

ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ ANTIOXYDANTE ET ANTIBACTÉRIENNE DES EXTRAITS D'UN ENSEMBLE DES PARTIES DE LA FLEUR DU *CAPPARIS SPINOSA* L.

A. Meddour, M. Yahia¹, N. Benkiki¹, A. Ayachi²

Département des sciences de la nature et de la vie, Université de Biskra, Algérie

¹ Laboratoire des biotechnologies des molécules bioactives et de physiopathologie cellulaire, Département de biologie, Université de Batna, Algérie

² Laboratoire de microbiologie, Département de vétérinaire, Université de Batna, Algérie

bioasmed@yahoo.fr

(Received 18 March 2011 - Accepted 13 July 2011)

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales de la flore algérienne et méditerranéenne, on s'est intéressé à l'étude d'une espèce endémique, Capparis spinosa L.

Le but de cette étude est d'évaluer l'activité antioxydante par le test au DPPH et antimicrobienne par la méthode de diffusion en milieu gélosé des extraits bruts préparés à partir d'un ensemble des parties de la fleur du Capparis spinosa (des bourgeons à fleurs, fleurs et les fruits immatures).

L'évaluation de l'activité antioxydante par le test de DPPH, a révélé un grand pouvoir antioxydant surtout pour l'extrait méthanolique (78,34%). Les extraits polaires se sont révélés dépourvus de toute activité anti-bactérienne. Par contre, les extraits apolaires sont actifs contre Staphylococcus aureus.

Mots-clés: *Capparis spinosa*, molécules bioactives, polyphénols, activité antioxydante, activité antimicrobienne

ABSTRACT

Investigation of the endemic species Capparis spinosa L. was conducted within the general framework of valorization of the medicinal plants of the Algerian and Mediterranean flora.

The aim of this study is to evaluate the antioxidant activity and antibacterial activity of the crude extract of the buds, flowers and immature fruits of Capparis spinosa.

Evaluation of the antioxidant activity by the test of DPPH, revealed a great antioxidant capacity especially for the methanolic extract (78,34%). The polar fraction of the extract does not show any antibacterial activity. To the contrary, the non polar extract was found to be active against Staphylococcus aureus.

Keywords: *Capparis spinosa*, bioactive molecules, polyphenols, antioxidant activity, antimicrobial activity

INTRODUCTION

Capparis spinosa (le câprier) est une plante de la famille des Capparidaceae (Quezel & Santa, 1962), vivace arbustive spontanée, xérophyte et héliophile (Benseghir-Boukhari & Seridi, 2007), très répandue dans les pays du bassin méditerranéen (Aghel *et al.*, 2007; Romeo *et al.*, 2007). Elle est l'une des rares espèces arbustives qui présente autant de qualités avec de nombreux usages. Elle fournit un condiment recherché, la câpre, qui correspond au bouton floral de la plante (Douieb et Benlemlih, 2010). Elle est utilisée également comme fourrage, plante mellifère et ornementale. Elle possède, surtout, des qualités médicinales importantes utilisées dans la médecine traditionnelle. (Benseghir-Boukhari & Seridi, 2007). Les différentes parties du *C. spinosa* ont été rapportées pour avoir des activités biologiques comprenant les activités antioxydante (Germano *et al.*, 2002), antifongique (Ali-Shtayeh & Abu-Ghdeib, 1999), anti-hépatotoxique (Gadgoli & Mishra, 1999) et anti-inflammatoire (Al-Said *et al.*, 1988).

Parmi les activités biologiques des plantes médicinales, ces dernières années l'attention s'est portée sur l'activité antioxydante en raison du rôle qu'elle joue dans la prévention des maladies chroniques telles que les pathologies du cœur, le cancer, le diabète, l'hypertension, et la maladie d'Alzheimer en combattant le stress oxydant (Cole *et al.*, 2005; Liu, 2003; Riboli & Norat, 2003).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Matériel végétal et préparation des extraits

Le matériel végétal, constitué d'un mélange de bourgeons à fleur, fleurs et fruits immatures de l'espèce *Capparis spinosa* récolté des régions de Tigharghar wilaya de Batna et d'Ain Zaâtout wilaya de Biskra (Est d'Algérie), en mai et juin 2010, est séché à l'ombre, et broyé.

