RESEARCH PAPER

Etude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf

R. Mghezzi Habellah[1], S. Karoune[2*], M.S.A. Kechebar[2], H. Bounab[1]

1. Département des sciences de la matière, chimie pharmaceutique. Université Mohamed Khider Biskra, Algérie.
2. Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Biskra, Algérie.

Received 17 May 2016; Revised 03 Jun 2016; Accepted 11 Jun 2016

Résumé

Les antioxydants font l'objet de nombreux travaux car, leur utilisation comme des conservateurs dans les denrées alimentaires en remplaçant les antioxydants de synthèse, ils interviennent dans le traitement de nombreuses maladies. A travers ce travail, nous nous sommes intéressés à l'étude des composés phénoliques et des activités antioxydantes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. La première partie de cette étude concerne l'extraction et la quantification des polyphénols totaux, des flavonoïdes et des tannins condensée par le réactif du Folin-Ciocaleu, par le trichlorure d'aluminium et par le test de vanilline respectivement. La deuxième partie est l'étude des activités antioxydantes des extraits de cette plante en utilisant deux tests in-votro : la capacité antioxydante totale et le piégeage du radical DPPH. Les résultats obtenus montrent que l'extrait éthanolique des feuilles exhibe une richesse importante en composés phénoliques avec des teneurs de 133.89 mg EAG/gMS pour les polyphénols totaux, 64.61 mg EC/gMS pour les flavonoïdes et 0.98 mg EC/gMS pour les tanins condensés. L'évaluation des activités antioxydantes montre que les extraits des organes étudiés présentent des propriétés antioxydantes variables. Pour le test de l'activité antioxydante totale, l'extrait éthanolique des feuilles donne le meilleur résultat avec 68,66 mg EAG/gMS tandis que pour le test DPPH c'est l'extrait aqueux de l'écorce qui est le plus actif avec une CI_{50} de 93.51 µg/ml.

Mots-clés: *Acacia ehrenbergina,* activité antioxydante, polyphénols, DPPH, extraction.

Study of phenolic compounds and antioxidant activities of Acacia ehrenbergiana in the region of Tindouf

Abstract

Antioxidants are widely studied for their use as preservatives in foods by replacing synthetic antioxidants and they are involved in the treatment of many diseases. Through this work, we were interested in the study of phenolic compounds and antioxidant activity of Acacia ehrenbergiana in Tindouf area. The first part of this study relates to the extraction and quantification of total polyphenols, flavonoids and condensed tannins by Folin-Ciocaleu reagent, aluminum trichloride and the vanillin test respectively. The second part is the study of the antioxidant activity of extracts of this plant using two tests in-votro: total antioxidant capacity and Scavenging ability on DPPH radical. Results showed that ethanol extract of leaves exhibited significant concentration in phenolic compounds with values of 133.89 mg GAE / g DW for total polyphenols, 64.61 mg CE / g DW for flavonoids and 0.98 mg CE / g DW for condensed tannins. Evaluation of antioxidant activity showed that extracts of the studied organs have various antioxidant properties. For total antioxidant activity, the ethanol extract of leaves shows the best result with 68.66 mg GAE / g DW while for the DPPH test, the aqueous extract of bark is the most active one with an IC_{50} of 93.51 µg / ml.

Keywords: Acacia ehrenbergiana*, antioxidant activity, polyphenols, DPPH, extraction.*

Corresponding author

Samira Karoune
Email: karounesamira@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps, les hommes se sont soignés avec les plantes qu'ils avaient à leur disposition contre les maladies bénignes, rhume ou toux, ou plus sérieuses, telles que la tuberculose ou la malaria. Ni le hasard, ni la superstition qui ont guidé la médecine traditionnelle à employer une plante plutôt qu'une autre. Certainement, c'est l'expérience où les gents apprécient les vertus apaisantes et analgésiques des plantes. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé humaine (Iserin, 2001).

