

## SCREENING PHYTOCHIMIQUE ET EVALUATION DE L'ACTIVITE ANTIMICROBIENNE DES ALCALOÏDES DES FEUILLES DE *Peganum harmala* L. RECOLTEES DANS LA REGION DE M'SILA

Reçu le 27/04/2012 – Accepté le 13/10/2013

Nassima BEHIDJ-BENYOUNES<sup>1</sup>, Thoraya DAHMANE<sup>2</sup>, Fadhila AKNOUCHE<sup>3</sup>,  
Kamilia DEMMOUCHE<sup>3</sup>

(1) (2) - Laboratoire de technologies douces, valorisation, physico-chimie des matériaux biologiques et biodiversité, Faculté des sciences, Université M'Hamed Bouguerra- Boumerdès (U.M.B.B.), 35000 Algérie. [behidj\\_nassima@yahoo.fr](mailto:behidj_nassima@yahoo.fr)

(3) - Département de Biologie, Faculté des sciences, Université M'Hamed Bougarra- Boumerdès (U.M.B.B.), 35000 Algérie.

### Résumé

Dans le présent travail, une caractérisation phytochimique des extraits végétaux des feuilles d'une plante médicinale qui est le *Peganum harmala* L. est réalisée. Elle appartient à la famille des Zygophyllaceae. Cette caractérisation est suivie par l'évaluation de l'activité antimicrobienne des trois extraits (éthanolique, aqueux et hexanique) sur des souches microbiennes pathogènes. Les tests phytochimiques sur les trois extraits révèle que la plante possède une richesse en alcaloïdes. Cette forte teneur en alcaloïdes lui offre une forte toxicité. Cette étude montre que les trois extraits présentent un effet antibactérien contre les bactéries Gram + et certaines bactéries Gram – sauf pour *E.coli* et *P.aeruginosa*. Un effet inhibiteur sur les levures et moisissures est à mentionner.

**Mot clés :** *Peganum harmala*, alcaloïdes, phytochimie, activité antimicrobienne, pathogènes.

### Abstract

In this work, we have study a chemical characterization of extracts of leaves of a medicinal plant which is the *Peganum harmala* L. *Peganum harmala* L. is belonging to the Zygophyllaceae family. This characterization is followed by the determination of the evaluation of the antimicrobial activity of three extracts (éthanolique, aqueous and hexane) on microbial pathogens to know their effects on these organisms. Phytochemical tests on the three extracts showed that the plant has a wealth of alkaloids. This high content of alkaloids gave him a very toxic. This study shows that the three extracts have antibacterial effects against Gram + and some Gram - except for *E. coli* and *P. aeruginosa*. Thus an inhibitory effect on yeasts and molds should be mentioned.

**Key words:** *Peganum harmala*, alkaloids, phytochemistry, antimicrobial activity, microbial pathogens.

### ملخص

يهدف هذا العمل إلى تحديد نشاط مضادات الميكروبات لثلاثة مستخلصات (الإيثانول، الهكسان و مائي) على سلالات الجراثيم المسببة للأمراض. المستخلصات النباتية المستخدمة تحصل عليها من أوراق نباتات طبي و هو الحرمل *Peganum harmala* L. الذي ينتمي إلى العائلة القديسية و هو غني بالقلويدات. إن احتواءه على نسبة عالية من القلويدات جعلته سام جدا. السلالات التي تأثرت بهذا النشاط هي : البكتيريا سلبية و إيجابية الجرام (الفطريات). بينت هذه الدراسة أن مستخلصات ثلاثة لها تأثير مضاد للبكتيريا إيجابية الجرام وبعض اليكتيريا سلبية الغرام باستثناء *E. coli* و *P. aeruginosa*. كذلك لها تأثير مثبت للخمائر والفطريات

**الكلمات المفتاحية :** الحرمل ، قلويدات، كيمياء العقاقير، نشاط مضادات الميكروبات، الكائنات الدقيقة، مسببات الأمراض.

Depuis longtemps, l'Homme s'est soigné avec les plantes qu'il avait à sa disposition. A travers les siècles, les traditions humaines ont développé la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour améliorer la santé humaine [1].

Actuellement grâce aux progrès scientifiques considérables enregistrés depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la thérapeute a énormément évolué pour arriver à sa forme actuelle en utilisant certaines plantes médicinales comme matière première. En particulier, pour en extraire des principes actifs, d'après [2], l'empirisme n'est plus de mise. On a pu isoler, identifier et analyser toutes les substances actives contenues dans les végétaux utilisés en thérapeutique.