La préparation des extraits est réalisée selon la méthode de Diallo *et al.*, (2004) avec modification.

Extraction avec des solvants à polarité croissante

250 g de la poudre ont été extraits avec 2000 ml d'éther de pétrole et placé sous agitation pendant 24 heures. Après filtration, le marc est ensuite successivement agité pendant 24 h. avec 2000 ml de dichlorométhane et 2000 ml de méthanol.

A la fin de l'extraction, les trois extraits, éther de pétrole (Ep), dichlorométhane (DCM) et méthanolique (MeOH), ont été concentrés sous vide à l'évaporateur rotatif respectivement aux températures de 37°C, 39°C et 41°C.

Macération aqueuse

50 g du matériel végétal broyés ont été macérés dans 500 ml d'eau distillée à température ambiante, sous agitation, pendant 24 heures. Le macérât a été ensuite filtré, le filtrat obtenu a été congelé à -4°C pendant une nuit puis lyophilisé.

Étude phytochimique

Tests préliminaires

Les flavonoïdes, les tanins et les alcaloïdes ont été caractérisés dans les extraits par des réactions colorées.

Les réactifs de caractérisation classiques ont permis de mettre en évidence les groupes chimiques suivants: les flavonoïdes par la réaction à la cyanidine (Paris *et al.*, 1969), les tanins par l'ajout de trichlorure du fer (Dohou *et al.*, 2003) et les alcaloïdes par le réactif de Dragendorff (Konkon *et al.*, 2006).

Chromatographie sur couche mince

Le support utilisé dans cette étude est une plaque de gel de silice: (20×20cm, 60F254). Les systèmes de migration utilisés sont: l'éther de pétrole /n-butanol /acide acétique (4/80/16) (V/V/V) et dichlorométhane/ méthanol (86/14) (V/V) pour les extraits polaires (H₂O, MeOH) et éther de pétrole / acétate d'éthyle aux proportions de (80V /20V) pour les extraits apolaires (Ep, DCM). Cinq composés phénoliques sont utilisés comme standards; des flavonoïdes: quercétine (Qur), rutine (Rut) et catéchine (Cat), et des acides phénoliques: acide gallique (AG) et acide caféique (AC). La visualisation des taches a été faite sous UV à 254 nm et à 366 nm et par le mélange vanilline sulfurique.

Dosage des polyphénols

Le dosage des polyphénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin Ciocalteu selon la méthode décrite par (Borneo *et al.*, 2009).

Dosage des flavonoïdes

La méthode du trichlorure d'aluminium (AlCl₃) décrite par (Dohou *et al.*, 2003) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits.

Tests des activités biologiques

Test d'activité antioxydante

Effet capteur du radical diphénylpicrylhydrazyl (DPPH)

Pour dépister l'activité antioxydante de *C. spinosa*, le test au DPPH a été utilisé selon le protocole décrit par Velazquez *et al.* (2003).

Le DPPH, un radical libre de couleur violette, est réduit en un composé de couleur jaune en présence de composés anti-radicalaires (Molyneux, 2004).

Dans des tubes on a introduit 750 µl de chaque extrait et 1,5 ml de la solution méthanolique de DPPH (2,4 mg/100 ml), après agitation, les tubes sont placés à l'obscurité à température ambiante pendant 30 minutes. La lecture a été effectuée par la mesure de l'absorbance à 517 nm.

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

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

Où: **I %**: Pourcentage de l'activité anti-radicalaire (**AAR%**);

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 citée par (Treki *et al.*, 2009).

Trois souches de référence ATCC, provenant du laboratoire de bactériologie de CHU de Batna, sont testées: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* et *Staphylococcus aureus*.

Les différentes souches bactériennes ont été repiquées par la méthode des stries, puis incubées à 37°C pendant 18 à 24 heures afin d'obtenir une culture jeune et des colonies isolées qui ont servi par la suite à préparer l'inoculum en les trempant dans des tubes de solution d'eau distillée stérile afin d'avoir une densité cellulaire initiale ou une turbidité voisine à celle de 0,5 McFarland.

Après l'ajustement de la turbidité de la suspension servant d'inoculum, on a trempé un écouvillon dans la suspension et on a étalé la surface entière avec la gélose Mueller Hinton à trois reprises. Après chaque application, on a tourné la boîte de 60° environ en vue d'assurer une distribution homogène de l'inoculum. Enfin, on a écouvillonné partout autour du bord de la surface de la gélose.

