

Valorisation d'une adventice poussant en Algérie : *Chrysanthemum coronarium* L.

Valorization of Weed Growing in Algeria: *Chrysanthemum coronarium* L.

F. Benouaklil · F. Hamaidi-Chergui · M.-S. Hamaidi · F. Saïdi

© Lavoisier SAS 2020

Résumé De nombreuses plantes aromatiques, considérées parfois comme adventices, possèdent des propriétés biologiques très intéressantes dont l'application s'étend à divers domaines telles que la médecine, la pharmacie, la cosmétologie et l'agriculture. Ce travail, réalisé sur l'huile essentielle des capitules de *Chrysanthemum coronarium* L., a pour objectifs de localiser les sites sécréteurs, de recenser les différents composés biochimiques et d'évaluer certains effets thérapeutiques. L'étude microscopique a montré la présence des glandes sécrétrices sessiles et des papilles responsables de la sécrétion de l'huile essentielle au niveau des capitules du chrysanthème à couronne. L'analyse par CG/MS de l'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne, dont le rendement est de 0,15 %, a permis l'identification de 57 constituants (89,51 %) dont certains sont majoritaires, tels que l'ester d'acide acétoacétique, de 3(10)carèn-4-ol (14,01 %) et l'acétate de verbanyle (8,20 %). Malgré sa faible activité antimicrobienne, l'huile essentielle des capitules de *Chrysanthemum coronarium* L. testée sur 11 microorganismes par la méthode de diffusion sur Gélose se distingue par une activité remarquable sur *Bacillus subtilis* avec une zone d'inhibition de 20,33 mm ± 0,58. L'huile essentielle possède un effet anti-inflammatoire comparable à celui du diclofénac à une concentration de 50 mg/kg avec un pourcentage de réduction d'œdème de 46,95 %.

Mots clés *Chrysanthemum coronarium* · Huile essentielle · Sites sécréteurs · CG/MS · Activité antimicrobienne · Effet anti-inflammatoire

Abstract Many aromatic plants, sometimes considered as weeds, have very interesting biological properties whose application extends to various fields such as medicine, pharmacy, cosmetology and agriculture. This work, carried out on essential oil of *Chrysanthemum coronarium* L. flower heads, aims to locate the secretory sites, to identify the different biochemical compounds and to evaluate some therapeutic effects. The microscopic study showed the presence of sessile secretory glands and papillae responsible for the secretion of the essential oil in the flower heads of garland Chrysanthemum. The GC/MS analysis of the essential oil of Chrysanthemum flower heads, yielding 0.15%, allowed the identification of 57 constituents (89.51%), some of which are major compounds, such as 3(10)-caren-4-ol, acetoacetic acid ester (14.01%) and verbenyl acetate (8.20%). Despite its low antimicrobial activity, the essential oil of *Chrysanthemum coronarium* L. flower heads tested on eleven microorganisms by the agar diffusion method is distinguished by a remarkable activity on *Bacillus subtilis* with an inhibition zone of 20.33 mm ± 0.58. The essential oil has an anti-inflammatory effect comparable to that of diclofenac at a concentration of 50 mg/kg with an edema reduction of 46.95%.

Keywords *Chrysanthemum coronarium* · Essential oil · Secretory sites · GC/MS · Antimicrobial activity · Anti-inflammatory effect

Introduction

De nombreuses espèces végétales spontanées, réputées des adventices, représentent un problème, particulièrement dans les zones cultivées [1]. *Chrysanthemum coronarium* L. qui est une plante annuelle herbacée, largement répandue dans la région méditerranéenne [2] a été classé par de nombreux auteurs comme espèce adventice dans le bassin méditerranéen [1,3]. Cependant, de nombreux travaux ont souligné

F. Benouaklil (✉) · F. Hamaidi-Chergui · M.-S. Hamaidi · F. Saïdi
Laboratoire des biotechnologies, environnement et santé,
université Saad-Dahlab, BP 270, Blida 09000, Algérie
e-mail : benouaklil.fatouma@yahoo.fr

F. Benouaklil
Département des sciences biologiques,
université Djilali-Bounaama, Khemis Miliana, Algérie

ses effets antifongiques [4], insecticides [5], nématicides [6] et ses propriétés nutritives comme espèce fourragère [1].

