

ACTIVITE ANTI-OXYDANTE ET ANTIMICROBIENNE D'EXTRAITS DE *CUMINUM CYMINUM L.*

S. Athamena, I. Chalghem¹, A. Kassah-Laouar², S. Laroui³ et S. Khebri⁴

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université de Batna, Algérie

¹ Laboratoire Central de Microbiologie CHU, Université de Batna, Algérie

² Laboratoire Central de Parasitologie CHU, Université de Batna, Algérie

³ Département de Médecine, Faculté de Médecine, Université de Batna, Algérie

⁴ Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Batna, Algérie

athamenasouad@yahoo.fr

(Received 9 December 2009 - Accepted 11 February 2010)

RÉSUMÉ

Le présent travail a pour objectif d'évaluer l'activité anti-oxydante par le biais de deux méthodes : la méthode de blanchissement du β -carotène et la méthode au DPPH et de tester l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion en milieu gélosé, des extraits (EBr, EAcOEt et En-BuOH) des graines de cumin.

Dans le test de blanchissement du β -carotène, l'En-BuOH du cumin a montré l'activité anti-oxydante la plus élevée (36.56%), de même dans le test au DPPH avec une activité anti-radicalaire (94.55%) plus élevée que celle du BHT (92.91%).

Les résultats de l'activité antimicrobienne ont montré l'inefficacité des extraits contre la plupart des souches testées.

Mots clés: cumin, polyphénols, activité anti-oxydante, activité antimicrobienne

ABSTRACT

This work aims at evaluating the antioxidant activity by the means of two methods: the β -carotene bleaching method and DPPH assay as well as testing the antimicrobial activity by the Agar-well diffusion method, of the extracts (EBr, EAcOEt and En-BuOH) of the seeds of cumin.

In the β -carotene bleaching test, the En-BuOH of cumin displayed highest antioxidant activity (36.56 %), well in the DPPH assay with an radical-scavenging activity (94,55%) overpassing that of the BHT (92,91%).

The results of the antimicrobial activity showed the inefficiency of the extracts against most of the tested strains.

Keywords: cumin, polyphenols, antioxidant activity, antimicrobial activity

INTRODUCTION

Les propriétés antimicrobiennes des plantes aromatiques et médicinales sont connues depuis l'antiquité. Toutefois, il aura fallu attendre le début du 20^{ème} siècle pour que

les scientifiques commencent à s'y intéresser (Yano *et al.*, 2006). Récemment, l'attention s'est portée sur les herbes et les épices comme source d'antioxydants, qui peuvent être employés pour se protéger contre les effets du stress oxydant (Mata *et al.*, 2007).

Le cumin (*Cuminum cyminum* L.) est une petite plante herbacée de la famille Ombellifères (Apiacées) (Bézanger-Beauquesne *et al.*, 1986), d'une hauteur de 30 cm (Vican, 2001), à feuilles parfumées, finement divisées, ses petites fleurs blanches ou roses en ombelles fleurissent en été (Bremness, 2002). Le cumin est utilisé généralement comme additif (Saiedirad *et al.*, 2008), mais également il a une variété de propriétés médicinales connues depuis l'antiquité telles qu'anti-oxydantes, diurétiques, astringentes et hypoglycémiantes (Dhandapani *et al.*, 2002).

Une grande partie des recherches actuelles porte sur l'étude de molécules anti-oxydantes et antimicrobiennes comme les vitamines, les caroténoïdes et les polyphénols. Il a semblé donc intéressant d'inscrire ce travail dans ce contexte de recherche. Le but de cette étude est d'évaluer l'activité anti-oxydante par le test de blanchissement du β -Carotène, l'activité anti-radicalaire par le test au DPPH et l'activité antimicrobienne par la méthode de diffusion en milieu gélosé de l'extrait brut du cumin et ses deux fractions. Cette évaluation est reliée au contenu phénolique des ces extraits.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal et préparation des extraits

L'extraction des flavonoïdes est réalisée selon le schéma présenté par Lebreton *et al.* (1967).

Les graines de cumin sont soumises à macération pendant une nuit à température ambiante, dans un mélange hydro-alcoolique méthanol-eau (7:3 V/V). Après filtration et évaporation du solvant, l'extrait brut obtenu est épuisé successivement par 2 solvants (l'acétate d'éthyle et le n- butanol). La série d'extraction a permis d'obtenir l'extrait brut hydro-méthanolique (EBr), la fraction d'acétate d'éthyle (EAcOEt), la fraction du n-butanol (En-BuOH) et la fraction aqueuse (EAq) résiduelle.

Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon la méthode citée par (Wong *et al.*, 2006).

Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) citée par (Djeridane *et al.*, 2006) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans ces extraits.

Analyse qualitative par HPLC

L'analyse qualitative des flavonoïdes est réalisée par HPLC (VP Shimadzu liquid chromatograph). Pour cela, 20 μ l de chaque extrait ont été injectés sur une colonne de

type phase inverse C18, de dimensions égales à 125 x 4.6 mm. La phase mobile est constituée de trois éluants : l'eau distillée, le méthanol et l'acide acétique (50 : 47 : 2.5) (V/V/V). Le gradient d'éluant appliqué est de type isocratique étalé sur 10 min. Le débit est de 1 ml / min (Amarowicz *et al.*, 2005). La détection a été effectuée par un détecteur UV-Vis à une longueur d'onde égale 254 nm.

Activité anti-oxydante

Test de blanchissement du β - carotène

Dans cette analyse la capacité anti-oxydante est déterminée par la mesure de l'inhibition des composés organiques volatils et les hydro-péroxydes conjugués diène résultant de l'oxydation de l'acide linoléique (Tepe *et al.*, 2006). Brièvement 2 mg de β - carotène ont été dissous dans 1 ml de chloroforme. La solution obtenue a été introduite dans un ballon contenant 2 mg d'acide linoléique et 200 mg de Tween 40.

Après évaporation du chloroforme, 100 ml d'eau distillée saturée en oxygène ont été ajoutés avec agitation vigoureuse. De cette nouvelle solution 2.5 ml sont transférés dans des tubes, et 350 μ l de chaque extrait (2g/l) et du témoin BHT sont ajoutés.

L'absorbance a été immédiatement mesurée pour le BHT à 490 nm.

D'autres lectures sont mesurées à différents intervalles de temps (2h, 4h, 6h, 12h, et 48h) (Tepe *et al.*, 2006).

L'activité anti-oxydante relative après 48 heures est calculée selon la relation suivante : $AAR = (Abs_{\text{Échantillon}} / Abs_{\text{BHT}}) \times 100$

où :

AAR : activité anti-oxydante relative ;

Abs_{Échantillon} : absorbance de l'échantillon après 48 heures ;

Abs_{BHT} : absorbance du BHT après 48 heures ;

Test au DPPH

En présence des piègeurs de radicaux libres, le DPPH \cdot (2,2 diphenyl 1 picryl hydrazyl) de couleur violette se réduit en 2,2 Diphenyl 1 picryl hydrazine de couleur jaune (Maataoui *et al.*, 2006).

L'activité du balayage du radical DPPH \cdot a été mesurée selon le protocole décrit par (Lopes-Lutz *et al.*, 2008). Dans des tubes on introduit 2.5 ml de chaque extrait (0.1mg/ml) et 1ml de la solution méthanolique au DPPH (0.3 mM), après agitation par un vortex, les tubes sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture est effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm.

Les résultats peuvent être exprimés en tant qu'activité anti-radicalaire où l'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I %) en utilisant la formule suivante :

$$\% = [1 - (Abs_{\text{Échantillon}} - Abs_{\text{Contrôle négatif}})] \times 100$$

où

% : pourcentage de l'activité anti-radicalaire ;
Abs Échantillon : absorbance de l'échantillon ;
Abs Contrôle négatif : absorbance du contrôle négatif ;

Activité antimicrobienne

L'activité antimicrobienne des extraits a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé cité par (Celiktas *et al.*, 2007) et (Sacchetti *et al.*, 2005).

Huit souches bactériennes ont été testées : (*Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Entérobacter* sp (CHN+BLSE), *Entérobacter* sp, *Serratia* sp, *Klebsiella pneumoniae* sp (BLSE) et *Streptocoque* sp) et 3 souches fongiques : (2 levures : *Candida albicans* et *Candida kefyr* et un champignon : *Aspergillus niger*).

Des colonies bien isolées ont été transférées dans des tubes contenant de l'eau distillée stérile afin d'avoir des suspensions microbiennes ayant une turbidité voisine à celle de McFarland 0.5 (106 UFC/ml). Par la suite la surface entière de la gélose (Gélose Mueller Hinton pour les bactéries non exigeantes ; Gélose Mueller Hinton qui contient 5% de sang de cheval pour les bactéries exigeantes ; Sabouraud pour les levures) a été établie par cette suspension microbienne. Pour le champignon la gélose sabouraud est inoculée par cette suspension.

