

COMPOSITION CHIMIQUE ET ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE DES HUILES ESSENTIELLES DE *DEVERRA SCOPARIA* COSS. & DUR. (APIACEAE)

Roukia Hammoudi, Karima Dehak, Mahfoud Hadj Mahammed et Mohammed Didi
Ouldelhadj¹

Laboratoire biogéochimie des milieux désertiques, université Kasdi Merbah Ouargla, 30000
Ouargla, Algérie

¹Laboratoire protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides, université Kasdi
Merbah Ouargla, 30000 Ouargla, Algérie
rokia1811@yahoo.com

(Received 16 October 2014 - Accepted 16 February 2015)

RÉSUMÉ

Roukia Hammoudi, Karima Dehak, Mahfoud Hadj Mahammed et Mohammed Didi
Ouldelhadj. 2015. Composition chimique et activité antioxydante des huiles essentielles
de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. (Apiaceae). *Lebanese Science Journal*, 16(2): 27-36.

Cette étude a pour objectif de déterminer la composition chimique et d'évaluer l'activité antioxydante des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante Deverra scoparia Coss. & Dur. L'extraction des huiles essentielles a été réalisée par hydrodistillation. La composition chimique des huiles essentielles a été étudiée par chromatographie en phase gazeuse seule et couplée à la spectrométrie de masse (GC et GC/MS). Cette étude a permis d'identifier 22 constituants, représentant 84,63% de l'huile essentielle. Les composés majoritaires sont: α -bornyl acétate (31,99%) et α -pinène (12,05%). L'étude du pouvoir antioxydant de ces huiles a été réalisée par la méthode de DPPH et ABTS. Les résultats obtenus ont révélé une activité antioxydante de l'huile essentielle de Deverra scoparia Coss. & Dur. plus importante que celle des 2 références testées l'acide ascorbique et le Trolox.

Mots-clés: huile essentielle, hydrodistillation, *Deverra scoparia* Coss. & Dur., activité antioxydante, GC/MS

ABSTRACT

Roukia Hammoudi, Karima Dehak, Mahfoud Hadj Mahammed and Mohammed Didi
Ouldelhadj. 2015. Chemical composition antioxidant activity of essential oils of *Deverra scoparia* Coss. & Dur. (Apiaceae). *Lebanese Science Journal*, 16(2): 27-36.

This study aimed to determine the chemical composition and to evaluate the antioxidant activity of the essential oils of the aerial part of the plant Deverra scoparia Coss. & Dur. The extraction of essential oils was carried out by hydrodistillation. The composition of essential oils was analyzed by gas chromatography coupled with mass spectrometry (GC and GC/MS). 22 constituents were identified, representing 84.63% of the essential oil. The major compounds are: α -bornyl acetate (31.99%) and α -pinene (12.05%). The study of the antioxidant power of these oils was performed by the method of DPPH and ABTS. The results

showed that antioxidant activity of the *Deverra scoparia* essential oil was more effective than the two references tested, ascorbic acid and Trolox.

Keywords: essential oil, hydrodistillation, *Deverra scoparia* Coss. & Dur., antioxidant activity, GC/MS

INTRODUCTION

Deverra scoparia Coss. & Dur. ou *Pituranthos scoparius* Benth. & Hook est une plante vivace, à tige jaunâtre, en touffes, ramifiées dans le haut, simples et parallèles entre elles dans leur moitié inférieure, portant des ombelles latérales; pédoncules souvent courts; pétales blanches à nervures étroites (Ozenda, 1983). Il s'agit d'une espèce endémique nord-africaine, commune dans la partie nord du Sahara (réputée rare, plus au sud). On l'observe pourtant très fréquemment sur le plateau du Tassili des Ajjers et dans le Hoggar, surtout dans le lis d'oueds caillouteux (Le Houérou, 1995; Abdallah & Sahki, 2004; Benchelah *et al.*, 2011). Elle a une odeur de fenouil très agréable. On tresse des claies avec ses tiges pour y égoutter le fromage, elle parfume également le beurre de chèvre. Les animaux la broutent mais ne semblent pas l'apprécier. En outre, cette plante toxique est évitée par les moutons pendant la floraison, ceci étant lié à la présence présumée d'alcaloïdes (Haba *et al.*, 2004). Les tiges sèches de cette plante entrent dans la préparation de poudres utilisées contre les morsures de reptiles (Abdallah & Sahki, 2004; Benchelah *et al.*, 2011).