L'évaluation des propriétés thérapeutiques des plantes constitue une tâche très intéressante et utile, particulièrement pour les plantes d'une utilisation rare, moins fréquente ou non connue dans la médecine et les traditions médicinales. Ces plantes représentent une nouvelle source de composés actifs [7]. Dans le cadre de valorisation du chrysanthème à couronne mal connue comme plante médicinale en Algérie, nous avons entrepris une étude des propriétés pharmacologiques de son huile essentielle, notamment son effet anti-inflammatoire, n'ayant pas fait l'objet de travaux antérieurs selon nos connaissances.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Les capitules de *Chrysanthemum coronarium* L. ont été récoltés dans le périmètre agricole de la ville de Soumaa (Blida, Algérie) au cours de la période de pleine floraison. La plante a été identifiée selon les clés de détermination de Quezel et Santa [8] et de Blamey et Grey-Wilson [9]. Cette identification a été confirmée au niveau du département d'agronomie de l'université de Blida ainsi qu'au niveau du département de botanique de l'Institut national des recherches agronomiques (El-Harrach, Alger).

Étude microscopique

Dans le but de localiser les sites sécréteurs de l'huile essentielle, une observation microscopique a été menée sur les fleurons ligulés et les fleurons tubulaires formant les capitules du chrysanthème à couronne.

Extraction de l'huile essentielle

L'huile essentielle a été obtenue par hydrodistillation des capitules secs à l'aide d'un distillateur de type Clevenger pendant quatre heures. Elle a été conservée au froid dans une bouteille hermétique sombre avant son utilisation pour les différents tests.

Le rendement en huile essentielle évalué à partir de trois échantillons a été déterminé par rapport à la matière sèche.

Analyse chromatographique de l'huile essentielle

L'analyse de l'huile essentielle a été réalisée par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse (CG/SM). Le couplage a été effectué entre un chromatographe de type « HP-6890 série II » et un spectromètre de masse « 5973 N MS ».

La fragmentation a été réalisée par impact électronique à 70 eV. La colonne utilisée est une colonne HP-5 (5 % phényl-méthyl siloxane) de 30 m de longueur et 0,32 mm de diamètre. L'épaisseur du film est de 0,25 µm. Le gaz vecteur est l'hélium avec un débit de 1,5 ml/min. L'injection est manuelle en mode split. La température de la colonne est programmée de 40 à 240 °C à raison de 4 °C/min.

L'identification des constituants a été faite sur la base de la comparaison des indices de rétention avec ceux des composés standard de la banque de données informatisée (NIST 98).

Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne a été évaluée sur 11 micro-organismes différents choisis pour la plupart pour leur fréquence élevée de responsabilité dans la contamination des denrées alimentaires ainsi que pour leur pathogénicité :

- les bactéries à Gram positif : *Micrococcus luteus* ATCC 533, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Bacillus cereus* ATCC 10876, *Enterococcus faecalis* C.203.S, *Bacillus subtilis* ATCC 9372 ;
- les bactéries à Gram négatif : *Bordetella bronchiseptica* ATCC 4617, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 4352, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 ;
- les champignons : *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida albicans*.

Afin de déceler le pouvoir antimicrobien de l'huile essentielle des capitules séchés en le comparant avec celui de la pénicilline G, de la lymécycline et du chlorhydrate de naftifine, la méthode adoptée est celle de diffusion sur gélose selon Rios et al. [10], Freney et al. [11] et Najjaa et al. [12].

À l'aide d'un écouvillon, les suspensions microbiennes ont été ensemencées sur le milieu de culture adéquat pour chaque type de micro-organisme (Mueller-Hinton pour les bactéries et Sabouraud pour les champignons). Des disques absorbants stériles de 6 mm imprégnés de 10 µl de l'huile essentielle ont été déposés sur les géloses inoculées de souches à raison de trois disques par boîte.

Après incubation à 37 °C pendant 24 heures pour les bactéries et à 25 °C pendant 48 heures pour les champignons, l'activité antimicrobienne a été évaluée par la mesure de la zone d'inhibition qui correspond au diamètre de la zone où la croissance microbienne est visiblement absente en prenant en considération le diamètre du disque utilisé.

Activité anti-inflammatoire

Afin d'apprécier le pouvoir anti-inflammatoire de l'huile essentielle et de le comparer avec celui du diclofénac,

l'action inhibitrice des œdèmes provoqués par l'injection de la carragénine a été évaluée par le test de Winter et al. [13].

Quatre lots de cinq souris chacun ont été constitués. Les souris avaient reçu, par voie orale, différents traitements :

- lot témoin T1 : chaque souris a reçu 0,5 ml d'eau distillée ;
- lot témoin T2 : chaque souris a reçu 0,5 ml de solution de Tween 80 à 1 % ;
- lot essai HE : chaque souris a reçu 0,5 ml de l'huile essentielle diluée dans une solution de Tween 80 (1 %) à 50 mg/kg ;
- lot essai C : chaque souris a reçu 0,5 ml de diclofénac dilué dans de l'eau distillée à 50 mg/kg.