Malgré les efforts des chimistes qui assurent la synthèse de nouvelles molécules, plus de 25 % des médicaments prescrits dans les pays développés dérivent directement ou indirectement des plantes [3]. Cependant, [4] note qu'en tant que sources de médicaments, les plantes restent encore sous exploitées surtout dans le domaine de la microbiologie médicale. Selon [5], la liste de plantes entrant précisément dans ce cadre est exhaustive. Elles sont utilisées sous différentes formes, sans savoir les molécules responsables de l'action. En effet, certains effets pharmacologiques prouvés sur l'animal sont attribués à des composés tels que les alcaloïdes et leurs dérivés, les terpènes, les stéroïdes et les composés polyphénoliques. En Algérie, des études récentes sont faites sur l'effet antimicrobien de quelques plantes endémiques. [6] ont réalisé une étude phytochimique et biologique de la plante *Thymus hirtus*.

Dans le cadre de ce travail, nous nous sommes intéressés à *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) qui est une espèce intéressante de la flore algérienne. Elle est très utilisée dans la médecine traditionnelle depuis les temps les plus reculés, probablement du fait de la présence de plusieurs principes actifs responsables de son activité biologique [7].

*Peganum harmala* est très étudié pour ses activités pharmacologiques. Plusieurs travaux sont faits dans le monde entier pour connaître les effets de ses extraits végétaux sur différents organismes à savoir des insectes, des nématodes et des champignons. En Iran, [8] ont étudié le rapport de la toxicité de *P. harmala* sur les animaux tels que les rats, les souris et les lapins. En Egypte, [9] a traité l'activité antibactérienne et antifongique de  $\beta$ -carboline alcaloïdes de l'extrait de *P. harmala*. Au Maroc, [10] signalent que les extraits de *Peganum harmala* possèdent un effet néfaste sur le Criquet pèlerin (*Schistocerca gregaria*). En Algérie, [11] confirme l'activité fongique d'extrait de *Peganum harmala* à l'égard de quelques champignons phytopathogènes. Ainsi, dans la région de Tipaza, [12] a touché à l'étude de l'activité nématocide de quelques extraits de plantes notamment *Peganum harmala* L contre *Meloidogyne incognita*.

Le présent travail traite l'étude phytochimique et l'évaluation de l'activité antimicrobienne des alcaloïdes des feuilles d'El Harmel.

## MATERIEL ET METHODES

Pour le matériel utilisé on peut noter du matériel non biologique qui se résume en un appareillage, de la verrerie, des milieux de culture et des produits chimiques. On peut aussi noter un matériel biologique.

### Matériel biologique

Comme matériel d'origine biologique on cite les feuilles de *Peganum harmala* et des souches microbiennes.

Le choix de la plante médicinale toxique est proposé par le Centre de recherche et développement du groupe SAIDAL à El-Harrach. Elle a été récoltée au début de la floraison (avril- mai) dans la région de Boussaâda (wilaya de M'Sila). Dans la plante la partie utilisée est la partie aérienne plus précisément les feuilles car ces dernières sont très riches en substances naturelles [1].

Les souches microbiennes utilisées dans cette étude sont des espèces pathogènes. Les bactéries testées sont *Escherichia. Coli*, *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis*, *Klebseilla ornithinolytica*, *Klebseilla pneumoniae*, *Streptococcus faecalis*, et *Enterococcus faecalis*. Alors que les levures et les moisissures étudiées sont *Candida albicans*, *Penicillium sp* ainsi que *Fusarium sp*.

### METHODES D'ETUDE

Les différentes méthodes utilisées lors de la réalisation de ce travail portent sur l'obtention des extraits végétaux (alcaloïdes), sur la réalisation du screening phytochimique ainsi que l'évaluation du pouvoir antimicrobien de ces alcaloïdes.

### Extraction des alcaloïdes à partir des feuilles de *Peganum harmala*

Lors de la réalisation de cette étape, on a opté pour la méthode du Soxhlet préconisée par [13]. Elle permet d'obtenir d'excellents résultats. Elle jouit d'une remarquable réputation quand elle s'applique au domaine végétal. Cette extraction est faite par différents solvants à savoir l'eau, l'éthanol et l'hexane.

### Calcul du rendement de l'extrait

Le rendement de l'extraction est calculé par la formule suivante :

$$R \% = (m / M) \times 100$$

**m** : Masse de l'extrait obtenu après l'extraction.

**M** : La masse végétale sèche.

### Test phytochimique (Screening phytochimique)

Les tests phytochimique réalisés sur les feuilles de *Peganum harmala* ont porté sur quelques substances du métabolite secondaire, comme tests d'orientation pour une étude phytochimique de ces feuilles. La caractérisation des substances chimiques bioactives met en œuvre des réactions en tube soit par précipitation soit par coloration pour l'identification des différentes substances chimiques existantes dans la plante. Les méthodes de caractérisation utilisées dérivent de celles décrites par Paris et Nothis (1978).