Actuellement, la société scientifique, biologiste et chimiste, met en évidence le rôle tragique du processus oxydatif incontrôlable induit par les espèces réactives oxygénées (ERO). Ces oxydants sont à l'origine directe de différents états pathologiques tels que le vieillissement et le cancer et indirecte sur la peroxydation des lipides des denrées alimentaires. Quelque soit le cas, le risque est aggravé avec l'accumulation de ces molécules dans l'organisme en aboutissant à une chaîne réactionnelle radicalaire qui dégrade les molécules vitales biologiques à savoir l'ADN, les lipides, les protéines et les glucides. En appuyant sur cette vision, un renouveau de la phytothérapie vers cette vague verte qui produit une foule des antioxydants afin de contrer et piéger ces oxydants.

En effet, les antioxydants naturels font l'objet de nombreuses recherches et une nouvelle haleine vers l'exploitation des métabolites secondaires d'une manière générale et les polyphénols en particulier, tant dans la santé et vis-à-vis des maladies pernicieuses (cancer) que dans l'industrie agro-alimentaire. Ces composés, qui sont représentés par la famille des flavonoïdes, sont largement recherchés pour leurs propriétés biologiques : antioxydantes, anti-inflammatoires, antiallergiques et anti-carcinogènes. Notant que l'efficacité puissante de ces substances à stopper les réactions radicalaires en neutralisant les radicaux libres est due principalement à leurs structures phénoliques avec la présence des groupements hydroxyles.

Pour cela, les progrès dans le domaine des antioxydants s'est accentués, d'où le grand nombre de plantes médicinales disponibles commercialement avec près de 1800 espèces aux Etats-Unis (Small et Catling, 2000). Entre 1940 et 2002, 40 % des médicaments anticancéreux étaient des produits naturels et leurs dérivés, par contre seulement 8 % sont synthétiques et mme imités de ces produits (Newman et al., 2003).

L'Algérie possède une flore végétale riche et diversifiée. Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal, se trouve l'espèce *Acacia ehrenbergiana*. Cette dernière est largement distribuée surtout dans les régions arides. De nombreuses espèces du genre Acacia sont utilisées en médecine traditionnelle parce qu'elles renferment plusieurs molécules douées d'activités thérapeutiques et largement utilisées comme anti-inflammatoires et diurétiques.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Echantillonnage

Pour ce fait nous avons adopté un échantillonnage systématique selon un réseau systématique de petites surfaces régulièrement espacées. Au niveau de la région de Tindouf qui est caractérisée par un étage climatique saharien à hiver frais. L'échantillonnage des différents organes de l'*Acacia ehrenbergiana* a été effectué au Nord-ouest de la wilaya de Tindouf à une altitude voisine de 900m dans une légère dépression allongée au « Chabet » au milieu de l'importante « Hammada ». Nous avons collecté des feuilles à partir des arbres d'*Acacia ehrenbergiana* qui semblent les plus représentatifs de la station. La collecte a été faite sur le houppier sur trois niveaux de l'arbre (en bas, au milieu et en haut) en tenant compte du facteur exposition. Cette méthode permet d'homogénéiser les échantillons d'un mme périmètre pour qu'ils soient représentatifs. Idem pour l'écorce où nous avons collecté des échantillons sur les mmes arbres (sur lesquels nous avons collecté les feuilles) afin d'homogénéiser les résultats obtenus.

Le choix de l'*Acacia ehrenbergiana* est basé sur une enqute ethnopharmacologique auprès de la population ayant connaissance de son usage en médecine traditionnelle pour les tres humains et mme pour certains animaux.

2.2. Préparation des échantillons

Les différents organes de l'*Acacia ehrenbergiana* ont fait l'objet de plusieurs manipulations pour leur préparation à savoir : séchage, broyage, extraction et conservation. Les échantillons collectés (feuilles et écorce) ont été séchés à l'ombre, à l'abri de l'humidité et à une température ambiante pendant 10 jours.

Après séchage, le broyage des échantillons (feuilles et écorce) est fait à l'aide d'un broyeur à lames afin d'obtenir une poudre végétale fine à travers un tamis de 1mm.