Après 30 minutes, une quantité de 0,025 ml de la solution de carragénine à 1 % (diluée dans de l'eau physiologique à 0,9 %) a été injectée sous l'aponévrose plantaire de la patte arrière gauche de toutes les souris mises en expérimentation. Quatre heures après, la moyenne des poids de pattes gauches et celle des pattes droites de chaque lot ont été déterminées. Le pourcentage d'augmentation du poids des pattes gauches (% d'œdème) a été calculé par la formule suivante :

$$\% \text{ d'œdème} = \left[\frac{\text{moyenne des poids des pattes gauches} - \text{moyenne des poids des pattes droites}}{\text{moyenne des poids des pattes droites}} \right] \times 100$$

Le pourcentage de réduction de l'œdème chez les souris traitées par rapport aux souris témoins a été calculé selon cette formule :

$$\text{Réduction de l'œdème (\%)} = \left[\frac{\% \text{ de l'œdème témoin} - \% \text{ de l'œdème essai}}{\% \text{ de l'œdème témoin}} \right] \times 100$$

Analyse statistique

L'analyse statistique a été réalisée au moyen du logiciel statistique SPSS Statistics 17.0. La comparaison de l'efficacité des produits testés a été effectuée grâce au test *t* de Student. Une différence significative est représentée par un *Sig.* inférieur à 0,05.

Résultats et discussion

Structures sécrétrices de l'huile essentielle

L'étude microscopique a révélé l'existence de deux structures de sécrétion des huiles essentielles sur la surface des fleurons de *Chrysanthemum coronarium* L. : les glandes sécrétrices sessiles (Fig. 1) et les papilles (Fig. 2). Ces dernières se rencontrent également selon Svoboda et Svoboda [14], chez des espèces de la même famille (Asteraceae) telle que la camomille romaine.

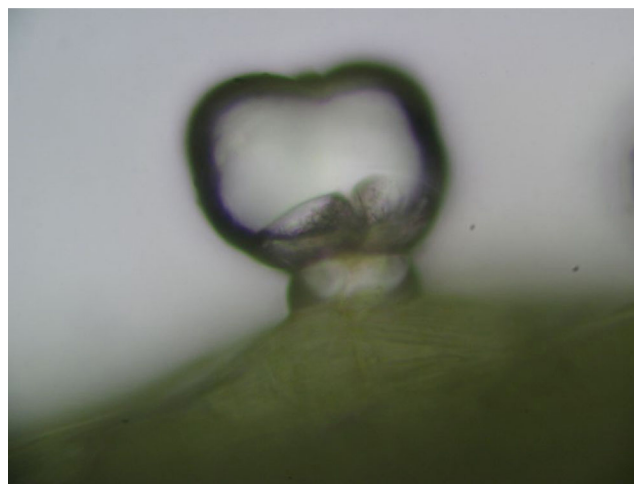


Fig. 1 Observations microscopiques d'une glande sécrétrice (G × 400)

Composition chimique de l'huile essentielle

L'extraction par hydrodistillation des capitules secs de *Chrysanthemum coronarium* L. nous a permis d'obtenir une huile essentielle peu visqueuse de couleur bleue avec une odeur forte et désagréable, ce qui concorde avec les observations de Alvarez-Castellanos et al. [4]. Le rendement en huile essentielle qui est de l'ordre de 0,15 % ± 0,0001 est compris dans l'intervalle fixé par Senatore et al. [15]. Ces auteurs ont démontré que le rendement des capitules de la même espèce du Sud italien varie entre 0,13 et 0,16 %. Les travaux de Pérez et al. [6] ont montré que ce taux est supérieur à celui de l'Espagne dont le rendement est de 0,1 %. L'analyse de l'huile essentielle du chrysanthème à couronne par la technique de CG/SM a révélé la présence de 57 composés correspondant à 89,51 % de l'ensemble des constituants. Cette huile est constituée essentiellement par des monoterpénoïdes (50,22 %) suivis de sesquiterpénoïdes (17,14 %).