Ces tests sont effectués sur le broyat. Ils sont aussi réalisés sur l'infusé à 20%. Pour préparer ce dernier, 100 ml d'eau distillée sont portées à ébullition pendant 15 mn. Dans cette eau bouillante, 20 g de poudre sont mises à infuser pendant 20 mn. Après filtration du mélange, le filtrat est ajusté à 100 ml avec de l'eau distillée.

A ce niveau le dosage des métabolites suivant à savoir les alcaloïdes, les anthocyanes, les coumarines, les flavonoïdes, les glucosides, les leuco anthocyanes, les quinones, les saponosides et les Tannins ont été effectué.

### Méthodes d'étude de l'activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des alcaloïdes récupérés à partir des graines de *Peganum harmala* est déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé cité par [14] et [15].

La première étape est la préparation des souches microbiennes. Elle est suivie par l'antibiogramme. Cette méthode a l'avantage d'être d'une grande souplesse dans le choix des antibiotiques testés, de s'appliquer à un très grand nombre d'espèces bactériennes et d'avoir été largement évaluée par 50 ans d'utilisation mondiale [16].

## RESULTATS ET DISCUSSION

### Rendement des trois extraits de feuilles de *Peganum harmala*

Les résultats de l'extraction à partir des feuilles de *Peganum harmala* par l'utilisation des trois solvants à savoir l'eau, l'hexane et l'éthanol sont les suivant :

#### Rendement de l'extrait aqueux

M = 23, 2 g. Elle représente la masse de la poudre utilisée.

V = 816 ml. C'est le volume récupéré après l'extraction.

Pour pouvoir calculer le rendement et la dose correspondante, on a prélevé un échantillon de 5ml de la solution obtenue. Après évaporation de l'eau, la masse résiduelle est évaluée à : m = 0,0455 g (la masse résiduelle).

L'extrait obtenu après cette opération à une dose de :  
C (mg/ml) = 45, 5 / 5 = 9, 6 mg/ml

Le rendement de l'extrait aqueux :

R % =  $[(0,0096 \times 816) / (23,2 \times (1 - 0,00998))] \times 100$   
Rendement de l'extrait éthanolique. R = 34, 10 %.

M = 24,4 g. C'est la masse initiale.  
V = 745 ml.

Elle représente le volume récupéré après l'extraction.

La dose de l'extrait:

C (mg/ml) = 19 / 5 = 3,8 mg/ml. C = 3, 8 mg/ml.

Le rendement est :

R % =  $[(0,0038 \times 745) / (24,4 \times (1 - 0,00998))] \times 100$

Rendement de l'extrait hexanique : R = 11, 71 %.

M = 27,92 g (une masse initiale).

V = 710 ml (Le volume récupéré après l'extraction).

La dose de l'extrait est: C = 0, 92 mg/ml.

C (mg/ml) = 4,6 / 5 = 0,92 mg/ml.

Le rendement est de :

R % =  $[(0,00092 \times 710) / (27,92 \times (1 - 0,00998))] \times 100$   
R = 2, 36 %.

A travers les résultats obtenus, On remarque une grande différence entre les rendements des trois extraits (aqueux 34,10%, éthanolique 11,71% et hexanique 2, 34%). Cette différence est expliquée par l'efficacité du solvant utilisée aux cours du processus d'extraction. Ces rendements montrent que l'eau est quantitativement la plus intéressante. Ceci s'explique par la richesse de cette plante en composés solubles dans ce solvant (eau). Alors que l'éthanol et l'hexane qui sont des solvants organiques donnent un très faible rendement.

D'autre part, la polarité des solvants utilisés joue un rôle très important car l'eau est plus polaire que l'éthanol et l'hexane qui est un hydrocarbure non polaire. Cette proposition est confirmée par [17]. Ces auteurs montrent que les extraits au méthanol sont les plus actifs, suivis par ceux à l'éthanol, puis ceux à l'acétone. Ceci s'explique par le fait que le méthanol est un solvant plus polaire que l'éthanol. Il est à noter que l'acétone est capable d'extraire le maximum des principes actifs appartenant à diverses classes de métabolites.

