consommation de la vache et le rendement en lait dans la mesure où la teneur en matière grasse totale de la ration ne dépasse pas 6 %. À ces concentrations, il serait donc possible de bénéficier des avantages du lin sans mettre en péril la production laitière. Il est difficile de rapporter ces pourcentages en termes de quantité journalière puisque les besoins de base varient d'un animal à l'autre ainsi qu'au fil de la lactation, d'où l'importance d'élaborer un programme alimentaire adapté aux besoins nutritionnels de l'animal. À titre d'exemple, la supplémentation en lin dans l'étude québécoise portant sur la réduction des émissions de GES variait de 200 à 900 g/jr (moyenne 700 g lin/vache/jour) selon le stade de lactation et les besoins énergétiques des vaches.

Forme de lin à privilégier

Une vaste méta-analyse sur l'usage du lin en production laitière a été réalisée récemment par une équipe de l'Université Laval (*Leduc et al.*). Combinant les résultats de 87 articles scientifiques, cette étude, première en son genre, a permis de comparer l'effet de différents types de suppléments en lin (1- graines intactes, 2- graines extrudées, 3- graines traitées mécaniquement (moulues ou roulées), 4- huile de lin, 5- huile ou graines traitées pour réduire la biohydrogénation, 6- coques de lin non délipidées) sur la production et la composition du lait. L'objectif principal de l'étude était de déterminer la forme la plus appropriée pour maximiser à la fois les performances de

production et l'efficacité du transfert des $\omega 3$ de la ration vers le lait.

L'analyse statistique menée dans cette étude a permis de déterminer que la graine de lin traitée mécaniquement (roulée ou moulue) présentait la meilleure combinaison d'avantages parmi les six types de suppléments comparés. En effet, c'est avec ce supplément que la consommation, la production laitière, la production laitière corrigée pour l'énergie et le revenu, l'efficacité alimentaire ainsi que la teneur et la production de matières grasses du lait ont été les plus élevées. Bien que la teneur en AAL de la matière grasse du lait ait été la plus élevée avec les produits protégés et les coques de lin, la graine de lin traitée mécaniquement demeure encore le meilleur choix lorsque l'on considère l'efficacité du transfert de l'AAL de la ration vers le lait. De façon générale, l'huile de lin est le traitement ayant le moins bien performé. La grande disponibilité des AG de l'huile dans le rumen provoquant sa biohydrogénation rapide, et donc une diminution du transfert des $\omega 3$ vers le lait, ainsi qu'un impact plus important sur la consommation volontaire et la production laitière. En contrepartie, les graines de lin intactes semblent avoir présenté une protection trop importante des AG, limitant leur absorption et leur transfert vers le lait. La graine de lin traitée mécaniquement semble donc la forme de lin la plus appropriée parmi celles étudiées pour assurer une bonne protection des $\omega 3$ et favoriser leur transfert vers le lait tout en maintenant un bon niveau de production.

Il est à noter que parmi les études consultées dans le cadre du présent article, aucune ne portait sur l'utilisation du tourteau de lin en alimentation. Le tourteau étant un résidu issu de l'extraction de l'huile et les avantages du lin étant associé à sa teneur en matières grasses, il est facile de comprendre pourquoi les études s'y intéressent peu. La graine de lin contenant 20 % de protéine et 30 % de NDF, le tourteau délipidé pourrait néanmoins être un résidu intéressant s'il est disponible localement. Il n'est donc pas à exclure de nos programmes alimentaires, mais il faut être conscient qu'il ne peut être considéré au même titre que la graine de lin entière quant aux bénéfices qu'il peut apporter.

