

ACTIVITÉ ANTIBACTÉRIENNE DE LA 5-CYANOMÉTHYL-8-HYDROXYQUINOLÉINE ET DE L'EXTRAIT ÉTHANOLIQUE DES FEUILLES D'ALOE ARBORESCENS (*)

Lamiae AMALLAH⁽¹⁾, *Rachida HASSIKOU*⁽¹⁾, *Banacer HIMMI*⁽²⁾,
Kamal BENLAFYA⁽²⁾, *Miloud EL KARBANE*⁽²⁾

La 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine et un extrait éthanolique de feuilles d'Aloe arborescens ont été testés pour leur activité antibactérienne sur cinq souches bactériennes.

L'extrait d'Aloès présente des concentrations inhibitrices minimales faibles : Bacillus subtilis subsp. spizizenii (6,10), Staphylococcus epidermidis (7,63), Bacillus pumilis, Salmonella abony et Escherichia coli (10,17 µg/ml). La 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine a un spectre d'action large, mais à des concentrations minimales inhibitrices supérieures à celle du chlorhydrate de tétracycline, pris comme antibiotique de référence (250 contre 62,5 µg/ml pour Escherichia coli).

(*) *Manuscrit reçu le 22 mai 2010.*

(1) *Laboratoire de Botanique, Faculté des Sciences, Université Mohammed V, 4 avenue Ibn Batouta, BP 1014 RP, 10000 Rabat, Maroc. lamallah@hotmail.com, hassi_rachida@yahoo.fr*

(2) *Laboratoire National de Contrôle des Médicaments (LNCM), rue Lamfaddal Charkaoui, BP 6206, 10000 Rabat, Maroc. bhimmi@yahoo.fr, benlafyak@yahoo.fr, elkarbane76@yahoo.fr*

INTRODUCTION

Depuis la généralisation de l'usage des antibiotiques dans les années 1950, les chiffres de morbidité et de mortalité ont fortement diminué. Certaines maladies, comme la tuberculose, les pneumonies d'origine bactérienne ou encore les septicémies, ont considérablement reculé.

Cependant, les maladies infectieuses d'origine bactérienne restent la principale cause de mortalité. La tuberculose, qui sévit fortement dans les pays en développement, est même en nette recrudescence dans les pays industrialisés.

Le développement de souches bactériennes résistantes est favorisé par l'emploi des antibiotiques à titre préventif et par leur prescription inadaptée, notamment dans les infections virales.

Actuellement, les infections nosocomiales constituent un problème majeur de santé publique, par leur morbidité importante, la mortalité associée, le surcout hospitalier non négligeable et l'émergence de bactéries multirésistantes.

Pour y faire face, il faudrait découvrir de nouveaux produits antibactériens, de synthèse ou naturels [3,25].

Aloe arborescens, originaire des déserts d'Afrique du Sud [9], est une Xanthorrhoeacée formant un buisson atteignant 3 m de hauteur. Les tiges sont très rameuses dès la base et les feuilles vertes et charnues, de 20 à 40 cm de longueur, 3 à 5 cm de largeur et 7 à 8 mm d'épaisseur, atténuées en pointe non piquante à marge armée de dents triangulaires peu piquantes [20].

Cet Aloès est utilisé en médecine traditionnelle depuis des temps immémoriaux [16]. Il présente des activités anti-inflammatoires, antidiabétiques, anti-tumorales [8,19,28-30,33] et agit contre l'ulcère gastrique [32]. L'extrait des feuilles a une activité antifongique vis-à-vis de *Cryptococcus neoformans* et *Trichophyton mentagrophytes* en induisant des anomalies morphologiques au niveau des spores et hyphes du champignon [7,16]. Les propriétés curatives ont été attribuées particulièrement aux anthraquinones [4] et aux polysaccharides [6,13-14,21,31].