Les extraits, des espèces *Deverra* étudiées, ont révélé qu'ils renferment des métabolites secondaires biologiquement actifs regroupant spécifiquement des coumarines, des alcaloïdes, des flavonoïdes et des huiles essentielles (Vermin *et al.*, 1999; Haba *et al.*, 2004; Djeridane *et al.*, 2008; Benmekhbi *et al.*, 2008; Dahia *et al.*, 2007; Krifa *et al.*, 2011; Attia *et al.*, 2011; Gourine *et al.*, 2011).

Au vu de l'intérêt grandissant accordé à l'étude de nouvelles substances antioxydantes comme les vitamines, les caroténoïdes, les polyphénols et les huiles essentielles, notre travail constitue une contribution à l'étude des huiles essentielles de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur., récoltée à Tamanrasset (sud d'Algérie). À ce titre, la détermination d'une partie de sa composition chimique et l'évaluation de son activité antioxydante, par les tests au DPPH et à l'ABTS sont reportées dans ce travail.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de la partie aérienne de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur., récoltée à Tamanrasset (sud d'Algérie) en Novembre 2013. Les échantillons sont séchés à l'abri de la lumière et de l'humidité, à température ambiante et stockés soigneusement dans un endroit sec en vue de leurs analyses.

L'identification de l'espèce végétale a été réalisée selon la flore du Sahara (Ozenda, 1983) et par les botanistes de l'Institut National de Recherche Forestière-INRF-Station de recherche pour la protection de zones arides-Tamanrasset (Algérie).

Extraction des huiles essentielles

100 g des parties aériennes du matériel végétal sont soumis à l'extraction par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger à une température de 60°C et sous

pression atmosphérique, pendant 4 heures. Cette durée est nécessaire à l'épuisement (environ 90%) de la matière première en huiles essentielles (Velasco-Negueruela & Perez-Alonso, 1990). L'huile essentielle obtenue est conservée à 4°C.

Analyses physico-chimiques des huiles essentielles

La détermination de l'indice d'acide, de la densité spécifique, de l'indice de réfraction et du pouvoir rotatoire est effectuée par les méthodes conformes aux normes AFNOR (2000).

L'analyse des huiles essentielles par GC/FID et GC/MS

L'analyse de la composition chimique des huiles essentielles de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. a été effectuée sur un chromatographe en phase gazeuse HP GC 6890, équipé d'un détecteur à ionisation de flamme. La colonne utilisée est une HP 5MS (apolaire) de longueur 60 m et de diamètre interne égal à 0,32 mm. L'épaisseur du film étant de 0,15 µm.

Les conditions opératoires sont une température de 240°C de l'injecteur (mode splitless) et une température de 250°C du détecteur FID. La programmation de la température est de 45°C pour 8,5 min suivie d'une élévation de 2°C/min pendant 14 min jusqu'à atteindre 250°C. Le gaz vecteur utilisé est le N₂ avec un débit de 0,5 mL/min.

Un spectromètre de masse type Agilent 5973 à quadripôle, couplé à un chromatographe en phase gazeuse Agilent 6890, a été utilisé avec une colonne identique à celle mentionnée ci-dessus. La température de l'injecteur étant de 250°C (mode splitless) et la programmation de la température est une élévation de 45°C à 250°C à raison de 6°C/min. Les températures de la source et du quadripôle sont fixées à 230°C et 150°C respectivement, la tension d'ionisation est de 70 V avec une gamme de masse (m/z) de 27 à 550 Th. Le gaz vecteur utilisé est l'He avec un débit de 0,7 mL/min.

Le logiciel adopté pour traiter les chromatogrammes et les spectres de masse est ChemStation. L'identification des différents constituants est réalisée grâce à la comparaison de leurs spectres de masse avec ceux des produits de référence contenus dans les bibliothèques informatisées disponibles: NIST/EPA/NIH Mass Spectral Library search 2002, Wiley Registry of Mass Spectral Data ainsi que ceux de la base de données spectrales Adams. Les indices de rétention calculés par rapport à une série de *n*-alcanes (C₆-C₂₈) sont comparés avec les indices donnés dans la littérature (Adams, 2001; Velasco-Negueruela & Perez-Alonso, 1990).