Conclusion

La présente synthèse n'a pas la prétention d'avoir couvert l'ensemble de la littérature portant sur l'impact de la graine de lin en alimentation de la vache laitière, ni de présenter des informations incontestables. Un tel travail serait de nature universitaire et pourrait nécessiter plusieurs mois, voire années de travail. C'est d'ailleurs le cas pour certaines revues de littérature utilisées pour réaliser le présent document. Néanmoins, nous croyons avoir apporté les bases nécessaires à une réflexion pour l'entreprise laitière et ses conseillers.

Malgré la contradiction de certaines études et le fait que plusieurs questions demeurent sans réponses, il semble y avoir davantage de bénéfices potentiels que de risques à l'utilisation du lin dans la ration de la vache. En effet, si certaines études n'ont pu démontrer d'impacts positifs suite à l'ajout de lin, aucune n'a rapporté de dangers pour la santé, la reproduction ou la production de la vache, outre une possible diminution de la production dans certaines conditions. Pour des raisons méthodologiques, les études sur le sujet s'attardent bien souvent à un seul des impacts des $\omega 3$ chez la vache sans considérer l'ensemble des bénéfices potentiels. Globalement, si tous les avantages possibles sont considérés, augmentation de la qualité nutritionnelle du lait, diminution des émissions de méthane, amélioration de la santé des vaches, augmentation de la fertilité et même augmentation de la production laitière dans certaines études, l'introduction du lin dans la ration nous semble valoir le coup d'être tentée.

Pour le faire, il est toutefois fortement recommandé de recourir aux conseils d'un spécialiste en alimentation afin de s'assurer de respecter les critères de base dans l'élaboration de la ration et de voir à combler les besoins nutritionnels des animaux. Les résultats variables d'une étude à l'autre laissent à penser que certains paramètres, tels que la génétique du troupeau, les con-

ditions d'élevage ou la composition globale de la ration, peuvent influencer la réponse au lin. Il est donc également conseillé de procéder à des essais à la ferme et d'adhérer à un contrôle laitier afin de mesurer l'impact réel sur la production et le troupeau. De par sa composition, le lin peut représenter un

aliment de choix et une source importante de protéine, de fibre et de gras de qualité pouvant être produit localement ou à la ferme. Il s'agit donc d'un aliment qui mérite qu'on s'y intéresse davantage.

INFORMATIONS



Écosphère
T. (418) 725-7500
info@ecosphere.qc.ca
www.ecosphere.qc.ca

RÉFÉRENCES

Les articles suivants ont été consultés pour réaliser le présent document.

