

Comparaison des composés phénoliques et du pouvoir antioxydant de la plante de henné (*Lawsonia inermis* L.)

H. ENNEB^{1*}, A. BELKADHI², F. CHEOUR³ ET A. FERCHICHI¹

¹ Laboratoire d'Aridoculture et Cultures Oasiennes, Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie.

² Unité de Recherche de Physiologie et Biochimie de la tolérance des plantes aux contraintes abiotiques, FST, Université Tunis El Manar, Tunis, Tunisie

³ Institut supérieur de biologie appliquée, Médenine, Tunisie

* Auteur correspondant: *ennebhanen@gmail.com

Abstract - A study was undertaken to enrich previous works focused on the characterization of *Lawsonia inermis* and their valuation in medicine and cosmetology. Total phenolic content, concentration of flavonoids, tanins and antioxidant activity from different organs (Leaves, stems and roots) of henna plant were determined using spectrophotometric methods. The obtained results revealed that the highest total phenols was extracted from leaves (32.03 ± 2.07 mg EAG/g MS) and stems (20.61 ± 1.71 mg GAE/g MS) while the lowest values were registered by the roots (13.82 ± 1.65 mg GAE/g MS). Total flavonoides accumulated mainly in the leaves (20.5 ± 1.4 mg QE /g MS) and roots (18.4 ± 1.4 mg QE /g MS) whereas total tannin accumulated primarily in the leaves (17.93 ± 0.67 mg EC /g MS) with less quantity in the roots (5.32 mg EC /g MS ± 1.06). The tested methanolic extracts revealed a highest antioxidant power against the DPPH where the highest value was recorded in the leaves extract of *L.inermis* (IC₅₀ = 25.73 µg/ml).

Keywords : *Lawsonia inermis* / polyphenols / flavonoïdes/ tanins / antioxydant activity

Résumé - Ce travail de recherche a été entrepris en vue d'enrichir les travaux de caractérisation de la plante de henné (*Lawsonia inermis*) et de leur valorisation en médecine et en cosmétologie, en se basant sur ses molécules bioactives et son pouvoir antioxydant pour les différents organes (feuilles, tiges et racines). Les résultats obtenus montrent que la partie aérienne de la plante (feuilles et tiges) est caractérisée par la teneur la plus élevée en polyphénols (32.03 ± 2.07 mg EAG/g MS) pour les feuilles et (20.61 ± 1.71 mg GAE/g MS) pour les tiges tandis que les quantités les plus basses se trouve au niveau de la partie sous-terraine (13.82 ± 1.65 mg GAE/g MS). Les feuilles (20.5 ± 1.4 mg QE /g MS) et les racines (18.4 ± 1.4 mg QE /g MS) sont caractérisées par des valeurs plus élevés en flavonoïdes que les tiges (14.82 ± 0.39 mg QE /g MS). La plus grande quantité du tanin chez le henné est trouvée au niveau des feuilles (17.93 ± 0.67 mg EC /g MS) alors qu'avec des quantités moins importantes dans les tiges et les racines (5.32 mg EC /g MS ± 1.06). En outre, l'évaluation de l'activité antioxydante de *L.inermis* vis-à-vis de DPPH, a montré que les extraits méthanoliques des différents organes testés exhibent un pouvoir antioxydant intéressant, la plus haute a été enregistrée dans l'extrait de feuilles (IC₅₀ = 25.73 µg/ml).