Il ressort du tableau 1 que les monoterpènes oxygénés (37,02 %) sont prédominants par rapport aux monoterpènes hydrocarbonés (13,20 %). Les constituants monoterpéniques majeurs identifiés sont : l'ester d'acide acétoacétique de 3(10)-carèn-4-ol (14,01 %), l'acétate de verbanyle (8,20 %), le santolina triène (6,32 %), le (-)-*cis*-myrtanol (5,53 %), le β-pinène (3,56 %), l'acétate de *trans*-chrysanthényle (3,00 %), l'α-cyclocitral (2,92 %) et le (+)-camphre (2,42 %).

Concernant les sesquiterpénoïdes, l'époxyde de farnésène E est le constituant le plus abondant (4,64 %). Le chamazulène réputé pour son effet anti-inflammatoire [16] est présent dans une proportion de 0,74 %. Selon Alvarez-Castellanos et al. [4], ce dernier confère à l'huile essentielle sa couleur bleue.

L'huile essentielle du chrysanthème à couronne présente un polymorphisme chimique important. En effet, la teneur et

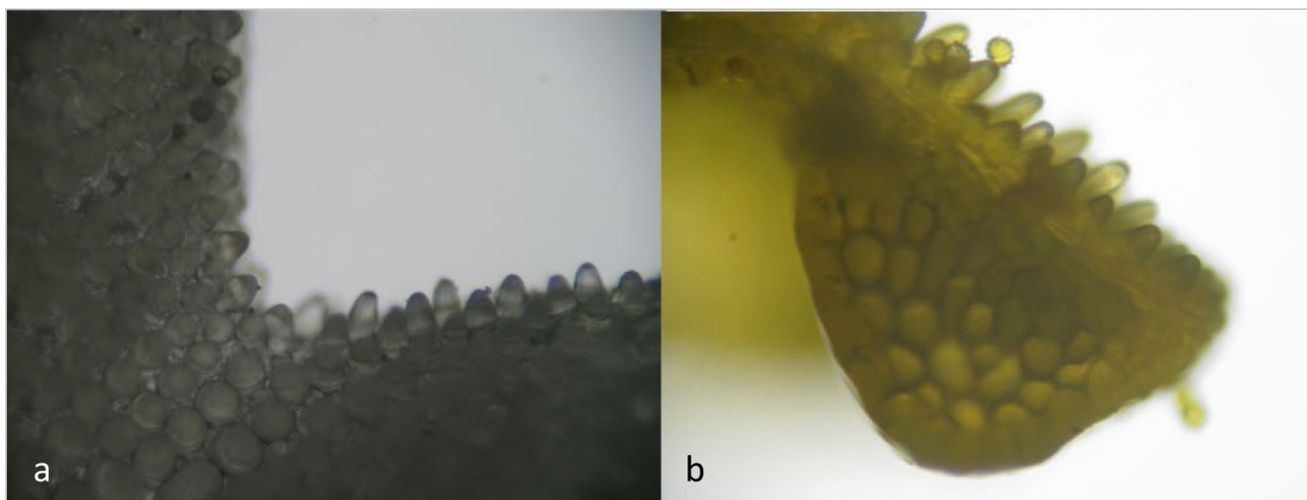


Fig. 2 Observations microscopiques des papilles. a : surface de fleuron ligulé ($G \times 100$) ; b : surface de fleuron tubulaire ($G \times 100$)

la nature des composés majoritaires varient considérablement d'un échantillon à l'autre en fonction de la répartition géographique des plantes. Nos résultats ont mis en évidence des composés qui ne figurent pas dans le chrysanthème à couronne d'Espagne. En effet, l'étude menée par Alvarez-Castellanos et al. [4] sur l'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne d'Espagne a montré que sa composition chimique est différente de celle que l'on a obtenue. Le chrysanthème à couronne d'Espagne se caractérise par la présence de camphre (29,2 %), de l' α -pinène (14,8 %), du β -pinène (9,5 %), de l'acétate de liratyle (9,8 %), du camphène (5,2 %), de l'acétate de 2,7,7-triméthylbicyclo-[3,1,1]hept-2-èn-6-ol (3,8%), du p-menthatriène (3,4 %), du germacrène D (2,7 %), de l' α -phellandrene (2,6 %) et du chamazulène (0,5 %).

D'après les travaux de Basta et al. [2], l'huile essentielle des capitules de *Chrysanthemum coronarium* de deux régions différentes de la Grèce contiennent essentiellement des monoterpènes oxygénés dont les constituants majeurs sont les suivants : l'acétate de *trans*-chrysanthényle (13,2 %), l'isovalérate de *trans*-chrysanthényle (10,2 %) et l'acétate de *trans*-chrysanthényle (9,9 %) pour la première région, et le camphre (15,7 %), l'acétate de *cis*-chrysanthényle (9,1 %) et l'acétate de *trans*-chrysanthényle (7,8 %) pour la seconde région.

