



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 34495 B1**
- (51) Cl. internationale : **A23L 1/0526; C13B 0/00; A23L 1/00**
- (43) Date de publication : **02.09.2013**
-
- (21) N° Dépôt : **34635**
- (22) Date de Dépôt : **15.02.2012**
- (71) Demandeur(s) : **UNIVERSITE HASSAN II-MOHAMMEDIA, AVENUE HASSAN II BP 150 MOHAMMEDIA (MA)**
- (72) Inventeur(s) : **BAHLOUL ABDELMEJID ; MOSTAPHA KHLIFA ; KITANE SAID**
- (74) Mandataire : **LEMACHA HASSAN**
-
- (54) Titre : **Traitement et valorisation de déchets pulpe de caroube par macération, séchage et broyage pour préparer divers produits alimentaires.**
- (57) Abrégé : L'INVENTION QUE NOUS DÉCRIVONS DANS CE BREVET SE RAPPORTE AUX NOUVEAUX PROCÉDÉS INTÉGRAUX DE TRAITEMENT ET VALORISATION DU DÉCHET PULPE CONSTITUANT MAJEUR DE LA GOUSSE DE CAROUBE: LA PULPE PAR MACÉRATION À CHAUD OU À FROID, DANS LES CONDITIONS DONNÉES DANS CE BREVET, CONDUIT À UNE PHASE AQUEUSE QUI SUBIT UNE FERMENTATION ET ABOUTIT APRÈS DISTILLATION À L'ÉTHANOL AROMATISÉ. LORSQUE LA PHASE AQUEUSE EST CONCENTRÉE PAR ÉVAPORATION PARTIELLE DE L'EAU, CELA DONNE NAISSANCE À UN MIEL SUCRÉ AYANT UN BON GOUT POUR LA CONFISERIE. DE PLUS, LA CONCENTRATION DE LA PHASE AQUEUSE DE L'ORDRE DE 60% CONDUIT À UN SIROP D'INTÉRÊT ALIMENTAIRE. LA PULPE APRÈS EXTRACTION DE LA PHASE SUCRÉE PEUT FACILEMENT ÊTRE BROYÉE ET PULVÉRISÉE SANS RISQUE DE COLMATAGE OU DÉCOMPOSITION THERMIQUE. LA PULPE PULVÉRISÉE PEUT ÊTRE UTILISÉ COMME MATIÈRE DE BASE DANS PLUSIEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES DONT LA FABRICATION DE PRODUITS CHOCOLATÉS SUBSTITUANT AINSI LE CACAO DU FAIT QUE LA PULPE CONTIENT MOINS DE PROTÉINES ET DE MATIÈRES GRASSES QUE LE CACAO.

02 SEPT 2013

**Traitement et Valorisation de déchets pulpes de caroube par macération,
séchage et broyage pour préparer divers produits alimentaires**

RESUME DE L'INVENTION

L'invention que nous décrivons dans ce brevet se rapporte aux nouveaux procédés intégraux de traitement et valorisation du déchet pulpe constituant majeur de la gousse de caroube :

La pulpe par macération à chaud ou à froid, dans les conditions données dans ce brevet, conduit à une phase aqueuse qui subit une fermentation et aboutit après distillation à l'éthanol aromatisé.

Lorsque la phase aqueuse est concentrée par évaporation partielle de l'eau, cela donne naissance à un miel sucré ayant un bon goût pour la confiserie. De plus, la concentration de la phase aqueuse de l'ordre de 60% conduit à un sirop d'intérêt alimentaire.

La pulpe après extraction de la phase sucrée peut facilement être broyée et pulvérisée sans risque de colmatage ou décomposition thermique.

La pulpe pulvérisée peut être utilisée comme matière de base dans plusieurs applications industrielles dont la fabrication de produits chocolatés substituant ainsi le cacao du fait que la pulpe contient moins de protéines et de matières grasses que le cacao.

Description :

La présente invention décrit de nouvelles techniques pour le traitement et valorisation de l'un des constituants majeur de la gousse de caroube dont l'objectif est d'atteindre des produits connus dans le secteur de l'industrie agro-alimentaire à savoir la poudre chocolatée, le miel ou sirop de caroube ainsi que l'alcool aromatisé.