Les feuilles sèches d'*Aloe arborescens* sont utilisées dans l'industrie textile pour leurs propriétés antibactériennes [23]. Le mélange d'aloïne et de polysaccharides aurait des propriétés antimicrobiennes [13]. L'activité

antimicrobienne des collyres renfermant un extrait aqueux des feuilles fraîches et de la néomycine est stable après deux ans de stockage [18]. L'activité antimicrobienne du suc n'est pas affectée par la température [1].

Ce travail vise à étudier l'activité antibactérienne de la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine, nouvelle molécule de la famille des 8-hydroxyquinoléines, et d'un extrait éthanolique de feuilles d'*Aloe arborescens* sur cinq espèces bactériennes posant des problèmes de résistance aux antibiotiques.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Souches bactériennes

Cinq souches de référence fournies par le Laboratoire National de Contrôle des Médicaments (LNCM, Rabat, Maroc) ont été testées, trois Gram positif, *Bacillus pumilus* ATCC 14884, *B. subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633 et *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228, et deux Gram négatif, *Escherichia coli* ATCC 5739 et *Salmonella abony* NCTC 6017.

Les bactéries ont été cultivées dans des fioles de Roux contenant 250 ml de milieu Agar Tryptocaséine Soja (15 g tryptone, 5 g peptone papainique de soja, 5 g chlorure de sodium, 15 g d'agar q.s.p. 1 litre d'eau distillée). Le pH final est de $7,3 \pm 0,2$ à 25°C et est ajusté par HCl 1N. L'incubation a lieu à 35°C 24 à 48 h selon la croissance bactérienne.

On additionne ensuite 10 ml d'une solution d'eau physiologique (NaCl 9 ‰) et on introduit des billes en plastique de 5 mm de diamètre.

Par des mouvements manuels circulaires et continus, les billes décollent la couche supérieure de la gélose contenant l'amas bactérien. La solution est récoltée à l'aide d'une pipette stérile puis diluée dans 90 ml d'une solution de NaCl 9 ‰ stérile.

Cette solution est homogénéisée à l'aide d'un agitateur magnétique, puis distribuée à raison de 400 µl dans des tubes Eppendorf de 1,5 ml. Ces tubes sont conservés à -20°C au congélateur après être passés 15 minutes au réfrigérateur pour éviter un choc thermique.

Dénombrement par la technique d'étalement en profondeur

À partir des solutions décongelées, on effectue une série de dilutions au dixième de 10^{-1} à 10^{-11} jusqu'à obtention de boîtes contenant des colonies comptables.

Pour chaque dilution, 200 μ l sont versés dans une boîte de Petri de 10 cm de diamètre et additionnés de 20 ml de milieu Agar Tryptocaséine Soja maintenu en surfusion dans un bain marie à 45°C. Après agitation manuelle et solidification de la gélose, une deuxième couche fine d'environ 10 ml est coulée pour éviter toute confusion entre une éventuelle contamination et les bactéries soumises aux tests. Les boîtes sont incubées 24 h à 35°C [24]. Celles dont la dilution permet l'obtention de 30 à 300 colonies ont été retenues pour le calcul du nombre de colonies (Tableau I).

Deux boîtes ont étéensemencées pour chaque dilution et l'essai a été répété trois fois.

Tableau I :
Titre des souches bactériennes étudiées en unités formant colonie par ml.

Souche bactérienne	<i>Bacillus pumilis</i>	<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Salmonella abony</i>
UFC/ml	10 ⁸	24.10 ⁸	64.10 ⁸	44.10 ⁸	58.10 ⁸

Produits testés

La 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine a été synthétisée au Laboratoire de contrôle des médicaments de Rabat. Diluée dans le diméthylsulfoxyde, elle a été testée à 250 ; 125 ; 62,5 ; 31,25 ; 15,625 ; 7,81 μ g/ml pour *Bacillus spizizenii* et *B. pumilis* et à 1000 ; 500 ; 250 ; 125 ; 62,5 ; 31,25 μ g/ml pour *Escherichia coli*, *Salmonella abony* et *Staphylococcus epidermidis*.

