

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 février 2009 (26.02.2009)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2009/024732 A2

(51) Classification internationale des brevets :
A23L 1/164 (2006.01) A23K 1/00 (2006.01)
A23K 1/14 (2006.01)

(74) Mandataire : **LEBRETTE, Camille**; Schmit Chretien
SNC, 16 Rue de la Paix, F-PARIS 75002 (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2008/051505

(22) Date de dépôt international : 18 août 2008 (18.08.2008)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
07 57150 23 août 2007 (23.08.2007) FR

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(71) Déposants (pour tous les États désignés sauf US) :
INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE [FR/FR]; 147 Rue de l'Université, F-75338 Paris Cedex 07 (FR). **DAILYCER** [FR/FR]; Z.I. La Roseaie, F-80500 Montdidier (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : **REMESY, Christian** [FR/FR]; 11 Rue Picasso, F-63000 Clermont-ferrand (FR). **FOSSAERT, Pascal** [FR/FR]; 1 Rue Lavacquerie, F-80700 Roye (FR). **LIOGER, Delphine** [FR/FR]; 29 Allée de l'Esplanade, F-63000 Clermont-ferrand (FR).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport

(54) Title: METHOD FOR MAKING A FOOD PRODUCT CONTAINING CEREALS WITHOUT BAKING STEP

(54) Titre : PROCEDE DE FABRICATION D'UN ALIMENT A BASE DE CEREALES SANS ETAPE DE CUISSON

(57) Abstract: The invention relates to a method for making food products containing cereals and intended for human or non-human nourishment, that comprises cold-forming the raw humid cereal material having a humidity content of between 15% and 35%, preferably between 30% and 35%, with said humid cereal material then being shaped. The invention allows for the submitting of about 1/3 of the cereal material to a pre-soaking or pre-fermentation step for optimising the mineral availability. The invention provides ideal combinations for different categories of cereals depending on their binding and viscous power. The invention also provides a method for preserving at least 20% of the starch grains in the native state.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'aliments à base de céréales, destinés à l'alimentation animale humaine ou non humaine, dans lequel on façonne à froid de la matière première céréalière humide crue, dont un taux d'humidité est compris entre 15% et 35%, et préférentiellement entre 30% et 35%, ladite matière première céréalière humide étant ensuite mise en forme. L'invention permet de faire subir à environ 1/3 de la matière céréalière un étape de pré trempage ou de pré fermentation pour optimiser la disponibilité des minéraux. L'invention donne les combinaisons idéales des différentes catégories de céréales selon leur pouvoir liant et viscosant. L'invention fournit un procédé qui permet de préserver au moins 20% des grains d'amidon à l'état natif.

WO 2009/024732 A2

PROCEDE DE FABRICATION D'UN ALIMENT A BASE DE CEREALES SANS ETAPE DE CUISSON

5 Domaine technique

L'invention a pour objet la fabrication d'aliments à base de céréales destinés à l'alimentation animale, humaine et non humaine, tels que les pétales ou les barres de céréales. Plus précisément, l'invention concerne un
10 procédé de fabrication d'aliments à base de céréales ayant un index glycémique bas. Le procédé selon l'invention permet notamment de maintenir l'intégrité des granules d'amidon à l'intérieur des aliments, ce qui favorise une digestion lente et une sensation de satiété prolongée pour le consommateur. L'invention trouve des applications dans le domaine de
15 l'agro-alimentaire.

Etat de la technique et problèmes rencontrés

Actuellement, les céréales sont largement employées en
20 agroalimentaire du fait de leur richesse en amidon, fibres, minéraux et micronutriments divers. Outre la consommation de grains de céréales entiers, le plus souvent cuits, les céréales entrent dans la composition de nombreux aliments, tels que les pâtes, le pain, les céréales de petit déjeuner etc. sous forme de farine, semoule, grains concassés, particules
25 agglomérées, céréales soufflées etc. En ce qui concerne plus particulièrement les céréales pour petit déjeuner, elles sont consommées sous forme de flocons, soufflées, éclatées, en pétales ou autres.

Dans tous les cas, une étape de cuisson, le plus souvent en milieu humide, est appliquée aux céréales, afin d'attendrir leur structure et
30 gélatiniser l'amidon.

Dans le cas particulier des pétales de céréales, on agglomère des farines, semoules, flocons et/ou des céréales concassées d'origines diverses, telles que le blé, l'orge, l'avoine etc.

Pour cela, le mélange des céréales retenues est incorporé dans un
35 mélangeur rotatif avec divers autres ingrédients tels que du sucre, du sel, du

malt, etc. Les produits sont hydratés de manière à avoir un taux d'humidité d'environ à 30%. Un taux d'humidité de 30% signifie que le liquide représente 30% en poids de la masse total des produits considérés. La préparation est ensuite cuite à la vapeur sous une pression de 1,2 à 1,5 bar pendant environ 1h30. Afin de fabriquer des granulés qui seront ensuite aplatis en pétales, l'humidité du mélange est ramenée à 20% par le passage dans un sécheur. Les granulés sont ensuite transformés en pétales par l'action de laminoirs puis grillés dans un toasteur à 250°C. L'humidité finale est généralement de 3% ce qui assure une bonne conservation et une texture croustillante aux pétales de céréales.

Dans tous les procédés actuels de fabrication de pétales de céréales, l'étape de cuisson est responsable de l'éclatement des grains d'amidon en un réseau gélatinisé. Jusqu'à présent, il est considéré que l'étape de cuisson est nécessaire pour rendre les pétales de céréales comestibles. Par ailleurs, la cuisson permet de rendre la préparation céréalière malléable afin de modeler aisément des granulés puis des pétales.

Cependant, la consommation d'amidon sous cette forme dégradée entraîne une élévation importante de l'index glycémique tout de suite après l'ingestion. L'aliment est digéré rapidement, faisant disparaître la sensation de satiété du consommateur. Par ailleurs, la cuisson est très souvent à l'origine de l'apparition dans les pétales de céréales de composés néoformés néfastes pour la santé tels que les produits de la réaction de Maillard.

Présentation de l'invention

Dans l'invention, on cherche à résoudre au moins partiellement un des problèmes exposés ci-dessus, en fournissant un procédé de fabrication d'aliments à base de céréales dans lesquels les grains d'amidon sont au moins partiellement préservés. Le procédé selon l'invention peut également permettre d'améliorer la biodisponibilité des minéraux présents dans ces aliments.

Pour cela, dans l'invention, on réalise toutes les étapes du procédé de fabrication à froid, c'est-à-dire à une température à laquelle les grains d'amidon contenus dans les céréales utilisées ne sont pas dégradés. Les étapes de cuisson sont supprimées, hormis l'étape finale du

toastage/séchage. Afin d'obtenir une pâte de céréales malléable et facilement façonnable, les céréales sont hydratées à froid de manière à ce que la pâte ait un taux d'hydratation d'environ 30%. De cette façon, les grains d'amidon contenus dans la pâte de céréales ne subissent pas de
5 gélatinisation et ne sont pas déstructurés. Il est possible d'incorporer de l'eau à l'ensemble des céréales entrant dans la composition de la pâte de céréales jusqu'à l'obtention d'un taux d'hydratation d'environ 30%, ou d'hydrater très fortement une portion seulement des céréales entrant dans la composition de la pâte de céréales, puis de ramener le taux d'hydratation final à une valeur
10 proche de 30% par addition de produits céréaliers secs. Par ailleurs, dans un mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, on peut faire fermenter une partie des céréales afin d'améliorer la biodisponibilité des minéraux dans le produit fini. Dans un autre mode de réalisation du procédé selon l'invention, on incorpore dans la pâte de céréales des céréales cuites
15 séparément de manière à ce que les céréales cuites représentent au plus 20 % en poids de la masse totale de la pâte de céréales obtenue, afin d'apporter de la croustillance et de la légèreté au produit fini, tout en gardant une part importante d'amidon non gélatinisé. On utilise pour cela, de préférence, des céréales difficiles à travailler comme le riz.