Nous avons, en effet, entrepris nos travaux, en mettant au point plusieurs étapes déterminantes pour parvenir non seulement à obtenir les produits précités mais à contribuer efficacement à la valorisation de la pulpe de caroube, considérée généralement comme un déchet alimentaire, et ce afin d'apporter des solutions face aux contraintes liées à la valorisation des déchets agro-alimentaires au Maroc.

Etat de l'art :

Le caroubier fait partie des espèces à grand potentiel mais très peu utilisé dans les efforts de reboisement entrepris dans notre pays. C'est une légumineuse typiquement méditerranéenne, largement réparti au Maroc sous forme de peuplements spontanés ou artificiels [1,2]. C'est une espèce agro-sylvo pastorale ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques [3,4]. Grâce à son aptitude à développer différentes stratégies d'adaptation aux contraintes hydriques, cet arbre s'installe favorablement dans les zones arides et semi-arides d'où l'importance de son utilisation de plus en plus conseillée dans les programmes de reforestation et de reboisement [3].

Par ailleurs, cet arbre est d'une importance économique considérable ; ses gousses, plus riche en sucre que la canne à sucre et la betterave sucrière, sont utilisées en industrie alimentaire et pharmacologique [3,5].

Originaire du moyen orient, le caroubier est aujourd'hui répandu dans tout le bassin méditerranéen. On le rencontre à l'état naturel principalement en Espagne, Portugal, Maroc, Grèce, Italie, Turquie, Algérie, Tunisie, Egypte et Chypre [7].

Au Maroc, le caroubier est présent sous forme de plantations naturelles ou artificielles, dans l'ensemble du pays jusqu'à 1150 m d'altitude à l'exception des zones très arides [8]. Il est rencontré dans le Rif occidental, le pré-Rif, le gharb, le Sais, l'anti-Atlas, le haut Atlas et le plateau central.

Les fruits du caroubier, appelées « caroubes », sont des gousses aplaties et pendantes, de 10 à 30 cm de long sur 1,5 à 3 cm de largeur, d'abord vertes, elles deviennent brun foncé à maturité, en juillet de l'année suivante. Elles sont coriaces, épaisses et indéhiscentes.

Le Maroc compte parmi les pays les plus producteurs de caroube, c'est le deuxième pays producteur mondial de caroube après l'Espagne (en 2004 : Maroc 21%, Espagne 36%).

Un caroubier, en pleine production, peut fournir entre 300 et 800 kg de caroubes par an (en septembre/octobre).

La pulpe et la graine sont les deux principaux constituants de la gousse du caroubier et représentent respectivement 90% et 10% de son poids total. Selon plusieurs auteurs, la composition chimique de la pulpe dépend en générale du cultivar, de l'origine et parfois de la période de récolte [9].

Chaque caroube pèse une quinzaine de grammes et contient :

- La pulpe charnue (riche en calcium, phosphore, potassium, magnésium, et pectine) : constituée d'environ 50 % de sucres (principalement saccharose, glucose, fructose et maltose), 18 % de cellulose et d'hémicellulose, 18 à 20 % de tanins, 27-50 % de fibres [10], 2-6 % de protéines et 0,4-0,6 % de lipides dont les acides saturés et insaturés sont en proportions égales.

La pulpe est très utilisée comme aliment diététique, soit comme remplaçant du cacao ou encore en alimentation animale.

- 10 à 15 graines : La graine est composée essentiellement d'antioxydants et de polysaccharides (galactose et mannose dans une proportion de 1 : 4). Son embryon (germe) est riche en protéine (52 %) et en carbohydrates (27 %). elles ont servi d'unité de mesure dans l'antiquité. Leur nom est à l'origine du carat, qui représentait le poids d'une graine de caroube, dans le commerce des pierres précieuses (1 carat = 200mg).

Les graines sont également composées d'enveloppe tégumentaire (30 à 33%), de 42 à 46% de l'albumen et de 23 à 25% d'embryon [11]. L'enveloppe tégumentaire est considérée comme une source naturelle pour la production de polyphénols antioxydants [6].

Au Maroc, cette richesse naturelle est sous exploitée à savoir que la plus grande partie des graines est destinée à l'exportation tandis que la pulpe concassée est utilisée comme aliment pour le bétail.

A la lumière de ces données, ce présent brevet a comme objectif principal la valorisation de l'un des constituants majeurs de la gousse à savoir la pulpe en mettant en œuvre un procédé de traitement de la pulpe avant son broyage et pulvérisation.