Le chlorhydrate de tétracycline, antibiotique de référence (SERVA Electrophoresis) a été dilué dans l'eau et testé à 100 ; 50 ; 25 ; 12,5 ; 6,25 ; 3,12 μ g/ml pour *Bacillus spizizenii* et *Staphylococcus epidermidis*, à 1000 ; 500 ; 250 ; 125 ; 62,5 ; 31,25 μ g/ml pour *Bacillus pumilis* et à 125 ; 62,5 ; 31,25 ; 15,62 ; 7,81 ; 3,90 μ g/ml pour *Salmonella abony* et *Escherichia coli*.

Les feuilles fraîches d'*Aloe arborescens* Mill. ont été extraites par macération froide dans l'éthanol à 70 % pendant 24 h à l'abri de la lumière [22].

Par chromatographie liquide à haute performance (CLHP), l'extrait renferme 30,52 $\mu\text{g/ml}$ d'aloïne, connu pour ses propriétés antibactériennes (Figure 1). On observe deux principaux pics. Celui situé entre 12 et 14 min correspond à l'aloïne, par comparaison avec le standard (aloïne à 12,775 ppm). Celui situé entre 20 et 12 min ne peut être que l'aloé-émodyne, car on a principalement deux dérivés anthraquinoniques dans les feuilles d'Aloès [4].

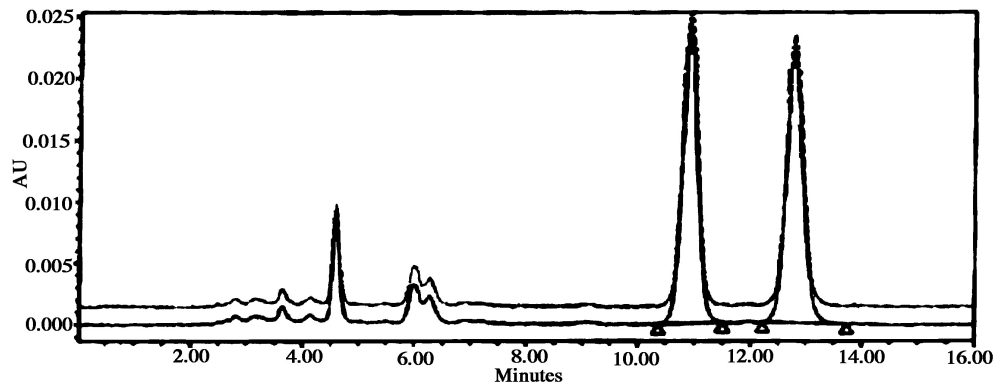


Fig. 1 : Chromatogramme de l'extrait foliaire d'*Aloe arborescens* par CLHP. Colonne Kromasil 100 C18 5 μm 250 x 4,6 mm, 26°C constants.

Des dilutions de l'extrait ont été réalisées dans l'éthanol 70 % de manière à tester dix dilutions (Tableau II).

Tableau II :
Concentrations ($\mu\text{g/ml}$) d'aloïne des dilutions testées de l'extrait des feuilles d'*Aloe arborescens*.

Dilutions testées	1/1	1/2	1/3	1/4	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/10
Aloïne ($\mu\text{g/ml}$)	30,52	15,26	10,17	7,63	6,104	5,086	4,36	3,815	3,39	3,05

Détermination de l'effet antibactérien

La technique de diffusion [26] en milieu gélosé a été utilisée pour la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine et le chlorhydrate de tétracycline.

