



## **LA GRAINE DE LIN - UN GRAIN ANCIEN, RICHE EN BIENFAITS POUR LA SANTÉ ET EN AVANTAGES CULINAIRES**

Linda Malcolmson, PhD

La culture de la graine de lin remonte aussi loin que 5000 avant J.-C. Son nom botanique, *Linum usitatissimum* L. signifie «le plus utile». On cultive la graine de lin autant pour sa fibre que pour sa source alimentaire. Les variétés produisant de hautes plantes avec fibres longues sont utilisées dans les industries du textile et du papier, tandis que les variétés à fibres courtes sont cultivées pour fins alimentaires.

La graine de lin, aussi appelée lin, possède une enveloppe soit jaune ou brune et se présente sous forme plate et ovale. La couleur de l'enveloppe ne modifie en rien la composition nutritionnelle de la graine. Les graines de lin sont riches en acides gras oméga-3, protéines, fibres et antioxydants, lesquels sont importants pour une bonne santé. De plus, les graines de lin contribuent à la texture des aliments et ajoutent une saveur de noix lorsque ajoutées aux formulations alimentaires.

### **La production canadienne de lin**

Le Canada est le plus grand producteur de lin représentant environ 25% de la production mondiale en 2012<sup>1</sup>. La plus grande partie du lin produit au Canada est pour fins alimentaires. En tant que premier producteur de lin dans le monde, le Canada possède des conditions idéales pour la production de graines de lin de haute qualité grâce au climat frais des Prairies.

### **Valeur nutritive des graines de lin**

L'huile représente environ 42% de la graine de lin, et plus de 70% de cette huile est constituée d'acides gras polyinsaturés bons pour la santé. La graine de lin contient 55 à 57% d'acides gras essentiels oméga-3, l'acide alpha-linolénique (ALA), et environ 28% de fibres alimentaires y compris les fibres solubles et insolubles. Les fibres solubles peuvent abaisser le taux de cholestérol sanguin et aider à régulariser le taux de glycémie, tandis que les fibres insolubles facilitent le passage plus rapide des selles à travers le côlon en aidant les mouvements de l'intestin et en améliorant la fonction intestinale<sup>2</sup>.

La graine de lin est l'une des sources végétales les plus riches en lignanes, fournissant jusqu'à 800 fois plus de lignanes que la plupart des autres aliments. Les lignanes sont des phytoestrogènes - composés qui ont été identifiés dans les études sur les animaux et les débuts des essais cliniques humains, lesquels aident à protéger contre certains types de cancer, notamment les cancers du sein et du côlon, en bloquant la formation de tumeurs<sup>2</sup>. La graine de lin contient environ 20% de protéines et présente un profil d'acides aminés similaire à celui de la protéine de soya, qui est considérée comme l'une des protéines végétales les plus nutritives<sup>3</sup>. La graine de lin, à l'instar d'autres graines oléagineuses, est sans gluten.

### **Une allégation santé au sujet des graines de lin**

Les composants bénéfiques pour la santé contenus dans la graine de lin sont liés à l'amélioration de la santé cardiovasculaire. Santé Canada a approuvé en 2014, une allégation santé liant la consommation des graines de lin entières moulues à la diminution du cholestérol sanguin, ce dernier étant considéré comme un facteur de risque important des maladies du cœur<sup>4</sup>. L'allégation figure parmi l'une des onze seules approuvées au Canada. Un exemple d'énoncé autorisé pour les graines de lin moulues est: «16 g (2 cuillères à soupe) de graines de lin moulues fournit 40% de la quantité quotidienne aidant à abaisser le cholestérol». La «quantité quotidienne» mentionnée dans l'énoncé principal est de 40 g (5 cuillères à soupe ou cuillères à table) de graines de lin entières moulues à être consommées et réparties sur trois repas ou collations.

## **Le lin et ses composants**

Le lin est disponible en graines entières, en huile ou en graines de lin moulues avec ou sans l'enveloppe. Le produit résiduel, après extraction de l'huile, contient toujours environ 8 à 10% d'huile et est appelé farine de graines de lin que l'on retrouve dans les marchés d'alimentation.