L'extraction est de type successive ou par épuisement à l'aide d'un soxhlet en faisant passer quatre solvant de polarité croissante : hexane (polarité = 0.0), chloroforme (polarité = 4.4), éthanol (polarité = 5.2) et enfin l'eau étant considéré comme le solvant le plus polaire. 20g de poudre fine d'*Acacia ehrenbergiana* sont placés dans une cartouche en présence de 200 ml de solvant. L'extraction est faite à la température d'ébullition du solvant et dure 24 heures au bout desquelles l'extrait est récupéré et conservé à l'obscurité à 4°C jusqu'à analyse.

2.3. Dosage des composés phénoliques

2.3.1. Détermination des polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols se fait avec le réactif Folin-Ciocalteu qui en milieu alcalin se réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols (Dewanto et al., 2002). Une prise de 125 µl de l'extrait est mélangée avec 500 µl d'eau distillée et 125 µl du réactif Folin-Ciocalteu. Après une agitation vigoureuse du mélange suivie d'un repos de 3 minutes, une prise de 1250 µl de CO_3(Na) 2 à 7 % est additionnée. Enfin le mélange obtenu est ajusté par de l'eau distillée à 3 ml. Après un repos de 90 minutes à l'obscurité, la lecture de l'absorbance est effectuée à une longueur d'onde de 760 nm. La gamme étalon est préparée avec de l'acide gallique à des concentrations variables de 50, 100, 200, 300, 400, 500 mg/l. Les teneurs en polyphénols sont exprimées en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.3.2. Détermination des flavonoïdes totaux

Les flavonoïdes totaux sont dosés par une méthode colorimétrique selon Dewanto et al. (2002). Une prise de 250 µl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 75 µl NaNO2 (5 %). Après un repos de 6 minutes, 150 µl de AlCl3,6H2O (10 %) fraîchement préparé sont ajoutés, après 5 minutes 500 µl NaOH (1M) sont additionnés au mélange. Finalement, le mélange est ajusté à 2.5 ml avec de l'eau distillée. La lecture de l'absorbance est faite à 510 nm. La gamme étalon est préparée avec la catéchine à des concentrations croissantes allant de 50 à 500 mg/l. Les teneurs en flavonoïdes sont exprimées en mg d'équivalent catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

2.3.3. Détermination des tanins condensés

En présence d'acide sulfurique concentré, les tanins condensés se dépolymérisent et par réaction avec la vanilline se transforment en anthocyanidols de couleur rouge spécifique, mesurable par spectrophotométrie (Sun et al., 1998). Une prise de 50 µl de l'extrait convenablement dilué est mélangée avec 3 ml de vanilline (4 %), puis additionnés de 1.5 ml de HCl concentré. Après 15 minutes de repos, l'absorbance est mesurée à 500 nm. La gamme étalon est préparée avec de la catéchine à des concentrations allant de 50 à 600 mg/l. Les teneurs en tanins condensés sont exprimées comme pour les flavonoïdes en mg équivalent catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS).

2.4. Tests in-vitro de l'activité antioxydante

2.4.1. Estimation de l'activité antioxydante totale

L'activité antiradicalaire ou antioxydante repose sur la détermination d'une concentration conférant l'efficacité à un extrait donné. Cette méthode quantitative consiste à réduire les ions Mo^{6+} en Mo^{5+} par les extraits de la plante ainsi que la formation du complexe (phosphate/ Mo 5+) de couleur verte à un pH acide (Prieto et al., 1999). Une prise de 200 µl d'extrait de plante est ajoutée à 2 ml de la solution à pH acide contenant de l'acide sulfurique (H_2SO_4 ; 0.6M), du phosphate de sodium (NaH_2PO_4, H_2O; 28 mM) et de l'heptamolybdate d'ammonium ($(NH_4)6MO_7O_{24},4H_2O$; 4mM). Le mélange est ensuite incubé à 95°C pendant 90 min. Après refroidissement à la température ambiante, l'absorbance est mesurée à 695nm. L'activité antioxydante totale est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS).