Mots clés : henné / polyphénols / flavonoïdes / Tanins / activité antioxydante

1. Introduction

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la grande majorité des populations rurales en Afrique, où plus de 80% de cette population s'en sert pour assurer les soins de santé (Mpondo et al. 2012). En Afrique du nord 5000 espèces et sous-espèces ont des vertus médicinales (Sijelmassi 1991). En Tunisie, plus de 25% des espèces de la flore locale sont reconnues comme étant des espèces à vertus médicinales et aromatiques (Nabli 1991). Parmi ces plantes médicinales, le henné (*Lawsonia inermis*), un genre monotypique de la famille des Lythracées (Wong et Theng 1995). En Tunisie, les feuilles séchées du henné sont utilisées pour orner les mains et les paumes des pieds et la teinture des cheveux. Le Henné produit la plus grande teneur en colorant à une température variant entre 35-45°C (Makhija et al. 2011). Il est également employé en compresse contre l'eczéma, les furoncles, les abcès, les mycoses, les ulcères, les hémorragies et les fissures des pieds. L'infusion est utilisée contre les diarrhées, les vers intestinaux, les maux de tête. La plante est, par ailleurs, utilisée comme emménagogue (Maatoug 1990). La racine est astringente, dépuratoire, diurétique, emménagogue et abortive. Elle est considérée comme un médicament puissant pour l'infection d'herpès et la blennorragie et utile dans le traitement d'hystérie et des troubles nerveux (Chetty 2008). Dans la médecine traditionnelle des Arabes et des Indiens, des préparations à base de feuilles et de la racine du henné sont utilisées pour déclencher l'accouchement. Une décoction à base de feuilles et de racines de la plante est efficace contre certaines formes de diarrhée. Les vertus thérapeutiques des essences aromatiques sont connues depuis l'antiquité ; cependant l'intérêt accordé à l'étude scientifique du pouvoir des plantes aromatiques et médicinales n'a augmenté que durant ces dernières années dans le but de rechercher des alternatives aux substances chimiques qui présentent des risques pour la santé humaine et pour l'environnement (Pitchaon et coll 2007) , Plusieurs études antérieures ont été menées sur les produits (Jain et al. 2010) et sur les activités biologiques de *L. inermis*. (Zumrutdal et al. 2008). Le Henné est caractérisé par une large gamme des composés photochimiques y compris les glucides, les glucosides, les tanins, les composés phénoliques, des gommes, des mucilages, des dérivés naphthoquinones, des terpénoïdes, des stéroles, des dérivés aliphatiques, des xanthonnes, des coumarines, des acides gras, des acides aminés et bien d'autres constituants (Chaudhary et al. 2010; Makhija et al. 2011). L'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale et devient aussi importante que la chimiothérapie. Ce regain d'intérêt vient d'une part du fait que les plantes médicinales représentent une source inépuisable de substances et de composés naturels bioactifs et d'autre part du besoin de la recherche d'une meilleure médication par une thérapie plus douce sans effets secondaires. Au cours de ce travail, l'étude de *L. inermis* a été totalement consacrée à la détermination de la teneur en métabolites secondaires et l'évaluation de leur pouvoir antioxydant à partir des feuilles, tiges et racines.

2. Matériel et méthodes

2.1. Préparation de la plante

Les échantillons de la partie aérienne et souterraine (tiges, feuilles et racines) de henné ont été récoltés au mois de juin 2014 depuis les oasis de Chenin Gabés (Sud Est de la Tunisie). Le séchage est réalisé dans une étuve à 70°C à l'ombre durant 48 heures après dessiccation complète un broyage effectué à l'aide d'un broyeur classique jusqu'à l'obtention d'une poudre (Ye et al. 2013).. Trois répétitions ont été constituées à partir des prélèvements effectués pour mesurer la teneur en polyphénols totaux, flavonoïdes, tanins et le pouvoir antioxydant du *L.inermis*.

2.2. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été déterminée par la méthode de Folin-Ciocalteu adoptée par (Li et al. 2007) avec quelques modifications. Cette méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin de mélange phosphotungstique (WO_4^{2-}) phosphomolybdique (MoO_4^{2-}) du réactif de Folin par le groupement oxydable des composés phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleu. Ces derniers présentent un maximum d'absorption à 750 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité des polyphénols totaux présents dans l'échantillon (Georgé et al. 2005).

2.3. Dosage des flavonoïdes totaux

La méthode du trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$) (Bahroun et al. 1996) est utilisée pour quantifier les flavonoïdes totaux dans les extraits de *L. inermis*. L'absorbance est lue à 430 nm.