Des disques de papier Wathman stériles (6 mm de diamètre) sont imprégnés de concentrations croissantes d'extraits secs repris avec le diméthyle sulfoxyde (DMSO) et appliqués, à l'aide d'une pince, sur la surface du milieu GMH. Les boîtes de Pétri ont été incubées pendant 24 heures à 37°C.

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

Analyse statistique

L'étude statistique a été réalisée par le logiciel statistique Graph Pad Prism 5.

Les résultats sont exprimés en moyenne \pm SD et 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 $p \leq 0.05$ sont considérées statistiquement significatives.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Extraits

Chaque extrait a été caractérisé par sa couleur et son rendement par rapport à la matière sèche. Ces éléments sont présentés dans le Tableau 1. La teneur en eau trouvée est de $76,65 \pm 5,11$.

TABLEAU 1

Résultats des Rendements par Rapport à la Matière Sèche, Aspects et Couleurs des Extraits des Bourgeons à Fleurs, Fleurs et Fruits Immatures du *C. spinosa*

Extrait	Aspect	Couleur	Rendement (%)
Ep	pâteux	vert clair	00,73
DCM	pâteux	vert foncé	00,78
MeOH	liquide	marron clair	21,58
Aq	lyophilisé	couleur miel	21,48

Etude phytochimique

Les essais phytochimiques effectués sur les extraits des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *C. spinosa* ont révélé la présence des flavonoïdes et des alcaloïdes, ce qui est en accord avec (Abdel-Salam *et al.*, 2009; Ghule *et al.*, 2007; Arslan *et al.*, 2010). Le test de recherche des tanins, a été négatif sur ces échantillons.

Chromatographie sur couche mince (CCM)

Les chromatogrammes des extraits apolaires présentent de nombreuses taches correspondant aux différentes molécules apolaires, qui sont probablement des stérols, terpénoïdes et lipides.

Après la comparaison entre les RF des différents standards et les RF des composés des extraits, on a constaté la présence de la quercétine (RF = 0.62) dans l'extrait DCM et la rutine (RF= 0.73) dans les extraits MeOH et H₂O.

Dosage des polyphénols et des flavonoïdes

Le choix de quantifier les polyphénols parmi les différentes substances phytochimiques, résulte du fait que les polyphénols ont des activités biologiques très importantes. De même pour les flavonoïdes qui sont considérés comme la classe la plus importante des polyphénols.

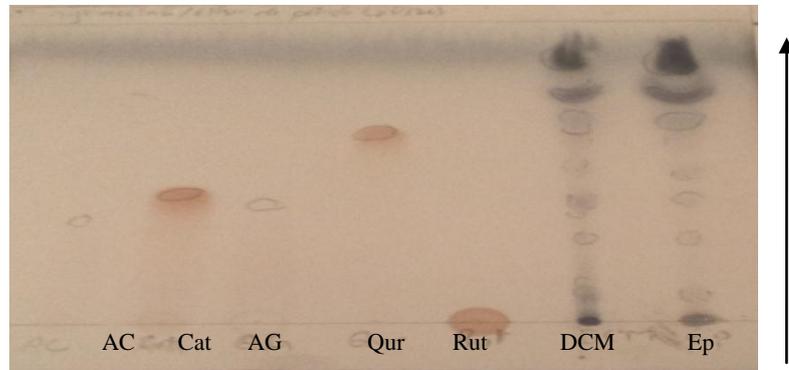


Figure 1. Chromatogramme des extraits apolaires des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits du *C. spinosa* après révélation par la vanilline sulfurique.