L'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne d'Italie contient, selon Flamini et al. [17], les composés majoritaires suivants : le camphre (22,1 %) et l'acétate de *cis*-chrysanthényle (19,9 %).

Les variations rencontrées dans la composition chimique des huiles essentielles, du point de vue qualitatif et quantitatif, sont tributaires de certains facteurs écologiques, de la partie de la plante utilisée, de son âge, de la période de son cycle végétatif ou même de facteurs génétiques [18–22].

Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne se manifeste par l'apparition d'un halo d'inhibition de la croissance microbienne autour des disques contenant les solutions à tester. Le résultat de cette activité est exprimé par le diamètre de la zone d'inhibition. Selon Carovic-Stanko et al. [23], l'inhibition est considérée respectivement comme légère, modérée ou importante, en ayant un diamètre $D < 10$ mm, $10 \text{ mm} \leq D \leq 15$ mm, $D > 15$ mm.

Les résultats du tableau 2 montrent que l'huile essentielle présente une activité antimicrobienne plus prononcée contre les bactéries à Gram positif. Ces résultats corroborent les conclusions de plusieurs travaux précédents [24,25], selon lesquelles les bactéries à Gram positif sont plus sensibles aux huiles essentielles que les bactéries à Gram négatif. Selon Davidson [26], le caractère lipophile des huiles essentielles favorise leur accumulation dans les membranes, entraînant ainsi un appauvrissement d'énergie. Toutefois, la résistance des bactéries à Gram négatif est liée selon Fertout-Mouri et al. [27] à la complexité de leur membrane cellulaire, ce qui constitue une barrière d'imperméabilité aux substances hydrophobes telles que les huiles essentielles.

L'activité antimicrobienne de l'huile essentielle varie aussi en fonction des souches testées, *Bacillus subtilis* est le micro-organisme le plus sensible avec une zone d'inhibition estimée à $20,33 \text{ mm} \pm 0,58$. Il est suivi par *Klebsiella pneumoniae* dont la zone d'inhibition est moins importante. Même si les travaux de Bardaweel et al. [25] ont montré une activité antibactérienne légère à modérée de l'huile essentielle du chrysanthème à couronne de la Jordanie vis-à-vis d'*Escherichia coli* et de *Pseudomonas aeruginosa*, nos résultats restent en accord avec ceux de Hosni et al. [24] ayant conclu à une résistance d'*Escherichia coli* envers l'huile essentielle de la même espèce poussant en Tunisie.

Tableau 1 Composition chimique de l'huile essentielle de <i>Chrysanthemum coronarium</i> L		
Composé	Temps de rétention (min)	Pourcentage
Nonène	7,739	0,03
Santolina triène	9,093	6,32
Tricyclène	9,264	0,04
α -Pinène	9,956	0,82
Camphène	10,728	0,98
L- β -pinène	12,424	0,92
β -Pinène	14,129	3,56
Ocimène	14,299	0,14
Cymène	15,623	0,04
Limonène	15,904	0,25
<i>Trans</i> - β -ocimène	16,847	0,10
<i>Cis</i> - β -ocimène	17,489	0,04
Linalol	21,571	0,11
Verbénone	22,424	0,69
(+)-Camphre	23,968	2,42
α -cyclocitral	25,814	2,92
Isovalérate d'hexyle	28,863	0,24
Acétate de verbenyle	32,735	8,20
Acétate de <i>trans</i> -chrysanthényle	33,788	3,00
6-méthyl-5-(1-méthyléthylidène)-6,8 nonadiène-2-one	34,179	1,40
(-)- <i>cis</i> -myrtanol	34,831	5,53
Acétate de néryle	34,941	0,26
Caproate d'héxyle	35,864	0,27
Acétate de (-)-myrtényle	36,366	0,17
Caproate de <i>cis</i> -2-hexényle	37,409	0,03
Caproate de <i>trans</i> -2-hexényle	37,971	0,06
Copaène	39,024	0,28
(1-méthylpenta-1,3-diényl) benzène	39,886	0,11
Longifolène	40,167	0,05
Acétate de <i>cis</i> -cyclohexanol-2-méthylène-3-(1-méthyléthényl)	41,912	3,83
Thujopsène	42,173	0,18
(Z,E)- α -farnésène	43,277	1,28
β -farnésène	44,701	1,34
(Z)- β -farnésène	45,012	1,96
α -himachalène	45,323	0,17
Germacrène D	45,744	1,11
Pivalate de limonène-6-ol	46,125	0,08
γ -élémente	46,416	0,17
Ester de l'acide acétoacétique de 3(10)-carène-4-ol	48,031	14,01
α -farnésène	48,221	0,55
Cédrol	48,573	0,26
β -sesquiphellandrène	48,693	0,17
α -bergamotène	49,676	0,67
1,5,5-triméthyl-6-(3-méthyl-buta-1,3- diényl)-cyclohexène	49,917	1,55
Oxyde de caryophyllène	51,501	1,03
6-isopropényl-3-méthoxyméthoxy-3- méthyl-cyclohexène	52,705	5,99
Époxyde de farnésène E	53,578	4,64
<i>Cis</i> -lancéol	53,838	0,50
Cubénol	54,430	0,36