2.4. Dosage des tanins condensés

La méthode de vanilline décrite par (Ba et al. 2010) est utilisée pour quantifier le tanin dans les extraits de *L.inermis*. Le principe de ce dosage est basé sur la fixation du groupement aldéhydique de vanilline sur le carbone 6 du cycle A de la catéchine pour former un complexe chromophore rouge qui absorbe à 500nm.

2.5. Mesure de L'activité anti-radicalaire (DPPH)

L'activité anti-radicalaire des extraits méthanoliques des tiges, feuilles et racines vis-à-vis du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH) été évaluée à l'aide d'une méthode colorimétrique selon la méthode décrite par (Essafi et al. 2007). L'absorbance est lue à 517 nm. Le pourcentage d'inhibition (%I) du radical libre DPPH par l'extrait est déterminé selon formule suivante : **% d'inhibition = 100 x [(A_C-A_E)/A_C]**

Où : A_C est l'absorbance de la solution de contrôle (DPPH + méthanol), et A_E est l'absorbance de l'extrait ou de référence (acide ascorbique)

L'activité anti radicalaire d'un extrait est généralement exprimée par la détermination de l'IC₅₀, qui correspond à la concentration dont le %I est de 50%, à partir de la courbe présentant le pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'échantillon. Dans notre cas IC 50 est exprimée en µg du l'extrait /ml de milieu réactionnel.

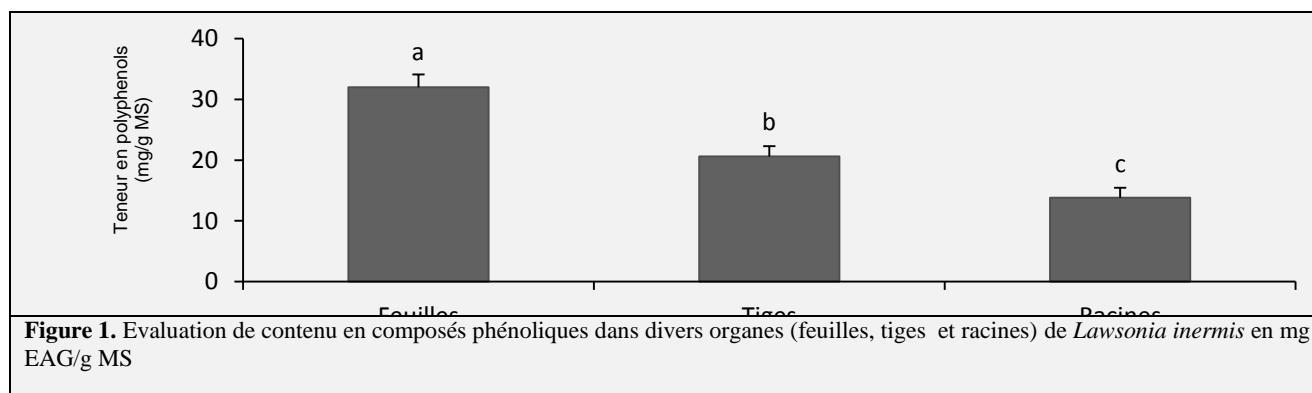
2.6. Analyse des données

Les données sont soumises à l'analyse statistique de la variance à l'aide de logiciel statistique SPSS Version 15.0 et le test de Duncan ($\alpha = 0,05$ %) a été réalisée pour comparer les variations des teneurs en polyphénols, flavonoïdes, tanin et en activité antioxydante entre les trois tissus (Feuille, Tige et racine) de *L. inermis* (Gbohaïda et al. 2015)