Mesure du pouvoir antiradicalaire par le test DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle)

La méthode du DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) introduite par Blois (1958) est basée sur la réduction d'une solution alcoolique de l'espèce radicalaire stable DPPH[•] en présence d'un antioxydant donneur d'hydrogène, qui aboutit à la formation d'une forme non-radicalaire, le DPPH. La réduction induit un changement de sa couleur violette en couleur jaune (Maataoui *et al.*, 2006).

100 µL d'extrait sont ajoutés à 3mL de la solution du DPPH (6.10⁻⁶ mol/L) fraîchement préparée dans le méthanol. Après un repos de 30 minutes à l'obscurité,

l'absorbance est mesurée à 517 nm contre le méthanol comme blanc. Un contrôle constitué de 100 µL de méthanol et de 3mL de la solution du DPPH est effectué avec chaque série d'extraits. L'activité antiradicalaire des extraits a été exprimée en pourcentage d'inhibition du radical DPPH suivant l'équation:

$$\% \text{ Inhibition} = ((\text{Abs}_{\text{contrôle}} - \text{Abs}_{\text{échantillon}}) / \text{Abs}_{\text{contrôle}}) \times 100$$

Les résultats sont portés par rapport à un antioxydant de référence, en l'occurrence, l'acide ascorbique (vitamine C) (Molyneux, 2004). Pour s'affranchir de l'influence de la concentration, la concentration effective EC₅₀ de l'antioxydant est déterminée. Cette dernière correspond à une réduction de 50% de l'activité du DPPH dans le milieu réactionnel. La capacité antioxydante d'un composé est d'autant plus élevée que son EC₅₀ est petite.

Test ABTS (acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique))

Le radical cation de l'acide 2,2'-azinobis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) (ABTS) est stable sous sa forme libre. Ce radical est facilement formé à partir de l'acide correspondant par oxydation en présence du persulfate de potassium.

L'addition d'un antioxydant à une solution de ce radical cation entraîne sa réduction et une diminution de l'absorbance à 734 nm. Cette diminution dépend de l'activité antioxydante du composé testé (Cano *et al.*, 2000).

La solution ABTS est préparée en mélangeant 8 mmole de sel ABTS avec 3 mmole de persulfate de potassium dans 25 mL d'eau distillée, puis conservée à température ambiante dans l'obscurité pendant 16 h avant son utilisation. Cette solution est ensuite diluée avec de l'éthanol à 95% (environ 600 µL d'ABTS et 40 mL d'éthanol à 95%), afin d'obtenir une absorbance de 0,8 à 0,9 à 734 nm.

20 µL d'extrait sont ajoutés à 1 mL de la solution radicalaire d'ABTS. Le mélange est incubé à 37°C à l'abri de la lumière pendant 30 min. Un contrôle constitué de 20 µL de méthanol et de 980 µL de la solution d'ABTS est effectué avec chaque série d'extraits à 734 nm. L'éthanol à 95% est utilisé comme un blanc et le Trolox (l'acide -6-hydroxy-2,5,7,8-tétraméthyl de coumarone-2-carboxylique) est pris comme standard. Tous les tests sont reproduits au moins trois fois.

La capacité de piégeage des radicaux libres a été exprimée par la concentration effective CE₅₀ de l'antioxydant (en µg/mL), elle représente la concentration nécessaire pour récupérer 50% de radicaux d'ABTS.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Extraction des huiles essentielles

L'huile essentielle des parties aériennes de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur. est obtenue par hydrodistillation avec un rendement de 0,55%. Sa couleur est jaune clair et son odeur forte et agréable.

Lograda *et al.* (2013) ont rapporté des rendements variables des huiles essentielles de *Pituranthos scoparius* récoltée dans différentes régions d'Algérie. Ces valeurs étaient de 0,47%, 0,85%, 1,04% et 2,29% pour les régions respectives de T'Kout, Boussaada, Mechouneche et Elkantra. L'étude réalisée sur l'espèce issue de plusieurs régions du sud de la Tunisie a montré également une variation de rendement en fonction de l'origine de la plante. Ainsi des valeurs de 0,30%, 0,36% et 0,60% sont obtenues respectivement pour les régions de Benguerdane, Gabès et Médenine. Selon la même étude, le mois de récolte s'est avéré être un autre facteur influençant le rendement de l'huile essentielle de cette espèce.