Le faible rendement de l'extrait hexanique est du à la spécificité de l'hexane pour l'extraction des alcaloïdes. Cette supposition est confirmée par [18]. Ces derniers signalent que l'hexane est un extracteur d'une grande fraction des alcaloïdes de *Peganum harmala*. D'une manière générale, la polarité du solvant montre un

rendement différent. Une teneur importante en composés volatiles est à signaler chez l'Harmal. Par conséquent, [19] montrent que l'eau permet d'éliminer une grande partie des alcaloïdes. En augmentant le pourcentage d'éthanol, les fractions sont enrichies en pigments anthraquinoniques. [20] confirment les résultats du présent travail. Ils montrent que les feuilles de *Peganum harmala* sont très riches en composés volatiles par rapport à la racine, la tige et le fruit. Ces composés sont solubles dans l'eau.

### Tests phytochimiques de *Peganum harmala*

Le tableau 1 montre les résultats des tests phytochimiques effectués sur les feuilles de *P. harmala* :

**Tableau 1:** Tests phytochimique de *P. harmala*

Métabolites	Feuilles
Alcaloïdes	+++
Anthocyanes	+
Coumarines	+++
Flavonoïdes	+
Glucosides	-
Leuco anthocyanes	+
Quinones :	
Quinones libres	+
Quinones combinés	-
Saponosides	+++
Tannins catéchétiques	+
Tannins galliques	-

(-) : Nulle. (+)/Faible. (++) : Moyennement riche. (+++) : Riche.

Les résultats obtenus à partir de l'étude phytochimiques des feuilles de *P. harmala*, montrent que les principaux composés majeurs présents en grande quantité sont les alcaloïdes. Ils sont suivis par les coumarines et les saponosides. Les flavonoïdes, les anthocyanes, les leuco anthocyanes, les quinones libres et les tannins catéchétiques viennent avec des faibles quantités. Les autres composants à savoir les glucosides, les quinones combinées et les tannins galliques sont totalement absents.

Ces résultats sont similaires avec ceux de [21]. Cet ensemble d'auteurs déclarent que *P. harmala* est fortement riche en alcaloïdes. [22] considèrent l'Harmal comme une fameuse plante médicinale toxique riche en alcaloïdes. [23] confirment aussi les résultats de la présente étude. Ils trouvent aussi que cette plante toxique est riche en Coumarines. Ces auteurs mentionnent qu'elle présente une teneur élevée en alcaloïdes. La présence de ces derniers la rend toxique. Selon [24], les coumarines sont parmi les composés responsables des propriétés inflammatoires. Ce sont des protectrices vasculaires et des anti œdémateuses.

A la lumière de cette étude, on signale que ces feuilles sont très riches en saponosides. Ces résultats sont similaires avec ceux de [24]. Ils montrent que les feuilles de *P. harmala* présentent une teneur non négligeable en saponosides.

### Etude qualitative de l'activité antimicrobienne de trois extraits

L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits végétaux des feuilles de *Peganum harmala* est effectuée par la méthode de la diffusion sur gélose ou méthode des disques absorbants. Cette étude est basée sur la mesure de diamètre des zones d'inhibition. Sachant que le diamètre d'un disque absorbant est de 9 mm.

Les résultats relatifs aux diamètres des zones d'inhibition de l'effet des trois extraits sont représentés dans les tableaux suivants :

Selon les tableaux présentés dessus, les diamètres des zones d'inhibition des souches microbiennes des trois extraits des feuilles d'Harmal montrent qu'il n'existe pas une grande différence entre l'effet de ces extraits sur les microorganismes testés. On signale qu'*E. coli* et *P. aeruginosa* sont très résistantes à l'extrait de *P. harmala* ( $9 \pm 0,00$ ). Cependant, *S. aureus* et *B. subtilis* représentent une forte sensibilité à cet extrait ( $20 \pm 1,15$ ). Alors que les autres bactéries et champignons donnent des zones d'inhibitions variées dont leurs diamètres se situent entre 10 et 14 mm. Ces microorganismes sont moyennement sensibles.

L'étude de l'activité antimicrobienne des extraits végétaux des feuilles de *P. harmala* classe l'effet antimicrobien en trois types. Une action fortement inhibitrice contre les *Staphylococcus aureus* et *Bacillus Subtilis* qui sont des Gram positifs. Par contre, les bactéries Gram négatifs sont moins sensibles à l'effet des extraits de *P. harmala*. Ces résultats sont en accord avec ceux apportés par [25]. Ils affirment que les bactéries Gram positifs sont plus sensibles que les bactéries Gram négatifs à l'effet des extraits de *Peganum harmala*. Ils montrent que l'hypersensibilité de la souche *Staphylococcus aureus* peut s'expliquer par la probabilité de la sensibilité des bactéries Gram positifs aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH et les extraits naturels. Et surtout l'absence de la membrane externe qui la rend extrêmement sensible.