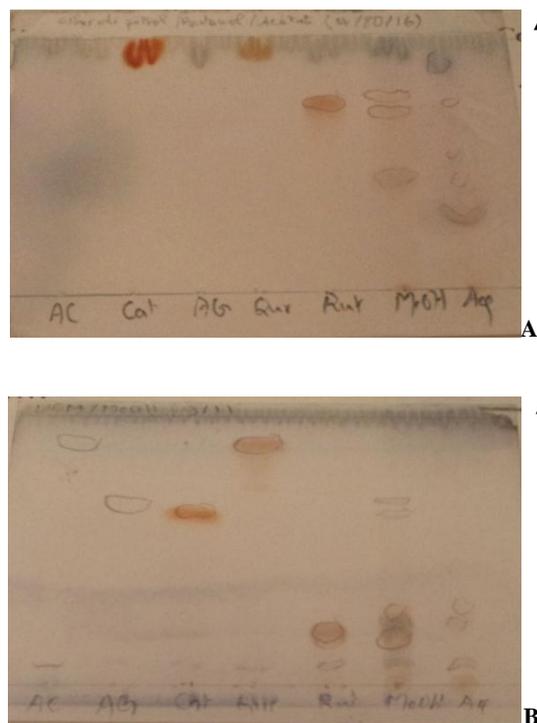


Figure 2. Chromatogramme des extraits polaires des bourgeons à fleurs, fleurs et fruits du *C. spinosa* après révélation par la vanilline sulfurique. A: système de migration éther de pétrole /n-butanol /acide acétique (4/80/16); B: système de migration le dichlorométhane/ méthanol (86/14).

Les concentrations des polyphénols et des flavonoïdes sont déterminées à partir des droites d'étalonnage ($y = 0.011x + 0.010$, $R^2 = 0.996$) et ($y = 0.045x + 0.048$, $R^2 = 0.995$) tracées en utilisant comme standard l'acide gallique et la rutine respectivement.

La concentration est exprimée en microgramme d'équivalent d'acide gallique par milligramme d'extrait ($\mu\text{g EAG/mg d'extrait}$) pour les polyphénols et en en microgramme d'équivalent de rutine par milligramme d'extrait ($\mu\text{g ER/mg d'extrait}$) pour les flavonoïdes.

TABLEAU 2

Teneur des Différents Extraits de Capparis spinosa en Polyphénols Totaux

Extrait	Teneur en polyphénols totaux	Teneur en flavonoïdes
Ep	5,30 ± 0,78	0,08 ± 0,03
DCM	7,76 ± 0,41	0,15 ± 0,05
MeOH	29,01 ± 0,84	5,97 ± 0,42
H₂O	25,68 ± 0,67	11,82 ± 0,38

D'après les résultats de Cao *et al.*, (2010) le contenu en flavonoïdes de l'extrait éthanolique des fruits du *C. spinosa* est de $5,439 \pm 0,736$ % (équivalent de la rutine). Les résultats de ce travail sont en parfait accord avec ceux de Cao *et al.* (2010).

En outre, Bonina *et al.*, (2002) ont également trouvé que l'extrait méthanolique lyophilisé du *C. spinosa* est riche en polyphénols ($65,13 \pm 5,53$ mg/g (milligramme d'équivalent de rutine par gramme d'extrait)), valeur élevée par rapport au résultat de ce travail. Cette différence trouve son explication dans la différence des parties de la plante étudiées et probablement dans la différence en standard utilisé pour le dosage des polyphénols.

Tests des activités biologiques

Test d'activité antioxydante: Effet capteur du radical DPPH

Les résultats sont exprimés en tant que pourcentage de l'activité anti-radicalaire (Figure 3). Ces résultats révèlent que tous les extraits ont un effet antioxydant.

A des fins comparatives, deux antioxydants de référence sont utilisés: la rutine et l'acide gallique, ils ont montré une activité antiradicalaire puissante avec des valeurs de 73,76% et 76,59% respectivement.

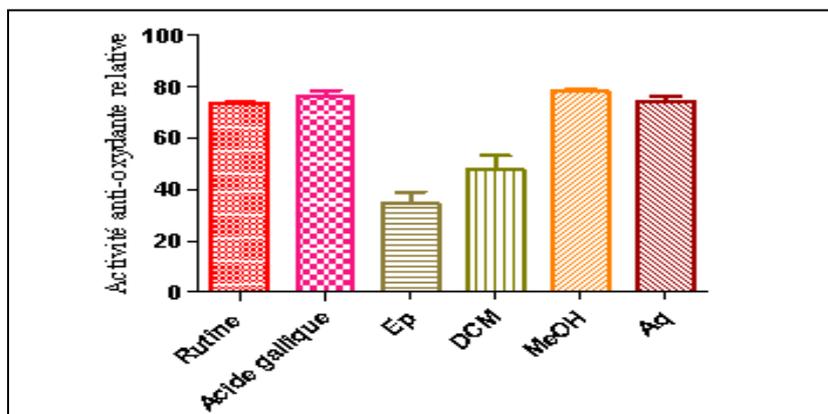


Figure 3. Activité antioxydante des différents extraits de bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *C. spinosa*, de la rutine et de l'acide gallique.