L'huile de lin est produite par pressage à froid des graines pour en extraire l'huile. En contrôlant la température pendant le procédé d'extraction, l'huile maintient sa fraîcheur. L'huile est vendue dans des bouteilles brunes afin de continuer à maintenir sa qualité. Il est important d'utiliser l'huile avant sa date d'expiration et, une fois la bouteille ouverte, elle doit être réfrigérée et utilisée selon les recommandations du fabricant, habituellement dans un délai de 6 semaines. L'huile de lin à haute teneur en lignanes est également disponible et se distingue par le fait qu'une partie de la farine de graines de lin partiellement dégraissée est retournée dans cette l'huile. En combinant les deux fractions, les bienfaits pour la santé de l'ALA et les lignanes sont présents dans le produit.

Malgré le niveau élevé d'ALA dans la graine de lin, la recherche a démontré que les graines de lin moulues peuvent être conservées à température ambiante pendant au moins 4 mois<sup>5</sup>. Dans une étude de suivi, on a constaté que les graines de lin moulues avaient démontré une stabilité remarquable lorsqu'elles étaient conservées à température ambiante pendant 20 mois, révélant ainsi la présence d'un puissant système de protection et de prévention contre l'oxydation<sup>6</sup>. La stabilité de la graine de lin moulue a été attribuée en partie aux lignanes sécoisolaricirésinole et entérodiol, lesquelles présentent une plus grande activité antioxydante que la vitamine E<sup>3</sup>.

Pour une fraîcheur optimale, le fabricant de graines de lin moulues utilise un emballage hermétique et opaque. Une fois ouvert, une attention particulière devrait être accordée aux recommandations du fabricant pour la conservation, et le produit devrait être utilisé avant sa date d'expiration. Semblable à d'autres farines de grains entiers ou noix crues, la fraîcheur des graines de lin moulues peut être prolongée en les conservant au réfrigérateur ou au congélateur. Les graines de lin entières peuvent être conservées à température ambiante jusqu'à deux ans pourvu qu'elles soient propres, séchées et de bonne qualité.

Bien que les graines de lin contiennent de faibles teneurs en glucosides de cyanogène et d'enzyme linase pouvant hydrolyser les glucosides, le prétraitement thermique des graines de lin durant au moins 10 minutes décompose l'enzyme linase<sup>8</sup>. De plus, aucune preuve n'a été établie concernant les effets néfastes de la consommation de graines de lin<sup>9</sup>.

## **Applications de l'huile de lin**

L'huile de lin est la plus appropriée dans des applications qui ne nécessitent pas de chaleur. L'huile de lin ne doit pas être utilisée pour la friture ou la cuisson, car l'huile est trop délicate pour être exposée aux températures élevées.

## **Applications des graines de lin entières**

Les graines de lin entières peuvent être utilisées dans du gruau de grains entiers, ou saupoudrées sur les salades, petits pains, muffins, bagels, et pains avant la cuisson pour leur donner un aspect agréable et croquant. Les graines de lin entières peuvent également être incorporées dans les pâtes à pain avant la cuisson. Les boulangeries commerciales conditionnent souvent les graines en les trempant dans l'eau pendant 10 minutes ou jusqu'à 2 heures avant de les ajouter au mélange de farine<sup>3</sup>.

### **Applications des graines de lin moulues**

Les graines de lin moulues sont disponibles en différentes grosseurs selon le fabricant. Règle générale, les graines de lin finement moulues sont mieux adaptées pour une utilisation dans les boissons et les pâtes, tandis que les graines de lin grossièrement moulues peuvent contribuer à l'attrait visuel de produits tels que les barres de collation, bagels et muffins. Les recherches menées par le « Food Development Centre » (Portage la Prairie, MB) ont constaté que le pain fait avec des graines de lin plus grossièrement moulues (moulues pour passer à travers une grille de 12 à 14 mailles) avait un volume plus élevé que le pain fait avec des graines de lin plus finement moulues (moulues pour passer à travers une grille à 20 mailles) (communication personnelle, 2015).

