

DES RECHERCHES ACTUELLES POINTENT DU DOIGT UN ALIMENT PARTICULIÈREMENT EXTRAORDINAIRE : LA GRAINE DE LIN. THOMAS ERPICUM, CHERCHEUR, BIOLOGISTE, A BIEN VOULU NOUS CONFIER LA SYNTHÈSE DE SES RECHERCHES, AVEC L'APPUI DES RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES PRÉCISES ET SÉRIEUSES.

Très utile graine de lin

> THOMAS ERPICUM

D'une culture ancienne, on retrouve le lin dans le textile et la peinture, mais il concerne aussi l'alimentation humaine et animale. Son nom scientifique, *Linum usitatissimum*, qui signifie «des plus utiles», est on ne peut plus explicite. Avec l'intérêt croissant pour les fibres naturelles dans la fabrication de vêtements, de papiers, de panneaux mixtes, et les effets positifs sur la santé des acides gras oméga 3, de la gomme de lin et des lignanes, la culture du lin en Europe va retrouver ses lettres de noblesse.



L'ALIMENTATION ET LA SANTÉ

Les composants des graines de lin suscitent en effet un grand intérêt auprès des industries alimentaire, cosmétique et pharmaceutique. L'incorporation des graines de lin dans les formulations permet la mise au point d'aliments et de compléments alimentaires qui ont des avantages précis en termes de santé. D'un point de vue nutritionnel, la graine de lin, outre ses protéines, constitue la meilleure source végétale d'oméga 3 sous forme d'acide alpha-linolénique (ALA), de fibres solubles et de polyphénols antioxydants comme les lignanes.

Les produits de la graine de lin sont actuellement parmi les aliments fonctionnels les plus populaires sur le marché des produits de santé

naturels⁽¹⁾. On les retrouve sous forme d'huile, de graines entières ou de graines moulues. On peut fabriquer à base de la farine de lin des pains, des pâtes, des céréales et de nombreux autres produits alimentaires.

Le marché des produits de santé naturels est déjà bien établi pour ce qui est de l'acide gras essentiel oméga 3 (ALA). L'acide alpha-linolénique se retrouve en concentrations élevées (55-58 %) dans l'huile de lin vendue en capsule et en bouteille, et dans différentes préparations à base de graine de lin. La démonstration de l'activité clinique associée à la consommation de graines de lin a amené le US National Cancer Institute (NCI) à choisir le lin parmi les six matériaux végétaux à étudier pour leurs propriétés de prévention du cancer.

LA MEILLEURE SOURCE D'ACIDE GRAS ESSENTIEL OMÉGA 3

Les avantages physiologiques de l'huile de lin sont attribués essentiellement à sa teneur élevée en acide alpha linoléique (ALA).

L'acide α -linoléique s'est révélée efficace pour réduire la cholestérolémie, diminuer la coagulation des plaquettes sanguines et abaisser la tension artérielle⁽²⁾. Des graines de lin moulues dans des muffins abaissent également la cholestérolémie⁽³⁾ et le LDL-cholestérol tout en maintenant les concentrations de « bon » cholestérol, le HDL-cholestérol⁽⁴⁾. Le lin peut également protéger contre les accidents vasculaires cérébraux en réduisant la coagulation du sang et l'agrégation des plaquettes. Dans une autre analyse⁽⁵⁾, on a montré que les acides gras oméga-3, dont l'acide linoléique, sont associés à un risque plus faible d'accident vasculaire cérébral chez les hommes d'âge moyen présentant un risque élevé de maladie coronarienne. L'acide gras oméga 3 essentiel (ALA) a une vaste gamme de bienfaits potentiels pour la santé. Il inhibe la production d'eicosanoïdes, altère la production de plusieurs prostanoïdes, réduit la pression sanguine chez les hypertendus et fait baisser le taux de triglycérides et de cholestérol.

Les régimes alimentaires renfermant de l'ALA inhibent la prolifération des lymphocytes chez les animaux et la réponse immunitaire chez les humains en santé. Ce qui a amené Kelly⁽⁶⁾ à conclure que l'alimentation à forte teneur en ALA pourrait être bénéfique pour les personnes qui souffrent de troubles auto-immunes.

L'ALA diététique peut retarder la croissance des tumeurs et il pourrait également jouer un rôle dans la métastase. On a avancé que l'ALA était un aliment essentiel au développement neurologique optimal chez les humains, particulièrement durant la vie foetale et au début de la vie postnatale⁽⁷⁻⁸⁾.