2.4.2. Mesure de l'activité antiradicalaire (test DPPH)

L'activité antiradicalaire est mesurée par la dégradation du DPPH : 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl, qui est un radical synthétique présentant une intense coloration violette. La couche électronique de ce radical est saturée en contact d'antioxydants, ce qui explique la disparition de sa coloration. Cette décoloration explique le pouvoir de l'extrait de la plante à piéger ce radical, qu'on peut détecter par un spectrophotomètre-UV. L'estimation de cette activité antiradicalaire est mesurée selon la méthode de Hanato et al. (1988). Un aliquote de 1ml de l'extrait à différentes concentrations, est mélangé avec 250 µl d'une solution de DPPH (0.2 mM). Après agitation vigoureuse du mélange, il est conservé au repos pendant 30 min à l'obscurité. L'absorbance est mesurée à 517 nm à

l'aide d'un spectrophotométre-UV visible, en se référant à un témoin sans extrait. L'activité antiradicalaire est estimée en pourcentage d'inhibition grce à la formule suivante :

$$PI = (DO_{témoin} - DO_{extrait} / DO_{témoin})*100$$

PI : pourcentage d'inhibition.

$DO_{témoin}$: absorbance du témoin.

$DO_{extrait}$: absorbance de l'extrait.

La réalisation de la cinétique de cette activité a permis de déterminer les concentrations qui correspondent à 50 % d'inhibition (CI_{50}) ; la valeur de la CI_{50} la plus faible correspond à l'efficacité de l'extrait la plus élevée. La valeur de la CI50 est exprimée en µg/ml (3 répétitions pour chaque concentration).

2.4. Analyse statistique

Toutes les analyses ont été effectuées en trois répétitions. Les résultats sont exprimés en moyenne ± écart-type. Les données sont analysées statistiquement en utilisant le logiciel statistique Minitab 2000. Le test indépendant « ***t*** » a été utilisé pour la comparaison des moyennes entre les groupes. L'analyse de la variance à un facteur contrôlé (ANOVA) et le test de la différence significative de ***Tukey*** ont été utilisés pour comparer les moyennes des groupes. Le niveau de signification est fixé à $p < 0.05$.

3. RESULTATS

3.1. Quantification des composés phénoliques

3.1.1. Quantification des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en milligrammes équivalent acide gallique par gramme de la matière sèche (mg EAG/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à une longueur d'onde de 760 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01.

D'une manière générale, l'estimation de la teneur en polyphénols totaux en utilisant le réactif du Folin Ciocalteu indique que les feuilles et l'écorce de l'*Acacia ehrenbergiana* sont riches en ces molécules, cependant une variabilité intra-spécifique liée à l'organe a été notée. Les résultats obtenus indiquent que les teneurs en polyphénols totaux de l'extrait chloroformique sont très faibles et sont de l'ordre de 10.95 et 4.55 mg EAG/g MS respectivement pour les feuilles et l'écorce. L'analyse statistique a révélé que la différence dans les teneurs en polyphénols totaux entre les deux organes est significative au seuil 5%. Concernant l'extrait éthanolique, les résultats indiquent une variabilité très importante intra-spécifique en fonction de l'organe. Cet extrait, exhibe les valeurs les plus importantes surtout au niveau des feuilles où nous avons enregistré une concentration en polyphénols totaux de l'ordre de 133.89 mg EAG/g MS, cependant l'écorce ne renferme que 36.27 mg EAG/g MS. La fraction aqueuse est placée en deuxième position, après l'extrait éthanolique en matière de concentration en polyphénols totaux, où nous avons enregistré des valeurs de 53.17 mg EAG/g MS pour les feuilles et 45.44 mg EAG/g MS pour l'écorce. Statistiquement cette variabilité intra-spécifique liée à l'organe est significative au seuil 5%.

3.1.2. Quantification des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en mg d'équivalents catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 510 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01. Comme pour les polyphénols, l'extrait chloroformique exhibe les teneurs les plus faibles en flavonoïdes, ces valeurs sont de l'ordre de 2.35 mg EC/g MS pour les feuilles et de 1.6 mg EC/g MS pour l'écorce. L'analyse statistique n'a révélé aucune variabilité significative entre les deux organes pour cet extrait. Concernant l'extrait éthanolique, il présente les valeurs les plus importantes avec une concentration en flavonoïdes égale à 64.61 mg EC/g MS pour les feuilles, tandis que l'écorce ne renferme que 11.25 mg EC/g MS. L'analyse de la variance a révélé que la variabilité intra-spécifique liée à l'organe est significative au seuil 5%.