Une action moins inhibitrice est remarquée contre les bactéries Gram négatif testé. Sauf pour *Escherichia coli* et *Pseudomonas aeruginosa* qui représentent une action nulle. Ces résultats sont similaires à ceux de [26] qui signalent que *E. coli* et *P. aeruginosa* résistent aux extraits de *P. harmala*.

Une action inhibitrice considérable est remarquée chez les levures (*Candida albicans*). Ces résultats sont confirmés par [27]. Ils signalent que *C. albicans* est considérée comme levure sensible. Ainsi [28] confirment l'effet positif des extraits des feuilles de *P. harmala* contre *C. albicans*, *C. krusei* et *Candidas tropicalis* dont le diamètre de la zone d'inhibition varie entre 13 et 14 mm. [10] mentionne que l'extrait d'alcaloïdes totaux donne une zone d'inhibition de  $31,5 \pm 3,0$  mm et de  $19,9 \pm 1,1$  mm pour le Harmane, de  $22,2 \pm 2,0$  mm pour le Harmine, de  $21,3 \pm 1,9$  mm pour le Harmaline et de  $17,6 \pm 2,4$  mm pour le Harmalol.

Une action inhibitrice moyenne est observée contre les champignons. Ces résultats sont en accord avec ceux de [19]. Ils confirment la présence de l'activité antifongique des feuilles et des graines de *P. harmala*.

A partir des résultats donnés ci dessus, on signale que l'extrait végétal des feuilles de *P. harmala* possède un effet antimicrobien contre certaines souches microbiennes pathogènes.

La présence des tanins et de saponosides dans les extraits de cette plante peut justifier les propriétés antimicrobiennes observées car ces substances possèdent des propriétés antibactériennes connues [29] et [30]. Cependant, à défaut d'un screening chimique complet, on peut écarter la possibilité de l'existence d'agents antibactériens appartenant à d'autres familles moléculaires ([31], [32], [33]).

Les polyphénols représentent une activité antibactérienne [34]. Selon [35], ces composés possèdent aussi une activité antifongique. [36] signalent que la capacité d'une espèce végétale à résister à l'attaque des insectes et des microorganismes est souvent corrélée avec la teneur en composés phénoliques.

Selon [4], [37] et [38], les flavonoïdes et les alcaloïdes possèdent des propriétés antimicrobiennes. La plupart de ces composés sont mis en évidence dans l'extrait de *P. harmala*. Ceci leur permet d'avoir une activité antimicrobienne très importante aussi bien sur les bactéries Gram positives que sur les bactéries Gram négatives. [39] et [40] notent que les polyphénols, tels que les tannins et les flavonoïdes sont des substances à propriétés antibactériennes importantes.

D'après, [41] particulièrement la teneur élevée des alcaloïdes chez de *P. harmala* lui offre une activité antimicrobienne très importante.

## CONCLUSION

L'objectif de ce travail est de connaître la composition chimique et d'évaluer l'effet antimicrobien des alcaloïdes des feuilles de *Peganum harmala* L.

Après avoir déterminé les conditions opératoires d'extraction à l'échelle du laboratoire, on a procédé à l'extraction en utilisant trois solvants à savoir l'hexane, l'éthanol et l'eau.

Le processus d'extraction des substances végétales montre que l'utilisation des trois solvants (hexane, éthanol et eau) donne des rendements différents. L'extraction par l'eau a permis d'avoir un rendement élevé (34,10%). Un rendement moins élevé (11,71%) est obtenu après l'extraction par l'éthanol. Enfin un rendement faible (2,35%) est donné par l'utilisation de l'hexane.

L'étude des composés est identifiée par la méthode du screening phytochimique. Cette caractérisation permet de détecter quelques composés tels que les alcaloïdes, les flavonoïdes, les tanins, les camarins, etc.

Ce travail est complété par l'étude de l'action antimicrobienne des extraits végétaux d'El Harmal sur des souches microbiennes pathogènes. Les résultats obtenus révèlent que ces extraits présentent une action inhibitrice sur les microorganismes utilisés. Cette toxicité varie selon les souches utilisées. On trouve que les bactéries Gram + sont les plus sensibles. *S. aureus* et *B. subtilis* présentent des zones d'inhibitions importantes. Un effet moins sensible pour les bactéries Gram- sauf pour *E. coli* et *P. aeruginosa* qui donnent une action nulle. Une action moyenne pour les champignons.

Enfin, il serait souhaitable d'étudier la meilleure manière d'introduire les extraits végétaux de *P. harmala* et leurs effets dans le traitement des différentes maladies. Il est donc intéressant de réaliser des études approfondies sur cette plante vu l'intérêt des feuilles en phytothérapie.