La farine de lin également disponible sur le marché est produite après que les graines de lin aient été pressées pour en extraire l'huile. Elle possède une teneur en huile inférieure à la graine de lin moulue, mais elle contient toujours des niveaux élevés de lignanes, de protéines et de fibres.

La recherche a démontré que les niveaux d'ALA et de lignanes dans les graines de lin entières moulues sont stables dans les produits de boulangerie et pâtisseries sous des conditions normales de cuisson<sup>10,11</sup>. Les niveaux de lignanes se sont également révélés stables dans les crêpes<sup>13</sup> après cuisson et le niveau d'ALA a été inchangé dans les pâtes<sup>14</sup> après ébullition.

### **Produits de boulangerie et pâtisseries**

Lors de l'incorporation des graines de lin moulues dans les produits de boulangerie et pâtisseries, la formulation et les conditions de transformation peuvent nécessiter une modification en raison des niveaux élevés de protéines, de fibres et de matières grasses trouvées dans la graine de lin. Par exemple, lorsqu'on ajoute des graines de lin moulues aux produits de boulangerie et pâtisseries, la quantité de matières grasses requises dans la formule peut être réduite afin de compenser pour la contribution des matières grasses contenues dans les graines de lin<sup>13</sup>, sinon le produit cuit incluant les graines de lin peut avoir un goût huileux et un taux réduit d'acceptabilité globale<sup>14</sup>. Dans les muffins, pour calculer la réduction de matières grasses requises, il faut soustraire 35% du poids total des graines de lin de la quantité totale de matières grasses mentionnées dans la formule<sup>15</sup>.

Les produits de boulangerie contenant des graines de lin moulues nécessitent généralement 25% de plus de levure afin de maintenir la même période de levée de la pâte à pain, et la quantité d'eau doit être augmentée d'un montant égal à 75% du poids des graines de lin incorporées en raison des niveaux élevés de fibres présentes dans les graines de lin moulues<sup>13</sup>. Lors de la formulation des bagels contenant 23% de graines de lin moulues dans la formule (43% du poids de la farine), la levure, le gluten de froment élastique et l'eau ont tous été augmentés pour obtenir un produit optimal<sup>16</sup>. L'ajout d'améliorants de la pâte peut également être utilisé pour optimiser les propriétés de la pâte durant la manipulation et la qualité du produit final. En outre, la vitesse et le temps du mélange ainsi que la période de fermentation peuvent nécessiter une modification afin de permettre une hydratation complète de la pâte et les changements dans les propriétés de la pâte durant la manipulation. Il peut également s'avérer nécessaire de faire des ajustements aux équipements tels que l'aplatisseur et à la façonneuse à pâte. Diminuer l'humidité relative et augmenter la période de levée de la pâte à pain pendant la fermentation sont une autre stratégie qui peut être utilisée pour améliorer le volume de pâte à pain enrichie de fibres<sup>17</sup>. Pour éviter un trop grand brunissement, il est

recommandé que les températures de cuisson soient réduites d'environ 25 °F et que le temps de cuisson soit légèrement plus long<sup>18</sup>.

L'ajout de 15% de graines de lin moulues dans le poids de la farine dans les produits de boulangerie et pâtisseries a été recommandé<sup>13,18</sup>. Des études plus récentes ont trouvé que du pain contenant 30% de graines de lin moulues incluses dans le poids de la farine avaient de meilleurs taux d'acceptabilité globale que les pains fabriqués avec 15 % et 25 % de graines de lin moulues<sup>14</sup>, et que le pain d'avoine contenant 20 à 25% de graines de lin moulues procurait une saveur et texture excellentes mais avait un volume de miche inférieur<sup>19</sup>. Les pains de graines de lin se sont révélés plus moelleux que l'échantillon de contrôle de pain de blé entier, et avaient une saveur plus accentuée de noix<sup>14</sup>. En raison des propriétés d'absorption d'eau élevée de la graine de lin, les produits de boulangerie et pâtisseries enrichis de graines de lin ont tendance à rester moelleux pendant l'entreposage<sup>20</sup>.