3.1.3. Quantification des tanins condensés

La teneur en tanins condensés de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en mg d'équivalents catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 500 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 01. Les résultats des teneurs en tanins condensés ne suivent pas les mmes tendances enregistrées pour les polyphénols totaux et les flavonoïdes. Nous constatons que la teneur la plus élevée en tanins condensés est enregistrée pour l'extrait aqueux

de l'écorce avec une concentration de 2.35 mg EC/g MS. L'extrait éthanolique de l'écorce renferme aussi une quantité importante en tanins qui est de l'ordre de 1.19 mg EC/g MS, cette teneur n'est statistiquement pas différente de celle enregistrée pour les feuilles de la mme fraction.

3.2. Evaluation du pouvoir antioxydant

3.2.1. Capacité antioxydante totale

La teneur en composés phénoliques de chaque extrait a été calculée à partir de la courbe d'étalonnage et exprimée en milligrammes d'équivalent acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/g MS), la mesure de la densité optique a été effectuée à la longueur d'onde de 695 nm. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 02.

Pour l'extrait chloroformique, les valeurs de l'activité antioxydante totale sont très faibles et sont de l'ordre de 0.45 mg EAG/g MS pour les feuilles et 0.32 mg EAG/g MS pour l'écorce. Selon l'analyse statistique, il n'existe pas de variabilité intra-spécifique liée à l'organe pour cette fraction. Concernant l'extrait éthanolique, il donne des résultats très appréciables où nous avons noté des valeurs de 68.67 et 35.34 mg EAG/g MS pour les feuilles et l'écorce respectivement. Pour cet extrait la variabilité intra-spécifique est significative entre les deux organes où les feuilles de l'extrait éthanolique donnent le meilleur résultat sur l'ensemble des fractions étudiées. De mme pour l'extrait aqueux, l'activité antioxydante totale enregistrée pour les deux organes est très appréciable. Les feuilles et l'écorce exhibent respectivement des activités totales de l'ordre de 40.5 et 45.24 mg EAG/g MS. L'analyse de la variance a révélé une variabilité intra-spécifique liée à l'organe où l'écorce enregistre la meilleure valeur pour cette fraction.

3.2.2. Capacité de piégeage du radical libre DPPH

A l'instar de la teneur en composés phénoliques et l'activité antioxydante totale, les résultats de l'activité antiradicalaire mettent en évidence une variabilité entre les extraits des feuilles et écorce. A des fins comparatives, les deux organes (feuille et écorce) de l'*Acacia ehrenbergiana*, ont montré une activité antiradicalaire avec des CI_{50} différentes (tableau 02). Pour les feuilles, la fraction éthanolique est la plus active avec une CI_{50} de l'ordre de 113.63 µg/ml suivie par l'extrait aqueux avec une valeur de 116.56 µg/ml et en dernier, l'extrait chlorofrmique qui est le moins actif avec une CI_{50} de l'ordre de 140.95 µg/ml. Pour l'écorce, la fraction aqueuse est la plus active avec une CI_{50} de l'ordre de 93.51 µg/ml, suivie par l'extrait éthanolique avec une valeur de CI_{50} égale à 134.18 µg/ml. Enfin, l'extrait chloroformique est le moins actif avec une CI_{50} de 169.56 µg/ml.

4. DISCUSSION

Les végétaux présentent une grande diversité des composés phénoliques à activités antioxydantes. En effet, chez les plantes les teneurs en composés phénoliques et leur nature sont fortement modifiées sous l'action, d'une part, des facteurs externes ou exogènes qu'ils soient de natures biotiques ou abiotiques et d'autre part, des facteurs internes ou endogènes tels que les facteurs génétiques conduisant à des différences importantes entre les espèces du mme genre (Ksouri et al., 2010). De ce fait, les facteurs génétiques sont considérés parmi les critères de variabilité qualitative et quantitative des teneurs en composés phénoliques. Dans cette étude, l'effet protecteur antioxydant de l'*Acacia ehrenbergiana* a été mesuré par deux méthodes in-vitro, du piégeage du radical libre et de l'activité antioxydante totale. Le contenu en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés des différents organes de cette espèce a également été évalué. Nos données montrent que l'espèce étudiée exhibe une