**Tableau. 2:** Résultats qualitatifs de l'activité antimicrobienne de l'extrait aqueux

Extrait aqueux			
Souches	Diamètre obtenu par répétition (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque témoins (mm)
<i>E. coli</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>S. aureus</i>	21	21,33 ± 1,45	9 ±0,00
	19		
	24		
<i>K. pneumoniae</i>	14	12,66 ± 0,88	9 ±0,00
	11		
	13		
<i>B. subtilis</i>	20	20,33 ±0,88	9 ±0,00
	19		
	22		
<i>P. aeruginosa</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>K. ornithinolytica</i>	12	11,33 ± 0,66	9 ±0,00
	10		
	12		
<i>S. faecalis</i>	10	10,33 ± 0,33	9 ±0,00
	10		
	11		
<i>E. faecalis</i>	13	11,66 ± 0,88	9 ±0,00
	10		
	12		
<i>C. albicans</i>	10	10,33 ± 0,33	9 ±0,00
	10		
	11		
<i>Penicillium sp</i>	13	13,33 ± 0,33	9 ±0,00
	13		
	14		
<i>Fusarium sp</i>	12	12,66 ±0,66	9 ±0,00
	14		
	12		

**Tableau. 3:** Les résultats qualitatifs de l'activité antimicrobienne de l'extrait éthanolique

Extrait éthanolique			
Souches	Diamètre obtenu par répétition (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque témoins (mm)
<i>E. coli</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>S. aureus</i>	20	20,00 ± 1,15	9 ±0,00
	18		
	22		
<i>K. pneumoniae</i>	13	12,00 ± 0,57	9 ±0,00
	11		
	12		
<i>B. subtilus</i>	21	20,66 ±0,66	9 ±0,00
	21		
	19		
<i>P. aeruginosa</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>K. ornithinolytica</i>	12	12,66 ± 0,66	9 ±0,00
	14		
	12		
<i>S. faecalis</i>	10	10,66 ± 0,66	9 ±0,00
	10		
	12		
<i>E. faecalis</i>	12	12,33 ± 0,33	9 ±0,00
	13		
	12		
<i>C. albicans</i>	11	11,00 ± 0,57	9 ±0,00
	10		
	12		
<i>Penicillium sp</i>	13	13,00 ± 0,57	9 ±0,00
	12		
	14		
<i>Fusarium sp</i>	14	13,33 ±0,66	9 ±0,00
	14		
	12		

**Tableau 4:** Les résultats qualitatifs de l'activité antimicrobienne de l'extrait hexanique

Extrait hexanique			
Souches	Diamètre obtenu par répétition (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque (mm)	Moyenne de diamètre d'inhibition autour du disque témoins (mm)
<i>E. coli</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>S. aureus</i>	22	20,66 ±0,88	9 ±0,00
	19		
	21		
<i>K. pneumoniae</i>	13	12,33 ±0,33	9 ±0,00
	12		
	12		
<i>B. subtilis</i>	22	20,00 ±1 ,00	9 ±0,00
	19		
	19		
<i>P. aeruginosa</i>	9	9 ±0,00	9 ±0,00
	9		
	9		
<i>K. ornithinolytica</i>	12	13,00 ±0,57	9 ±0,00
	14		
	13		
<i>S. faecalis</i>	11	11, 00 ±0,57	9 ±0,00
	10		
	12		
<i>E. faecalis</i>	12	11,66 ±0,88	9 ±0,00
	13		
	10		
<i>C. albicans</i>	11	11,66 ±0,33	9 ±0,00
	12		
	12		
<i>Penicillium sp</i>	14	13,66 ±0,33	9 ±0,00
	13		
	14		
<i>Fusarium sp</i>	13	12 ,66 ±0,33	9 ±0,00
	13		
	12		