(Suite page suivante)

Composé	Temps de rétention (min)	Pourcentage
<i>trans</i> - α -bergamotol	54,821	0,67
τ -muurolol	55,172	0,40
α -cadinol	55,714	0,20
Chamazulène	59,385	0,74
2-(2,4-hexadiynylidène)-1,6-dioxaspiro[4,4]non-3-ène	67,991	7,31
1,4-diméthyl-7-(1 méthyléthyl)-azulèn-2-ol	70,529	0,34
Acide palmitique	72,816	0,73
Acide linoléique	78,723	0,29

Souches	HE	ATB1	ATB2	F
Gram+				
<i>Micrococcus luteus</i>	8,33 \pm 0,58	42,33 \pm 0,58	29,33 \pm 1,15	–
<i>Staphylococcus aureus</i>	7,67 \pm 1,15	59,33 \pm 1,15	36 \pm 1,41	–
<i>Bacillus cereus</i>	8,67 \pm 0,58	18 \pm 0,00	22 \pm 0,00	–
<i>Enterococcus faecalis</i>	–	–	–	–
<i>Bacillus subtilis</i>	20,33 \pm 0,58	47,67 \pm 0,58	31,67 \pm 2,89	–
Gram–				
<i>Bordetella bronchiseptica</i>	–	33 \pm 1,00	25,33 \pm 0,58	–
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	10,67 \pm 0,58	26 \pm 1,73	30,33 \pm 1,53	–
<i>Escherichia coli</i>	–	31 \pm 1,41	30 \pm 0,00	–
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	31 \pm 0,58	24,33 \pm 1,15	–
Champignon				
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	–	–	–	–
<i>Candida albicans</i>	–	–	–	–

HE : huile essentielle ; ATB1 : pénicilline G ; ATB2 : lymécycline ; F : chlorhydrate de naftifine

L'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne n'a eu aucun effet inhibiteur sur la croissance fongique des deux espèces testées. Cependant, selon Alvarez-Castellanos et al. [4], cette huile inhibe la croissance de plusieurs champignons phytopathogènes, notamment *Pythium ultimum*, *Aspergillus flavus* et *Alternaria sp.*

Activité anti-inflammatoire

Après injection de la carragénine sous l'aponévrose plantaire de la patte arrière gauche des souris, une augmentation significative du volume apparaît. Elle est de 19,30 % pour le lot témoin T1 et de 21,60 % pour le lot témoin T2. L'œdème provoqué par l'injection de la carragénine est le modèle expérimental standard d'inflammation aiguë. La carragénine est une substance chimique puissante utilisée pour la libération de médiateurs inflammatoires et pro-inflammatoires [28].

L'administration du diclofénac (anti-inflammatoire non stéroïdien) à 50 mg/kg prévient de façon significative l'aug-

mentation du volume des pattes de souris en réduisant l'œdème à 42,01 % (Fig. 3). De même, l'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne utilisée à une concentration similaire présente un pouvoir anti-inflammatoire statistiquement semblable à celui du diclofénac avec un pourcentage de réduction d'œdème de 46,95 %.

L'œdème induit par la carragénine est une réponse biphasique [29]. La première phase est caractérisée par la libération d'histamine, de sérotonine et de kinines après l'injection de l'agent inflammatoire. La seconde phase est marquée par la libération de substances similaires aux prostaglandines. Cette seconde phase est sensible à la fois aux agents anti-inflammatoires stéroïdiens et non stéroïdiens [28]. Ces molécules, bien qu'étant efficaces, présentent le plus souvent des effets indésirables sur le système cardiovasculaire et gastro-intestinal qui peuvent limiter leur utilisation [30].