Bien que la graine de lin ait une saveur de noix agréable, un goût légèrement amer peut être transmis en fonction du niveau d'inclusion. Cela peut être attribuable à la présence de peptides (cycloinopeptide E) dans la graine de lin<sup>21</sup>. Donc, il peut s'avérer nécessaire d'ajuster le niveau d'édulcorant utilisé ou d'ajouter d'autres ingrédients pour optimiser le profil de saveur du produit final. Par exemple, dans une étude incorporant 23% de graines de lin moulues aux bagels, (43% du poids de la farine), l'ajout de cannelle et de raisins secs donnait lieu à des bagels plus sucrés et leur conférait une saveur de graines de lin moins intense que les bagels de graines de lin nature ou les bagels de graines de lin contenant des graines de tournesol et de sésame<sup>16</sup>.

### *Muffins*

Obtenir une bonne viscosité de la pâte et une saveur équilibrée sont des considérations importantes dans la préparation de la formulation des muffins contenant des graines de lin moulues. Il a été démontré que les muffins renfermant 50% du poids en graines de lin moulues sur le poids total de la farine avaient de meilleurs taux d'acceptabilité globale que les muffins contenant 33% et 66% de graines de lin moulues<sup>16</sup>. Aussi, on a constaté que les muffins contenant 33% et 50% de graines de lin moulues étaient plus tendres et plus moelleux que l'échantillon de contrôle des muffins de blé entier. Dans une autre étude, des muffins contenant 16 à 17% de graines de lin moulues (48,6% de la base de farine) possédaient une plus faible teneur en sucre, moins d'arôme de vanille et de saveur, par rapport à l'échantillon de contrôle des muffins<sup>22</sup>. Les muffins de graines de lin formulés avec un épice aromatisé de pomme ont été ceux possédant le meilleur profil de saveur de tous les arômes utilisés. Dans la formulation des muffins au son contenant 10% de graines de lin moulues du poids total des ingrédients, l'huile végétale pouvait être réduite de 40% et l'ajout de compote de pommes et de miel devenait nécessaire afin de respectivement parvenir à une bonne viscosité de la pâte et retenir la teneur en humidité<sup>19</sup>.

### *Barres de collation*

Les barres de collation non cuites faites avec 14 à 15% de graines de lin moulues ont démontré un bon taux d'acceptabilité<sup>23,24</sup>. Lorsque des niveaux plus élevés de graines de lin moulues étaient ajoutés, on a constaté une amélioration de la qualité sensorielle des barres de collation une fois cuites (communication personnelle, Food Development Centre, Portage la Prairie Manitoba, 2015). Semblable à ce qui a été rapporté pour les muffins et les bagels, lorsque les graines de lin moulues avaient été ajoutées, à des niveaux d'environ 32%, aux barres de collation cuites, celles ayant une aromatisation élevée se voyaient attribuer le meilleur profil de saveur<sup>22</sup>.

### *Boissons*

Les propriétés de solubilité, de taux d'hydratation et d'épaississement des graines de lin moulues sont des considérations importantes lors de l'ajout de graines de lin aux boissons. En raison des niveaux élevés de protéines, lipides et fibres retrouvés dans les graines de lin, formuler des boissons possédant une bonne stabilité de conservation peut présenter plusieurs défis. Par exemple, l'ajout de 2,5% de graines de lin finement moulues dans du lait aromatisé au chocolat a donné lieu à une boisson ayant une plus grande viscosité que l'échantillon de contrôle de lait. De plus, celle-ci a continué à s'épaissir au cours de la période de conservation de deux semaines même si elle ne montrait aucune séparation et avait une bonne stabilité dans sa composition<sup>27</sup>. L'augmentation de la viscosité de la boisson a été attribuée à la dispersion colloïdale créée par la haute teneur en matières grasses et à l'absorption de l'eau libre en raison de sa teneur élevée en fibres.

