



Projet financé dans le cadre du programme Horizon 2020 de l'Union européenne en faveur de la recherche et de l'innovation, au titre de l'accord de subvention n° 727848.



Encadré : caryopse de BLÉ (*Triticum durum*; *Triticum vulgare*), photo et profil du caryopse

Les processus industriels de production de farines à partir des variétés modernes de blé compromettent les qualités nutritionnelles de ces dernières et ont des effets négatifs sur la santé des personnes qui souffrent d'intolérances alimentaires.

## Contenuto

Un **caryopse**, ou grain, est un **fruit** sec, indéhiscent et à carpelle unique (monocarpellé) caractéristique de la famille des graminées. Il est composé d'une enveloppe externe (le **tégument** fibreux de la **semence**) formée de plusieurs couches de cellules riches en cellulose. En dessous se trouve la **graine** à proprement parler. Il s'agit de l'**endocarpe**, dont la couche externe est composée des cellules à **aleurone** et la partie interne, appelée **albumen**, est riche en amidon et en protéines. L'**embryon** (ou **germe**), se trouve à l'une des extrémités du caryopse. Il est très riche en huiles, en vitamines et en sels minéraux. À lui seul, le germe représente en effet 12 % des sels minéraux, 64 % de la vitamine B1, 26 % de la vitamine B2 et 21 % de la vitamine B6 contenus dans l'ensemble du grain.

**Farines** – Les activités du secteur de la minoterie sont basées sur la possibilité de séparer mécaniquement l'albumen des autres parties du caryopse. La mouture du blé permet de produire des **farines** adaptées à leur transformation ultérieure en pâtes, pains et autres produits de boulangerie et pâtisserie. La qualité des grains moulus est liée à la fois à celle du blé utilisé et aux techniques de mouture, c'est-à-dire au type de moulins utilisés (**meules de pierre** ou **cylindres**).

La farine est le produit obtenu de la mouture et du tamisage ou blutage du blé, auquel est retiré le tégument et qui est nettoyé des impuretés. Le taux de blutage de la farine est indiqué par la quantité produite (en kg) pour chaque quintal de blé.

Le processus de blutage détermine les différents types de farines industrielles adaptées à divers usages. La farine la plus raffinée est appelée **fine fleur**. Elle est composée exclusivement d'amidon et de protéines du gluten. Elle est pauvre en protéines solubles, en vitamines et en fibres. Lors de la **mouture industrielle**, le germe est toujours retiré du caryopse. Ce choix est déterminé par le fait que le germe contient beaucoup de lipides et d'enzymes, ce qui favorise les processus de rancissement. En diminuant le degré de raffinement, on obtient des farines moins blanches mais plus riches en composants secondaires : cellulose, fibres, huiles et protéines complexes. La farine de blé complet, qui contient le germe, est le type le plus riche du point de vue nutritionnel.

## Qualité de la farine et santé

Au fil du temps, la consommation régulière de farine offrant une forte ténacité (obtenue à partir des variétés modernes de « blé de force » destinées à une utilisation industrielle) cause des intolérances au gluten, protéine aux propriétés visco-élastiques qui confèrent à la pâte son élasticité. Des études épidémiologiques ont montré une augmentation considérable de la sensibilité au gluten, dont les symptômes les plus communs sont des ballonnements abdominaux, accompagnés de douleurs et de migraines. Il y a en outre une augmentation de la manifestation précoce de la maladie coéliqua, trouble lié à la consommation de gluten chez les individus ayant des prédispositions génétiques.

Les farines obtenues à partir des variétés locales de blé ne contiennent pas moins de gluten que les types modernes ; elles ont par contre moins d'épitopes, déterminants antigéniques responsables des maladies inflammatoires chroniques de l'épithélium intestinal.