20 L'invention a donc pour objet un procédé de fabrication d'un aliment à base de céréales destiné à l'alimentation animale, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- humidifier à froid des ingrédients céréaliers de manière à obtenir de la matière première céréalière humide ayant un taux d'humidité compris
25 entre 15% et 35%, et préférentiellement entre 30% et 35%,

- façonner la matière première céréalière humide à froid de manière à lui donner la forme souhaitée.

Par alimentation animale, on entend humaine et/ou non humaine.

Par à froid, on entend une température strictement inférieure à la
30 température à laquelle l'amidon est dégradé, et préférentiellement une température inférieure 70°C.

Par ingrédients céréaliers, on entend des céréales pouvant être concassées, sous forme de semoule, de flocons, de farine etc.

Préférentiellement, toutes les étapes du procédé selon l'invention,
35 hors l'éventuellement étape de grillage, se déroulent à une température

inférieure à 50°C. De façon encore préférée, les étapes à froid du procédé se déroulent entre 20°C et 35°C.

Par matière première céréalière humide, on entend la pâte humide obtenue par mélange/macération d'ingrédients céréaliers et d'une solution de macération, telle que de l'eau.

Avantageusement, la totalité de la matière première céréalière est crue, c'est-à-dire que les ingrédients céréaliers utilisés dans la matière première céréalière n'ont pas été cuits, ni soumis à une température à laquelle les grains d'amidon qu'ils contiennent sont susceptibles d'être dégradés, c'est-à-dire éclatés, gélatinisés ou autre.

Un taux d'humidité compris entre 15% et 35% signifie que dans 100g de matière première céréalière, il y a entre 15 et 35g d'eau, englobant l'eau contenue intrinsèquement dans les ingrédients céréaliers et l'eau ajoutée qui a été absorbée par lesdits ingrédients céréaliers. Ce taux est mesuré par dessiccation à 130°C prolongée jusqu'à la stabilisation du poids de l'échantillon.

Préférentiellement, le taux d'humidité est compris entre 30% et 35% afin de garantir une bonne tenue de la matière première céréalière lors du façonnage des granulés. Une bonne tenue de la matière première céréalière signifie qu'elle n'est ni trop collante, et donc difficilement malléable, ni trop sèche, et donc trop friable. D'une manière générale, avec un taux d'humidité compris entre 15% et 35%, on parvient à façonner aisément des granulés de céréales sans aucune étape de cuisson.

On obtient ainsi des granulés de céréales, qui peuvent éventuellement être à nouveau façonnés par exemple en pétales, puis toastés c'est-à-dire grillés, dont l'amidon aura été préservé au maximum.

Dans le cas où la mise en forme comporte une étape de façonnage par extrusion, elle se déroule préférentiellement à une température inférieure ou égale à 70°C, et préférentiellement inférieure ou égale à 40°C.

La matière première céréalière humide peut être obtenue en faisant macérer à froid des ingrédients céréaliers dans une solution de macération comportant de l'eau.

Les ingrédients céréaliers peuvent être issus d'une unique sorte de céréales, ou au contraire d'un mélange de céréales. Par exemple, les

céréales utilisées, sous forme de farine, semoule, concassées, flocons etc. sont le blé, le seigle, l'orge, l'avoine, le maïs, le riz etc.

Avantageusement, on adapte les proportions des différentes céréales utilisées dans un mélange donné en fonction de leur caractère liant, de leur
5 viscosité ou de leur pouvoir collant.

Le caractère liant d'une farine de céréales est lié à la présence de gluten et ou de fibres solubles. Ainsi, le blé et l'épeautre pourvus de gluten et d'une faible teneur d'arabinoxylanes présentent un fort pouvoir liant. Le caractère liant d'une farine ou sa viscoélasticité peut être mesurés par des
10 appareils tels que des mixographes ou des alvéographes.

Les polysaccharides et notamment les arabinoxylanes solubles et les bêta glucanes ont un rôle à la fois liant et collant lorsqu'ils sont en concentrations élevées. C'est le cas pour les farines de seigle, d'avoine et d'orge qui présentent un fort pouvoir collant. Le caractère collant ou la viscosité d'une
15 farine peuvent être mesurés après extraction des polysaccharides par un viscosimètre capillaire.

Certaines céréales ou pseudo céréales telles que le sarrasin, le quinoa, le sorgho, le mil ou le millet ne contenant pas de gluten ont cependant des teneurs suffisantes de fibres solubles pour former une pâte
20 peu collante mais moins liée que celle du blé.

Le maïs et le riz sont eux exempts de tout pouvoir liant ou collant car pratiquement dépourvus de fibres solubles à caractère liant.

Par des mécanismes différents, le gluten du blé et/ou les fibres solubles de diverses céréales peuvent contribuer à agglomérer les particules de farine et permettre de former une pâte avec de la matière première
25 céréalière dépourvue de tout pouvoir collant ou liant.

Par ailleurs, une granulométrie fine peut accroître le pouvoir liant ou collant des céréales, voire conférer un léger pouvoir liant ou collant à des céréales telles que le riz et le maïs.

30 Ainsi, les céréales sous forme de farine sont plus visqueuses que sous forme de semoules ou de graines concassées. Les farines sont plus facilement agglomérables que les particules plus grossières. Dans un mélange de matière première céréalière relativement collant, l'ajout de particules plus grossières permet de diminuer le collant de la pâte.

Selon leur teneur en fibres solubles, la viscosité du seigle, de l'orge et de l'avoine est supérieure à celle du blé.

Le maïs et le riz, eux, ont un pouvoir liant quasiment nul dans la mesure où ils ne comportent ni fibres visqueuses ni gluten susceptible de lier les particules. Aussi, on n'utilisera pas dans le procédé selon l'invention de matière première céréalière ne comportant que du maïs et/ou du riz comme ingrédients céréaliers, afin d'avoir des aliments bien agglomérés. Inversement, on n'utilisera pas exclusivement des céréales très collantes pour éviter d'avoir des aliments trop compacts. D'une manière générale, l'utilisation du riz et du maïs est avantageusement associée à celle d'autres céréales, ayant un pouvoir collant et/ou liant, et ne dépasse pas 30% en poids des ingrédients céréaliers de la matière première céréalière.

Par ailleurs, il est préférable de ne pas incorporer plus de 60% en poids de céréales collantes dans le mélange de matière première céréalière. Seul le blé et l'épeautre peuvent représenter 100% des ingrédients céréaliers de la matière première céréalière tout en garantissant l'obtention d'une pâte bien façonnable, c'est-à-dire ni trop friable ni trop collante.

De préférence, la majeure partie du maïs et du riz est apportée sous forme de brisures cuites séparément afin d'apporter de la croustillance à l'ensemble. Par ailleurs, dans la mesure où le riz et le maïs se travaillent difficilement, leur apport sous cette forme facilite le façonnage.

La matière première céréalière humide peut comporter du blé ou de l'épeautre, des céréales collantes, type seigle, orge, avoine, et des céréales non liantes type maïs et riz crues, avec au maximum 60% en poids de céréales collantes et au maximum 40% en poids de céréales dépourvues de pouvoir liant ou collant. Avantageusement, environ 30% en poids des ingrédients céréaliers totaux pourront être apportés sous forme de brisures ou de flocons préalablement cuits.

Un mélange de matière première céréalière comportant les trois types de produits céréaliers complémentaires du point de vue physico-chimiques, c'est-à-dire du maïs ou du riz en mélange avec du blé, du sarrasin ou de l'épeautre et des céréales sélectionnées parmi, l'orge le seigle ou l'avoine par exemple, est particulièrement bien façonnable.