Tableau 01. Polyphénols totaux (mg EAG/g MS), flavonoïdes et tanins condensés (mg EC/g MS) des différents extraits de feuilles et écorce de l'*Acacia ehrenbergiana.*

Extrait	Polyphénols totaux		Flavonoides		Tanins condensés	
	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce
Chloroforme	10.95±0,73	4.55±0,044	2.35±0,805	1.6±0,005	0.34± 0,071	0.20 ±0,005
Ethanol	133.89±0,99	36.27±0,69	64.61± 0,39	11.25±0,083	0.98± 0,033	1.19 ±0,123
Eau	53.17±0,91	45.44 ±0,76	8.00 ±0,40	20.64±0,647	0.25 ±0,06	2.35 ±0,14

Tableau 02. Activité antioxydante totale (mg EAG/g MS) et test de piégeage du radical DPPH (µg/ml) des différents extraits de feuilles et écorce de l'*Acacia ehrenbergiana.*

Extrait	Activité antioxydante totale		Test DPPH	
	Feuilles	Ecorce	Feuilles	Ecorce
Chloroforme	0.45±0,011	0.32±0, 027	140.95±0,86	169.56 ±0,41
Ethanol	68.67±0,260	35.34± 0,638	113.63±0,86	134.18 ±0,92
Eau	40.5±0,563	45.24 ±0, 0463	116.56± 0,10	93.51 ±0,73

importante variabilité intra-spécifique, liée à l'organe et au solvant d'extraction, dans son contenu phénolique ainsi que dans son activité antioxydante.

D'après les résultats obtenus, les deux organes présentent une quantité intéressante de la teneur en polyphénols totaux. Toutefois, la plus forte concentration pour les feuilles est notée pour la fraction éthanolique avec 133.89 mg EAG/g MS tandis que pour l'écorce c'est la fraction aqueuse qui enregistre la teneur la plus importante avec 45.44 mg EAG/g MS. Malgré cette différence entre les deux organes d'*Acacia ehrenbergiana*, ces résultats restent importants en comparaison avec ceux obtenus sur d'autres espèces connues pour leurs activités biologiques importantes, telle que Nigella sativa dans laquelle Bourgou et al. (2008) ont rapporté une valeur de 10.04 mg EAG/g MS. De mme, Ksouri et al. (2009) ont trouvé une quantité de 34.44 mg EAG/g MS dans les feuilles de Tamarix gallica. Les valeurs de nos résultats sont également plus élevées que celles trouvées dans certaines espèces halophiles telles que Suaeda fruticosa avec 37.1 mg EAG/g MS (Oueslati et al., 2012), Cakile maritima avec 66.93 mg EAG/g MS (Ksouri et al., 2007) et Atriplex halimus avec 10.12 mg EAG/g MS (Benhammou et al., 2009). Nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus sur des extraits éthanoliques des feuilles de l'*Acacia albida* avec 100 mg EAG/g MS (Karoune et al., 2015).

Pareillement aux polyphénols totaux, la mme tendance est observée pour les flavonoïdes où la valeur la plus importante pour les feuilles est notée pour la fraction éthanolique avec 64.61 mg EC/g MS, tandis que pour l'écorce, c'est la fraction aqueuse qui est la plus riche avec 20.64 mg EC/g MS. Nos résultats sont nettement plus importants que ceux obtenues sur des feuilles de deux variétés de Zea mays Aristo et Arper avec 1.11 et 1.08 mg EC/g MS, respectivement. De mme, les résultats sont aussi plus importants que ceux rapportés par (Ksouri et al,. 2008) dans une espèce halophyte Mesembryanthemum crystallinum avec 0.31 mg EC/g MS.