Les disques stériles imprégnés de concentrations croissantes d'extraits repris avec le Dimethyl sulfoxyde (DMSO) à raison de 10 µl par disque, ont été déposés stérilement sur la surface de la gélose. Les boîtes ont été incubées 24 h à 37 °C en atmosphère normale pour les bactéries non exigeantes, et dans une atmosphère contenant 5% de CO₂ pour les bactéries exigeantes. Les levures ont été incubées pendant 48 h à 37 °C, tandis que le champignon a été incubé 10 jours à 27 °C en atmosphère normale.

L'activité antimicrobienne a été déterminée à l'aide d'une règle mesurant le diamètre de la zone d'inhibition.

Étude statistique

L'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique Graph Pad Prism.

Toutes les expériences ont été réalisées en triple. Les résultats sont exprimés en moyenne ± SD. Les résultats sont analysés par le test Anova univarié suivi du test Dunnet /Tukey pour les comparaisons multiples et la détermination des taux de signification. Les valeurs de p≤0.05 sont considérées statistiquement significatives.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Teneur en polyphénols

Toutes les plantes de la famille *Ombellifères* étudiées par (Wojdylo *et al.*, 2007) présentent une teneur très basse en polyphénols. Ceci est en accord avec les résultats présentés dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Teneur en Polyphénols des Extraits du Cumin Exprimée en Mg d'Equivalent d'Acide Gallique par Gramme d'Extrait

Extrait	Teneur en polyphénols
EBr	28.99 ± 1.67
EAcOEt	19.39 ± 1.89
En-BuOH	595.45 ± 4.54

On remarque que la teneur d'EBr ne présente pas une similitude avec celle de Ho *et al.*, (2008) : 75 ± 1 mg GAE /g. Cette différence résulte vraisemblablement du fait que le dosage par le réactif Folin-Ciocalteu n'est pas spécifique aux polyphénols, mais beaucoup de composés peuvent réagir avec ce réactif, donnant un taux phénolique apparent élevé (Tawaha *et al.*, 2007).

Le contenu phénolique d'une plante dépend d'un certain nombre de facteurs intrinsèques et extrinsèques (Falleh *et al.*, 2008).

Teneur en flavonoïdes

La raison principale pour la quelle on a choisi cette classe de polyphénols, réside dans le fait que les flavonoïdes constituent la classe polyphénolique la plus importante, avec plus de 5000 composés déjà décrits (Gomez-Caravaca *et al.*, 2006).

Les résultats du dosage des flavonoïdes sont représentés dans le Tableau 2.

TABLEAU 2

Teneur en Flavonoïdes des Extraits du Cumin Exprimée en Mg d'Equivalent de la Quercétine par Gramme d'Extrait

Extrait	Teneur en flavonoïdes
EBr	17.39 ± 2.71
EAcOEt	54.21 ± 2.82
En-BuOH	20.11 ± 5.80

D'après les résultats de Ho *et al.* (2008), l'extrait méthanolique du cumin est riche en flavonoïdes (243.1 ± 0.00 mg EC/g (équivalent de la catéchine par gramme d'extrait)) et pauvre en polyphénols (75 ± 1 mg EAG/g). On peut dire que ces résultats viennent corroborer ceux de Ho *et al.* (2008). Les teneurs rapportées par Ho *et al.* (2008) sont très élevées par rapport à ces résultats, cette différence trouve probablement son explication dans la différence du standard utilisé pour le dosage des flavonoïdes.

Bilusic Vundac *et al.* (2007) ont démontré une corrélation négative (R = -0.26) entre la teneur des polyphénols totaux de 7 espèces de *Stachys taxa* et celle des flavonoïdes. Un coefficient de corrélation (R² = 0.197) exprime l'absence d'une corrélation entre la teneur des polyphénols et des flavonoïdes des extraits du cumin.

Analyse qualitative par HPLC

Les chromatogrammes d'HPLC des standards et des différents extraits sont représentés ci-dessous.

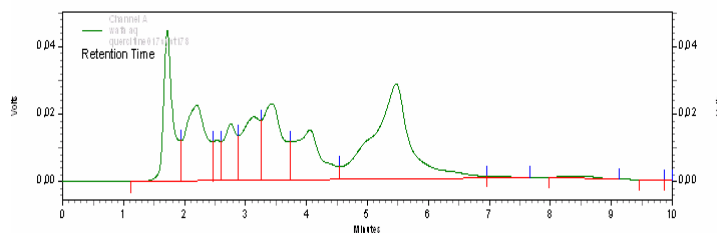


Figure 1. Chromatogramme d'HPLC d'EBr du cumin.