L'extrait MeOH des bourgeons à fleurs, fleurs et des fruits immatures du *C. spinosa* a présenté l'activité antiradicalaire la plus élevée (78,34%), suivie par l'extrait Aq avec une activité de 74,47%. Ces deux activités ne présentent pas une différence significative entre eux ni avec les standards ($p < 0,05$).

Les résultats de l'activité antiradicalaire obtenus sont en accord avec ceux de Bonina *et al.*, (2002) et Yu *et al.*, (2006). Ces derniers ont constaté que les extraits des bourgeons du *C. spinosa* ont montré des activités antioxydantes et antiradicalaires très fortes.

La teneur en polyphénols totaux des extraits des bourgeons à fleurs, fleurs et des fruits immatures du *C. spinosa* s'est corrélée significativement ($R^2 = 0,967$) avec leurs activités antiradicalaires. Ces résultats sont en accord avec ceux mentionnés par Bonina *et al.*, (2002) et Borneo *et al.*, (2009) concernant les mêmes parties.

L'activité antioxydante ne peut être attribuée seulement aux polyphénols. Les parties étudiées du *C. spinosa* contiennent d'autres composés ayant un effet antioxydant tels que les tocophérols, les caroténoïdes, les flavonoïdes et les glucosinolates (Germano *et al.*, 2002; Matthäus & Ozcan, 2005; Tlili *et al.*, 2009).

Test d'activité antimicrobienne

Les résultats obtenus de l'activité biologique (diamètre d'inhibition (mm)) sont regroupés dans les Tableaux 3 et 4. Les valeurs 1, 1/2, 1/4 et 1/8 correspondent aux différentes dilutions de la concentration initiale du résidu sec de l'extrait dans le DMSO qui est de 1 g/ml.

TABLEAU 3

Diamètres des Zones d'Inhibition de la Croissance Bactérienne pour l'Extrait Ep

Souches	1	1/2	1/4	1/8
<i>E. coli</i>	-	-	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	12,38 ± 0,88	12,33 ± 0,58	11,88 ± 0,18	10,17 ± 0,76

TABLEAU 4

Diamètres des Zones d'Inhibition de la Croissance Bactérienne pour l'Extrait DCM

Souches	1	1/2	1/4	1/8
<i>E. coli</i>	9,51 ± 0,71	11,75 ± 0,35	-	-
<i>P. aeruginosa</i>	-	-	-	-
<i>S. aureus</i>	11,83 ± 0,29	11,42 ± 0,63	9,83 ± 0,29	-

L'extrait méthanolique s'est révélé inactif sur toutes les souches quelque soit la dose. L'extrait aqueux est sans action sur les souches *E. coli* et *P. aeruginosa*, et cela, indépendamment de la dose. Cependant, à la dose de 1 g/ml, cet extrait est actif sur *S. aureus*. La zone d'inhibition est de $9,50 \pm 0,50$.

L'extrait Ep possède un effet inhibiteur de la croissance bactérienne dose dépendante avec la souche *S. aureus*.

De même, l'extrait DCM montre une activité anti-*S. aureus* dose dépendante, mais cette activité disparaît avec la dose de 125 mg/ml. Cet extrait s'est révélé actif sur *E. coli* et la zone d'inhibition mesurée est de $11,75 \pm 0,35$ avec une dose de 500 mg/ml.

Ces résultats sont conformes à ceux de Mahasneh (2002) sur les mêmes souches, où les extraits aqueux et éthanolique présentent des zones d'inhibition de 10 et 13mm respectivement sur *S. aureus*, alors qu'ils sont inactifs sur *P. aeruginosa* et *E. coli*. Par contre, l'extrait butanolique présente des zones d'inhibition de 14, 15 et 12 mm sur *S. aureus*, *E. coli* et *P. aeruginosa* respectivement.

Proestos *et al.*, (2006) ont travaillé sur les feuilles de *C. spinosa*, et ils ont trouvé que cet extrait est inactif sur *E. coli* mais présente une activité louche sur *S. aureus*.