Les huiles essentielles possèdent pour la plupart une activité sur le contrôle des médiateurs chimiques de l'inflammation [31]. Selon Saad et al. [32], plusieurs études

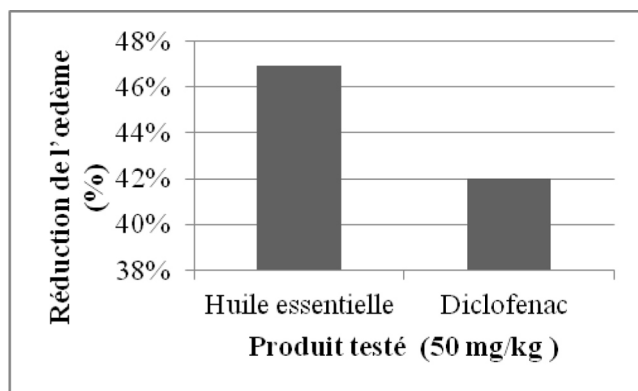


Fig. 3 Pourcentage de réduction de l'œdème par le diclofénac et l'huile essentielle en fonction de la concentration

ont montré l'effet anti-inflammatoire dû aux propriétés immunomodulatrices de certaines huiles essentielles par blocage de l'expression des cytokines intervenant dans le mécanisme inflammatoire.

Ainsi, l'huile essentielle de *Chrysanthemum coronarium* L. possède une activité anti-inflammatoire comme d'autres espèces appartenant au même genre telles que *Chrysanthemum indicum* [33] et *Chrysanthemum balsamita* [34].

Conclusion

Les travaux expérimentaux entrepris au cours de cette étude ont permis de mettre en lumière les sites sécréteurs et la composition chimique de l'huile essentielle des capitules du chrysanthème à couronne et de mettre en évidence certaines propriétés thérapeutiques, notamment l'effet antimicrobien et anti-inflammatoire.

Chrysanthemum coronarium est une plante dont le potentiel pharmacologique n'est pas suffisamment étudié. Une exploitation de ses propriétés pharmacologiques implique une recherche plus poussée de ses principes actifs, ce qui ouvre d'intéressantes perspectives de recherche pour les années à venir.

Liens d'intérêts : les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

Références

- Sulas L, Re GA, Molle G, et al (1999) *Chrysanthemum coronarium* L.: a new pasture species for Mediterranean forage systems. In: Etienne M (ed) Dynamics and sustainability of Mediterranean pastoral systems. CIHEAM, Zaragoza, pp 83–6
- Basta A, Pavlovic M, Couladis M, et al (2007) Essential oil composition of the flowerheads of *Chrysanthemum coronarium* L. from Greece. *Flavour Fragr J* 22:197–200
- Hajjaj B, Bouhache M, Mrabet R, et al (2016) Efficacité de quelques herbicides des céréales dans une culture du blé tendre conduite en semis direct. *Rev Mar Sci Agron Vet* 4:48–56
- Alvarez-Castellanos PP, Bishop CD, Pascual-Villalobos MJ (2001) Antifungal activity of the essential oil of flowerheads of garland chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) against agricultural pathogens. *Phytochemistry* 57:99–102
- Shonouda ML, Osman S, Salama O, et al (2008) Insecticidal effect of *Chrysanthemum coronarium* L. flowers on the pest *Spodoptera littoralis* Boisid and its parasitoid *Microplitis rufiventris* Kok. With identifying the chemical composition. *J Appl Sci* 8:1866–95
- Pérez MP, Navas-Cortés JA, Pascual-Villalobos MJ, et al (2003) Nematicidal activity of essential oils and organic amendments from Asteraceae against root-knot nematodes. *Plant Pathol* 52:395–401
- Bahorun T (1997) Substances naturelles actives : la flore mauricienne, une source d'approvisionnement potentielle. *Food Agric Res Counc*:83–94
- Quezel P, Santa S (1963) Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Centre national de la recherche scientifique, 1165 p
- Blamey M, Grey-Wilson C (2000) Toutes les fleurs de Méditerranée : les fleurs, les graminées, les arbres et arbustes. Delachaux et Niestlé, Paris, 560 p
- Rios JL, Recio MC, Villar A (1988) Screening methods for natural products with antimicrobial activity. *J Ethnopharmacol* 23:127–49
- Freney J, Renaud F, Hansen W, et al (2002) Précis de bactériologie clinique. ESKA, Paris, 565 p
- Najjaa H, Neffati M, Zouari S, et al (2007) Essential oil composition and antibacterial activity of different extracts of *Allium roseum* L., a North African endemic species. *C R Chim* 10:820–6
- Winter CA, Risley EA, Nuss W (1962) Carrageenan induced edema in hind paw of rats as an assay for anti-inflammatory drugs. *Proc Soc Exp Biol Med* 11:544–7
- Svoboda KP, Svoboda TG (2000) Secretory structures of aromatic and medicinal plants. K.P. & T.G., Svoboda, 60 p
- Senatore F, Rigano D, De Fusco R, et al (2004) Composition of the essential oil from flowerheads of *Chrysanthemum coronarium* L. (Asteraceae) growing wild in Southern Italy. *Flavour Fragr J* 19:149–52
- Hoffmann D (2003) Medical herbalism: the science and practice of herbal medicine. Inner Traditions, Bear & Co, 666 p
- Flamini G, Cioni PL, Morelli I (2003) Differences in the fragrances of pollen, leaves, and floral parts of garland (*Chrysanthemum coronarium*) and composition of the essential oils from flowerheads and leaves. *J Agric Food Chem* 51:2267–71
- Senatore F (1996) Influence of harvesting time on yield and composition of the essential oil of a thyme (*Thymus pulegioides* L.) growing wild in Campania (Southern Italy). *J Agric Food Chem* 44:1327–32
- Kokkini S, Karousou R, Dardioti A, et al (1997) Autumn essential oils of Greek oregano. *Phytochemistry* 44:883–6
- Russo M, Galletti GC, Bocchini P, et al (1998) Essential oil chemical composition of wild populations of Italian oregano spice (*Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link)): a preliminary evaluation of their use in chemotaxonomy by cluster analysis. *J Agric Food Chem* 46:3741–6
- Thompson JD, Chalchat JC, Michet A, et al (2003) Qualitative and quantitative variation in monoterpene co-occurrence and composition in the essential oil of *Thymus vulgaris* chemotype. *J Chem Ecol* 29:859–80
- Karousou R, Koureas DN, Kokkini S (2005) Essential oil composition is related to the natural habitats: *Coridothymus capitatus* and *Satureja thymbra* in NATURA 2000 sites of Crete. *Phytochemistry* 66:2668–73