3. Résultats et discussions

3.1. Teneur en polyphénols totaux

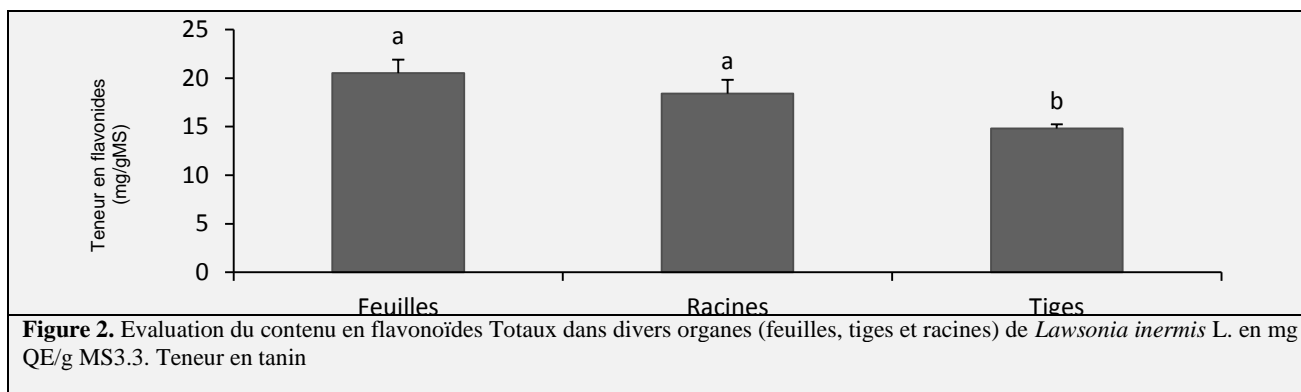
Pour déterminer la quantité des polyphénols totaux dans les différents organes (feuilles, tiges et racines) de *L. inermis* nous avons utilisés comme standard l'acide gallique (GAE). Les extraits méthanoliques ont été dosés, les résultats sont représentés par la Figure 1. La partie aérienne de la plante est caractérisée par la teneur la plus élevée en polyphénols, les moyennes des valeurs varient de (32.03±2.07 mg EAG/g MS) pour les feuilles et (20.61±1.71mg GAE/g MS) pour les tiges, alors que les quantités les plus basses en polyphénols chez le henné se trouve au niveau de la partie sous-terrine (13.82±1.65 mg EAG/gMS). Philip Jacob et al. (2010) ont montré que l'extrait éthanolique des graines de *L. inermis* révèle une teneur importante (41,65±0,29 mg EAG/ g d'extrait).On a confirmé nos résultats avec ceux trouvés par Tawaha et al. (2007) sur *H. ledifolium*, les teneurs en phénols totaux obtenues dans les extraits méthanolique sont de l'ordre de 17.3 ± 1.0 mg EAG/ g poids sec. La variabilité des teneurs en polyphénols chez ces espèces végétales est du probablement à la composition phénoliques des extraits (Hayouni et al. 2007), les conditions biotiques (espèce, organe et l'étape physiologique) et abiotiques (facteurs édaphiques), la nature du sol et le type du microclimat et aussi des étages bioclimatiques où poussent ces plantes (Atmani et al. 2009).