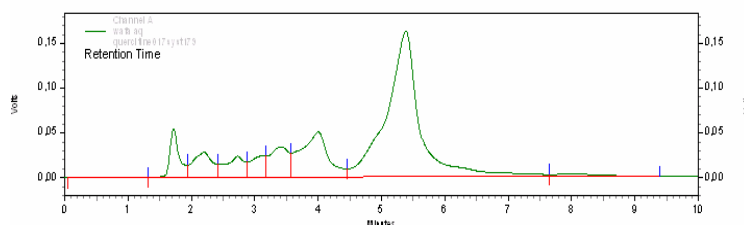


Figure 2. Chromatogramme d'HPLC d'EAcOEt du cumin.

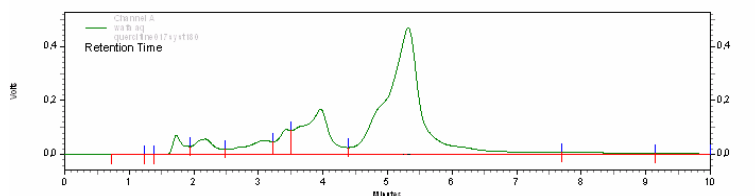


Figure 3. Chromatogramme d'HPLC d'En-BuOH du cumin.

La comparaison des temps de rétention (Tableau 3) des standards avec ceux enregistrés dans les différents chromatogrammes (Tableau 4), permet l'identification probable de certains flavonoïdes dans ces extraits (Merken & Beecher, 2000).

TABLEAU 3

Temps de Rétention des Flavonoïdes Standards

Temps de rétention (min)	Le flavonoïde standard
1.8	Quercétine
3.4	Rutine
2.0	Catéchine

TABLEAU 4

Temps de Réention des Flavonoïdes Présents dans les Extraits du Cumin

Temps de réention (min)			Le flavonoïde probable
EBr	EAcOEt	En-BuOH	
1.7	0.8	0.9	-
2.2	1.7	1.3	-
2.5	2.2	1.7	-
2.7	2.7	2.1	-
3.1	3.1	3.0	-
3.4	3.4	3.4	Présence de la rutine
4.0	4.0	3.9	-
5.4	5.3	5.3	-
6.9	8.0	7.9	-
8.5		9.4	
9.5			
9.8			

Les résultats montrent la présence de la rutine et l'absence de la quercétine et la catéchine dans les 3 extraits du cumin.

Activité anti-oxydante

Test de blanchissement du β-carotène

Le changement d'absorbance à différents intervalles de temps (Figure 4) du β-carotène a montré que l'En-BuOH du cumin semble être le meilleur inhibiteur d'oxydation de l'acide linoléique.

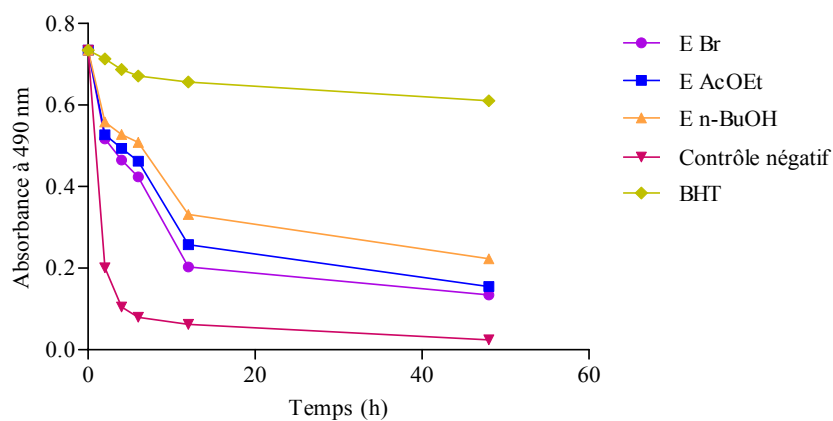
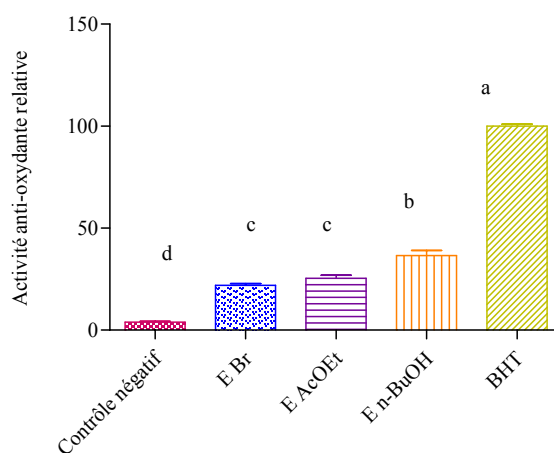


Figure 4. Changement d'absorbance du β - carotène à 490 nm en présence des extraits du cumin, BHT et le contrôle négatif.