Des études faites sur quelques espèces du genre *Capparis* montrent que *C. decidua* a l'activité la plus importante. En effet, les extraits d'écorces de racines présentent une activité contre *P. aeruginosa*, *S. aureus* et *E. coli* (Rathee *et al.*, 2010).

CONCLUSION

L'étude phytochimique des extraits des bourgeons à fleurs, fleurs et des fruits immatures du *C. spinosa* montre la présence des flavonoïdes et des alcaloïdes et l'absence des tanins.

Le test antioxydant a permis de conclure que les extraits aqueux et méthanolique ont une forte activité antiradicalaire liée au contenu en polyphénols.

En ce qui concerne l'activité antibactérienne, les bourgeons à fleurs, fleurs et fruits immatures du *Capparis spinosa* semblent avoir une activité anti-*S. aureus*, mais pas contre *E. coli* et *P. aeruginosa*.

Les résultats obtenus dans ce travail ne constituent qu'une première étape dans la valorisation de cette espèce, des essais complémentaires seront nécessaires.

RÉFÉRENCES

- Abdel-Salam, A.M., El-Ziney, M.G., Zaghoul, A.H., Babiker, A.Y. et Mousa, H.M. 2009. The effectiveness of whey proteins mixed with hot-water extract of *Artemisia* and *Capparis* spp. against lead acetate-contamination in rats. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 7(3&4): 139 - 144.
- Aghel, N., Rashidi, I. et Mombeini, A. 2007. Hepatoprotective activity of *Capparis spinosa* root bark against CC14 induced hepatic damage in mice. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 6(4): 285-290.
- Ali-Shtayeh, M.S. et Abu-Ghdeib, S.I. 1999. Antifungal activity of plant extracts against dermatophytes. *Mycoses*, 42: 665-672.
- Al-Said, M.S., Abdelsattar, E.A., Khalifa, S.I. et El-Feraly, F.S. 1988. Isolation and identification of an anti-inflammatory principle from *Capparis spinosa*. *Pharmazie*, 43: 640-641.
- Arslan, R., Bektas, N. et Ozturk, Y. 2010. Antinociceptive activity of methanol extract of fruits of *Capparis ovata* in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 131(1): 28 -32.
- Benseghir-Boukhari, L.A. et Seridi, R. 2007. Le câprier, une espèce arbustive pour le développement rural durable en Algérie. *Méditerranée*, 109: 100-105.
- Bonina, F., Puglia, C., Ventura, D., Aquino, R., Tortora, S., Sacchi, A., Saija, A., Tomanio, A., Pellegrino, M.L. et De Carparis, P. 2002. *In vitro* antioxydant and *in vivo* photoprotective effects of a lyophilized extract of *Capparis spinosa* L. buds. *Journal of Cosmetic Science*, 53:321-335.
- Borneo, R., Leon, A.G., Aguirre, A., Ribotta, P. et Cantero, J.J. 2009. Antioxydant capacity of medicinal plants from the Province of Cordoba (Argentina) and