DES FIBRES SOLUBLES POUR RÉDUIRE LES RISQUES

La présence de gomme ou de mucilage dans la graine de lin est une autre caractéristique du lin. La gomme poly-

saccharide du lin a une valeur nutritionnelle en tant que fibre soluble alimentaire, qui semble jouer un rôle dans la réduction des risques de diabète et de maladies coronariennes, la prévention du cancer du côlon et du rectum, et la réduction de l'incidence de l'obésité. Pour nombre d'entre nous, la seule expérience de la gomme de lin provient des céréales à déjeuner renfermant des graines de lin. La gomme est responsable de la sensation glissante ou gélatineuse que laissent ces céréales. Les gommages sont utiles pour leurs propriétés épaississantes et émulsifiantes dans les aliments, les lubrifiants industriels et comme additifs dans les cosmétiques et les produits pharmaceutiques.

La gomme de lin a des effets hypolipidémiques, cholestérolémiques et athérogènes chez les animaux et les humains.⁽⁹⁻¹⁰⁾

Certaines études ont montré que la consommation de graines de lin moulues était associée à des selles plus fréquentes, ce qui pourrait être responsable de la réduction du risque des maladies susmentionnées.

Un extrait de gomme de lin, la « sensiline » produite par Silab, est réputée à avoir des propriétés filmogènes et on croit qu'elle atténuerait l'irritation de la peau en réduisant la libération d'interleukine 1, la molécule clé dans la cascade inflammatoire⁽¹¹⁾.

Même s'il a été signalé que le mucilage de lin pourrait faire baisser le taux de glucose sanguin, il est peu probable que le mucilage ait un tel effet à lui seul.

UNE RICHESSE EN PROTÉINES

Après l'extraction de l'huile de la graine de lin, le tourteau, riche en protéines, est utilisé depuis toujours dans les rations pour ruminants. Il est moins utilisé pour l'alimentation des animaux monogastriques à cause de sa teneur élevée en mucilage, de la présence de glycosides cyanogènes et d'un facteur anti-vitamine B6. Le pressage à froid des graines de lin (et non l'extraction par solvant) produit un tourteau riche en huile recherché par les propriétaires de chevaux ou d'animaux de compagnie, car il a tendance à rendre le pelage plus brillant.

On a également observé que les protéines de lin pouvaient influencer sur le taux de glucose sanguin de deux façons : en stimulant la sécrétion d'insuline, qui pourrait entraîner une réduction de la réponse glycémique, et en interagissant avec les polysaccharides ⁽¹²⁾.

DE SURPRENANTS LIGNANES

Les constituants du tourteau de lin qui suscitent le plus d'intérêt chez les professionnels de la santé à l'heure actuelle appartiennent au groupe de composés phytochimiques appelés lignanes. Le lin est la championne des espèces végétales pour la production de lignane, des augmentations phénolactone et d'entérodiol ont été observées lorsqu'on alimente les humains avec le lin ^(13,14).

Les lignanes, que l'on trouve dans de nombreux végétaux, sont formées à partir de la dimérisation des alcools cinnamiques. Les alcools cinnamiques sont des composés phénoliques dérivés de la phénylalanine, un acide aminé. On connaît des centaines de lignanes qui diffèrent sur les plans de la structure, du degré d'oxydation et du mode de substitution. La lignane que l'on retrouve dans les graines de lin, le sécoisolaricirésinol-diglycoside (SDG), a été décrite pour la première fois dans la littérature scientifique en 1955. Le SDG n'existe pas à l'état libre dans la graine; il fait partie d'un complexe chimique naturel. En 1955, sa découverte n'a pas attiré l'attention du milieu médical. Au début des années 1970, des chercheurs européens ont observé que la concentration de certaines substances urinaires non signalées auparavant variait au cours du cycle menstruel. Des observations fortuites ont révélé que ces substances étaient en concentrations plus faibles chez des patientes souffrant de cancer du sein et plus élevées chez les végétariens ⁽¹⁵⁾. On a par la suite déterminé que ces substances étaient produites par le métabolisme des lignanes végétales par des bactéries intestinales. Ces substances, qu'on peut qualifier collectivement de lignanes mammaliennes, sont l'entérolactone et l'entérodiol. Ces lignanes ont une