En effet, les rendements étaient de 0,15%, 0,32% et 0,42% respectivement pour les plantes récoltées en avril, août et novembre (Neffati *et al.*, 2009). Le rendement calculé pour l'huile essentielle de *Pituranthos tortuosus* d'Egypte était de 0,56% selon Al-Gaby et Allam (2000).

Par ailleurs, Abdallah et Ezzat (2011) ont mentionné des rendements en huiles essentielles des parties aériennes de *Pituranthos tortuosus* Benth. (Egypte) obtenues par différentes méthodes d'extraction. Les valeurs obtenues en fonction du mode d'extraction étaient de 0,8% pour l'hydrodistillation, 0,6% par Lickens –Nickerson et 1,5% par l'extraction classique au n-pentane.

Analyse physico-chimique des huiles essentielles

Les propriétés physico-chimiques constituent un moyen de vérification et de contrôle de la qualité de l'huile essentielle. Ces essais sont déterminés selon un protocole obéissant aux normes de l'Organisation Internationale de Normalisation (I.S.O). Les résultats obtenus dans ce travail sont reportés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Propriétés Physico-Chimiques des Huiles Essentielles de la Plante Investiguée

Paramètre physico-chimiques	Huiles essentielles de <i>Deverra scoparia</i>
Densité à 26,3°C	0,967
I _R (20°C)	1,5170
[α _D] ₂₅	+128
L'indice d'acide	2,51

I_R (20°C): indice de réfraction; [α_D]₂₅: pouvoir rotatoire

L'indice de réfraction de *Deverra scoparia* Coss. & Dur. indiqué sur le Tableau 1 (1,5170), est comparable à ceux des espèces de la famille Apiaceae, notamment celui de *Foeniculum vulgare* Mill. (1,6896) (Lazouni *et al.*, 2007).

Cet indice varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnerait un indice élevé (Boukhatem *et al.*, 2010). Le faible indice de réfraction des huiles essentielles pourrait favoriser leur utilisation dans les produits cosmétiques (Boukhatem *et al.*, 2010; Kanko *et al.*, 2004).

La densité de l'huile essentielle de *D. scoparia* Coss. & Dur. égale à 0,967, à 26,3°C obtenue dans ce travail est supérieure à celle de l'espèce *Foeniculum vulgare* Mill. (0,895 à 20°C) évaluée par Lazouni *et al.* (2007).

La valeur du pouvoir rotatoire ($[\alpha]_D^{25}$) de l'huile de *D. scoparia* Coss. & Dur. est de +128°. Cette valeur montre sa richesse en composants qui dévient la lumière polarisée. Elle est supérieure à celle de *Foeniculum vulgare* Mill. (+78.21°) étudiée par Lazouni *et al.* (2007).

L'indice d'acide des huiles essentielles de la plante médicinale analysée s'est montré élevé (2,51). Cela pourrait s'expliquer par la dégradation des huiles essentielles notamment l'hydrolyse des esters durant leur conservation à 4°C (Hilan *et al.*, 2006; Boukhatem *et al.*, 2010).

Afin de compléter la caractérisation de notre huile essentielle, après la détermination de ses propriétés physico-chimiques, la réalisation de son profil chromatographique s'est avérée nécessaire.

Analyse des huiles essentielles par GC et GC/MS

L'huile essentielle obtenue à partir des parties aériennes de la plante *Deverra scoparia* Coss. & Dur., analysée par GC et GC/MS, nous a permis d'identifier 22 composés, ce qui représente 87,07% de l'huile essentielle. Les résultats sont illustrés sur le Tableau 2.

Les composés majoritaires sont: l' α -bornyl acétate (31,99%), l' α -pinène (12,05%), le (+)-epi-bicyclosquiphellandrène (8,41%), l'eremophilène (8,15%) et le γ -cadinène (6,29%). Notons que les principaux composants observés dans cette essence sont des monoterpènes oxygénés (32,52%) suivi par les sesquiterpènes hydrocarbonés (29,25%), les monoterpènes hydrocarbonés (18,11%) et enfin les sesquiterpènes oxygénés (7,19%).

