

Résumé :

Les méthodes traditionnelles utilisées pour l'extraction des huiles essentielles sont l'hydrodistillation ou la distillation à la vapeur. Ces méthodes entraînent la perte de certains composants et la dégradation d'autres composés insaturés par des effets thermiques ou par hydrolyse. Ces inconvénients ont conduit à l'intensification, l'optimisation et l'amélioration des techniques d'extraction "vertes" existantes et nouvelles.

Le potentiel du processus d'hydrodistillation assistée par micro-ondes a été évalué pour l'extraction d'huiles essentielles du *Rosmarinus officinalis* (RO), du *Thymus satureioides* (TS) et du *Cinnamomum verum* (CV). Les résultats ont été comparés à ceux de l'hydrodistillation conventionnelle en termes de temps d'extraction, de rendement en huile essentielle, de composition chimique, d'activité antibactérienne, de consommation d'énergie et d'impact environnemental.

Le processus d'hydrodistillation assistée par micro-ondes a été optimisé à l'aide de la méthodologie des plans de surface de réponse. Les rendements les plus élevés en HEs de RO et TS ont été obtenus avec une puissance de four à micro-ondes de 600 W, un temps d'extraction de 20 minutes, un rapport eau/matière végétale de 2 ml/g et une période de séchage de 7 à 8 jours.

Le profil chimique et l'activité antimicrobienne des huiles essentielles de deux variétés de *Rosmarinus Officinalis* sauvage et cultivée, provenant respectivement de la région de Figuié et de la ville de Fés, ont été évalués. L'analyse CG-SM a montré l'existence de deux chémotypes d'huile : l' α -pinène ainsi que le 1,8-cinéole/ camphre/ α -pinène.

Les activités antifongiques des trois huiles essentielles et de leurs combinaisons contre *A. alternata* et *P. expansum* dans des conditions *in-vitro* et *in-vivo* sur des fruits de pomme ont également été étudiées. La double combinaison *R. officinalis*/*T. satureioides* et la triple combinaison *R. officinalis*/*T. satureioides*/*C. verum* ont montré des effets synergiques contre les deux souches étudiées. Ces résultats ont été confirmés dans des tests *in-vivo* sur des pommes.

Mots clés : Huiles essentielles, hydrodistillation, micro-ondes, plans de surface de réponse, activité antimicrobienne, biocontrôle.

EXTRACTION OF ESSENTIAL OILS OF *ROSMARINUS OFFICINALIS*, *THYMUS SATUREIODES* AND *CINNAMOMUM VERUM* BY MICROWAVE ASSISTED HYDRODISTILLATION: OPTIMIZATION, COMPARATIVE, KINETIC AND BIOLOGICAL STUDIES

Abstract :

The traditional methods used for the extraction of essential oils are hydrodistillation or steam distillation. These methods lead to the loss of some components and the degradation of other unsaturated compounds by thermal effects or hydrolysis. These drawbacks have led to the intensification, optimization and improvement of existing and new "green" extraction techniques.

The potential of the microwave assisted hydrodistillation process was evaluated for the extraction of essential oils from *Rosmarinus officinalis* (RO), *Thymus satureioides* (TS), and *Cinnamomum verum* (CV). The results were compared with those of conventional hydrodistillation in terms of extraction time, essential oil yield, chemical composition, antibacterial activity, energy consumption, and environmental impact.

The microwave-assisted hydrodistillation process was optimized using the response surface plane methodology. The highest yields of RO and TS were obtained with a microwave oven power of 600 W, an extraction time of 20 minutes, a water/plant material ratio of 2 ml/g and a drying period of 7-8 days.

The chemical profile and antimicrobial activity of the essential oils of two varieties of wild and cultivated *Rosmarinus Officinalis*, from the region of Figuig and the city of Fés, respectively, were evaluated. CG-SM analysis showed the existence of two oil chemotypes: α -pinene as well as 1,8-cineole/ camphor/ α -pinene.

The antifungal activities of the three essential oils and their combinations against *A. alternata* and *P. expansum* under *in-vitro* and *in-vivo* conditions on apple fruits were also studied. The double combination *R. officinalis*/*T. satureioides* and the triple combination *R. officinalis*/*T. satureioides*/*C. verum* showed synergistic effects against both studied strains. These results were confirmed in *in-vivo* tests on apple fruits.

Key Words: Essential oils, hydrodistillation, microwave, response surface methodology, antimicrobial activity and biocontrol.