Comme cité précédemment, les tanins condensés suivent aussi la mme tendance avec 0.98 mg EC/g MS pour la fraction éthanolique des feuilles et 2.35 mg EC/g MS pour la fraction aqueuse de l'écorce. Bien que ces résultats soient faibles mais restent nettement plus élevés que ceux rapportés dans Mesembryanthemum crystallinum avec 0.06 mg EC/g MS (Ksouri et al., 2008).

Concernant les résultats de l'activité antioxydante totale, nos valeurs sont plus importantes en comparaison avec les résultats des travaux antécédents tels que ceux fait par Ksouri et al. (2009) sur Tamarix gallica dont les feuilles ont enregistré une activité totale de 14.66 mg EAG/g MS. Cette forte activité antioxydante de A. ehrenbergiana peut tre attribuée à la présence de composés phytochimiques tels que les composés phénoliques (Oueslati et al., 2012). En fait, des études récentes ont montré que de nombreux polyphénols contribuent de manière significative à l'activité antioxydante totale pour de nombreux fruits et légumes (Negro et al., 2003) ainsi que pour des plantes médicinales (Borgou et al., 2008). De ce fait, la différence dans l'activité antioxydante totale entre les deux organes est probablement liée à la différence de leur composition phénolique (Jeong-Ho Lim et al., 2012).

Concernant l'activité contre le radical libre DPPH, les résultats des CI_{50} de l'*Acacia ehrenbergiana* varient de 93.51 µg/ml à 169.56 µg/ml. Nos résultats se révèlent plus importants que ceux trouvés par Subhasree et al. (2009), qui ont enregistré des valeurs de CI_{50} égales à 175 et 200 µg/ml respectivement chez les glycophytes Pisonia alba et Centella asiatica. Nos résultats sont meilleurs que ceux obtenus par Karoune et al. (2016) qui ont enregistré une CI_{50} de 125 µg/ml pour les extraits éthanoliques des feuilles de l'*Acacia raddiana*.

Il est important de noter que les teneurs en polyphé-

nols totaux et en flavonoïdes sont corrélées avec l'activité antioxydante totale. En effet, dans ce sens et d'une manière générale, le pouvoir antioxydant est fortement tributaire de la concentration en composés phénoliques (Hanson et al., 2004). Ces données sont corroborées par les travaux de Trabelsi et al. (2010), qui ont montré une corrélation significative et positive entre les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante. Néanmoins dans le cas de nos résultats relatifs à l'activité contre le radical DPPH, cette relation n'est pas toujours évidente, puisqu'elle peut tre non significative dans certains cas. En effet, Djeridane et al. (2006) estiment que l'existence d'une synergie entre les différents composés phénoliques peut tre déterminante dans la capacité antioxydante d'une plante donnée. Ainsi cette activité ne dépend pas seulement de la teneur en polyphénols mais aussi de la structure et de l'interaction entre les différents composés.

CONCLUSION

A travers cette étude, nous nous sommes intéressés à l'étude des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de différents extraits de deux organes de l'*Acacia ehrenbergiana* de la région de Tindouf. L'ensemble des résultats obtenus nous ont permis d'évaluer les activités antioxydantes des feuilles et écorce de l'Acacia ehrenbergiana. Ces deux organes se sont révélés riches en composés phénoliques possédant un potentiel antioxydant important testé à travers l'activité antioxydante totale et le piégeage du radical DPPH surtout pour les extraits éthanolique et aqueux. Ces résultats sont prometteux pour d'éventuelle valorisation de cette bioressource surtout dans le domaine thérapeutique.

Références

Benhammou N, Atik Bekkara F, Tatjana KP (2009) Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. Comptes Rendus Chimie 12 : 1259-1266

Bourgou S, Ksouri R, Bellila A, Skandarani I, Falleh H, Marzouk B (2008) Phenolic composition and biological activities of Tunisian Nigella sativa L. shoots and roots. C.R. Biol 331: 48-55.

Dewanto VWX, Adom KK, Liu RH (2002) Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agriculture and Food Chemistry 50: 310-3014.

Djeridane M, Yousfi B, Nadjemi D, Boutassouna P, Stocker N (2006) Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. J. Agric. Food Chem 97: 654-660.

Hanato T, Kagawa H, Yasuhara T, Okuda T (1988) Two new flavonoids and other constituents in licorice root their relative astringency and radical scavenging effect. Chem. Pharm 36: 1090-1097.