La composition de l'huile essentielle de *Deverra scoparia* Coss. & Dur., est caractérisée par le chémotype de la plante comme dans le cas des autres espèces aromatiques. Elle dépend également de la partie de la plante utilisée, de son stade de croissance ainsi que la nature du sol et des conditions de culture.

A titre d'exemple, l'analyse de l'huile essentielle de *Deverra scoparia* effectuée par Attia *et al.* (2011) a révélée l' α -pinène comme le constituant le plus abondant (31,95%), suivi par le sabinène (17,24%) et le δ -3-carène (16,85%).

Les résultats d'analyse des huiles essentielles de *Pituranthos scoparius* issues de différentes régions d'Algérie montrent la présence d'hydrocarbures monoterpéniques et certains composés oxygénés. Les composants principaux sont l' α -pinène (4,4 à 35,8%), le limonène (0,8 à 66,5%), l'acétate de bornyle (tr-9,6%), la myristicine (tr-31,1%) et l'aneth apiole (0,4 à 47,3%) (Gourine *et al.*, 2011).

Lograda *et al.*, (2013) ont étudié la variation de la composition des huiles essentielles des feuilles de *Pituranthos scoparius* provenant de quatre régions d'Algérie (Boussaada, Elkantra, T'kout et Mechouneche) où les composés majoritaires étaient: le sabinène (14,8 à 24,8%), l' α -pinène (8,3 à 23,3%), l' α -terpinène (3,7 à 7,7%) et le β -pinène (2,8 à 5,1%). Ces résultats montrent la présence de trois chémotypes dans cette espèce. Le limonène pour la plante du sud (région de Ghardaïa), l'aneth apiole pour la plante du nord (régions de Djelfa et Laghouat) et le chémotype sabinène pour la plante du nord-est (région de Biskra et Batna).

TABLEAU 2

**Composition Chimique des Huiles Essentielles de *Deverra scoparia* Coss. & Dur.
Identifiée par GC/MS**

COMPOSANTS	IK	R.T. (min)	%
α -pinène	667	10,56	12,05
Camphène	672	11,21	1,67
β -pinène	686	12,83	0,35
α -terpinène	1015	15,46	0,19
o-cymène	1024	16,13	2,1
dl-limonène	1027	16,35	0,36
γ -terpinène	1057	18,5	1,02
α -terpinolène	1085	20,53	0,36
Bornéol	1162	26,07	0,52
α -bornyl acétate	1290	35,11	31,99
Trans-caryophyllène	1415	43,37	4,34
α -humulène	1447	45,31	0,34
Eremophilène	1486	47,71	8,15
1,5-cyclodecadiene,1,5-imethyl-8-(1-methylethenyl)-, [s-(Z,E)]-	1497	48,41	0,22
γ -cadinène	1513	49,32	6,29
L-calamenène	1519	49,64	1,06
α -muurolène	1533	50,42	0,41
(-)-caryophyllène oxyde	1579	52,93	0,23
(+)-epi-bicyclosesquiphellandrène	1647	56,72	8,41
β -eudesmol	1657	57,25	5,22
2-naphthalèneméthanol, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro- $\alpha,\alpha,4a,8$ - tetraméthyl-, [2R- (2. $\alpha,4a,\alpha,8a$.beta.)]-	1659	57,35	1,29
α -bisabolol	1686	58,85	0,44
Total			87,08

IK: indices de rétention de Kovats; R.T.: temps de rétention

L'activité antioxydante

La capacité antioxydante des huiles essentielles de la plante étudiée a été déterminée puis comparée à l'activité des composés antiradicalaires de référence, en l'occurrence le Trolox et l'acide ascorbique. Les résultats obtenus, exprimés en terme de concentration inhibitrice de 50% des radicaux (EC₅₀), ont montré que l'huile de *Deverra* est

dotée d'un pouvoir antioxydant plus important que celui de l'acide ascorbique dont l' EC_{50} est en moyenne de $2,99 \pm 0,09 \mu\text{g/mL}$ alors qu'avec l'acide ascorbique, une activité de l'ordre de $42,95 \pm 0,001 \mu\text{g/mL}$ a été enregistrée.