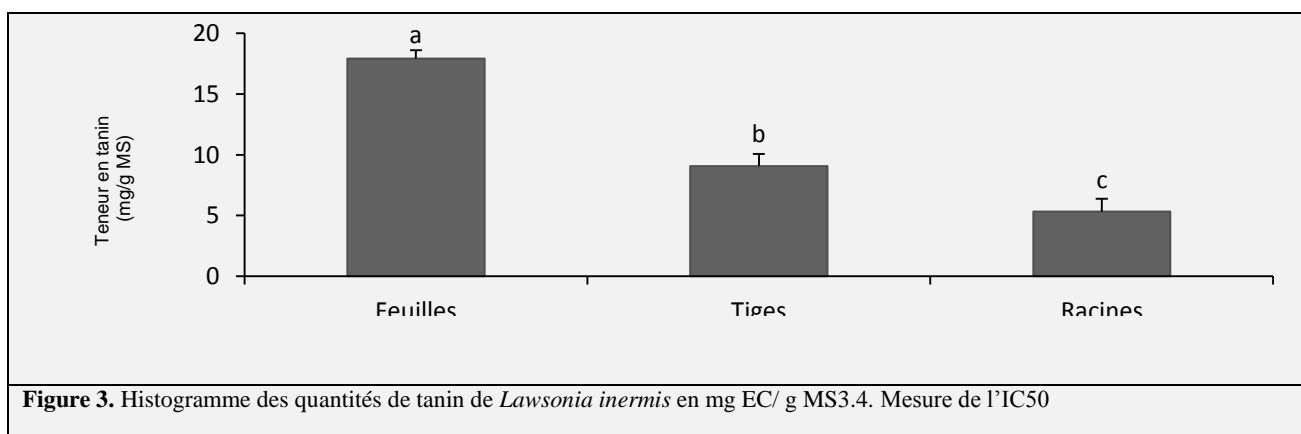
3.2. Teneur en flavonoïdes totaux

Pour déterminer la quantité de flavonoïdes totaux dans *L. inermis* (feuilles, tiges et racines) nous avons utilisés comme standard la quercétine (QE). L'étude de la teneur en flavonoïdes chez la *L. inermis* (Figure 2) a montré que la teneur la plus basse en flavonoïdes est présentée par les tiges avec une valeur inférieure à 15 mg QE/g MS, alors que les autres parties de la plante (feuilles, racines) sont caractérisées par des valeurs plus élevés.

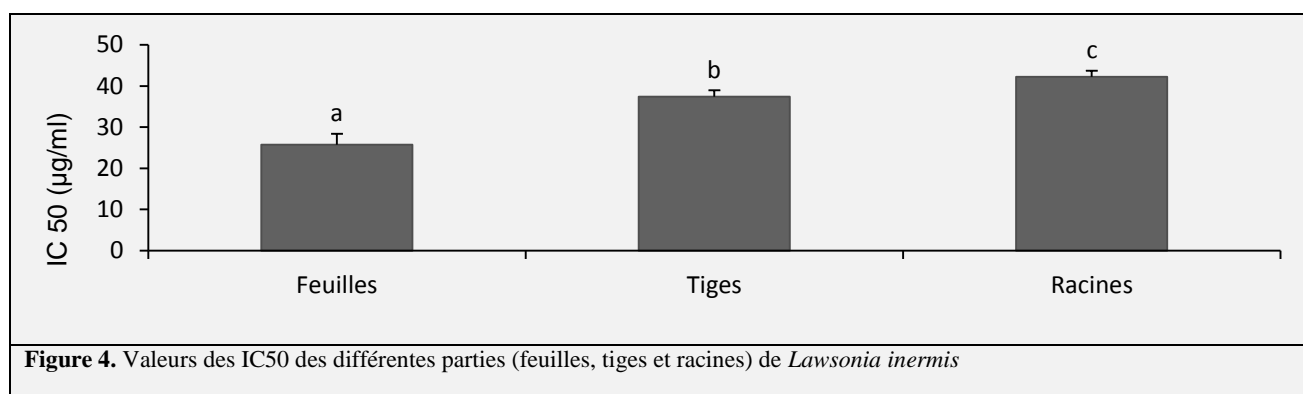
En effet, les feuilles présentent les teneurs moyennes les plus élevées en flavonoïdes de l'ordre de 20.5 ± 1.4 mg QE/g MS, ainsi que les racines avec une teneur moyenne convergente à celle de feuilles de l'ordre de 18.41 ± 1.4 mg QE /g MS. Nos résultats sont en accord avec ceux rapportés par Arun et al. (2010) qui ont démontré que l'extrait méthanolique de *L. inermis* renferme des teneurs en flavonoïdes totaux élevées (25.05 ± 0.18 mg QE /g MS). Brahmi et al. (2013) ont obtenu des teneurs élevées en flavonoïdes chez deux variétés d'olive; 98.40 mg QE/100 g à 377.06 mg QE/100 g, obtenue à partir des feuilles de la variété chemlali et de 119.28 mg QE/100 g à 147.96 mg QE/100 g pour la variété neb jmel, montrant ainsi la richesse de ces deux variétés en flavonoïdes. Les flavonoïdes sont rencontrés dans les fruits (notamment du genre *Citrus* où ils représentent jusqu'à 1 % des fruits frais) et les légumes (Di carlo et al. 1999) Ce dernier composé exerce des effets antioxydants, antiagrégants et vasodilatateurs pouvant expliquer ses effets cardioprophylactiques (Nair et Gupta, 1996).