Hanson GT, Aggeler R, Oglesbee D, Cannon M, Capaldi RA, Tsien RY (2004) Investigating mitochondrial redox potential with redox-sensitive green fluorescent protein indicators. J. Biol. Chem 279: 13044–13053.

Iserin P (2001) Larousse encyclopédie des plantes médicinales. Identification, Préparations, soins. 2nd edition, Dorling Kindersiey Limited, Londres.

Jeong-Ho Lim, Kee-Jai Park, Bum-Keun Kim, Jin-Woong Jeong, Hyun-Jin Kim (2012) Effect of salinity stress on phenolic compounds and carotenoids in buckwheat (Fagopyrum esculentum M.) sprout. Food Chem 135: 1065-1070.

Karoune S, Falleh H, Kechebar MSA, Halis Y, Mkadmini K, Belhamra M, Rahmoune C, Ksouri R (2015) Evaluation of antioxidant activities of the edible and medicinal *Acacia albida* organs related to phenolic compounds. Natural Product Research 29 (5): 452-454.

Karoune S, Kechebar MSA, Djellouli A, Belhamra M, Rahmoune C, Ksouri R (2015) Variability of Antioxidant Properties and Identification of Phenolic Contents by HPLC-DAD in Different Organs of *Acacia albida* and *Acacia raddiana*. International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research 8 (5) : 701-709.

Ksouri R, Megdiche W, Koyro HW, Abdelly C (2010) Reponses of Halophytes to Environmental Stresses with Special emphasis to Salinity. Adv.Bot. Res 53: 117-145.

Ksouri R, Megdiche W, Debez A, Falleh H, Grignon C, Abdelly C (2007) Salinity effects on polyphenol content and antioxidant activities in leaves of the halophyte Cakile maritima. Plant Physiology and Biochemistry 45: 244-249.

Ksouri R, Falleh H, Megdiche W, Trabelsi N, Hamdi B, Chaieb K, Bakhrouf A, Magné C, Abdelly C (2009) Antioxidant and antimicrobial activities of the edible medicinal halophyte *Tamarix gallica* L and related polyphenolic constituents. Food Chem. Toxicol 47 : 2083-2091.

Ksouri R, Megdiche W, Falleh H, Trabelsi N, Boulaaba M, Smaoui A (2008) Influence of biological, environmental and technical factors on phenolic content and antioxidant activities of Tunisian halophytes. Comptes Rendues Biologies 331(11): 865–873.

Negro C, Tommasi L, Miceli A (2003) Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. Bioresource Technology 87: 41-44.

Newman DJ, Cragg GM, Snader KM (2003) Natural p roducts as sources of new drugs over the period 1981–2002. J. Nat Prod 66 (7): 1022– 1037.

Oueslati S, Ksouri R, FallehH, Pichette A, Abdelly C, Legault J (2012) Phenolic content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer activities of the edible halophyte *Suaeda fruticosa* Forssk. Food Chemistry 132: 943–947.

Prieto P, Pineda M, Aguilar M (1999) Spectrophotometric quantitation of antioxidant capacity through the formation of a phosphomolybdenum complex: Specific application to the determination of vitamin E. Anal. Biochem 269: 337-341.

Small E, Catling PM (2000) Les cultures médicinales canadiennes. Presses scientifiques du CNRC, Ottawa (Ontario), Canada.

Sun B, Spranger MI (2005) Review: quantitative extraction and analysis of grape and wine proanthocyanidins and stilbenes. Cincia Téc. Vitiv 20 (2): 59-89.

Subhasree B, Baskar R, Keerthana L, Lijina R, Susan R, Rajasekaran P (2009) Evaluation of antioxidant potential in selected green leafy vegetables. Food chem 15 : 1213-1220.

Trabelsi N, Megdiche W, Ksouri R, Falleh H, Oueslati S, Bourgou S, Hajlaoui H, Abdelly C (2010) Solvent effects on phenolic contents and biological activities of the halophyte *Limoniastrum monopetalum* leaves. LWT - Food Science and Technology 43: 632–639.