Les résultats (Figure 5) ont indiqué que les extraits du cumin ainsi que le BHT inhibent d'une manière significative ($P < 0.001$) l'oxydation couplée de l'acide linoléique β -carotène par rapport au contrôle négatif. L'inhibition la plus élevée a été fournie par l'En-BuOH (36.56%) suivie par l'EAcOEt (25.41%) et en dernier lieu par l'EBr (21.97%). Ces deux derniers ne présentent pas une différence significative dans leur activité ($P < 0.05$).

Malgré cette inhibition l'activité des trois extraits du cumin reste significativement inférieure ($P < 0.001$) par rapport au contrôle positif BHT.



Les barres avec des lettres différentes indiquent des activités significativement différentes ($P < 0.05$).

Figure 5. Activité anti-oxydante relative des extraits du cumin, BHT et le contrôle négatif.

On constate aussi que les extraits de la plante se sont avérés des antioxydants modestes, par rapport aux données de la littérature, ce résultat est probablement dû à la haute spécificité de l'essai du blanchissement du β -carotène pour les composés lipophiles (Gachkar *et al.*, 2007).

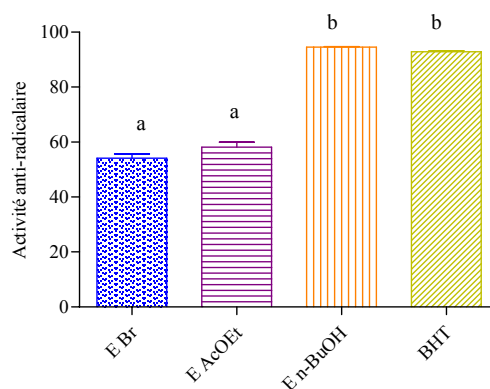
Le coefficient de corrélation entre la teneur des extraits du cumin en polyphénols et l'activité anti-oxydante est fortement significatif ($R^2 = 0.816$), indiquant que 81% de la capacité anti-oxydante d'extraits, est due à la contribution des composés phénoliques et qu'ils sont les antioxydants dominants dans ces extraits. Ces résultats sont conformes aux résultats de certains groupes de recherche, qui ont rapporté une telle corrélation positive entre le contenu phénolique total et l'activité anti-oxydante (Wong *et al.*, 2006 ; Tawaha *et al.*, 2007 ; Turkmen *et al.*, 2007 ; Wojdylo *et al.*, 2007 ; Djeridane *et al.*, 2006).

Le niveau de corrélation entre le contenu phénolique et l'activité anti-oxydante est un aspect intéressant, mais il faut prendre en considération que les composés phénoliques répondent différemment dans l'analyse, selon le nombre de groupes phénoliques et que les composés phénoliques totaux n'incorporent pas nécessairement tous les antioxydants qui peuvent être présents dans un extrait (Tawaha *et al.*, 2007).

Test au DPPH

Les résultats exprimés en tant que pourcentage de l'activité anti-radicalaire (Figure 6), révèlent que tous les extraits testés ainsi que le BHT pris comme référence sont des anti-radicalaires. L'En-BuOH du cumin a présenté l'activité anti-radicalaire la plus élevée (94.55%), suivie par l'EAcOEt (58.11%) et en dernier l'EBr (54.16%). Ces deux derniers ne présentent pas une différence significative dans leur activité ($P < 0.05$).

L'activité anti-radicalaire de l'EAcOEt et de l'EBr du cumin reste significativement inférieure ($P < 0.001$) par rapport au contrôle positif BHT (92.91%).



Les barres avec des lettres différentes indiquent des activités significativement différentes ($P < 0.05$).

Figure 6. Activité anti-radicalaire des extraits du cumin et le BHT.

On constate que L'En-BuOH a présenté une activité plus élevée que celle du contrôle positif (BHT). Cette activité pourrait être liée à sa richesse en polyphénols.

La teneur des polyphénols totaux des extraits du cumin s'est corrélée significativement ($R^2 = 0.977$) avec leurs activités anti-radicalaires. Ces résultats corroborent ceux déjà mentionnés auparavant (Wong *et al.*, 2006; Tawaha *et al.*, 2007; Turkmen *et al.*, 2007; Wojdylo *et al.*, 2007; Djeridane *et al.*, 2006).