Le milieu stérilisé à l'autoclave est refroidi au bain-marie à 45°C. Une première couche de 10 ml est coulée dans des boîtes de Petri de 10 cm de diamètre posées sur une surface plane. 2 ml de suspension bactérienne sont additionnés à 100 ml d'Agar Tryptocaséine Soja refroidi au préalable à 45°C, puis l'ensemble est mélangé par agitation douce et environ 10 ml de ce mélange sont versés pour former une deuxième couche.

Après gélification, un disque en acier inoxydable est déposé en surface au centre des boîtes de Petri. Chaque disque est composé de six cylindres (6 mm de diamètre) à l'intérieur desquels on dépose 50 μ l de chaque concentration dans un ordre décroissant. Des tests préliminaires n'ont montré aucun effet inhibiteur du diméthylsulfoxyde sur la croissance des bactéries jusqu'à 100 μ l par cylindre. L'incubation des boîtes de Petri se fait 18-24 h à 35°C. La concentration minimale inhibitrice (CMI) correspond à la concentration minimale présentant une zone d'inhibition. Pour chaque test on utilise deux boîtes et l'essai est répété trois fois.

La technique de dilution en milieu gélosé a été utilisée pour l'extrait d'*Aloe arborescens*.

Après stérilisation à l'autoclave, le milieu Agar Tryptocaséine Soja est refroidi dans un bain marie à 45°C. On ajoute 2 ml des dix dilutions d'extrait testées à 18 ml de milieu. Le mélange est par la suite coulé dans chaque boîte de Petri de 10 cm de diamètre pour obtenir une épaisseur d'environ 4 mm. Après refroidissement, la surface de la gélose estensemencée par la souche bactérienne à l'aide d'un étaloir puis les boîtes sont incubées 18 à 24 h à 35°C. La dilution la plus faible à laquelle aucune pousse bactérienne n'est observée correspond à la CMI [2]. Deux boîtes témoins par dilution sont réalisées dans les mêmes conditions sans extrait. L'essai est répété trois fois.

RÉSULTATS

Les cinq souches bactériennes sont inhibées par la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine (Tableau III). La souche d'*Escherichia coli* apparait la plus résistante suivie de celle de *Staphylococcus epidermidis*.

Tableau III :
Activité antibactérienne de la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine sur cinq souches de référence.

Souche bactérienne	Produit (µg/ml)	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)
<i>Bacillus pumilus</i> ATCC 24884	250	17,06
	125	11,15
	62,5	12,18
	31,25	11,54
	15,625	11,45
	7,81	0
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	250	11,58
	125	12,05
	62,5	10,45
	31,25	8,93
	15,625	8,27
	7,81	0
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	1000	20,00
	500	17,00
	250	13,50
	125	9,00
	62,5	0
	31,25	0
<i>Escherichia coli</i> ATCC 5739	1000	10,54
	500	8,95
	250	7,63
	125	0
	62,5	0
	31,25	0
<i>Salmonella abony</i> NCTC 6017	1000	10,56
	500	9,02
	250	8,30
	125	8,65
	62,5	7,97
	31,25	0

La tétracycline est active sur les cinq souches de façon variable (Tableau IV). La souche de *Bacillus subtilis* est la plus sensible et celle d'*Escherichia coli* la plus résistante.

Tableau IV :
Activité antibactérienne du chlorhydrate de tétracycline sur cinq souches de référence.

Souche bactérienne	Produit (μg/ml)	Diamètre de la zone d'inhibition (mm)
<i>Bacillus pumilus</i> ATCC 24884	100	20,12
	50	14,13
	25	13,49
	12,5	12,35
	6,25	11,60
	3,125	0
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	100	20,67
	50	18,06
	25	13,20
	12,5	11,28
	6,25	9,98
	3,125	0
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	1000	11,00
	500	12,60
	250	10,00
	125	8,75
	62,5	0
	31,25	0
<i>Escherichia coli</i> ATCC 5739	125	10,09
	62,5	9,14
	31,25	0
	15,625	0
	7,81	0
	3,90	0
<i>Salmonella abony</i> NCTC 6017	125	15,65
	62,5	12,87
	31,25	11,22
	15,625	10,46
	7,81	9,17
	3,90	0

L'extrait foliaire éthanolique d'*Aloe arborescens* s'avère antibactérien sur toutes les souches, notamment celles de *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* (Tableau V).