On a montré également que l'ajout d'une légumineuse, comme le soja, sous forme de farine ou de semoule est également possible.

De plus, on a constaté que si on incorpore à la fois du maïs et du riz, il faut que la somme de ces deux céréales représente au plus 20 à 30% en poids du mélange de matière première céréalière. La quantité de maïs, de riz, ou d'un mélange riz/maïs dans la matière première céréalière peut être d'autant plus élevée que ces céréales peu liantes sont associées à des céréales naturellement liantes comme le blé, et/ou à des céréales liantes et collantes du fait de leurs fibres solubles, comme le seigle qui a un pouvoir liant-collant supérieur à celui de l'avoine, qui a lui-même un pouvoir liant-collant supérieur à celui de l'orge (figure 5).

A la différence du blé ou de l'épeautre et du sarrasin, il est difficile d'utiliser des teneurs trop élevées, c'est-à-dire supérieures à 70% en poids du mélange final, de céréales très collantes telles que le seigle, l'avoine ou l'orge.

Pour contrecarrer le caractère peu liant du maïs ou du riz, on peut avantageusement ajouter de la poudre de gluten dans le mélange de matière première céréalière.

La solution de macération, destinée à hydrater le mélange d'ingrédients céréaliers comporte préférentiellement de l'eau à laquelle peut être ajoutée du sucre, préférentiellement à hauteur de 5% à 10% en poids de la masse totale de la solution de macération, et/ou du sel, préférentiellement à hauteur de 0.2% à 0.7% en poids de la masse totale de la solution de macération. Il est également possible d'ajouter des agents alcalinisant comme du carbonate de calcium, du bicarbonate de sodium ou de potassium, etc. dans la solution de macération, afin d'augmenter le pH de la préparation si celui-ci est trop acide

Dans un mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, la matière première céréalière humide est obtenue en mélangeant une première portion d'ingrédients céréaliers fortement humides, dont un taux d'humidité est compris entre 40% et 60%, avec une deuxième portion d'ingrédients céréaliers secs, c'est-à-dire dont un taux d'humidité est inférieur à 15%.

La matière sèche est par exemple ajoutée sous forme de farine, de manière à obtenir au final de la matière première céréalière humide dont un taux d'humidité est d'environ 30%.

Pour cela, avantageusement, la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides représente 35%, +/- 10%, des céréales totales, la portion d'ingrédients céréaliers secs représentant 65%, +/- 10% des céréales totales. Autrement dit, pour obtenir la matière première céréalière humide à
5 moins de 30% d'humidité destinée à être façonnée, on mélange 50% d'ingrédients céréaliers fortement humide avec 50% d'ingrédients céréaliers secs. Donc environ 1/3 des produits céréaliers ont été fortement humidifiés avant d'être mélangés à 2/3 d'ingrédients céréaliers secs.

L'étape de pré trempage permettant d'obtenir la portion d'ingrédients
10 céréaliers fortement humides est préférentiellement conduite à des températures comprises entre 25°C et 50°C, pendant 1 heure à 3 heures. Une telle étape de pré trempage permet une hydrolyse partielle de l'acide phytique, ce qui accroît la biodisponibilité des minéraux, tels que le magnésium, le fer et le zinc présents dans la portion d'ingrédients céréaliers
15 fortement humides.

Lors d'expérimentations, on a montré qu'il est particulièrement intéressant de faire subir l'étape de pré trempage à des céréales peu visqueuses, telles que le blé et l'épeautre, en ajoutant 0,60 à 0,80 litre d'eau par kilogramme d'ingrédients céréaliers.

20 Les expérimentations ont également montré qu'il est préférable d'utiliser un mélange de céréales visqueuses en milieu humide telles que l'orge, le seigle et l'avoine en association avec des farines de riz ou de maïs pour diminuer la viscosité finale, dans les proportions par exemple de 70% en poids dans le mélange final de seigle, et/ou orge et/ou avoine et 30% en
25 poids dans le mélange final de maïs et/ou de riz.

Le taux d'humidité de la matière première céréalière est ramené aux environs de 30% par ajout de matière sèche. Par exemple 50% de blé pré trempé est mélangé à 50% de blé sec.

Avantageusement, on ajoute également du son, à raison d'environ 5%
30 en poids du mélange final, de manière à faciliter l'adsorption d'eau et diminuer la viscosité du mélange.

Il est également possible d'assécher les ingrédients céréaliers pré trempés par ajout d'orge, d'avoine, de seigle et/ou d'épeautre ou par un mélange d'une céréale non liante avec une céréale liante

Il est possible d'ajouter au mélange de l'acide lactique afin d'abaisser le pH autour de 5 pour activer les phytases végétales et ainsi accélérer la dégradation de l'acide phytique permettant d'accroître la biodisponibilité des minéraux. Dans ce cas, on peut ensuite ajouter un agent alcalinisant tel que
5 le carbonate de calcium et/ou le bicarbonate de sodium ou de potassium pour ramener le pH de la matière première céréalière humide aux environ de 6 avant l'étape de façonnage.

Dans un exemple particulier de mise en œuvre du procédé de fabrication selon l'invention, l'étape de pré trempage permettant l'obtention
10 d'une portion d'ingrédients céréaliers fortement humides s'accompagne, simultanément ou non, d'une étape de fermentation, afin que la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides soit fermentée avant d'être mélangée à la portion d'ingrédients céréaliers secs.

Dans la mesure où l'étape de fermentation nécessite une très forte
15 humidification des ingrédients, il est préférable de ne la réaliser que sur une portion limitée des ingrédients de la matière première céréalière servant à la confection des céréales prêtes à consommer. Préférentiellement, la portion d'ingrédients céréaliers qui subit l'étape de fermentation représente au maximum 33% en poids sec du mélange final d'ingrédients céréaliers utilisés
20 pour réaliser la matière première céréalière humide.

La portion de céréales fermentées fortement humides est asséchée par adjonction d'ingrédients céréaliers secs, afin d'abaisser le taux d'humidité dans la matière première céréalière humide avant de la façonner en granulés par exemples. Sans ce dessèchement par ajout de matière sèche, le
25 façonnage de la matière première céréalière est difficile et ne donne pas de résultats satisfaisants.

La fermentation peut par exemple être induite par l'addition de levures, de levain liquide, de levures plus levain liquide, de pâte boulangère fermentée ou de levain réalisé après un ensemencement de la portion
30 d'ingrédients céréaliers fortement humides.

L'étape de fermentation est préférentiellement conduite à une température comprise entre 5°C et 40°C et préférentiellement entre 10°C et 35°C, pendant un temps suffisant, généralement compris entre 2 heures et 18 heures, pour que le pH de la portion d'ingrédients céréaliers fortement
35 humides soit compris entre 4 et 5.

Dans les cas où l'étape de fermentation est réalisée lors de l'étape de macération, on fait macérer les ingrédients de la portion d'ingrédients céréaliers devant être fortement humides dans une solution de macération comportant un ferment, comme des levures, du levain liquide, un mélange de
5 levures plus levain liquide, de la pâte boulangère fermentée ou du levain réalisé après un ensemencement de la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides.

Dans le cas où la fermentation a fait s'abaisser le pH en dessous de 5, il est possible d'ajouter dans la matière première céréalière humide, avant
10 l'étape de façonnage, un agent alcalinisant de manière à ramener le pH de ladite matière première céréalière humide aux environs de 6.

