

Résumé :

Les méthodes d'extraction sont parmi les problèmes majeurs du secteur des additifs alimentaires. L'additif alimentaire E410 ou la gomme de caroube est un additif alimentaire extrait des graines de caroube et largement utilisé dans différents domaines industriels. Ainsi, la valorisation des graines de caroube objectif de ce travail de thèse a porté essentiellement sur l'élaboration d'un nouveau procédé de décorticage des graines de caroube et sur leur prétraitement pour l'extraction de la gomme de caroube. La nouveauté du procédé élaboré repose sur une réaction d'hydrolyse enzymatique des graines broyées et entières par les enzymes cellulases. L'étude du prétraitement par hydrolyse enzymatique du substrat des graines de caroube a été réalisée en utilisant la méthodologie des plans d'expériences par un modèle de surface de réponse. Effectivement, les deux méthodes ont permis d'obtenir les trois parties de la graine de caroube avec une qualité et une quantité supérieure. Par ailleurs, les téguments des graines de caroube ont été soumis à un screening phytochimique visant à identifier les métabolites secondaires. Les différents extraits obtenus par macération du tégument ont révélé la richesse de ce dernier en différentes molécules bioactives dont les polyphénols, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les tanins. En outre, quatre techniques ont été utilisées pour l'évaluation de l'activité antioxydante dont la méthode de DPPH, FRAP, PM et β -carotène. Ces différentes méthodes ont révélé que le tégument des graines de caroube exerce un fort pouvoir antioxydant lié essentiellement à sa haute teneur en différentes familles chimiques à effet médicinal et thérapeutique intéressants. Les tests de l'activité antibactérienne du tégument des graines de caroube ont aussi révélé une bonne activité antibactérienne sur les souches *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* et *Pseudomonas aeruginosa* par contre la souche *Escherichia coli* a montré une forte résistante. En parallèle, une étude phytochimique plus approfondie a porté sur l'identification, la séparation et l'isolement des différentes molécules et fractions composant le tégument des graines de caroube. De ce fait, nous avons utilisé des techniques d'identification et de séparation chromatographique comme la chromatographie sur couche mince et sur colonne de gel de silice. La chromatographie liquide à haute performance a été aussi utilisée afin de déterminer la composition de certaines fractions. Les extraits du tégument des graines de caroube ont aussi amélioré les fonctions cognitives des souris suggérant ainsi un effet anxiolytique et antidépresseur. Cet effet a été évalué par différents tests comportementaux à savoir les tests de labyrinthe en Y, de labyrinthe en croix surélevé ainsi que par le test de nage forcée et le test en champ ouvert. De plus, les extraits du tégument ont aussi amélioré les dysfonctionnements cognitifs liés à la démence de la schizophrénie confirmée par les différents tests comportementaux et les tests des enzymes antioxydantes (superoxyde dismutase, glutathion peroxydase et la malondialdéhyde) des souris sujettes de la schizophrénie induite par la méthionine.

Mots clés : *Ceratonia siliqua* L., graines, procédé d'extraction, hydrolyse enzymatique, gomme de caroube, screening phytochimique, maladies neuropsychiatriques.

Valorization of Moroccan Carob tree: phytochemical study, extraction and valorization of the different parts of Carob.

Abstract :

The extraction methods are among the major encountered problems of food additives sector. The E-410 or Locust bean gum is a food additive extracted from carob seeds and extensively used in several industrial fields. Thus, the valorization of carob seeds was initially centered around the elaboration of a new process of dehulling the carob seeds and extracting the carob gum or the food additive E410.

Accordingly, the novel process is based on an enzymatic hydrolysis reaction of the milled and whole seeds by the cellulase enzymes. The study of pretreatment by enzymatic hydrolysis method of carob seeds substrate was carried out using the methodology of experimental designs by a response surface model. As a result, the two methods were efficient to obtain the three parts of the carob seed with a higher quality and quantity. Separately, the phytochemical profile of carob seed peels was elaborated and revealed the richness of this compound in different bioactive molecules including polyphenols, flavonoids, alkaloids and tannins. Moreover, multiple techniques were used for the evaluation of the antioxidant activity including the method of DPPH, Frap, PM and β -carotene. These different methods have revealed that the peels of carob seeds exert a strong antioxidant power related essentially to the high content in different chemical families with interesting medicinal and therapeutic effects. The analysis of the antibacterial activity of the carob seed peels also revealed a good antibacterial activity on *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* and *Pseudomonas aeruginosa* strains, while the *Escherichia coli* strain was very resistant. Furthermore, a phytochemical study involving the identification, separation and isolation of different molecules and fractions from carob seed peels was also investigated. Thus, chromatographic techniques such as thin layer and column chromatography were used. Consequently, the determination and identification of these isolated compounds were analyzed using High performance liquid chromatography.

Extracts of the peels of carob seeds (acetone and ethyl acetate) improved the short-term memory, anxiety, and depression disorders. This effect was evaluated by various behavioral tests, including the Y-maze, elevated plus-maze tests as well as the forced swimming test, and open field test. In addition, the peel extracts also improved the negative symptoms related to the dementia of schizophrenia confirmed by behavioral tests, and the tests of antioxidant enzymes (superoxide dismutase, glutathione peroxidase, and malondialdehyde) of the mice-methionine models of Schizophrenia.

Keywords: *Ceratonia siliqua* L., carob seed, extraction procedure, enzymatic hydrolysis, carob gum, phytochemical profile, neuropsychiatric disorders.