Pour déterminer la quantité de tanin dans le henné (feuilles, tiges et racines) nous avons utilisés comme standard le catéchine (Figure 3). L'étude de la teneur en tanin au niveau de *L. inermis* explique bien la répartition de tanin entre les trois parties de la plante (Feuilles, tiges et racines). En effet, le tanin est présent à une teneur faible dans les racines avec une moyenne de (5.32 mg EC/g MS ± 1.06) et d'une teneur plus élevée pour les feuilles (17.93 ± 0.67 mg EC/g MS; exhibant 57.8% de la teneur en tanins totaux)). On conclure donc que la plus grande quantité du tanin chez le henné est trouvée au niveau de feuilles alors qu'avec des quantités basses dans les tiges et très négligeables pour les racines. Les analyses phytochimiques portés sur les feuilles de henné réalisés par (Musa et Gasmelseed 2012) montre que les tanins condensés représentent 11% des tanins totaux. Des travaux similaires réalisés sur L'espèce *H. almeriensis* montrent qu'il contient 4.5% MS de tanins (Barroso et al. 2001). Le dosage des tanins dans les feuilles, l'écorce et les fruits des *Anacardium occidentale*, *Lannea velutina*, *Ziziphus mauritiana* et *Acacia nilotica* montre que l'écorce de tronc, très utilisée par les phytothérapeutes, est en général la partie le plus riche en tanins avec une teneur moyenne supérieure à 15 %. La concentration en tanins est également importante dans les feuilles de *Guiera senegalensis* (8.7%), *Anacardium occidentale* (13.4%) et *Psidium guajava* (20.4%) Pour les espèces telles que *Mangifera indica*, *Tamarindus indica*, *Acacia seyal* et *Acacia nilotica*. Les tanins confèrent aux plantes tannifères (*Anacardiaceae*, *Combretaceae*, *Fabaceae-Mimosoideae* etc.) des propriétés curatives contre les maladies gastriques (indigestion, diarrhée, ulcère), les maladies vénériennes, les dermatoses et l'hypertension artérielle (Sereme et al. 2008).



L'IC₅₀ est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre DPPH de 50 %. Les valeurs inférieures d'IC₅₀ indiquent l'efficacité de l'extrait et ainsi un pouvoir antioxydant plus fort. L'extrait méthanolique des feuilles présente une IC₅₀ inférieure à ceux des extraits de tige et de racine (figure 4). L'activité antioxydante présentée par les feuilles est plus meilleure que celles des tiges et des racines. Le radical DPPH est généralement l'un des composés le plus utilisé pour l'évaluation rapide et directe de l'activité antioxydante en raison de sa stabilité en forme radicale et la simplicité de l'analyse (Bozin et al. 2008). L'activité anti-radicalaire du radical libre des extraits des feuilles de *L. inermis* dans le méthanol présente 67,67 ± 5,48 du pourcentage de décolorisation (Aqil et al. 2006). Une autre étude a été réalisée afin d'évaluer l'effet des extraits aqueux et méthanoliques des extraits de *L. inermis* pour chromium (VI) qui induit la toxicité cellulaire de l'ADN. Les extraits montrent un potentiel significatif (P<0.05) dans le balayage des radicaux libres de DPPH, ABTS, Fe³⁺ et aussi dans l'inhibition de peroxydation lipidique, dans les propriétés de l'ADN et dans la cyto-protection (Guha et al. 2009). L'olivier sauvage a aussi montré une bonne activité avec une IC de 12 µg/ml. L'activité antioxydante dépend généralement sur le nombre et la position des groupements hydroxyles par rapport aux groupements carboxyles fonctionnels (Hayes et al. 2011).