Dans certains cas, il est souhaitable que l'aliment à base de céréales obtenu selon le procédé de fabrication de l'invention, subisse une étape de grillage, de manière à lui conférer une texture croustillante. L'étape de
15 grillage est préférentiellement conduite à une température comprise entre 130°C et 300°C. La dessiccation du produit lors du grillage est très rapide, si bien que les grains d'amidon ne disposent pas de l'eau nécessaire pour gonfler, les molécules d'amylose ne sont pas solubilisées. Ainsi, les molécules d'amidon au sein de l'aliment selon l'invention ne sont pas
20 gélatinisées.

Dans un exemple de mise en œuvre préféré, l'étape de grillage est conduite à une température comprise entre 140°C et 210°C, pendant un temps compris entre 30 secondes et 210 secondes, et préférentiellement entre 90 secondes et 180 secondes.

25 L'étape de grillage permet de ramener le taux d'humidité dans l'aliment à base de céréales obtenu à 3% à 4%. L'aliment à base de céréales ainsi grillé est plus facilement transportable, plus croustillant et se conserve mieux.

Le procédé de fabrication d'aliments à base de céréales selon
30 l'invention permet d'obtenir des aliments dans lesquels au moins 20% des grains d'amidon sont à l'état natif. Ces grains d'amidon sont lentement assimilables, comme cela a été exposé dans Englyst et al., Am. J. Clin. Nutr, 1999, vol 69, 448-454, ce qui permet de prolonger la sensation de satiété du consommateur.

L'invention concerne également des céréales prêtes à consommer destinées à l'alimentation animale, comportant au moins 20% de sucre lentement assimilables, tels que définis par Englyst (Englyst et al ; Am. J. Cli. Nutr, 1999, vol, 448-454). Les céréales selon l'invention sont notamment des
5 céréales pour petit-déjeuner, sous forme de pétales ou de granulés, ou des barres de céréales à consommer comme en-cas, ou autre.

Présentation des figures

- 10 - figure 1 : graphique comparatif montrant le taux de glucose dans le sang de testeurs, en mmol/L de sang, en fonction du temps, suite à l'ingestion de pétales de céréales obtenues par le procédé selon l'invention, ou de pétales de céréales de l'état de la technique ou de pain ;
- figure 2 : graphique comparatif montrant le taux
15 d'insuline dans le sang de testeurs, en mU/L de sang, en fonction du temps, suite à l'ingestion de pétales de céréales obtenues par le procédé selon l'invention, de pétales de céréales de l'état de la technique ou de pain ;
- figure 3 : graphique comparatif représentant la sensation de satiété de testeurs en fonction du temps, suite à l'ingestion de pétales de
20 céréales obtenues par le procédé selon l'invention, de pétales de céréales de l'état de la technique ou de pain ;
- figures 4A, 4B, 4C, 4D, 4E : photos de pétales de céréales de l'état de la technique à base de blé (figure 4A) et à base d'un mélange blé + riz (figure 4B), et photos de pétales de céréales obtenues par
25 le procédé selon l'invention à base d'un mélange blé pré trempé + maïs + seigle (figure 4C), à base d'un mélange blé pré trempé + maïs + flocons d'avoine (figure 4D), à base d'un mélange blé + maïs + flocons d'avoine (figure 4E), à base de blé pré trempé (figure 4F) et à base de blé fermenté (Figure 4G), grossis au microscope électronique à l'échelle de 10 microns.

30

Exemple : fabrication de pétales de céréales selon le procédé de l'invention

Afin d'obtenir des pétales de céréales, par exemple pour petit-
35 déjeuner, on procède de la manière suivante :

- Préparation des ingrédients céréaliers : On pèse les différentes céréales sélectionnées qui doivent entrer dans la composition des pétales de céréales ; On pèse, à partir des céréales sélectionnées, la portion de céréales destinée à subir l'étape de pré trempage pour former la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides ; On pèse l'eau à laquelle la portion de céréales va être mélangée, en fonction du taux d'humidité souhaité dans la portion d'ingrédients céréaliers fortement humide.

- Pré trempage : on mélange la portion de céréales et l'eau dans un pétrin, à vitesse lente, pendant un temps maximum de 15 minutes, pour obtenir une pâte humide.

Dans le cas où on souhaite pratiquer uniquement une étape d'autolyse, on laisse reposer le mélange pendant 1h30.

Dans le cas où on souhaite réaliser une étape de fermentation durant l'étape de pétrissage, on incorpore un agent fermentaire dans l'eau, puis on laisse fermenter de 2h à 12h à une température comprise entre 20°C et 30°C.

- Séchage de la pâte humide : On incorpore dans la pâte humide le reste des céréales préalablement sélectionnées et pesées.

Si l'autolyse est pratiquée en milieu acide, du fait par exemple de l'addition d'acide lactique, ou si la fermentation a développé un pH très acide, on incorpore également un agent alcalinisant dans la pâte humide.

On mélange les céréales sèches à la pâte humide, à l'aide du pétrin ou d'un mélangeur continu pendant environ 5 minutes.

- Contrôle : On mesure le taux d'humidité de la matière première céréalienne humide et crue obtenue, qui doit être compris entre 15% et 35%. On ajoute en conséquence et si nécessaire des céréales sèches, ou à l'inverse de l'eau, pour diminuer ou à l'inverse augmenter le taux d'humidité jusqu'à la valeur souhaitée.

- Façonnage : La matière première céréalienne humide est façonnée en granulés de pâte au moyen d'une extrudeuse monovis comportant une vis à simple filet tournant à l'intérieur d'un fourreau. La vis et le fourreau sont refroidis par une circulation interne d'eau glacée qui évite l'échauffement de la matière première céréalienne humide et crue.

La matière première céréalienne humide est poussée par la vis à travers une double plaque perforée et ressort par chaque perforation sous la forme

d'un cordon, qui est coupé immédiatement. Le rapport de la vitesse de coupe et de la vitesse de vis principale de l'extrudeuse définit la longueur des granulés.

On obtient ainsi des boulettes de pâte nommées granulés

- 5 Il est également possible d'utiliser des rouleaux formeurs, ou tout autre dispositif apte à façonner des boulettes de pâte à partir de la matière première céréalière humide et crue.

Dans tous les cas, les réglages effectués doivent permettre un cisaillement et un échauffement minimal de la pâte.

- 10 - Mise en forme en pétales : Les boulettes de matière première céréalière humide et crue sont laminées au moyen d'un laminoir qui aplatit les granulés en les faisant passer entre deux cylindres lisses.

Les cylindres sont refroidis par une circulation interne d'eau glacée et maintenus l'un contre l'autre par un système de vérin hydraulique.

- 15 Les granulés écrasés donnent des pétales dont l'épaisseur peut être modifiée en jouant sur l'écartement entre les 2 rouleaux. Avantagusement, l'écartement est compris entre 0,1 mm et 0,7 mm, de manière à obtenir de pétales de céréales d'une épaisseur sensiblement correspondante.

- 20 L'étape de laminage est préférentiellement réalisée à des températures comprises entre 10°C et 25°C.

- Grillage des pétales : Les pétales de céréales sont ensuite grillés dans un four à lit fluidisé dans lequel ils sont mis en suspension par des jets d'air chaud et en mouvement par les oscillations d'un convoyeur. L'air chaud est canalisé par des tubes profilés.

- 25 Le débit et la vitesse de l'air pulsé sont liés à la pression d'air appliquée à l'entrée de ces tubes, appelée pression du plenum. La pression du plenum peut être réglée grâce à l'ouverture de trappes de circulation d'air. Préférentiellement les trappes de circulation d'air sont entrouvertes à 60% jusqu'à 95%, de manière à ce que la pression du plenum soit comprise entre
30 34,5 KPa et 55.2 KPa.

La température du four est comprise entre 220°C et 260°C. Ainsi l'eau contenue dans les pétales est évaporée rapidement grâce à la chaleur de l'air pulsé.