Selon (Turkmen *et al.*, 2007) les polyphénols semblent être des donateurs efficaces d'hydrogène au radical DPPH, en raison de leur chimie structurale idéale.

Les autres composés phénoliques mineurs ne devraient pas être négligés, par ce que la synergie entre les différents produits chimiques devrait être prise en considération dans l'activité biologique (Bourgou *et al.*, 2008).

Hinneburg *et al.* (2006) ont constaté que l'hydrodistillat du cumin a une activité anti-oxydante, qui varie selon le type d'essai utilisé. De même, Gachkar *et al.* (2007) ont constaté aussi que l'activité anti-oxydante diffère selon le test utilisé. L'huile essentielle du romarin est meilleure que celle du cumin dans le balayage du radical libre DPPH, tandis que celle du cumin est meilleure dans l'essai de blanchissement du β - carotène. L'activité est

meilleure pour les deux types d'huiles dans le test de blanchissement du β - carotène. Cette hiérarchie observée dans l'activité anti-oxydante a été également constatée dans ces résultats qui révèlent une meilleure activité anti-oxydante de tous les extraits dans le test au DPPH. Le test au DPPH est simple, très rapide, et indépendant de la polarité des échantillons (Kartal *et al.*, 2007) ce qui peut expliquer cette hiérarchie.

Activité antimicrobienne

Pour l'évaluation du potentiel antimicrobien de ces extraits, on a préféré de les tester contre plusieurs cibles, car chacune d'elles possède des structures cellulaires et un métabolisme particulier. Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous montrent que :

L'EAcOEt et l'En-BuOH du cumin se sont avérés inactifs contre l'ensemble des souches testées, seul l'EBr est actif contre *Staphylococcus aureus* ATCC.

TABLEAU 5

Diamètre de la Zone d'Inhibition de l'EBr du Cumin

Les souches bactériennes	Diamètre de la zone d'inhibition *(mm)			
	les dilutions de l'EBr du cumin			
	1/4	1/8	1/16	1/32
<i>Escherichia coli</i> ATCC	-	-	-	-
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC	-	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC	16.33 ± 0.58	14.33 ± 0.58	12.67 ± 0.58	9.67 ± 1.53
<i>Entérobacter</i> sp	-	-	-	-
<i>Entérobacter</i> sp BLSE+CHN	-	-	-	-
<i>Klebsiella pneumoniae</i> BLSE	-	-	-	-
<i>Serratia</i> sp	-	-	-	-
<i>Streptocoque</i> sp	-	-	-	-

L'hypersensibilité de la souche *Staphylococcus aureus* ATCC peut s'expliquer par la probabilité de la sensibilité des bactéries Gram (+) aux changements environnementaux externes, tels que la température, le pH, et les extraits naturels due à l'absence de la membrane externe (Balentine *et al.*, 2006).

Streptocoque sp une bactérie Gram (+), s'est révélée résistante aux extraits testés.

Certaines études ne révèlent aucune activité antimicrobienne sélective vis-à-vis les bactéries Gram (+) ou Gram (-) (Guesmi & Boudabous, 2006). La résistance de la souche *Streptocoque* sp peut être attribuée à la capacité de l'agent antibactérien de diffuser uniformément dans l'agar (Hayouni *et al.*, 2007).

La méthode utilisée pour l'évaluation de l'activité antibactérienne influe aussi sur les résultats. (Natarajan *et al.*, 2005) et (Fazeli *et al.*, 2007) ont constaté que la méthode de diffusion à partir des puits sur gélose est plus adaptée pour étudier l'activité des extraits aqueux et organiques de l'*Euphorbia fusiformis* et hydro-éthanoliques de *Rhus coriaria* et *Zataria multiflora*, que la méthode de diffusion en milieu gélosé.

Les polyphénols, tels que les tannins et les flavonoïdes comme l'épigallocatechine, la catéchine, la myricétine, la quercétine, (Shan *et al.*, 2007) et lutéoline (Askun *et al.*, 2009) sont des substances antibactériennes importantes. L'HPLC a révélé l'absence, dans tous les extraits, de la quercétine et de la catéchine deux flavonoïdes doués d'activité antibactérienne; ce qui peut expliquer l'inefficacité des extraits de cette plante.

On a constaté qu'il n'ya pas une corrélation entre le contenu phénolique de l'EBr du cumin et l'activité antibactérienne ($R^2 = 0.323$). Des résultats similaires ($R^2 = 0.00$) ont été obtenus par (Turkmen *et al.*, 2007) lors de l'évaluation de l'activité antibactérienne des extraits de thé.