4. Conclusion

Les plantes médicinales comme *L.inermis* représentent une source inépuisable de substances et de composés naturels bioactifs dont on a besoin pour la recherche d'une meilleure médication par une thérapie plus douce sans effets secondaires. La partie aérienne de la plante est caractérisée par la teneur la plus élevée en polyphénols et tanin tandis que les quantités les plus basses se trouvent au niveau de la partie sous-terreine. Les feuilles et les racines sont caractérisées par des valeurs plus élevées en flavonoïdes que les tiges. Les résultats obtenus nous mènent à viser loin et à ouvrir des horizons pour réaliser la valorisation de la plante de *L. inermis* et exploiter ses polyphénols dans le domaine thérapeutique, ces molécules peuvent être intégrées dans des formulations pharmaceutiques. Dans le domaine cosmétique, les polyphénols peuvent être présents dans des formules contre le stress oxydant. Le pouvoir inhibiteur de henné pourrait être utilisé à des fins thérapeutiques notamment un adjuvant aux traitements dermiques.

5. References

- Aqil F, Ahmad I, Mehmood Z (2006). Antioxidant and free radical scavenging properties of twelve traditionally used Indian medicinal plants. *Turk J Biol* 30: 177-183
- Arun P, Purushotham KG, Johnsy JJ, Vasantha K (2010). In vitro Antibacterial activity and Flavonoid contents of *Lawsonia inermis* (Henna). *International Journal of PharmTech Research* 2: 1178-1181
- Atmani D, Chaher N, Berboucha M, Ayouni K, Lounis H, Boudaoud H, Debbache N (2009). Antioxidant capacity and phenol content of selected Algerian medicinal plants. *Food Chem* 112: 303-309
- Ba K, Tine E, Destain J, Cisse N, Thonart P (2010) Étude comparative des composés phénoliques, du pouvoir antioxydant de différentes variétés de sorgho sénégalais et des enzymes amylolytiques de leur malt. *Biotechnol Agro Soc Environ*, Vol 14, pp 131-139.
- Bahroun T, Gressier B, Trotin F, Brunet C, Dine T, Luyckx M, Vasseur J, Cazin M, Casin JC, Pinkas M (1996) Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organ and pharmaceutical preparations. *Arzneimittelforschung*, pp 1086-1089.
- Barroso F, Martmhz TF, Paz T, Parra A, Alarcon FJ (2001) Tannin content of grazing plants of southern Spanish arid lands. *J Arid Environ* 49: 301-314.
- Bozin B, Mimica-Dukie N, Simin N, Anackov G (2006) Characterization of the volatile composition of essential oil of some lamiaceae species and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *J Agri Food Chem* 54: 1822-1828.