- 35 L'apparition de bulles à l'intérieur des pétales leur confère la croustillance souhaitée. La fin de l'étape de grillage permet la coloration des

pétales en fonction du temps de passage et de la température de l'air. Par exemple, le temps de passage est compris entre 1 minute 30 et 3 minutes.

Recettes

5

Plusieurs associations différentes de céréales peuvent être utilisées pour réaliser des pétales de céréales selon l'invention.

10 Dans le tableau 1 ci-dessous sont données diverses compositions de matières premières céréalières humides et crues, à partir desquelles des pétales de céréales, ou autres aliments à base de céréales, peuvent être façonnées sans étapes de cuisson.

Plus précisément, le tableau 1 donne des exemples de matières premières céréalières humides et crues qui n'ont pas subi de pré trempage.

15 Tableau 1 : Exemples de mélanges pour la réalisation de matières premières céréalières humides et crues sans pré trempage.

INGREDIENTS	N°1 %MPE	N°2 %MPE	N°3 %MPE	N°4 %MPE	N°5 %MPE
Blé concassé	28 %	28%	26.16%	28%	
Farine de blé	45,80%				
Farine d'orge			5%		
Semoule de maïs			8%		26,80%
Farine d'épeautre		45.80%			
Farine de seigle			24.6%	48.80%	50%
Son micronisé	3%	3%	3%		
Farine de soja			8%		
Eau	16,16%	16,16%	18.68%	16,16%	16,16%
Sel	0,5%	0,5%	0.47%	0,5%	0,5%
Sucre cristal	4%	4%	3.74%	4%	4%
Sucre liquide	2,5%	2,5%	2.34%	2,5%	2,5%
TOTAL	99,96%	99,96%	100%	99,96%	99,96%

INGREDIENTS	N°6 %MPE	N°7 %MPE	N°8 %MPE	N°9 %MPE	N°10 %MPE
Blé concassé				28%	28%
Farine d'avoine		27%	27%		
Farine d'orge		27%	27%		
Semoule de maïs		22.80%			12.54%
Semoule de riz	26.80%		22.80%	12.54%	
Flocons d'avoine				33.30%	33.30%
Farine de seigle	50%				
Son micronisé				3%	3%
Eau	16.16%	16.16%	16.16%	16.16%	16.16%
Sel	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Sucre cristal	4%	4%	4%	4%	4%
Sucre liquide	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%	2.5%
TOTAL	99.96%	99.96%	99.96%	99.96%	99.96%

MPE signifie matière première engagée.

- 5 Lorsque du maïs et/ou du riz est utilisé, il ne représente jamais plus de 30% en poids du mélange de matière premières céréalières humides, et il est mélangé à au moins une céréale fortement liante, comme l'avoine, l'orge ou le seigle, de manière à obtenir une consistance permettant de façonner des boulettes de pâtes.

- 10 Dans le tableau 2 ci-dessous sont données diverses compositions de portions d'ingrédients céréaliers fortement humides, ou bases pré trempées.

Tableau 2 : Exemples de mélanges d'ingrédients pour la fabrication de portions d'ingrédients céréaliers fortement humides.

15

INGREDIENTS	Base blé pré trempé % MPE	Base orge + maïs pré trempés	Base avoine + maïs pré trempés	Base seigle pré trempé % MPE
-------------	------------------------------	------------------------------	--------------------------------	---------------------------------

		% MPE	% MPE	
Blé concassé	53.06%			
Son de blé micronisé	4.96%	4.95%	4.95%	4.96%
Farine d'orge		35.39%		
Semoule de maïs		15.17%	15.17%	
Farine d'avoine			35.39%	
Farine de seigle				53.06%
Eau	37.96%	35.39%	35.39%	37.96%
Sucre liquide	4.04%	4.04%	4.04%	4.04%
TOTAL	100%	100%	100%	100%

- Ces différents mélanges formant portions d'ingrédients céréaliers fortement humides sont destinés à être mélangés à des portions d'ingrédients céréaliers secs dans des proportions telles que décrites dans le tableau 3 ci-dessous, afin de former de la matière première céréalière humide et crue à partir de laquelle des pétales de céréales sont façonnées sans étapes de cuisson.

10 Tableau 3 : Exemples de mélanges pour la réalisation de matières premières céréalières humides et crues avec pré trempage.

INGREDIENTS	N°11 %MPE	N°12 %MPE	N°13 %MPE	N°14 %MPE	N°15 %MPE	N°16 %MPE	N°17 %MPE
Base blé pré trempé	50.15%	50.15%	50.15%	50.15%	50.15%	50.15%	50.15%
Farine d'avoine							
Farine d'orge				25.80%			
Semoule de maïs						12.50%	12.50%
Semoule de riz					12.50%		
Flocons d'avoine							33.30%
Farine d'épeautre		45.80%					
Farine de blé	45.80%		20%	20%			
Farine de seigle			25.80%		33.30%	33.30%	

Sel	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%
Sucre cristal	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
TOTAL	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%

INGREDIENTS	N°18 %MPE	N°19 %MPE	N°20 %MPE	N°21 %MPE	N°22 %MPE	N°23 %MPE	N°24 %MPE
Base blé pré trempé					50.15%	50.15%	
Base orge + maïs pré trempés	50.15%	50.15%	50.15%				
Base avoine + maïs pré trempés				50.15%			
Base seigle pré trempé							50.15%
Farine d'orge		12.50%		33.30%			
Semoule de maïs					12.50%		
Flocons d'avoine	33.30%	33.30%	33.30%		33.30%		
Farine de seigle			12.50%				
Farine d'épeautre	12.50%			12.50%			
Blé concassé						24.07%	25.85%
Farine de blé						22.06%	20.0%
Sel	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
Sucre cristal	4%	4%	4%	4%	4%	4%	4%
Acide lactique					0.40%		
CaCO3					0.20%		
TOTAL	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%	100.45%

- Le tableau 4 ci-dessous décrit deux exemples de compositions de portions d'ingrédients céréaliers fortement humides fermentées, destinées à être mélangées selon le tableau 5 ci-dessous, à des portions d'ingrédients
- 5 céréaliers secs, afin de former de la matière premières céréalière fermentée humide et crue, à partir de laquelle des pétales de céréales peuvent être façonnées sans étapes de cuisson.

Tableau 4 : Exemples de mélanges d'ingrédients pour la fabrication d'une portion d'ingrédients céréaliers fortement humides et fermentés

INGREDIENTS	Base blé concassé % MPE	Base farine de blé % MPE
Blé concassé	50.68%	
Farine de blé blanche		22.1%
Farine de blé complet		21.9%
Son de blé micronisé	4.94%	
Eau	35.48%	36.2%
Crème de levain	5.07%	
Levure		0.2%
Farine de seigle		4.3%
Farine d'orge		7.2%
Sucre liquide	3.8%	3.6%
Miel		4.3 %

Cette base pré trempée et fermentée est ensuite ajoutée à une portion
5 d'ingrédients céréaliers secs pour donner la matière première céréalière
humide et crue selon l'invention.

Tableau 5 : Exemples de mélanges pour la réalisation de matières premières céréalières humides et crues avec pré trempage et fermentation.