structure apparentée à celle de certains composés œstrogéniques ou phytoœstrogéniques. On sait maintenant que la graine de lin est celle parmi les graines courantes qui renferme la concentration la plus élevée de précurseurs des lignanes mammaliennes. Les travaux de pionnier de Lilian Thompson, à l'Université de Toronto au Canada, ont montré que la graine de lin et le SDG offrent une certaine protection contre l'établissement et la croissance de certains cancers du sein et du côlon. Ces études indiquent que la graine de lin ralentit la progression du cancer du sein et du cancer de la prostate chez les patients en attente de traitement ⁽¹⁶⁾. À l'Université de la Saskatchewan, Kalish Prasad a étudié l'effet d'un apport de lin à teneur élevée ou faible en acide alpha-linolénique (ALA) et de SDG sur l'athérosclérose hypercholestérolémique. Les deux types de lin avaient les mêmes effets positifs dans ces études sur les maladies du cœur, ce qui indique que, pour cette maladie du moins, l'ALA n'est pas le principal agent thérapeutique. L'administration de SDG purifié a réduit de façon significative les dommages artériels dans un modèle animal. M. Prasad a également montré que le SDG a un effet bénéfique chez les patients atteints de diabète de type I et II.

Un autre Canadien, le Dr Bill Clark du London Health Sciences Centre de la University of Western Ontario, a étudié l'effet de la graine de lin et du SDG chez un modèle animal de la néphropathie lupique. Le lupus est une maladie auto-immune incurable. Dans ses études, le Dr Clark a déterminé que le SDG peut retarder l'évolution de la maladie, mais ne peut pas la stopper ⁽¹⁹⁾. On a suggéré plusieurs mécanismes pour expliquer les effets observés. Des données indiquent que le SDG pourrait agir comme un antioxydant, un inhibiteur enzymatique ou un inducteur d'enzymes protectrices de phase deux.

Dans le processus de digestion, des bactéries intestinales transforment le sécoisolaricirésinol-diglycoside (SDG) ⁽¹⁴⁾, la lignane principale, en composés apparentés aux œstrogènes appelés entérolactone et entérodiol.

Les lignanes peuvent se lier aux récepteurs des œstrogènes et présentent de faibles propriétés œstrogéniques et



anti-œstrogéniques. Les recherches effectuées jusqu'à maintenant indiquent que les effets anti-œstrogéniques des lignanes peuvent contribuer aux propriétés anticancéreuses des régimes à base de lin ⁽¹⁶⁾. Plusieurs études ont montré que les lignanes du lin agissent également comme des antioxydants et qu'elles réduisent ainsi l'activation et la synthèse des radicaux libres qui peuvent causer des dommages au niveau cellulaire. Les lignanes et les autres phénols sont également réputés avoir deux fortes propriétés de liaison protéinique, ce qui pourrait indiquer certains effets partiels de chimioprévention de la protéine de lin en conjonction avec les phénols.

L'intérêt de l'industrie pharmaceutique pour les lignanes en tant que classe de produits chimiques est justifié essentiellement par leurs propriétés antimittotiques (anticancer), qui a amené à échafauder l'hypothèse que ces composés, une fois ingérés, pourraient jouer le rôle d'agents anticancéreux naturels ^(15, 20, 21). Des réductions des marqueurs du risque précoces pour les tumeurs mammaires et la taille des tumeurs ont été démontrées chez les rats alimentés au moyen d'un régime à teneur élevée en gras avec suppléments de lin ⁽¹⁶⁾. Cet effet de protection du lin contre le cancer du sein et du côlon a été attribué aux lignanes et au SDG, en particulier. Des études réalisées sur des hommes en bonne santé et des femmes en préménopause ont montré que les deux groupes sont en mesure de produire de grandes

quantités de lignanes mammaires à partir de lin alimentaire ⁽¹⁷⁾.

Les extraits de lin, ainsi que les lignanes purifiées, affichent des effets antioxydants et, à ce titre, pourraient protéger contre les tumeurs de la peau et inhiber l'activation des promutagènes et des procarcinogènes. Les lignanes pourraient également influencer sur l'homéostasie du cholestérol en inhibant l'enzyme qui limite la formation des acides biliaires primaires à partir du cholestérol, réduisant ainsi le risque de cancer du côlon. Les lignanes et l'huile de lin semblent avoir des effets indépendants sur la carcinogenèse. Le lin diététique fournit des avantages importants en termes d'amélioration de la fonction rénale ⁽¹⁸⁾. La réduction de l'agrégation plaquettaire et la protection par le lin semblent indiquer un rôle bénéfique des lignanes extraits du lin. Les composants du lin (huile, fibre et précurseurs du lignane) pourraient avoir des effets synergiques bénéfiques dans ce modèle de néphropathie lupique ⁽¹⁹⁾. Le lin diététique modifie le déclin de la fonction rénale et réduit les blessures glomérulaires, avec des effets favorables sur la pression sanguine et les lipides plasmatiques. Un régime au lin entier confère un avantage supérieur en comparaison de l'huile de lin, qui quant à elle a des avantages supérieurs aux régimes au lin déshuilé, du point de vue de la réduction de l'incidence de la protéinurie, de la lymphadénopathie et de l'hypertrophie splénique, et de la préservation de la fonction rénale ⁽¹⁹⁾.