23. Carovic-Stanko K, Orlic S, Politeo O, et al (2010) Composition and antibacterial activities of essential oils of seven *Ocimum taxa*. *Food Chem* 119:196–201
24. Hosni K, Hassen I, Sebei H, et al (2013) Secondary metabolites from *Chrysanthemum coronarium* (Garland) flowerheads: chemical composition and biological activities, *Ind Crops Prod* 44:263–71
25. Bardaweel SK, Hudaib MM, Tawaha KA, et al (2015) Studies on the in vitro antiproliferative, antimicrobial, antioxidant, and acetylcholinesterase inhibition activities associated with *Chrysanthemum coronarium* essential oil. *J Evid Based Complementary Altern Med*:1-6
26. Davidson P (1993) *Antimicrobials in foods*. Marcel Dekker, New York, 647 p
27. Fertout-Mouri N, Latrèche A, Mehdadi Z, et al (2017) Composition chimique et activité antibactérienne de l'huile essentielle de *Teucrium polium* L. du mont du Tessala (Algérie occidentale). *Phytothérapie* 15:346–53
28. Solanki HK, Shah DA, Maheriya PM, et al (2015) Evaluation of anti-inflammatory activity of probiotic on carrageenan-induced paw edema in Wistar rats. *Int J Biol Macromol* 72:1277–82
29. Vinegar R, Schreiber W, Hugo R (1969) Biphasic development of carrageenin edema in rats. *J Pharmacol Exp Ther* 166:96–103
30. Faridi B, Zellou A, Touati D, et al (2014) Toxicité aiguë et activité anti-inflammatoire des graines de *Delphinium staphysagria*. *Phytothérapie* 12:175–80
31. Kaloustian J, Hadji-Minaglou F (2013) *La connaissance des huiles essentielles : qualilogie et aromathérapie : entre science et tradition pour une application médicale raisonnée*. Springer Science & Business Media, 226 p
32. Saad NY, Muller CD, Lobstein A (2013) Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components. *Flavour Fragr J* 28:269–79
33. Wu XL, Li CW, Chen HM, et al (2013) Anti-inflammatory effect of supercritical-carbon dioxide fluid extract from flowers and buds of *Chrysanthemum indicum* Linné. *Evid Based Complementary Altern Med*:1-13
34. Marculescu A (2013) Contribution à l'étude clinique des taxons chimiques de l'espèce *Chrysanthemum balsamita* L. *Phytothérapie* 11:219–24