Concernant le test de l'ABTS, les EC_{50} de la capacité antioxydante de l'huile essentielle et du Trolox sont $1,12 \pm 0,06 \mu\text{g/mL}$ et $25 \pm 0,001 \mu\text{g/mL}$ respectivement. Ces résultats sont en accord avec ceux déjà publiés sur les plantes du genre *Deverra* (Neffati *et al.*, 2009) selon lesquels les huiles essentielles des espèces de ce genre constitueraient une bonne source d'antioxydants naturels.

L'activité antioxydante de l'huile essentielle testée est probablement liée aux composants majoritaires qui sont principalement les monoterpènes. Ces derniers présentent des propriétés antioxydantes importantes. En général, les huiles essentielles riches en composés oxygénés présentent une activité antiradicalaire plus marquée que celles à terpènes hydrocarbonés (Miladi *et al.*, 2013). Athamena *et al.* (2010) ont constaté que les valeurs exprimant l'activité antioxydante diffèrent selon le test utilisé.

CONCLUSION

L'étude de la composition chimique des huiles essentielles par chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse a permis d'identifier 22 constituants, dont les composés majoritaires sont l' α -bornyl acétate et l' α -pinène. Les résultats du test de l'activité antioxydante au DPPH ont révélé que les huiles essentielles du *Deverra* présentent une activité anti-radicalaire très importante. Cette étude contribue à la connaissance des potentiels antioxydants *in vitro* de *Deverra scoparia*, il serait également intéressant de réaliser d'autres études pour évaluer le potentiel antioxydant de ces huiles *in vivo*.

REFERENCES

- Abdallah, H.M., Ezzat, S.M. 2011. Effect of the method of preparation on the composition and cytotoxic activity of the essential oil of *Pituranthos tortuosus*. *Z. Naturforsch. C.*, 66: 143-148.
- Abdallah, H. et Sahki, R. 2004. *Le Hoggar promenade botanique. Espèces herbacées*. Édition Ésope, 311p.
- Adams, R.P. 2001. *Identification of essential oils components by gas chromatography/quadrupole mass spectroscopy*. Allured Publ., Carol Stream, IL, USA.
- AFNOR 2000. *Recueil de normes: les huiles essentielles*. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles, AFNOR, Paris, 661-663p.
- Al-Gaby, A.M., Allam, R.R. 2000. Chemical analysis, antimicrobial activity, and the essential oils from some wild herbs in Egypt. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 7(1): 15-23.
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah-Laouar, A., Laroui, S., Khebri, S. 2010. Activité antioxydante et antimicrobienne d'extraits de *Cuminum cyminum* L. *Lebanese Science Journal*, 11(1): 69-81.
- Attia, S., Grissa, K.L., Lognay, G., Heuskin, S., Mailleux, A.C., Hance, T. 2011. Chemical composition and acaricidal properties of *Deverra scoparia* essential oil (Araliales: Apiaceae) and blends of its major constituents against *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Journal of Economic Entomology*, 104(4): 1220-1228.