Des études Bleu-Blanc-Cœur

Depuis près de dix ans, une cinquantaine d'essais menés par la société Valorex et l'association Bleu-Blanc-Cœur, en partenariat avec différentes structures telles que le CERN, l'INRA, ou le laboratoire de Biochimie ENSA-INRA de Rennes, ont montré que le lin extrudé introduit en faible quantité dans l'alimentation animale «modifie de façon importante le profil lipidique des œufs, laits et viandes obtenus» et que ces modifications «permettent chez l'homme de

doubler, voire tripler l'apport d'acide alpha-linolénique et de ses dérivés longues chaînes n-3 pour se rapprocher des recommandations des ANC à consommation égale de produits animaux».

En 2001, ingénieurs, chercheurs et médecins associés dans la démarche Bleu-Blanc-Cœur se sont alors demandé ce qu'il adviendrait si l'on faisait directement consommer de la graine de lin extrudée à l'homme.

Du pain contenant 5 % de Croq'Lin® (l'équivalent journalier de 4 g de graines de lin) fut donc distribué à un panel de 32 consommateurs (19 d'entre eux avaient un taux de cholestérol supérieur à 2 g/litre). Au final, c'est une baisse significative des taux de cholestérol et de triglycérides qui fut enregistrée (atteignant 10 % pour le cholestérol total et 18 % pour les triglycérides, chez les volontaires qui présentaient le taux initial de cholestérol le plus élevé).

MON LIN, MA LIGNE

Poursuivant ses investigations, un groupe de scientifiques s'est interrogé sur le bénéfice éventuel d'un régime «Bleu-Blanc-Cœur» pour des malades atteints de diabète de type 2 (non insulino-dépendant). Cette maladie grave, à composante nutritionnelle, touche plus de 2 millions de personnes en France.

Un essai impliquant 54 volontaires (diabétiques, hyperlipidiques et obèses) suivis par le Centre hospitalier de Bretagne Sud (Lorient) a été mis en place en 2002. Les volontaires furent répartis dans trois groupes : un groupe témoin (consommant un régime «standard»), un groupe essai 1 (pain et œufs «Bleu-Blanc-Cœur», viande et produits laitiers «standards»), un groupe essai 2 (menu «Bleu-Blanc-Cœur» complet). Dans chaque groupe, les différents produits étaient consommés en quantité identique.

À l'issue de la période d'observation (105 jours), les volontaires des deux groupes expérimentaux (essai 1 et essai 2) avaient maigri, leur tour de taille et leur tour de hanches avaient diminué, tout comme leur taux de triglycérides.

Leur rapport HDL (bon cholestérol) / LDL (mauvais cholestérol) s'était amélioré. Dans le groupe essai 2, on a en outre mesuré une baisse significative de l'insulino-résistance (qui se traduit chez le malade par une glycémie -taux de sucre - et une insulïnémie - taux d'insuline - anormalement élevés).

Toutes ces améliorations étaient statistiquement significatives. Ces résultats, obtenus sans restriction alimentaire, ont préservé la notion de plaisir inhérente à la prise d'un repas «normal».

SUS À L'OBÉSITÉ !

Une nouvelle étude intitulée «Obésité et Syndrome métabolique» a été initiée par Bleu-Blanc-Cœur, le CERN, Valorex et l'INRA en janvier 2006. Elle a intégré 160 volontaires obèses et leur famille répartis en deux groupes expérimentaux et suivis par des nutritionnistes et des diététiciennes de l'hôpital de Lorient (CERN). Cette étude a été réalisée sur une phase d'intervention nutritionnelle de 3 mois et poursuivie pendant six mois dans une phase d'observation. Dans cette étude, la moitié du groupe (80 volontaires) a consommé des produits issus de la filière Bleu-Blanc-Cœur et 10 g de farine de lin (Croq'Lin®) par jour.

Les résultats de cette étude vont être publiés prochainement mais nous pouvons d'ores et déjà conclure que les personnes alimentées avec le régime Bleu-Blanc-Cœur et le Croq'Lin® ont amélioré l'ensemble de leurs critères anthropométriques et ce régime a produit des effets positifs et significatifs à long terme sur les critères de l'obésité.