- Beauregard, A., M.-P. Dallaire, R. Gervais et P. Y. Chouinard. 2015. Réduire la production du méthane et augmenter les acides gras oméga-3 du lait grâce à la graine de lin. Journée d'information scientifique – bovins laitiers et plates fourragères.
- Brunschwig, P., C. Hurtaud, Y. Chilliard, et F. Glasser. 2010. L'apport du lin dans la ration des vaches laitières : Effets sur la production, la composition du lait et des produits laitiers, les émissions de méthane et les performances de reproduction. Inra Prod. Anim. 23, 307–318.
- Caroprese, M., A. Marzano, G. Entrican, S. Wattedegera, M. Albenzio, and A. Sevi. 2009. Immune response of cows fed polyunsaturated fatty acids under high ambient temperatures. J. Dairy Sci. 92:2796–2803.
- Chilliard, Y., C. Martin, J. Rouel, and M. Doreau. 2009. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. J. Dairy Sci. 92:5199–5211.
- Chouinard, Y. 2005. Amélioration de la qualité de la viande par l'alimentation. Les acides gras. Université Laval. 45 p.
- Chouinard, P. Y., S. Gagnon, A. Guilbert, M. Laprise et R. Robert. 2004. Cahier de charges : Production d'un lait enrichie en acides gras oméga-3. Centre de recherche et développement en agriculture. 13p.
- Chouinard, Y. 2016. Production et émission du méthane et du gaz carbonique par les ruminants. Université Laval. 65^e congrès de l'Ordre des agronomes du Québec.
- Combe, N. et E. Fénart. 2004. Les oméga 3 : de l'alimentation animale à la nutrition humaine. Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Volume 11, Numéro 1, 46-9.
- Gentesse, N. 2007. Le gras chez la vache laitière. Bulletin d'information en production laitière. Numéro 2, 4p.
- Leduc, M., M.-P. Létourneau-Montminy, R. Gervais, and P. Y. Chouinard. 2017. Effect of dietary flax seed and oil on milk yield, gross composition, and fatty acid profile in dairy cows: A meta-analysis and meta-regression. J. Dairy Sci. 100:1–22.
- Leduc, M., M.-P. Létourneau-Montminy, R. Gervais et P. Y. Chouinard. 2017. Tour d'horizon de l'usage du lin en production laitière : Méta-analyse. Journée d'information scientifique – bovins laitiers et plates fourragères.
- Lefebvre, D. et J. Baillargeon. 2015. Le contrôle laitier pour sauver la planète ? Le producteur de lait québécois. 18-20.
- Mach, N., R. L. Zom, H. C. Widjaja, P. G. van Wikselaar, R. E. Weurding, R. M. Goselink, J. van Baal, M. A. Smits, and A. M. van Vuuren. 2013. Dietary effects of linseed on fatty acid composition of milk and on liver, adipose and mammary gland metabolism of periparturient dairy cows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.) 97:89–104.
- Martin, C., A. Ferlay, Y. Chilliard and M. Doreau. 2009. Decrease in methane emissions in dairy cows with increase in dietary linseed content. In: Proceedings of the British Society of Animal Science. 35 p.
- Martin, C., J. Rouel, J. P. Jouany, M. Doreau and Y. Chilliard. 2008. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. J. Anim. Sci. 86:2642–2650.
- Morris DH. 2008. Adding Linseed to Feed Enhances the Fat Profile of Milk. Winnipeg, MB: Flax Council of Canada.
- Morris DH. 2008. Background Information on Key Fats in ilk and Beef. Winnipeg, MB: Flax Council of Canada.
- Novalait. 2004. Validation d'une méthode simple et naturelle de production d'un lait enrichi en acides gras oméga-3 dans des conditions commerciales. Fiche P2004-01.
- N. R. Bork, J. W. Schroeder, G. P. Lardy, K. A. Vonnahme, M. L. Bauer, D. S. Buchanan, R. D. Shaver and P. M. Fricke. 2010. Effect of feeding rolled flaxseed on milk fatty acid profiles and reproductive performance of dairy cows J. Anim. Sci. 88:3739-3748.
- Parent, M.-J. 2014. La graine de lin améliore la production laitière. Le Bulletin des agriculteurs.
- Petit, H. V. and H. Twagiramungu. 2006. Conception rate and reproductive function of dairy cows fed different fat sources. Theriogenology 66:5, 1316-1324.
- Petit, H. V. 2002. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. J. Dairy Sci. 85:1482–1490.
- Petit, H. V. et C. Benchaar. 2007. Importance de la nature des graisses alimentaires sur la reproduction des vaches laitières. Rencontre autour des recherches sur les ruminants. Numéro 14, 329-332.
- Petit, H. V., R. J. Dewhurst, J. G. Proulx, M. Khalid, W. Haresign, and H. Twagiramungu. 2001. Milk production, milk composition, and reproductive function of dairy cows fed different fats. Can. J. Anim. Sci. 81:263–271.
- Petit, H. V. 2010. Review: Feed intake, milk production and milk composition of dairy cows fed flaxseed. Can. J. Anim. Sci. 90:115–127.
- Projet VaccO₂. Recherche sur l'utilisation de la graine de lin extrudée dans les rations pour vaches laitières.
- Santos, J. E. P., T. R. Bilby, W. W. Thatcher, C. R. Staples, and F. T. Silvestre. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. Reprod. Domest. Anim. 43(Suppl. 2):23–30.