Tableau V : Présence (+) ou absence (-) de croissance bactérienne pour six concentrations d'aloïne de l'extrait d'*Aloe arborescens* vis-à-vis de cinq souches bactériennes par la méthode de dilution sur milieu Tryptocaséine Soja Agar.

Souche bactérienne	μg d'aloïne/ml					
	30,52	15,26	10,17	7,63	6,104	5,086
<i>Bacillus pumilus</i> ATCC 24884	-	-	-	+	+	+
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	-	-	-	-	-	+
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	-	-	-	-	+	+
<i>Escherichia coli</i> ATCC 5739	-	-	-	+	+	+
<i>Salmonella abony</i> NCTC 6017	-	-	-	+	+	+

La comparaison des CMI (Tableau VI) montre que la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine est moins efficace que le chlorhydrate de tétracycline, de manière nette contre la souche de *Salmonella abony*. Les souches de *Staphylococcus epidermidis* et d'*Escherichia coli* sont relativement résistantes à ces deux produits.

Tableau VI : Concentrations minimales inhibitrices ($\mu\text{g}/\text{ml}$) des trois produits testés vis-à-vis de cinq souches bactériennes.

Souche bactérienne	5-Cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine	Chlorhydrate de tétracycline	Aloïne de l'extrait d' <i>Aloe arborescens</i>
<i>Bacillus pumilus</i> ATCC 24884	15,63	6,25	10,17
<i>Bacillus subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	15,63	6,25	6,10
<i>Staphylococcus epidermidis</i> ATCC 12228	125	125	7,63
<i>Escherichia coli</i> ATCC 5739	250	62,5	10,17
<i>Salmonella abony</i> NCTC 6017	62,5	7,81	10,17

L'extrait foliaire éthanolique d'*Aloe arborescens* présente des CMI relativement faibles (Tableau VI). Il apparaît nettement plus efficace que le chlorhydrate de tétracycline contre *Staphylococcus epidermidis* et *Escherichia coli*.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Tous les produits testés ont montré une activité antibactérienne sur les cinq souches bactériennes. Cette activité est d'intensité variable et dépend de la concentration des produits et de la souche bactérienne.

Le spectre d'action de la 5-cyanométhyl-8-hydroxyquinoléine peut être considéré comme large mais à des concentrations minimales inhibitrices supérieures à celle de l'antibiotique de référence. L'éventuel intérêt de ce produit en antibiothérapie dépendra de son niveau de toxicité chez l'Homme.

Les souches *Bacillus spizizenii* et *B. pumilis* se sont montrés moyennement sensibles au produit (CMI = 15,63 µg/ml) contre CMI = 6,25 µg/ml pour le chlorhydrate de tétracycline. Les autres souches (*Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella abony* et *E. coli*) peuvent être considérées comme faiblement sensibles puisque toutes les CMI sont supérieures ou égales à 62,5 µg/ml, en référence à la tétracycline. Ces résultats rejoignent ceux préalablement trouvés [10-11] sur l'effet antibactérien d'une molécule de la même famille, la 5-azidométhyl-8-hydroxyquinoléine, sur *E. coli* et *B. subtilis*.

L'extrait des feuilles d'*Aloe arborescens* est efficace contre toutes les souches étudiées, avec des CMI nettement plus faibles que celles de l'antibiotique de référence pour *Staphylococcus epidermidis* (7,63 µg/ml) et *Escherichia coli* (10,17 µg/ml).

Cet extrait peut donc être considéré comme un produit à large spectre d'action. Son action inhibitrice s'exerce avec une intensité voisine sur les cinq souches étudiées, qu'elles soient Gram positif ou Gram négatif.