**Les variétés locales de blé ont été sélectionnées avant l'avènement de l'agriculture industrialisée ; elles sont moulues suivant des méthodes artisanales (à la meule de pierre) et sont moins raffinées. La consommation de ces farines « plus complexes » a des effets positifs sur la santé car le caryopse est composé non seulement d'amidon et de protéines mais aussi d'autres substances biologiques actives telles que les polyphénols (flavonoïdes, lignanes et isoflavonoïdes), les caroténoïdes, les tocophérols et les fibres. Ces substances agissent en particulier des réponses métaboliques qui favorisent la protection de l'organisme et la réduction des pathologies inflammatoires, qui peuvent déboucher sur des pathologies complexes et chroniques (maladies cardio-vasculaires et diabète notamment). Elles améliorent aussi le métabolisme du sucre et des graisses en réduisant la vitesse de leur absorption. Elles sont également plus riches en acides aminés essentiels, en insuline et en antioxydants.**

## Gluten

Le gluten correspond en gros à 80 % des protéines de l'albumen. Lors de l'hydratation de la farine (d'une pâte), les protéines qui la composent, gliadines et glutélines, se lient entre elles et constituent des liaisons chimiques : les premières forment des fibrilles tenaces, qui donnent au gluten son caractère extensible, et les secondes des fibres qui, dans leur état hydraté, forment une structure stable et consistante, qui résiste à l'extension. Les granules d'amidon et les cavités d'air se retrouvent emprisonnés dans le réseau de la structure ainsi formée, ce qui permet la diffusion du CO<sub>2</sub> produit par fermentation de la pâte.

## Tests rhéologiques

**Dans l'industrie de la transformation, il est important de vérifier dans un premier temps si les différentes farines sont adaptées aux diverses utilisations attendues (pains, gâteaux, etc.). Pour cette raison, plusieurs tests ont été mis au point et sont affinés pour déterminer leurs caractéristiques techniques.**

L'indice de chute (ou indice de Hagberg) est utilisé pour évaluer l'activité des alpha-amylases (enzymes) : le résultat chiffré (FN) est inversement proportionnel à l'activité de l'amylase, avec une valeur optimale qui correspond à 250. Un indice de chute élevé (FN > 300) indique une activité faible de l'amylase, un indice compris entre 200 et 250 (200 < FN < 250) une activité considérée comme normale et un indice supérieur à 200 (FN < 200) une activité intense.

Le **farinographe** est un instrument qui fournit des informations sur la quantité d'eau nécessaire pour produire une consistance optimale et sur la durée de la stabilité de la pâte.

L'**alvéographe de Chopin** est un outil qui permet de mesurer le comportement mécanique d'un pâton (mélange d'eau et de farine) et d'obtenir des informations sur la ténacité (P), l'extensibilité (L) et la force (W) de celui-ci. Le rapport P/L est une donnée de référence importante. Dans le cadre de la production industrielle, un niveau de force W égal ou supérieur à 250 et un rapport P/L supérieur à 0,80 désignent une farine forte (adaptée pour la fabrication de pain et de pâtes) tandis qu'une valeur W inférieure à 180 et un rapport P/L inférieur à 0,5 indiquent une farine faible (adaptée pour la réalisation de biscuits).

## Farine : étapes de l'obtention de farine à partir des caryopses

**NETTOYAGE** : processus d'élimination des poussières et des contaminants issus d'autres semences au moyen de techniques d'aspiration et de vannage, avant l'entreposage.

**CONDITIONNEMENT** : étape supplémentaire de nettoyage suivie d'une humidification, le conditionnement à proprement parler, au cours de laquelle on ajoute de l'eau. Cette opération sert à séparer plus facilement l'albumen de son enveloppe.

**MOUTURE** : à l'aide de cylindres ou de meules de pierre ; avec ces dernières, la farine peut être moulue une deuxième fois.

**BLUTAGE** : le blé moulu est progressivement bluté afin d'obtenir des farines plus ou moins affinées en utilisant différents tamis et maillages



## Références

Health-promoting phytochemicals of Italian common wheat varieties grown under low-input agricultural management. R. Di Silvestro, I. Marotti, S. Bosi, V. Bregola, A. S. Carretero, I. Sedej, A. Mandic, M. Sakac, S. Beneddelli, G. Dinelli. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22278616>)†