10

[illegible]

Sucre cristal	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%
Carbonate de calcium	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
TOTAL	99.40%	99.85%	99.85%	99.85%	99.85%	99.81%	99.85%

INGREDIENTS	N°32 %MPE	N°33 %MPE	N°34 %MPE	N°35 %MPE	N°36 %MPE	N°37%M PE	N°38 %MPE
Base blé fermentée	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Farine d'orge		33.30%		33.30%			
Semoule de maïs	11.45%	12.54%				12.54%	
Semoule de riz				12.54%	12.54		
Flocons d'avoine	11.45%						
Farine de seigle					33.30%		
Farine d'épeautre			21.89%			33.30%	
Farine d'avoine							33.30%
Blé concassé			23.88%				12.54%
Farine de blé	22.90%						
Sel	0.50%	0.50%					
Sucre cristal	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%	3.01%
Bicarbonate de sodium			0.25%	0.25%	0.25%	0.25%	0.25%
Carbonate de calcium	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%
TOTAL	99.81%	99.85%	99.53%	99.60%	99.60%	99.60%	99.60%

INGREDIENTS	N°39 %MPE	N°40 %MPE	N°41 %MPE
Base farine de blé fermentée	62.2%	62.2%	62.2%
Base blé fermentée			
Farine d'orge			
Semoule de maïs	5%	5%	5%

Semoule de riz			
Flocons d'avoine	13.17%	13.17%	13.17%
Farine de seigle			
Farine d'épeautre			
Farine d'avoine			
Farine de sarrasin			
Farine de blé			
Sel	0,45%	0,45%	0,45%
Sucre cristal	3.58%	3.58%	3.58%
Bicarbonate de sodium			
Carbonate de calcium			
Farine de soja	8.05%	8.05%	8.05%
Brisures de corn flakes			7.64%
Brisure de pétales de riz et de blé		7.64%	
Riz soufflé	7.64%		
TOTAL	100%	100%	100%

Les brisures de corn flakes, les brisures de pétales de riz et de blé et le riz soufflé sont des céréales cuites et fabriquées séparément.

On obtient, avec ces différents mélanges de matières premières
5 céréalières humides, crues et fermentées, des pétales de céréales dans lesquels la biodisponibilité des minéraux est plus importante que dans les céréales non fermentés.

Analyse des grains d'amidon dans les pétales de céréales

10

Des pétales de céréales de l'état de la technique, c'est-à-dire ayant subi au moins une étape de cuisson, ont été analysés d'un point de vu structural (figures 4A et 4B). Plus précisément, on a cherché à mettre en évidence les grains d'amidon qu'ils contiennent.

15

De même, différents pétales de céréales réalisés conformément au procédé selon l'invention, c'est-à-dire sans aucune étape de cuisson, ont été observés avec le même microscope électronique, au même grossissement (figures 4C, 4D, 4E, 4F, 4G).

Dans les pétales de céréales ayant subi une étape de cuisson, qu'ils soient à base de blé uniquement (figure 4A) ou d'un mélange blé + riz (figure 4B), les grains d'amidon ont été éclatés et forment un réseau gélatinisé plus ou moins dense.

Inversement, dans tous les pétales de céréales fabriqués sans étape de cuisson, à base de blé seul pré trempé (figure 4F) ou fermenté (figure 4G), d'un mélange de blé pré trempé + maïs + seigle (figure 4C), blé pré trempé + maïs + flocons d'avoine (figure 4D), blé + maïs + flocons d'avoine (figure 4E), les grains d'amidon ne sont pas dénaturés, c'est-à-dire gardent leur structure en grains plus ou moins compactes.

On a quantifié le pourcentage de sucres lentement assimilable tel que défini d'après Englyst et al. (1999), Am. J. Nutr., 69, 448-454, dans le mélange N° 34. Il s'agit d'un test de dégradation de l'amidon par l'amylase qui met en évidence la fraction de sucre rapidement assimilables dans un temps très court d'hydrolyse puis le reliquat demandant un temps d'hydrolyse plus long.

On trouve 21.7% de sucre lentement assimilable contre seulement 5,1% dans une formule similaire préparée selon le procédé traditionnel comportant une étape de cuisson.

Ces résultats prouvent que, contre toute attente, il est inutile de procéder à une étape de cuisson pour fabriquer des aliments à base de céréales suffisamment digestibles.

Etude clinique

Une étude clinique a été conduite sur douze volontaires, afin de vérifier la digestibilité des pétales de céréales obtenus selon le procédé de l'invention, c'est-à-dire n'ayant subi aucune étape de cuisson, par rapport à la digestibilité de pétales de céréales de l'état de la technique, c'est-à-dire ayant subi une étape de cuisson.

La composition de chacun des deux types de céréales est décrite dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6 : Composition de pétales de céréales selon l'invention, sans cuisson, et selon l'état de la technique, avec cuisson.

	PETALES DE CEREALES CUIITES du commerce (composition pour 100 Kg)	PETALES DE CEREALES SANS CUISSON de l'invention (composition pour 100 Kg)
Base blé concassé fermentée		50.0%
Blé concassé	63 %	23.88%
Farine de grand épeautre		21.89%
Farine de blé complet	2.4 %	
Sucre liquide	14.7%	
Extrait de malt	2.93%	
Sucre cristal		2.99%
Sel	0.97%	0.5%
Carbonate de calcium		1%
eau	17.0%	
TOTAL	101%	100.26%

5

Un tiers du blé entrant dans la composition des pétales de céréales sans cuisson a subi une étape de macération/fermentation telle que décrite précédemment.

L'étude a été menée sur 12 volontaires sains qui ont consommé les deux types de céréales et un produit de référence, à savoir du pain blanc (chaque sujet est donc son propre témoin).

Les résultats ont montré que le pic de glycémie est significativement diminué chez les volontaires ayant consommé les pétales de blé modifiés.

A t=90 min, l'Index Glycémique (IG) c'est-à-dire le pouvoir hyperglycémiant et l'Index Insulinémique (II) des pétales de blé modifiés sont respectivement de 82.2 et 78.2, et sont donc significativement plus faibles que ceux des pétales de céréales de l'état de la technique (IG =92.5 ; et II =97.5) et du pain blanc (référence : IG/II = 100).

Le glucose est donc plus lentement absorbé suite à la consommation des pétales de céréales non cuits.

Cependant, à $t=180$ min, les IG des trois produits ne sont plus significativement différents. De plus, la réponse glycémique est bien corrélée
5 avec la réponse insulinémique (figures 1 et 2).

Le ralentissement de l'absorption du glucose semble avoir des répercussions sur la sensation de satiété (figure 3) qui se prolonge au-delà des trois heures lors de l'ingestion de pétales de céréales non cuits.

En conclusion, nous avons réussi à obtenir une diminution de 10% de
10 l'IG lors de l'ingestion de pétales de céréales non cuits, par rapport à des céréales de l'état de la technique.

L'acidification provoquée par la fermentation au levain entraîne une destruction de l'acide phytique et ainsi une meilleure biodisponibilité minérale. Ainsi, l'IG n'est pas le seul critère d'amélioration de la qualité
15 nutritionnelle des produits céréaliers.

Dans notre étude, nous avons montré que la consommation de pétales de céréales non cuits selon l'invention ralentit la sensation de faim par rapport aux pétales de céréales de l'état de la technique. Ces résultats sur la satiété sont particulièrement intéressants pour les produits de petit-
20 déjeuner, afin d'éviter les grignotages en milieu de matinée. Cela permet d'avoir un contrôle sur la prise alimentaire et à long terme d'avoir un contrôle sur la prise de poids.