Ces résultats s'accordent bien avec ceux obtenus par Jia *et al.* [16] qui confirment l'effet antibactérien de l'extrait des feuilles sur *Escherichia coli* TCC 25922, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 et *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853.

Selon la littérature, l'activité antibactérienne d'*Aloes arborescens* est essentiellement due à la conjonction d'un ensemble de molécules bioactives, [5]. L'aloïne, l'aloé-émodyne, les polysaccharides, le mannose et l'acemannan des feuilles agiraient en synergie contre les infections bactériennes [14-15]. L'aloé-émodyne, l'aloïne A et le chrysophanol isolés d'*Aloe ferox* sont actifs contre *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus epidermidis* [17].

Au moment où le screening de médicaments chimiques de synthèse ne produit qu'une molécule médicamenteuse sur 20000 molécules testées, le médicament végétal reste un important réservoir de matières médicamenteuses potentielles [12] et continue à occuper une place de choix.

RÉFÉRENCES

- 1 - Abaidulla (G.), Mijiti (Z.), Aubudujiapa (M.), Suo (F.Y.) - Study on the antimicrobial activity and influencing factors of three species of aloe juice. - *Shengwu Jishu*, 2008, **18**(5), 44-46.
- 2 - Alcamo (E.I.) - *Fundamentals of microbiology*. London: Addison-Wesley Publishing Company, 1983, p. 310-341, 617-699 (834 p.).
- 3 - Benli (M.), Güney (K.), Bingöl (Ü.), Geven (F.), Yiğit (N.) - Antimicrobial activity of some endemic plant species from Turkey. - *Afr. J. Biotechnol.*, 2007, **6**(15), 1774-1778. www.academicjournals.org/AJB/PDF/pdf2007/6Aug/Benli%20et%20al.pdf
- 4 - Choi (S.), Chung (M.H.) - A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biologic effects. - *Semin. Integr. Med.*, 2003, **1**(1), 53-62.
- 5 - Dagne (E.), Bisrat (D.), Viljoen (A.), Van Wyk (B.E.) - Chemistry of *Aloe* species. - *Curr. Org. Chem.*, 2000, **4**(10), 1055-1078.
- 6 - Duansak (D.), Somboonwong (J.), Patumraj (S.) - Effects of *Aloe vera* on leukocyte adhesion and TNF-alpha and IL-6 levels in burn wounded rats. - *Clin. Hemorheol. Microcirc.*, 2003, **29**(3-4), 239-246.
- 7 - Fujita (K.), Yamada (Y.), Azuma (K.), Hirozawa (S.) - Effect of leaf extracts of *Aloe arborescens* Mill subsp. *natalensis* Berger on growth of *Trichophyton mentagrophytes*. - *Antimicrob. Agents Chemother.*, 1978, **14**(1), 132-136. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC352416/pdf/aac00289-0138.pdf>