## REFERENCES

- [1]- ISERIN P, "Encyclopédie des plantes médicinales", Larousse (ed.), France, (2001), p. 335.
- [2]- CATIER O et ROUX D, "Botanique pharmacognosie phytothérapie", Wolters Kluwer (ed.), Collection Porphyre, France, (2007), pp. 89-90.
- [3]- IBRAHIM D and OSMAN H. -Antimicrobial activity of *Cassia alata* from Malaysia. *J Ethnopharmacology*. Vol. 45. (1995). pp. 151-156.
- [4] - COWAN M M. Plant products as antimicrobial agents. *Clinical Microbiology Review*. Vol. 12. (1999). pp. 564-582.
- [5]- AMMAR M, HAJEM B et LONGNAY G. Contribution à l'étude de l'activité biologique des feuilles de *Cestrum parqui* l'hérit sur le criquet pèlerin. *Revue biotechnologie agronomie société et environnement*. Vol. 5. (2001). pp. 85-90.
- [6]-TREKI S, AMINA, MERGHEM R. and DEHIMAT L. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une labiées : *Thymus hirtus*. *Sciences & Technologie* N°29. (2009). pp.25-29.
- [7]-DUKE JAMES A. *Handbook of Medicinal Herbs*. Ed. CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida. 266 - 269.
- [8]- MASSOUD M., HOSSEIN J and PIROOZ S. Toxicity of *Peganum harmala*. Review and a Case Report: *Iranian Journal of Pharmacology*. Institute for Drug Research. Vol. 1. (2002).
- [9]- GOMAH N. Antibacterial and antifungal activities of (beta)-carboline alkaloids of *Peganum harmala* (L) seeds and their combination effects. *Fitoterapia*. Vol. 81. (2010). pp. 779-782.
- [10]-ABBASSI K, MERGAOUI L, ATAY-KADIRI Z, GHAOUT S, STAMBOULI A. Activités biologiques des feuilles de *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) en floraison sur la mortalité et l'activité génésique chez le criquet pèlerin Biological activities of *Peganum harmala* (Zygophyllaceae) leaves at floral stage on the mortality and reproductive activity of the desert locust. *Zoologica baetica*. Vol. 16. (2005). pp. 31-46.
- [11]- HACHMI S, "Etude de l'activité antifongique d'extrait de *Peganum harmala* à l'égard de quelques champignons phytopathogènes", Thèse Ingénieur. Ecole. Nationale. Supérieure. Agronomique, El - Harrach, (2010), p 75.
- [12]- DAHMANE T, "l'étude de l'activité nématocide de quelques extraits de plantes notamment *Peganum harmala* L. contre *Meloidogyne incognita*", Thèse Magister. Ecole. Nationale. Supérieure. Agronomique, El - Harrach, (2010), p144.
- [13]-LEGER I E, " Techniques de l'ingénieur, génie de procédés chimiques J2. 782-3", (ed.), Debaene, France, (1989), pp. 360-860.
- [14]- SACCHETTI G, MAIETTI S, MUZZOLI M, SCAGLIANTI M, MANFREDINI S, RADICE M and BRUN R. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chemistry*. Vol. 91. (2005). pp. 621-632.
- [15]- CELIKTAS O Y, HAMES KOCABAS E E, BEDIR E, VARDAR SUK F, OZEK T and BASER K. H. C. *Food Chemistry*. Vol. 100. (2007). pp. 553-559.
- [16]- FAUCHERE J L et AVRIL J L, " Bactériologie générale et médicale", Ellipses (ed.), France, Paris, (2002), p. 365.
- [17]-AL-DISSI N M, SALHAB A S and AL-HAJJ H A. Effects of *Inula viscosa* leaf extracts on abortion and implantation in rats. *J Ethnopharmacol*. Vol. 77. (2001). pp. 117-121.
- [18]-MONSEF H R, GHOBADI A, IRANSHAHI M, ABDOLLAHI M J. Antinociceptive effects of *Peganum harmala* L. alkaloid extract on mouse formalin test. *Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. Vol. 7. (2004). pp 9. - 65.
- [19]-AL-SHAMMA A, DRAKE S, FLYNN D L, MITSCHER A, PARK Y H and RAO G S. Antimicrobial agents from higher plants, antimicrobial agent from *Peganum harmala* seeds. *J of Natural Products*. Vol. 44. (1981). pp. 440. - 745.
- [20]- ZHENLE C, ZHIBIN L, JINAO D, RONGHAN Z and SHOUXUN Z. Studies on the Volatile Constituents of *Peganum* Three Plants in China. *J China Pharmaceutical University*. Vol. 25. (1994). pp. 311-312.
- [21]-MUNIR C, ZAÏDI M I, AHMAD N, ATTA-UR-RAHMAN. An easy rapid metal mediated method of isolation harmine and harmaline from *Peganum harmala*. *Fitoterapia*. Vol. 66. (1995). pp. 73-76.
- [22]- HILAL H W and YOUYG KEN., " *Pharmaceutical Society of Egypt*. National Information and Documentation Centre, (ed.), Cairo, Egypt, (1983), pp.123-243.