En effet, selon notre procédé, la pulpe traitée à l'eau est débarrassée d'une grande partie de sucres et tanins, suite à la macération à chaud ou à froid. Cela permet de récupérer une phase aqueuse qui subit, d'une part, une fermentation en l'absence de l'air et donne naissance après distillation à l'éthanol aromatisé.

Alors que, d'autre part, la concentration partielle de l'extrait aqueux par évaporation de l'eau peut conduire soit à un sirop (concentration à 60%) ou à du miel ayant un bon goût pour la confiserie.

La pulpe séchée après extraction de la phase sucrée, peut être facilement broyée et pulvérisée sans risque de colmatage ou décomposition thermique, pour obtenir une poudre cellulosique chocolatée dont la granulométrie répond aux normes prescrites. Cette poudre peut être utilisée comme une matière de base dans plusieurs applications industrielles telle que la fabrication de produits chocolatés, substituant ainsi le cacao du fait que la pulpe contient moins de protéines et de matières grasses que le cacao.

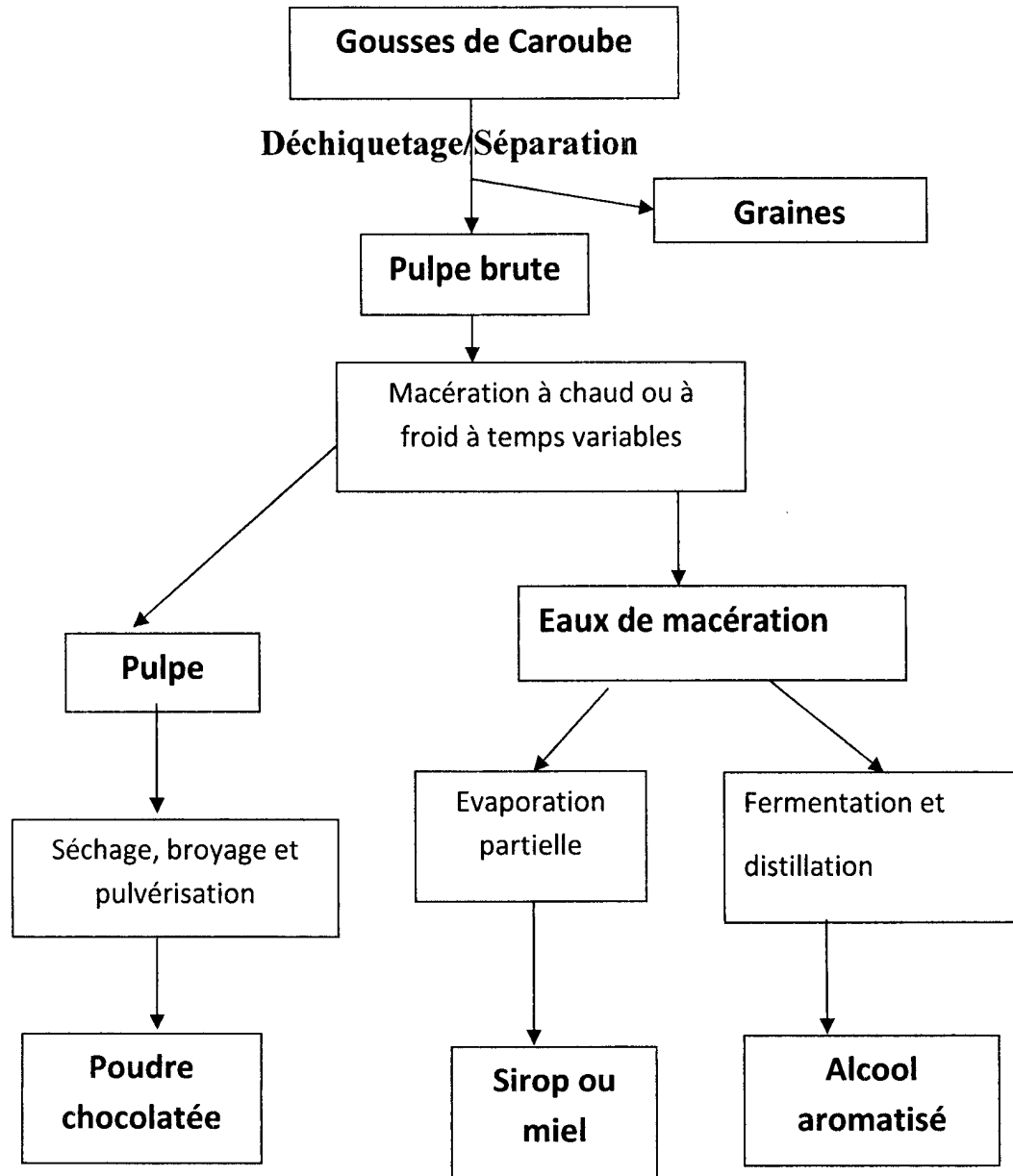
Le schéma de la page 6 récapitule toutes les étapes de notre procédé concernant le traitement et la valorisation de la pulpe de caroube.