- Benchelah, A.C., Bouzian, H., Maka, M. 2011. *Fleurs du Sahara, voyage ethnobotanique avec les Touaregs du Tassili*. Édition Ibis press, Paris, ISBN 978-2-36122-021-1, 255p.
- Benmekhbi, L., Kabouche, A., Kabouche, Z., Ait-Kaki, B., Touzani, R., Bruneau, C. 2008. Five glycosylated flavonoids from the antibacterial butanolic extract of *Pituranthos scoparius*. *Chem. Nat. Comp.*, 44: 639-641.
- Blois, M.S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181: 1199-1200.
- Boukhatem, M.N., Hamaidi, M.S., Saidi, F., Hakim, Y. 2010. Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l'huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Revue Nature et Technologie*, 03: 37-45.
- Cano, A., Acosta, M., Arnaro, M.B. 2000. A method to measure antioxidant activity in organic media: application to lipophilic vitamins. *Redox Rep.*, 5: 365-370.
- Dahia, M., Laouer, H., Chaker, A.N., Prado, S., Meierhenrich, U.J., Baldovini, N. 2007. Chemical composition and antibacterial activity of *Pituranthos chloranthus* volatile oil. *Nat. Prod. Commun.*, 2(11): 1159-1162.
- Djeridane, A., Brunel, J.M., Vidal, N., Yousfi, M., Ajandouz, E.H., Stocker, P. 2008. Inhibition of porcine liver carboxylesterase by a new flavones glucoside isolated from *Deverra scoparia*. *Chemico-Biological Interactions*, 172: 22-26.
- Gourine, N., Merrad, B., Yousfi, M., Stocker, P., Gaydou, E.M. 2011. Chemical composition of the essential oil of *Pituranthos scoparius*. *Nat. Prod. Commun.*, 6(8): 1151-1154.
- Haba, H., Benkhaled, M., Georges, M., Christophe, L., Catherine, L. 2004. Alkylated Isocoumarins from *Pituranthos scoparius*. *Nat. Prod. Res.*, 18(5): 409-413.
- Hilan, C., Sfeir, R., Jawish, D., Aitour, S. 2006. Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des Lamiaceae. *Lebanese Science Journal*, 7(2): 13-22.
- Kanko, C., El-Hadj Sawaliho, B., Kone, S., Koukoua, G., Thomas N'guessan, Y. 2004. Étude des propriétés physico-chimiques des huiles essentielles de *Lippia multiflora*, *Cymbopogon citratus*, *Cymbopogon nardus*, *Cymbopogon giganteus*. *C.R. Chimie*, 7(10): 1039-1042.
- Krifa, M., Gharada, T., Haouala, R. 2011. Biological activities of essential oil, aqueous and organic extracts of *Pituranthos tortuosus* (Coss.) Maire. *Scientia Horticulturae*, 128: 61-67.
- Lazouni, H.A., Benmansour, A., Taleb-Bendiab, S.A., Chabane, S. 2007. Composition des constituants des huiles essentielles et valeurs nutritives du *Foeniculum vulgare* Mill. *J. Sci. Technol.*, 25: 7-12.
- Le Houérou, H.N. 1995. *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation*. Options méditerranéennes, série B, études et recherches. Édition de l'IAM, Montpellier (CIHEAM) France, ISBN 109782853521468.
- Lograda, T., Ramdani, M., Kiram, A., Chalard, P., Figueredo, G. 2013. Variation of essential oils composition of *Pituranthos scoparius* in Algeria. *Global J. Res. Med. Plants & Indigen. Med.*, 2(1): 1-11.
- Maataoui, B.S., Hmyene, A., Hilali, S. 2006. Activités anti-radicalaires d'extraits de jus de fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*). *Lebanese Science Journal*, 7(1): 3-8.
- Miladi, H., Ben Slama, R., Mili, D., Zouari, S., Bakhrouf, A., Ammar, E. 2013. Chemical composition and cytotoxic and antioxidant activities of *Satureja montana* L. essential oil and its antibacterial potential against *Salmonella* Spp. strains. *J. Chem.*, 2013: 9-18.

- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 26 (2): 211-219.
- Neffati, A., Bouhlela, I., Ben Sghaiera, M., Boubakera, J., Limema, I., Kilani, S. Skandrania, I., Bhouria, W., Le Dauphinc, J., Barillier, D., Mosrati, R., Chekir-Ghediraa, L., Ghediraa, K. 2009. Antigenotoxic and antioxidant activities of *Pituranthos chloranthus* essential oils. *Enviro. Toxicol. Pharmacol.*, 27: 187-194.
- Ozenda, P. 1983. *Flore du Sahara*. Éd. 2, Centre National de la Recherche Scientifique CNRS, Paris, 401p.
- Velasco-Negueruela, A., Perez-Alonso, M.J. 1990. The Volatiles of six *Teucrium* species from the Iberian Peninsula and the Balearic islands. *Phytochem.*, 29(4): 1165 -1169.
- Vernin, G., Lageot, C., Ghiglione, C., Dahia, M., Parkanyi, C. 1999. GC/MS Analysis of the volatile constituents of the essential oils of *Pituranthos scoparius* (Coss et Dur.) Benth. et Hook, from Algeria. *J. Essent. Oil Res.*, 11(6): 673-676.