- [23]- KARTTAL M, ALTUN M, KURUCU S. HPLC method for the analysis of harmol, harmalol, harmine and harmaline in the seeds of *Peganum harmala* L. J of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. Vol. 31. (2003). pp. 9-263.
- [24]- MABRY T. J and ULUBELEN A., 1980 - Chemistry and utilization of phenylpropanoids including flavonoids, coumarins and lignans. J of Agriculture and Food Chemistry. Vol. 28. (1980). pp 188 - 196.
- [25]- BALENTINE C W, CRANDALL P G, O'BRYAN C A., DUONG D. Q. AND POHLMAN F. W. Natural Antioxidants in Meat Products. Meat Science. Vol. 73. (2006). pp 413-421.
- [26]- REZA V R M and ABBAS H. Cytotoxicity and antimicrobial activity of Harman alkaloids. J of Pharmacology and Toxicology. Vol. 2(7). (2009). pp 677-680.
- [27]-ALI-SHTAYEH M S, YAGHMOUR R M R, FAIDI Y R, SALEM K and AL-NURI M A. Antimicrobial activity of 20 plants used in folkloric medicine in the Palestinian area. Journal of Ethnopharmacology. Vol. 60. (1998). pp 265-271.
- [28]- SINGH U P, SRIVASTAVA J, KHOSA R. Effect of Ent-norsecurinine, an Alkaloid, on Spore Germination of Some Fungi. Folia Microbiology. Vol. 30(4). (2002). pp 225-227.
- [29]- NACOULMA O G, " Plantes médicinales et pratiques médicales traditionnelles: cas du Plateau central", Thèse de Doctorat d'État. Université d'Ouagadougou, Burkina Faso. (1996), p. 81.
- [30]- DHANDAPANI N, DHANDAPANI S., SUBRAMANIAN V. R., RAJAGOPALS and NAMASIVAYAM N. Antimicrobial activities of *Iranian sumac* and *avishan shirazi* against some food borne bacteria. Food Control. Vol. 18. (2002). pp. 646-649.
- [31]-IKHIRI K and ILAGOUMA A. T. Constituents of *Detarium microcarpum*. Fitoterapia. Vol. 66. (1995). pp. 266- 274.
- [32]-LAJIDE et al., 1995 LAJIDE L , ESCOUBA S P., MIZUTANI J. Termite antifeedant activity in *Detariummi crocarpum*. Phytochemistry. Vol. 40. (1995). pp. 1101-1104.
- [33]- MOORE P S et PIZZA C. Observations on the inhibition of HIV-1 reverse transcriptase by catechins. Journal Biochemical. Vol. 288. (1992). pp. 717-719.
- [34]- DIDRY N, PINKAS M et TORCK M., 1982 , "La composition chimique et l'activité antibactérienne des feuilles de diverses espèces de *grindelia*" Pl. Med. Phytother. p. 7.
- [35] -RAVN H, ANDARY C, KOVACS G and MOLGAARD P. Caffeic acid esters as in vitro inhibitors of plant pathogenic bacteria and fungi. Biochemical Systematics and Ecology journal. Vol. 17. (1984). pp. 175 - 184.
- [36]- (1985) REES S and HARBORNE J B. 1985 - The role of sesquiterpene lactones and phenolics in the chemical defence of the chicory plant. Phytochemistry. Vol. 24. (1985). pp. 2225 – 2231.
- [37]- KOLODZIEJ H, KAYSER O 1, LATTE P K and FERREIRA D. Evaluation of the anti-microbial potency of tannins and related compounds using the microdilution broth method. Planta Medica. Vol. 65. (1999). pp. 444 - 446.
- [38]- AMVAM ZOLLO P H, BIVITI L, TCHOUMBOVGNANG F, MENUT C, LAMATV G and BOUCHET PH. Aromatic plants of Tropical Central Africa, Part Chemical composition and antifungal activity of thirteen essential oils from aromatic plants of Cameroon. Flavor and Fragrance Journal. Vol. 1. (1998). pp. 107-114.
- [39] - SHAN B, CAI Y Z, BROOKS J D and CORKE H. The in vitro antibacterial activity of *dietary spice* and medicinal herb extracts. J International Food Microbiology. Vol. 117. (2007). pp. 112-119.
- [40] - ASKUN, T., TUMEN, G., SATIL, F and ATES M., 2009 - In vitro activity of methanol extracts of plants used as spices against *Mycobacterium tuberculosis* and other bacteria. Food Chemistry. Vol. 116. (2009). pp 289-294.
- [41] -LAMCHOURI F,SETTAF A,CHERRA Y, HASSAR M, ZEMZAMI M, ATIF N, NADORI E B ZAID A and LYOUSSI B. In vitro cell-toxicity of *Peganum harmala* alkaloids on cancerous cell-lines. Fitoterapia. Vol.71. (2000). pp. 50-54.