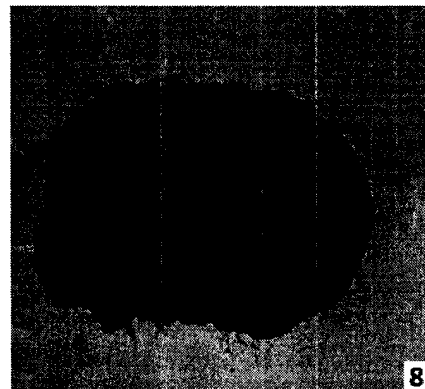
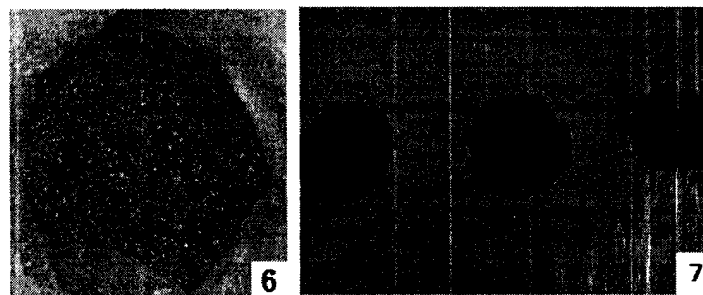
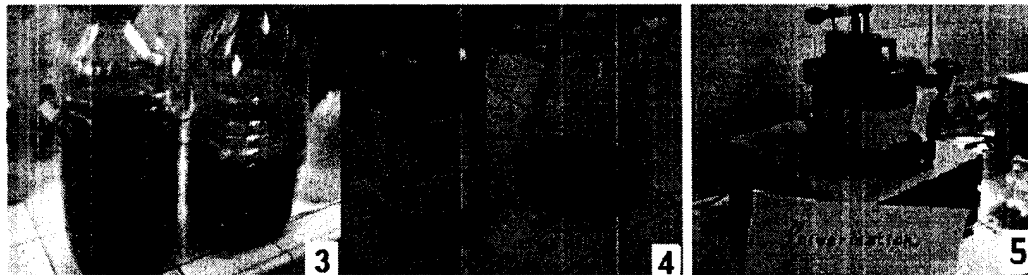
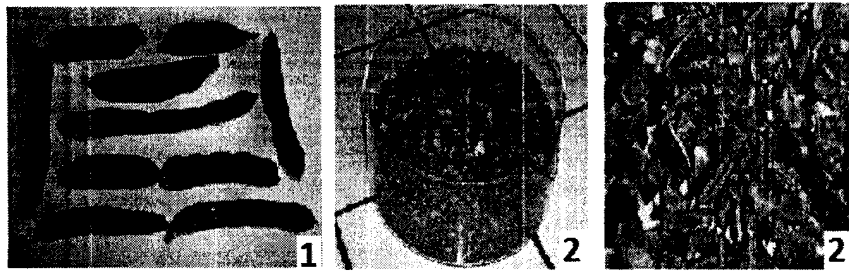
REVENDICATIONS

- 1- Procédé de séparation de la partie sucre par macération de la pulpe de caroube à l'eau chaude ou froide pour préparer le sirop, le miel ainsi que la poudre chocolatée de caroube.
- 2- Le procédé selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il contient l'étape d'évaporation partielle de la phase aqueuse sucrée après macération de la pulpe. Cela conduit soit à un sirop ou un miel qui sont des produits de base pour la confiserie.
- 3- Le procédé selon les revendications précédentes caractérisé en ce que la fermentation de l'hydrolysat de macération à l'abri de l'air donne du bioéthanol aromatisé.
- 4- Le procédé selon les revendications précédentes caractérisé en ce que la pulpe isolée après macération, séchée, broyée et tamisée donne une poudre chocolatée dont nous revendiquons le procédé d'obtention. Cette poudre constitue une matière de base pour les produits de chocolats et autres applications industrielles.
- 5- Le procédé selon les revendications précédentes caractérisé en ce que la pulpe dépourvue de tannins lors de la macération peut être utilisée pour l'alimentation animale sans risque sur la digestion contrairement à ce qui est constaté lors de l'utilisation de la pulpe brute.