REVENDICATIONS

- 1- Procédé de fabrication d'un aliment à base de céréales destiné à
5 l'alimentation animale, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :
- humidifier à froid des ingrédients céréaliers de manière à obtenir de
la matière première céréalière humide ayant un taux d'humidité compris
entre 15% et 35%, et préférentiellement entre 30% et 35%,
- façonner la matière première céréalière humide à froid de manière à
10 lui donner la forme souhaitée.
- 2- Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce
que l'étape de façonnage à froid de la matière première céréalière humide se
déroule à une température inférieure 70°C, et préférentiellement inférieure
ou égale à 40°C.
- 15 3- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 2,
caractérisé en ce que l'étape d'humidification est réalisée en faisant macérer
des ingrédients céréaliers dans une solution de macération comportant de
l'eau.
- 4- Procédé de fabrication selon la revendication 3, caractérisé en ce
20 que la solution de macération comporte du sucre et/ou un agent alcalisant
et/ou des agents fermentaires et ou un acide organique du type acide
lactique
- 5- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 4,
caractérisé en ce que les céréales liants et/ou collants représentent au moins
25 70% en poids des ingrédients céréaliers utilisés dans la matière première
céréalière humide.
- 6- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que les céréales liantes et non collantes représentent
100% en poids des ingrédients céréaliers utilisés dans la matière première
30 céréalière humide.
- 7- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5,
caractérisé en ce que les céréales collantes représentent au plus 60% en
poids des ingrédients céréaliers utilisés dans la matière première céréalière
humide.

8- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 5 et 7, caractérisé en ce que les céréales non liantes et non collantes représentent au plus 30% en poids des ingrédients céréaliers utilisés dans la matière première céréalière humide.

5 9- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que la matière première céréalière humide est obtenue selon l'étape suivante :

- mélanger une portion d'ingrédients céréaliers fortement humides, dont un taux d'humidité est compris entre 40% et 60%, à une portion
10 d'ingrédients céréaliers secs.

10- Procédé de fabrication selon la revendication 9, caractérisé en ce que la portion d'ingrédients céréaliers secs peut comporter des agents alcalinisant.

11- Procédé de fabrication selon les revendications 9 à 10, caractérisé
15 en ce que la portion d'ingrédients céréaliers secs peut comporter des céréales pré cuites.

12- Procédé de fabrication selon les revendications 9 à 11, caractérisé en ce que la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides représente 35% +/- 10% des céréales totales, la portion d'ingrédients céréaliers secs
20 représentant 65% +/- 10%.

13- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 9 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape supplémentaire suivante :

- faire fermenter la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides avant de la mélanger à la portion d'ingrédients céréaliers secs.

25 14- Procédé de fabrication selon la revendication 13, caractérisé en ce que l'étape de fermentation est réalisée à une température comprise entre 20°C et 35°C.

15- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 13 à 14, caractérisé en ce que l'étape de fermentation est conduite jusqu'à ce que le
30 pH de la portion d'ingrédients céréaliers fortement humides soit compris entre 4 et 5.

16- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 13 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape suivante :

- faire macérer des ingrédients céréaliers dans une solution de
35 macération comportant un ferment, de manière à réaliser simultanément

l'étape de macération et l'étape de fermentation, pour obtenir une portion d'ingrédients céréaliers fortement humides fermentés.

17- Procédé de fabrication selon l'une des revendications 1 à 16 caractérisé en ce que le façonnage de la matière première céréalière humide
5 comporte une étape de laminage de manière à obtenir des pétales de céréales ou d'autres formes de céréales transformées.

18- Procédé de fabrication selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comporte l'étape supplémentaire suivante :

- faire griller les pétales de céréales à une température comprise entre
10 130°C et 300°C, et préférentiellement à une température comprise entre 140°C et 210°C, pendant un temps compris entre 30 secondes et 210 secondes, préférentiellement entre 90 secondes et 180 secondes.

19- Procédé de fabrication selon les revendications 1 à 16, caractérisé en ce que le façonnage de la matière première céréalière humide comporte
15 une étape de mise en forme en barres de céréales.

20- Céréales prêtes à consommer destinées à l'alimentation animale, caractérisées en ce qu'elles comportent au moins 20% de sucres lentement assimilables.

21- Céréales prêtes à consommer selon la revendication 20, caractérisées en ce qu'elles comportent au moins 70% d'au moins l'une des
20 céréales parmi le blé, l'orge, l'avoine, l'épeautre, le sarrasin et le seigle, sous forme concassée et/ou de semoule et/ou de flocons et/ou de farine.

22- Céréales prêtes à consommer selon l'une des revendications 20 à 21, caractérisées en ce qu'elles comportent au moins l'une des céréales
25 parmi le maïs et le riz, sous forme concassée et/ou de semoule et/ou de flocons et/ou de farine.