- 8 - Furukawa (F.), Nishikawa (A.), Chihara (T.), Shimpo (K.), Beppu (H.), Kuzuya (H.), Lee (I.S.), Hirose (M.) - Chemopreventive effects of *Aloe arborescens* on *N*-nitrosobis(2-oxopropyl)amine-induced pancreatic carcinogenesis in hamsters. - *Cancer Lett.*, 2002, **178**(2), 117-122.
- 9 - Gutterman (Y.), Chauser-Volfson (E.) - The content of secondary phenol metabolites in pruned leaves of *Aloe arborescens*, a comparison between two methods: leaf exudates and leaf water extract. - *J. Nat. Med.*, 2008, **62**(4), 430-435. <http://www.springerlink.com/content/e8q0714481815635/fulltext.pdf>
- 10 - Himmi (B.) - *Synthèse de nouveaux dérivés de la 8-hydroxyquinoline: étude des propriétés complexantes et des activités biologiques et pharmacologiques*. Thèse Univ. Mohammed V Agdal, Rabat, Fac. Sci., Maroc, 2009, 162 p.
- 11 - Himmi (B.), Faouzi (My A.), Akioud (M.), Kitane (S.), Eddaif (A.), Soufiaoui (M.), Ghouli (S.), Bahloul (A.), Sebban (Et A.), Cherrah (Y.) - Pharmacological activities of two new 8-hydroxyquinoline derivatives. - *Biochem.: Indian J.*, 2007, **1**(3), S1-S4.
- 12 - Hmammouchi (M.) - *Les plantes médicinales et aromatiques marocaines*. Utilisations, biologie, écologie, chimie, pharmacologie, toxicologie, Mohammedia (Maroc): Imprimerie de Fédala, 1999, 389 p.
- 13 - Ji (Y.), Jia (J.) - Ultraviolet light absorption of an ophthalmic formulation with *Aloe* extracts. - *Nat. Prod. Commun.*, 2009, **4**(9), 1231-1233.
- 14 - Jia (J.), Gao (Y.) - The study of polysaccharides of *Aloe Vera* gel. - *J. Beijing Union Univ.*, 1993, **7**, 6-10.
- 15 - Jia (J.) Kong (Y.) - The bioactivity of *Aloe* and their chemical constituents. - *J. Beijing Union Univ.*, 1989, **3**, 1-12.
- 16 - Jia (Y.), Zhao (G.), Jia (J.) - Preliminary evaluation: the effects of *Aloe ferox* Miller and *Aloe arborescens* Miller on wound healing. - *J. Ethnopharmacol.*, 2008, **120**(2), 181-189.
- 17 - Kambizi (L.), Sultana (N.), Afolayan (A.J.) - Bioactive compounds isolated from *Aloe ferox*: A plant traditionally used for the treatment of sexually transmitted infections in the Eastern Cape, South Africa. - *Pharm. Biol.*, 2004, **42**(8), 636-639.
- 18 - Kodym (A.), Marcinkowski (A.), Kukula (H.) - Technology of eye drops containing aloe (*Aloe arborescens* Mill. - Liliaceae) and eye drops containing both aloe and neomycin sulphate. - *Acta Poloniae Pharm.*, 2003, **60**(1), 31-39.

- 19 - Makino (K.), Yagi (A.), Nishioka (I.) - Studies on constituents of *Aloe arborescens* Mill. var. *natalensis* Berger. II. The structures of two new aloesin esters. - *Chem. Pharm. Bull.*, 1974, **22**(7), 1565-1570.
- 20 - Maire (R.) - *Flore de l'Afrique du Nord* : Maroc, Algérie, Tripolitaine, Cyrénaïque et Sahara. Volume V. Paris : P. Lechevalier, « Encyclopédie biologique 14 », 1958, 307 p.
- 21 - Ni (Y.), Turner (D.), Yates (K.M.), Tizard (I.) - Isolation and characterization of structural components of *Aloe vera* L. leaf pulp. - *Int. Immunopharmacol.*, 2004, **4**(14), 1745-1755.
- 22 - Oana (R.C.), Marcel (P.), Laurian (V.), Mircea (T.) - Antifungal activity of *Aloe vera* leaves. - *Fitoterapia*, 2007, **78**(3), 219-222.
- 23 - Onda (K.) Kubokawa (H.), Shinozawa (T.) - [Antibacterial effect and colorfastness of fibers treated with extract from *Aloe arborescens* (Kidachi aloe) dry leaves.] (japonais). - *Sen'i Gakkaishi*, 2005, **61**(11), 303-308.
- 24 - Prescott (L.), Harley (J.), Klein (D.) - Microbiologie. Bruxelles : De Boeck, 2003, 2^e ed., p. 106-108 (1137 p).
- 25 - Rai (M.), Acharya (D.), Wadegaonkar (P.) - Plant derived-antimycotics: Potential of Asteraceous plants. In Rai (M.), Mares (D.) *Plant-derived antimycotics: Current trends and future prospects*. N-York, London, Oxford: Haworth press, 2003, p. 165-185. <http://dracharya.tripod.com/journal/id11.html>
- 26 - Rios (J.L.), Recio (M. C.), Villar (A.) - Screening methods for natural products with antimicrobial activity: a review of the literature. - *J. Ethnopharmacol.*, 1988, **23**(2-3), 127-149.
- 27 - Rosca-Caşian (O.), Parvu (M.), Vlase (L.), Tamas (M.) - Antifungal activity of *Aloe vera* leaves. - *Fitoterapia*, 2007, **78**(3), 219-222.
- 28 - Shimpo (K.), Chihara (T.), Beppu (H.), Ida (C.), Kaneko (T.), Nagatsu (T.), Kuzuya (H.) - Inhibition of azoxymethane-induced aberrant crypt foci formation in rat colorectum by whole-leaf *Aloe arborescens* Miller var. *natalensis* Berger. - *Phytother. Res.*, 2001, **15**(8), 705-711.
- 29 - Shimpo (K.), Chihara (T.), Beppu (H.), Ida (C.), Hoshino (M.), Kuzuya (H.) - Inhibition of cytochrome P450 2E1 activity by freeze-dried whole-leaf *Aloe arborescens* (Kidachi aloe). - *J. Creative Approach Health*, 2002, **1**, 253-258.