Les résultats de (Mohsen & Ammar, 2009) ont prouvé que l'éthanol était le meilleur solvant pour l'extraction des composés phénoliques, suivi du méthanol et finalement par l'eau ce qui pourrait expliquer la différence mentionnée ci-après.

Les résultats de (Ertürk, 2006) révèlent que l'extrait éthanolique du cumin est actif contre *Escherichia coli* ATCC, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC, par rapport à l'extrait brut hydro-méthanolique (EBr) du cumin.

Les résultats de l'activité antifongique ont révélé l'inefficacité de tous les extraits contre l'ensemble des souches testées. Par conséquent, les résultats de (Ertürk, 2006), ont démontré des zones d'inhibition de 15 à 14 mm de l'extrait éthanolique du cumin respectivement vis-à-vis d'*Aspergillus niger* et *Candida albicans*, ce qui indique que l'activité antifongique dépend du solvant utilisé pour l'extraction.

CONCLUSION

Les résultats du test de décoloration du β -carotène ont montré une activité inhibitrice de l'oxydation couplée de l'acide linoléique β -carotène pour l'ensemble des extraits du cumin, cette activité reste significativement inférieure à celle du contrôle positif.

Les résultats du test au DPPH ont révélé que les extraits du cumin présentent des activités anti-radicalaires très importantes; toutefois, l'activité de l'En-BuOH est plus élevée que celle du BHT. Les résultats obtenus sont liés directement à la diversité quantitative et/ou qualitative des composés présents dans les extraits du cumin.

Cette étude contribue à la connaissance des potentiels antioxydants et antimicrobiens du cumin *in vitro*, il serait également intéressant de réaliser d'autres études pour évaluer le potentiel antioxydant *in vitro*.

REFERENCES

- Amarowicz, R., Troszynska, A., Shahidi, F. 2005. Antioxidant activity of almond seed extract and its fractions. *J. Food Lipids*, 12: 344-358.
- Askun, T., Tumen, G., Satil, F., Ates, M. 2009. *In vitro* activity of methanol extracts of plants used as spices against *Mycobacterium tuberculosis* and other bacteria. *Food Chem.*, 116: 289-294.

- Balentine, C.W., Crandall, P.G., O'Bryan, C.A., Duong, D.Q., Pohlman, F.W. 2006. The pre- and post-grinding application of rosemary and its effects on lipid oxidation and color during storage of ground beef. *Meat Science*, 73: 413-421.
- Bézanger-Beauquesne, L., Pinkas, M., Torck, M. 1986. *Les plantes dans la thérapeutique moderne*. 2ème édition, Maloine (éd.), Paris., 469 p.
- Bilusic Vundac, V., Brantner, A.H., Plazibat, M. 2007. Content of polyphenolic constituents and antioxidant activity of some *Stachys taxa*. *Food Chem.*, (in press).
- Bourgou, S., Ksouri, R., Bellila, A., Skandrani, I., Falleh, H., Marzouk, B. 2008. Phenolic composition and biological activities of Tunisian *Nigella sativa* L. shoots and roots. *C. R. Biologies*, 331: 48-55.
- Bremness, L. 2002. *Plantes aromatiques et médicinales*. Bordas (éd.), Paris, 303 p.
- Celiktas, O.Y., Hames Kocabas, E.E., Bedir, E., Vardar Sukan, F., Ozek, T., Baser, K.H.C. 2007. Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. *Food Chem.*, 100: 553-559.
- Dhandapani, S., Subramanian, V.R., Rajagopal, S., Namasivayam, N. 2002. Hypolipidemic effect of *Cuminum cyminum* L. on alloxan-induced diabetic rats. *Pharmacological Research*, 46: 251-255.
- Djeridane, A., Yous, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.*, 97: 654-660.
- Ertürk, Ö. 2006. Antibacterial and antifungal activity of ethanolic extracts from eleven spice plants. *Biologia Bratislava*, 61: 275-278.
- Falleh, H., Ksouri, R., Chaieb, K., Karray-Bourouai, N., Trabelsi, N., Boulaaba, M., Abdely, C. 2008. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C. R. Biologies*, 331: 372-379.
- Fazeli, M. R., Amin, G., Ahmadian-Attari, M. M., Ashtiani, H., Jamalifar, H., Samadi, N. 2007. Antimicrobial activities of Iranian sumac and avishan-e shirazi (*Zataria multiflora*) against some food-borne bacteria. *Food Control*, 18: 646-649.
- Gachkar, L., Yadegari, D., Rezaei, M.B., Taghizadeh, M., Astaneh S.A., Rasooli, I. 2007. Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. *Food Chem.*, 102: 898-904.
- Guesmi, A., Boudabous, A. 2006. Activité antimicrobienne de cinq huiles essentielles associées dans les produits de thalassothérapie. *Revue des Régions Arides*, numéro spécial, p. 224-230.
- Gomez-Caravaca, A.M., Gomez-Romero, M., Arraez-Roman, D., Segura-Carretero, A., Fernandez-Gutierrez, A. 2006. Advances in the analysis of phenolic compounds in products derived from bees. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 1220-1234.
- Hayouni, E.A., Abedrabba, M., Bouix, M., Hamdi, M. 2007. The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities *in vitro* of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chem.*, (in press).
- Hinneburg, I., Dorman, H.J.D., Hiltunen, R. 2006. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem.*, 97: 122-129.
- Ho, S.C., Tsai, T.H., Tsai, P.J., Lin, C.C. 2008. Protective capacities of certain spices against peroxynitrite-mediated biomolecular damage. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 920-928.