- Brahmi F, Mechri B, Dhibi M, Hammami M (2013)** Variations in phenolic compounds and antiradical scavenging activity of *Olea europaea* leaves and fruits extracts collected in two different seasons. *Industrial Crops and Products* 49: 256-264.
- Chaudhary G, Goyal S, Poonia P (2010)** *Lawsonia inermis* Linnaeus: A Phytopharmacological Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research* 2: 91-98.
- Chetty KM (2008)** Flowering plants of Chittoor, Edn 1, Andhra Pradesh, pp 132.
- Essafi NE, Ghidouche S, Ducrot PH (2007)** Flavonoids: hemisynthesis, reactivity, characterization and free radical scavenging activity. *Molecules*, pp 2228-2258
- Gbohaïda V, Médoatinsa S E, Nonviho G, Bogninou-Agbidinokoun G S R, Agbangnan D C P, and Sohounhloué C K D (2015)** Etude chimique et évaluation de l'Influence de la granulométrie sur la cinétique d'extraction des polyphénols naturels de *Pterocarpus erinaceus* acclimaté au Bénin. *International Journal of Innovation and Applied Studies* 12: 325-333
- George S, Brat P, Alter P, Amiot MJ (2005)** Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant derived products. *J Agric Food Chem* 53:1370-1373
- Guha G, Rajkumar V, Kumar A, Mathew L (2009)** Antioxidant activity of *Lawsonia inermis* extracts inhibits chromium (VI)-induced cellular and DNA toxicity *Evid Base Compl. Alternative Med* 6: 1-10.
- Di Carlo G, Mascolo N, Izzo AA, Capasso F (1999)** Flavonoids: old and new aspects of a class of natural therapeutic drugs. *Life Sci* 65: 337-353
- Hayes JE, Allen P, Brunton N, O'Grady MN, Kerry JP (2011)** Phenolic composition and in vitro antioxidant capacity of four commercial phytochemical products: Olive leaf extract (*Olea europaea* L.), lutein, sesamol and ellagic acid. *Food Chemistry* 126: 948-955.
- Hayouni EA, 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 Chemistry* 105: 1126-1134
- Jain VC, Shah DP, Sonani NG, Dhakara S, Patel NM (2010)** Pharmacognostical and preliminary phytochemical investigation of *Lawsonia inermis* L. leaf. *Romanian Journal of Biology – Plant Biology* 55: 127–133
- Li HB, Cheng KW, Wong CC, Fan KW, Chen F, Jiang Y (2007)** Evaluation of antioxidant capacity and total phenolic content of different fractions of selected microalgae. *Food chemistry* 102: 771-776
- Maatoug H (1990)** « Nos plantes médicinales ». *Lexiques cliniques des plantes médicinales non toxiques employées en Tunisie*, pp116
- Makhija IK, Dhananjaya DR, Kumar VS, Devkar R, Khamar D, Manglani N, Chandrakar S (2011)** *Lawsonia inermis* – from traditional use to scientific assessment. *African Journal of Pharmaceutical Sciences and Pharmacy* 2: 145-165
- Mpondo Mpondo E, Dibong DS, Priso RJ, Ngoye A, Ladoh YCF (2012)** État actuel de la médecine traditionnelle dans le système de santé des populations rurales et urbaines de Douala (Cameroun). *Journal of Applied Biosciences* 55: 4036-4045
- Musa AE, Gasmelseed GA (2012)** Characterization of *Lawsonia inermis* (Henna) as Vegetable Tanning Material. *Journal of forest products & industries* 1: 35-40
- Nabli MA (1991)** Diversité floristique en Tunisie. In: conservation des ressources végétales, (Eds.), Rejdali M. et Heywood V. H. Actes Editions Rabat, Maroc.
- Nair S, Gupta R (1996)** Dietary antioxidant flavonoids and coronary heart disease. *J Assoc Physicians India* 44: 699-702
- Philip Jacob P, Sivaraj, Kumar S, Saral M (2010)** Phytochemical screening and CNS activity of *Lawsonia inermis* L. seeds. *J Pharm Res* 3: 2163-2166
- Pitchaon, Maisuthisakul, Maitree, Suttajit, Rungnaphar, Pongsawatmanit (2007)** Assessment of phenolic content and free radical-scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chem* 100: 1409-1418
- Sereme A, Millogo-Rasolodimby J, Guinko S, Nacro M (2008)** Propriétés thérapeutiques des plantes a tanins du Burkina Faso. *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines* 15: 41-49
- Sijelmassi A (1993)** - Les plantes médicinales du Maroc, 6ème édition. Fennec. Casablanca. pp285
- Tawaha K, Alali FQ, Gharaibeh M, Mohammad M, El Elimat T (2007)** Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chem* 104: 1372-1378
- Wong KC, Teng YE (1995)** Volatile Components of *Lawsonia inermis* L. *Flowers*. *J Essent Oil Res* 7 : 425-428
- Ye X H, Pan X, Cornwell WK, Cornelissen JHC, Chu Y, Gao SQ, Li RQ, Qiao JJ, Dong M (2013)**. Decoupling of above and belowground C and N pools within predominant plant species *Stipa grandis* along a precipitation gradient in Chinese steppe zone. *Biogeosciences Discuss* 10: 4995–5013
- Zumrutdal ME, Ozaslan M, Tu zcu M, Kalender ME, Dag lioglu K, Akova A, Karagoz ID, Kilic IH, Colak O, Koksai F (2008)** Effect of *Lawsonia inermis* treatment on mice with sarcoma. *African Journal of Biotechnology* 7 : 2781-2786