1/3

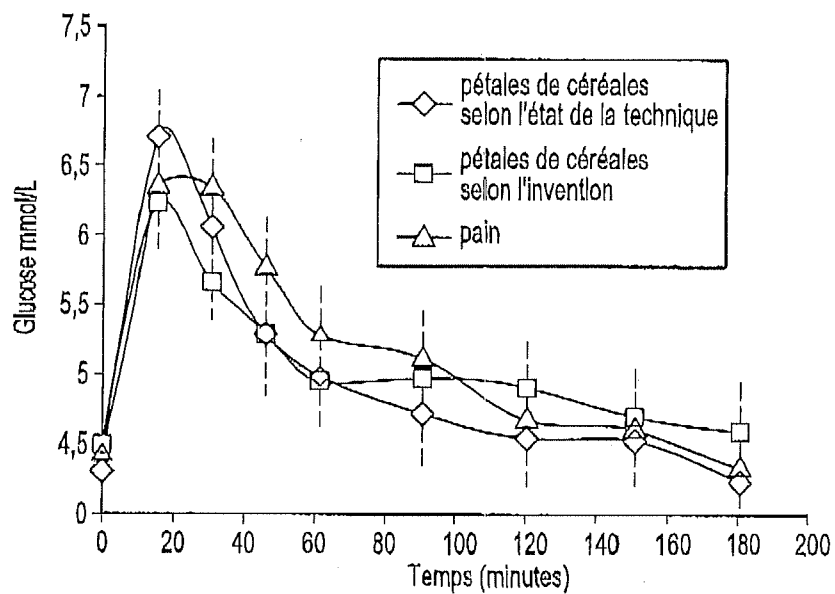


Fig. 1

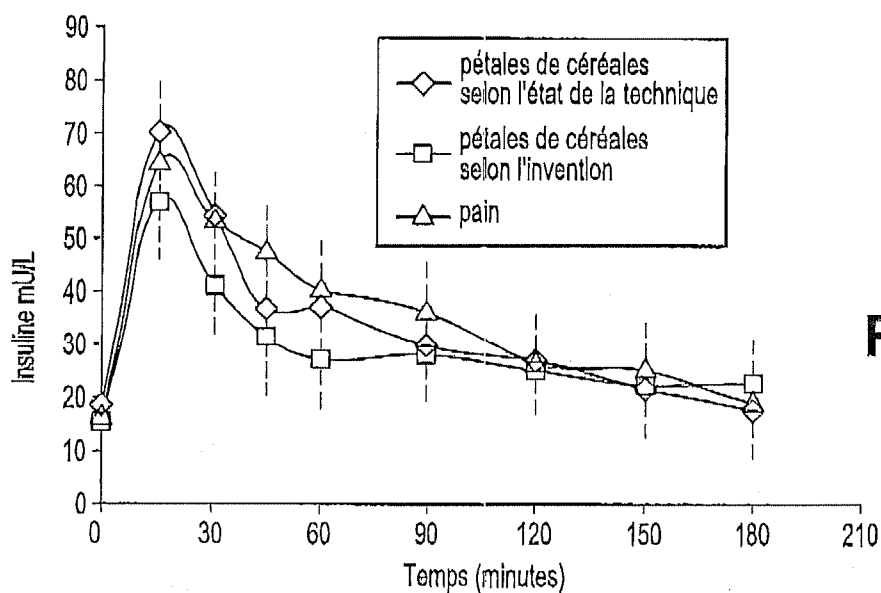


Fig. 2

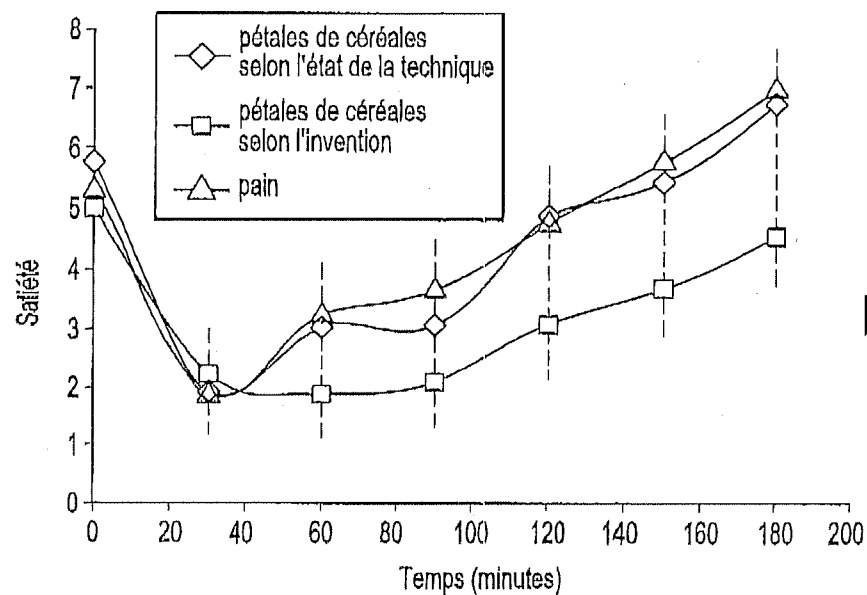


Fig. 3

2 / 3

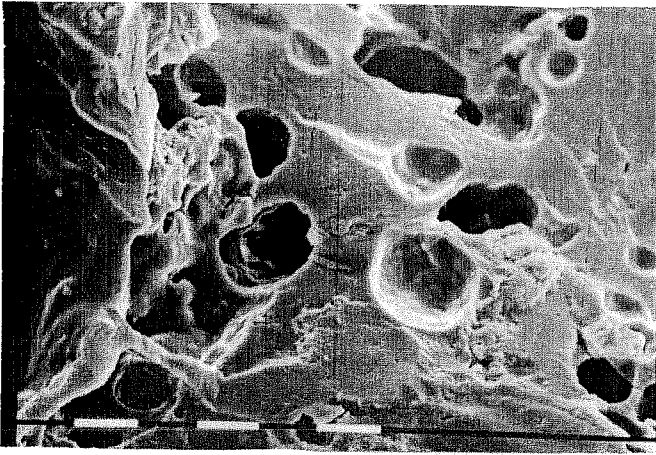


Fig. 4A

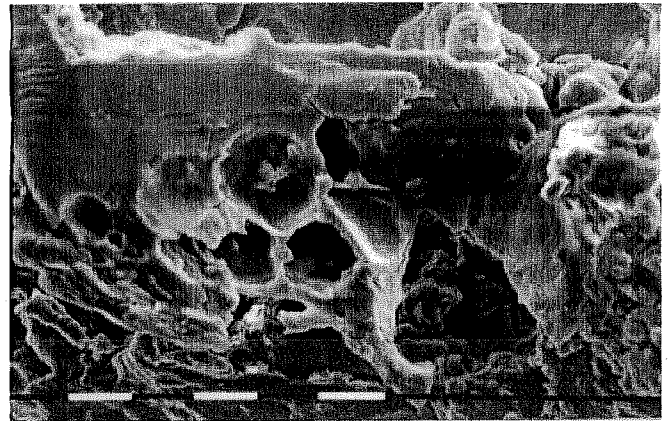


Fig. 4B

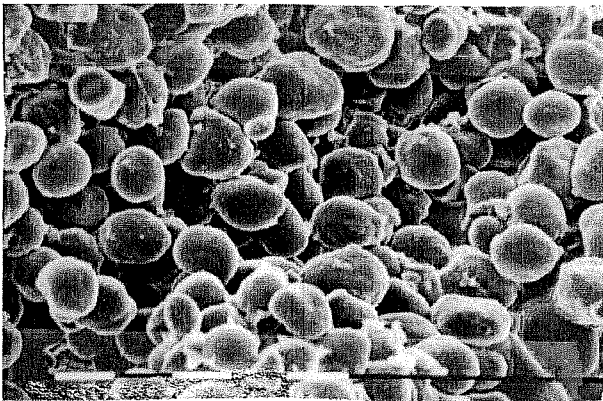


Fig. 4C

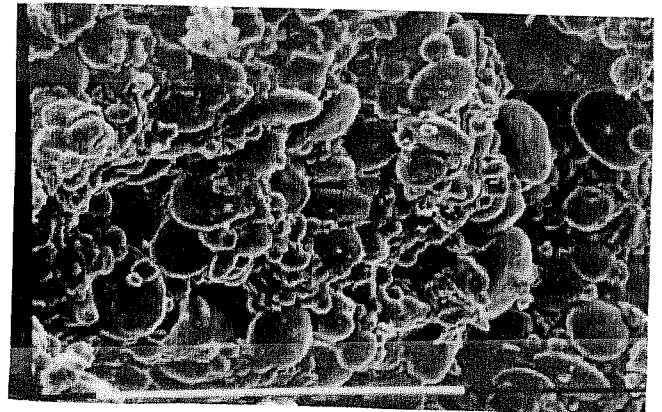


Fig. 4D

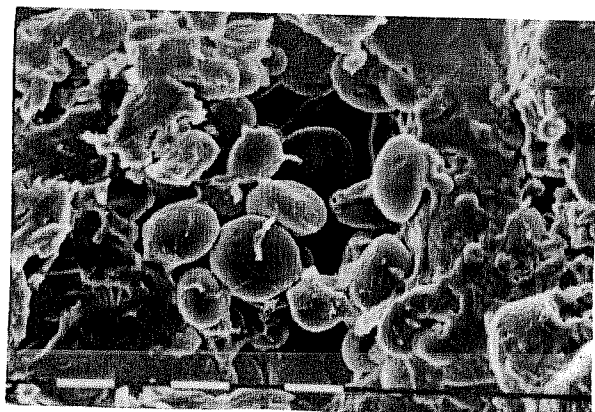


Fig. 4E

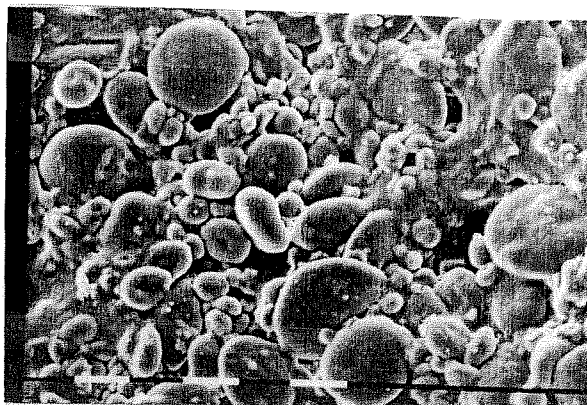


Fig 4F

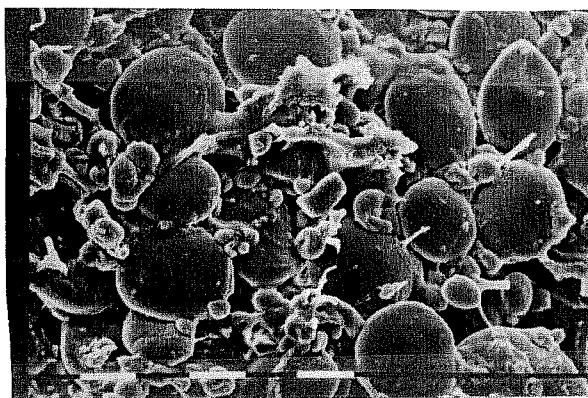


Fig 4G