- Kartal, N., Sokmen, M., Tepe, B., Daferera, D., Polissiou, M., Sokmen, A. 2007. Investigation of the antioxidant properties of *Ferula orientalis* L. using a suitable extraction procedure. *Food Chem.*, 100: 584-589.
- Lebreton, P., Jay, M., Voirin, B. 1967. Sur l'analyse qualitative et quantitative des flavonoïdes. *Chim. Anal. Fr.*, 49(7): 375-383.
- Lopes-Lutz, D., S. Alviano, D., S. Alviano, C., P. Kolodziejczyk, P. 2008. Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. *Phytochemistry*, 69 :1732-1738.
- 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.
- Mata, A.T., Proenc, C., Ferreira, A.R., Serralheiro, M.L.M., Nogueira, J.M.F., Araujo, M.E.M. 2007. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of five plants used as Portuguese food spices. *Food Chem.*, 103: 778-786.
- Merken, H.M., Beecher, G.R. 2000. Liquid chromatographic method for the separation and quantification of prominent flavonoid aglycones. *J. Chromatography A*, 897: 177-184.
- Mohsen, S.M., Ammar, A.S.M. 2009. Total phenolic contents and antioxidant activity of corn tassel extracts. *Food Chem.*, 112: 595-598.
- Natarajan, D., John Britto, S., Srinivasan, K., Nagamurugan, N., Mohanasundari, C., Perumal, G. 2005. Anti-bacterial activity of *Euphorbia fusiformis*-A rare medicinal herb. *J. Ethnopharmacol.*, 102: 123-126.
- Sacchetti, G., Maietti, S., Muzzoli, M., Scaglianti, M., Manfredini, S., Radice, M., Bruni, R. 2005. Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food Chem.*, 91: 621-632.
- Saiedirad, M.H., Tabatabaeifar, A., Borghei, A., Mirsalehi, M., Badii, F., Ghasemi Varnamkhasti, M. 2008. Effects of moisture content, seed size, loading rate and seed orientation on force and energy required for fracturing cumin seed (*Cuminum cyminum* Linn.) under quasi-static loading. *J. Food Engineering*, 86: 565-572.
- Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, J.D., Corke, H. 2007. The *in vitro* antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts. *International J. Food Microbiology*, 117: 112-119.
- Tawaha, K., Alali, F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., El-Elimat, T. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem.*, (in press).
- Tepe, B., Sokmen, M., Akpulat, H.A., Sokmen, A. 2006. Screening of the antioxidant potentials of six *Salvia* species from Turkey. *Food Chem.*, 95: 200-204.
- Turkmen, N., Velioglu, Y. S, Sari, F., Polat, G. 2007. Effect of extraction conditions on measured total polyphenol contents and antioxidant and antibacterial activities of black tea. *Molecules*, 12: 484-496.
- Vican, P. 2001. *Encyclopédie des plantes médicinales*. Larousse (éd.), Paris, 355p.
- Wojdylo, A., Oszmianski, J., Czemerys, R. 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. *Food Chem.*, 105: 940-949.
- Wong, C.C., Li, H.B., Cheng, K.W., Chen, F. 2006. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem.*, 97: 705-711.
- Yano, Y., Satomi, M., Oikawa, H. 2006. Antimicrobial effect of spices and herbs on *Vibrio parahaemolyticus*. *International J. Food Microbiology*, 111: 6-11.