- their *in vitro* testing in a model food system. *Food Chemistry*, 112: 664 – 670.
- Cao, Y.L., Li, X. et Zheng, M. 2010. *Capparis spinosa* protects against oxidative stress in systemic sclerosis dermal fibroblasts. *Arch. Dermatol. Res.*, 302: 349 – 355.
- Cole, G.M., Lim, G.P., Yang, F., Teter, B., Begum, A., Ma, Q., Harris-White, M.C. et Frautschy, A. 2005. Prevention of Alzheimer's disease: omega-3 fatty acid and phenolic antioxidant interventions. *Neurobiol. Aging*, 26: S133 – S136.
- Diallo, D., Sanogo, R., Yasambou, H., Traoré, A., Coulibaly, K. et Maïga, A. 2004. Étude des constituants des feuilles de *Ziziphus mauritiana* Lam. (Rhamnaceae), utilisées traditionnellement dans le traitement du diabète au Mali. *C.R. Chimie*, 7 : 1073–1080.
- Dohou, N., Yamni, K., Tahrouch, S., Idrissi Hassani, L.M., Badoc, A. et Gmira, N. 2003. Screening phytochimique d'une endémique ibéro-marocaine, *Thymelaea lythroïdes*. *Bull. Soc. Pharm. Bordeaux*, 142: 61-78.
- Douieb, H. et Benlemlih, M. 2010. Improvement organoleptic qualities of fermented caper through an experimental factorial design *Capparis spinosa* L. *Internet Journal of Food Safety*, 12: 35-44.
- Gadgoli, C. et Mishra, S.H. 1999. Antihepatotoxic activity of p-methoxybenzoic acid from *Capparis spinosa*. *J. Ethnopharmacology*, 66: 187- 192.
- Germano, M.P., De Pasquale, R., D'Angelo, V., Catania, S., Silvari, V. et Costa, C. 2002. Evaluation of extracts and isolated fraction from *Capparis spinosa* L. buds as antioxidant source. *J. Agric. Food Chem.*, 50: 1168-1171.
- Ghule, B.V., Murugananthan, G. et Yeole, P.G. 2007. Analgesic and antipyretic effects of *Capparis zeylanica* leaves. *J. Fitoterapia*, 78(5): 365-369.
- Konkon, N.G., Simaga, D., Adjoungoua, A.L., N'guessan, K.E., Zirihi, G.N. et Koné, B.D. 2006. Etude pytochimique de *Mitrgyna inermis* (Wild) OKTZE (Rubiaceae), plante à feuille antidiabétique. *Pharm. Méd. Trad. Afr.*, XIV: 73 – 80.
- Liu, R.H. 2003. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78: 517S – 520S.
- Mahasneh, A.M. 2002. Screening of some indigenous Qatari medicinal plants for antimicrobial activity. *Phytother. Res.*, 16: 751–753.
- Matthäus, B. et Özcan, M. 2005. Glucosinolates and fatty acid, sterol, and tocopherol composition of seed oils from *Capparis spinosa* Var. *spinosa* and *Capparis ovata* Desf. Var. *canescens* (Coss.) Heywood. *J. Agric. Food Chem.*, 53(18): 7136-7141.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 26(2) : 211-219.
- Paris, M., Bouket, A. et Paris, R. 1969. Sur les flavonoïdes du *Fagara laurentii* de Wild Isolement d'une flavonoïde identifiée à l'hespéridoside. *Plantes Médicinales et Phytothérapie*, III (2): 123 – 131.
- Proestos, C., Boziaris, I.S., Nychas, G.-J.E. et Komaitis, M. 2006. Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity. *Food Chemistry*, 95: 664 – 671.

- Quezel, P. et Santa, S. 1962. *Nouvelle flore de l'Algérie et régions désertiques méridionales*. Tome 1. Centre national de la recherche, Paris, 570 p.
- Rathee, S., Rathee, P., Rathee, D. et Kumar, V. 2010. Phytochemical and pharmacological Potential of Kair (*Capparis decidua*). *International Journal of Phytomedicine*, 2: 10 – 17.
- Riboli, E. et Norat, T. 2003. Epidemiologic evidence of the protective effect of fruit and vegetables on cancer risk. *Am. J. Clin. Nutr.*, 78: 559S – 569S.
- Romeo, V., Ziino, M., Giuffrida, D., Condurso, C. et Verzera, A. 2007. Flavour profile of capers (*Capparis spinosa* L) from the Eolian Archipelago by HS-SPME/GC-MS. *Food chemistry*, 101: 1272-1278.
- Tlili, N., Nasri, N., Saadaori, E., Khalidi, A. et Triki, S. 2009. Carotenoid and tocopherol composition of leaves, buds, and flowers of *Capparis spinosa* grown wild in Tunisia. *J. Agric. Fd. Chem.*, 57(12): 5381-5385.
- Treki, A.S., Merghem, R. et Dehimat, L. 2009. Etude phytochimique et évaluation de l'activité antibactérienne d'une Labiée: *Thymus hirtus*. *Sciences & Technologie*, 29: 25-29.
- Velazquez, E., Tournier, H.A., De Buschiazzo, P.M., Saavedra, G. et Schinella, G.R. 2003. Antioxidant activity of Paraguayan plant extracts. *Fitoterapia*, 74: 91 – 97.
- Yu, Y., Gao, H., Tang, Z., Song, X., Wu, L. 2006. Several Phenolic Acids from the Fruit of *Capparis spinosa*. *Asian Journal of Traditional Medicines*, 1: 3-4.