PLANCHE ET DESSINS

SCHEMA DU PROCEDE





- 1- Gousses de caroube après maturité
- 2- La pulpe séparée de la graine de caroube après criblage
- 3- Fermentation de la pulpe après macération
- 4- Sirop et miel de caroube obtenus après concentration de l'extrait aqueux
- 5- Dispositif de pulvérisation de la poudre de caroube issue de la pulpe
- 6- Poudre de caroube avant tamisage
- 7- Différentes étapes de tamisage de la poudre chocolatée
- 8- La poudre chocolatée (Produit fini).

A handwritten mark or signature in the bottom right corner of the page.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] a) Emberger L. (1938). Les arbres du Maroc et comment les connaître. La rose, Edit. Paris, 317 p. Bulletin de la Société des Sciences naturelles et physiques du Maroc (1920-1975). b) Emberger L. et Maire R.. (1941). Catalogue des plantes du Maroc (Spermaphytes et Pteridophytes).Imprimerie Minerva. Alger.
- [2] a) Ouchkif M. (1988a). Etude sur le caroubier. Append number 8 of Project Ouest Srou. MARA (Morocco).GTZ (Germany), DPA of Khenefra (unpublished). b) Ouchkif M. (1988b). Effet de l'incorporation de proportions élevés de pulpe de caroube sur la digestibilité et l'utilisation de le ration par les Agneaux à l'engraissement. Mémoire de 3ème cycle. IAV Hassan II, Rabat (Maroc).
- [3] a) Batlle I. (1997). Current situation and possibilities of development of the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) inthe Mediterranean region. Unpublished FAO Report. Rome. Italy.171. b) Batlle I. and Tous J. (1988). Lineas de investigati3n sobre el algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.) en el IRTA,Cataluña (España). In: Brito de Carvalho JH, ed. I Encorto Linhas de Investigaçao de Alfarroba. AIDA,Oeiras: AIDA, 92-104. c) Batlle I. and Tous J. (1997). Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use ofunderutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research.Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy. d) Batlle I., Rovira M. and Tous J. (1996). Carob germplasm characterization using izozymes. In Proceedings of the III International Carob Symposium. Cabanas-tavira, Portugal (in press).
- [4] a) Gharnit N., Et Mtili N., Ennabili A. T. and Ennabili A. (2001). Social characterization and exploitation of carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) from Mokrisset and Bab Taza (NW of Morocco). *Sci. Lett.* 3 n°2. b) Gharnit N., El Mtili N., Ennabili A. and Sayah F. (2004). Floral characterization of carob tree (*Ceratonia siliqua* L) from the province of Chefchaouen (NW of Morocco). *Moroccan J. Biol.* 1:41-51.
- [5] NAS. (1979). Tropical legumes: resources for the future, pp. 109- 116. National Academy of Sciences, Washington DC. USA.
- [6] Makris D. P. and Kefalas P. (2004). Carob pods (*Ceratonia siliqua* L.) as a source of polyphenolic antioxidant. *Food Technol. Biotechnol.* 42: 105- 108.
- [7] Hillcoat D., Lewis G. and Verdcourt B. (1980) A new species of *Ceratonia* (Leguminocea-Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew bull.* 35(2):261-271.
- [8] Guinochet M. and Vilmorin R. (1984). Flore de France. Edit. CNRS, Paris.
- [9] Albanell E., Caja G. and Plaixats J. (1991). Characterization of Spanish carob pod and nutritive value of carob kibbles. *Options Méditerranéennes* 16: 135- 136.
- [10] Puhan Z. and Wielinga M. W. (1996). Products derived from carob pods with particular emphasis on carobbean gum (CBG). Report Technical Committee of INEC (unpublished).
- [11] Neukom H. (1988). Carob bean gum: properties and application. Pp. 551- 555 in Proceedings of the II International Carob Symposium (P. Fito and A. Mulet, eds.). Valencia Spain.