Aucune étude connue n'a été menée sur le pH optimal et / ou sur la température visant l'incorporation des graines de lin moulues dans les boissons. Toutefois, les protéines de graines de lin ne sont que 20 à 24% solubles entre un pH de 2 à 6, mais en présence du chlorure de sodium, la solubilité est modifiée<sup>28</sup>.

## Résumé

L'ajout de graines de lin à une formulation alimentaire représente un excellent choix dans l'amélioration de la valeur nutritive du produit. Riches en protéines, fibres, lignanes et ALA, les graines de lin ont beaucoup à offrir, y compris sa propre allégation de santé. Les graines de lin améliorent également la saveur et la texture des aliments et peuvent être utilisées dans une variété d'applications.

## Références:

1. Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2015. <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. Accessed March 19, 2015.
2. Adolphe JL, et al. *Br J Nutr.* 2010;103:929-938.
3. Morris, DH, 2003. *Flaxseed: A health and nutrition primer.* 3rd ed, Winnipeg: Flaxseed Council of Canada.
4. Santé Canada. 2014. Résumé de l'évaluation par Santé Canada d'une allégation santé au sujet des graines de lin entières moulues et de la diminution du cholestérol sanguin <http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/label-etiquet/claims-reclam/assess-evalu/flaxseed-graines-de-lin-fra.php>
5. Malcolmson LJ, et al. *J. Am Oil Chem Soc.* 2000;77:235-238.
6. Przybylski R, et al. *J. Am Oil Chem Soc.* 2001;78:105-106.
7. Kuchynski J, et al. *Proceedings of the 64<sup>th</sup> Flaxseed Institute of the United States*, March 29-30, 2012.
8. Morais DC, et al. *Food Nut Sci.* 2011;2:281-286.
9. Pussa T. In: T. Pussa (Ed) *Principles of Food Toxicology* 2007;pp.133-168. CRC Press, Boca Raton.
10. United States Food and Drug Administration 2009. GRAS Notice No. 280: Whole and Milled Flaxseed.
11. Chen ZY et al. *J Am Oil Chem Soc.* 1994;71:629-632.
12. Muir AD & Westcott ND. *Proceedings of the 56th Flaxseed Institute of the United States*,1996;81-85.
13. Nesbitt PD & Thompson LU. *Nutrition and Cancer*, 1997;29:222-227.
14. Manthey F, et al. *Proceedings of the 59<sup>th</sup> Flaxseed Institute of the United States*, 2002;14-20.
15. Lagrange V. *AIB Research Department Technical Bulletin*, 1995;17(4):1-6.
16. Lipilina E & Ganki V. *J Foodservice* 2009;20(1):52-59.
17. Carter JF. *Cereal Foods World*, 1993;38:753-759.
18. Aliani M, et al. *J Food Sci.* 2001;71(1):S62-S70.

19. American Institute of Baking. Wellness in Baking Short Course, August 3-7, 2009, Manhattan, KS.
20. Menten O, et al. *Food Sci Tech Int.* 2008;14:299-306.
21. Northern Crops Institute. Flaxseed: Adding Functional Food Value Short Course, April 28-30, 2009, Fargo, ND.
22. Pohjanheimo TA, et al. *J Food Sci.* 2006;71:S343-S348.
23. Kozłowski, R. In R. Kozłowski (Ed) *Handbook of Natural Fibres: Processing and Applications* 2012;329-366. Elsevier Science, England.
24. Aliani M, et al. *Food Res Int.*, 2011;44:2489- 2496.
25. Mridula D, et al. *J Food Sci Tech.*2013;50:950-957.
26. Ananthan P, et al. *J Food Quality* 2012;35:383–389.
27. Lau CS. PhD Thesis, Virginia Technical College, 2007.
28. Dev DK & Quensel E. *J Food Sci.* 1988;53:1834-1837.