- 30 - Shimpo (K.), Ida (C.), Chihara (T.), Beppu (H.), Kaneko (T.), Kuzuya (H.) - *Aloe arborescens* extract inhibits TPA-induced ear oedema, putrescine increase and tumour promotion in mouse skin. - *Phytother. Res.*, 2002, **16**(5), 491-493.
- 31 - Talmadge (J.), Chavez (J.), Jacobs (L.), Munger (C.), Chinnah (T.), Chow (J.T.), Williamson (D.), Yates (K.) - Fractionation of *Aloe vera* L. inner gel, purification and molecular profiling of activity. - *Int. Immunopharmacol.*, 2004, **4**(14), 1757-1773.
- 32 - Teradaira (R.), Shinzato (M.), Beppu (H.), Fujita (K.) - Antigastric ulcer effects in rats of *Aloe arborescens* Miller var. *natalensis* Berger extract. - *Phytother. Res.*, 1993, **7**(7), S34-S36.
- 33 - Tsuda (H.), Matsumoto (K.), Ito (M.), Hirono (I.), Kawai (K.), Beppu (H.), Fujita (K.), Nagao (M.) - Inhibitory effect of *Aloe arborescens* Miller var. *natalensis* Berger (Kidachi aloe) on induction of preneoplastic focal lesions in the rat liver. - *Phytother. Res.*, 1993, **7**(7), S43-S47.

ABSTRACT

Antibacterial activity of 5-cyanomethyl-8-hydroxyquinoline and ethanolic leaf extract of *Aloe arborescens*

5-cyanomethyl-8-hydroxyquinoline and ethanolic leaf extract of *Aloe arborescens* were tested for their antibacterial activity on five bacterial strains.

Aloe extract presented low minimal inhibitory concentrations: *Bacillus subtilis* ssp. *spizizenii* (6.10), *Staphylococcus epidermidis* (7.63), *Bacillus pumilis*, *Salmonella abony* and *Escherichia coli* (10.17 µg/ml). 5-cyanomethyl-8-hydroxyquinoline had a wide spectral effect, but in minimal inhibitory concentrations superior to that of tetracycline chlorhydrate, taken as reference antibiotic (250 versus 62.5 µg/ml for *Escherichia coli*).

Keywords: *Aloe arborescens*, antibacterial activity, 5-cyanomethyl-8-hydroxyquinoline, tetracycline chlorhydrate.
