

# Caractéristiques physico-chimiques, concentrations en composés phénoliques et pouvoir antioxydant de quatre variétés de miels locales (Algérie)

B. BAKCHICHE<sup>1</sup>, M. HABATI<sup>1</sup>, A. BENMEBAREK<sup>1</sup>, A. GHERIB<sup>1</sup>

(Reçu le 01/06/2017.; Accepté le 28/09/2017)

## Résumé

En vue de déterminer les caractéristiques physico-chimiques du miel, ses concentrations en composés phénoliques et son pouvoir antioxydant, une étude a été menée dans la région de Laghouat sur quatre échantillons du miel prélevés au hasard puis analysés. L'analyse des paramètres physico-chimiques du miels étudiés montre un pH acide de  $4,15 \pm 0,007$ , une teneur en eau de  $15,4 \pm 0,44\%$ , une teneur en cendre est de  $0,4 \pm 0,003\%$ , une acidité de  $23,0 \pm 0,01$  meq/Kg et une conductivité électrique de  $0,40 \pm 0,004$  mS/Cm. L'intensité de la couleur est un test qualitatif rapide qui nous a permis d'avoir une idée sur le contenu phénolique du miel. Ces caractéristiques sont plus fréquemment utilisées comme meilleurs indicateurs de la qualité et de la stabilité du miel et ont une grande influence sur ses propriétés organoleptiques. A travers nos résultats, il apparaît clairement que l'échantillon M4 constitue une source non négligeable de composés phénoliques, possède une bonne activité antioxydante et une capacité de piégeage de radicaux libres intéressante.

**Mots-clés:** Miel naturel, caractéristiques physico-chimiques, composés phénoliques, activité antioxydante FRAP et DPPH.

## Physicochemical characteristics, concentrations of phenolic compounds and antioxidant power of four local honey varieties (Algeria)

### Abstract

In order to evaluate the physico-chemical characteristics of honey, its phenolic compounds concentrations and its antioxidant activity, a study was carried out in the Laghouat area on four samples of honey taken at random and analyzed. The analysis of the physico-chemical parameters of the honey studied showed a pH of  $4.15 \pm 0.007$ , a water content of  $15.4 \pm 0.44\%$ , an ash content of  $0.4 \pm 0.003\%$ , an acidity of  $23.02 \pm 0.01$  meq/Kg and an electrical conductivity of  $0.40 \pm 0.004$  mS/Cm. The intensity of the color is a quick qualitative test that allowed us to have an idea about the phenolic content of the honey. These characteristics are more frequently used as better indicators of the quality and stability of honey, and have a great influence on its organoleptic properties. Through our results, it is clear that the sample M4 was a non-negligible source of phenolic compounds, has a good antioxidant activity and an important free radicals scavenging capability.

**Keywords:** Natural honey, physico-chemical characteristics, phenolic compounds, antioxidant activity FRAP and DPPH.

## INTRODUCTION

Le miel, substance sucrée totalement naturelle est l'un des produits issus de la ruche et employé depuis des millénaires par de nombreuses civilisations pour ses qualités nutritionnelles et ses utilisations thérapeutiques.

Actuellement en Algérie, le miel est sujet à un certain nombre de spéculations quant à son origine et ses qualités physico-chimiques. En plus, le consommateur algérien est confronté à la cherté de ce produit noble et n'arrive pas à faire la différence entre un produit authentique et un autre falsifié et cela à cause de l'absence de structures officielles qui contrôlent les qualités des produits locaux.

C'est dans cet objectif que notre travail se place avec comme base essentiellement les analyses physico-chimiques. Celles-ci nous permettent d'identifier les propriétés des différents miels récoltés dans plusieurs régions de la wilaya de Laghouat (Sahara Algérien).

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Échantillons de miel

Quatre échantillons de miel sont utilisés dans cette étude. Ils ont été collectés en 2016 auprès des apiculteurs de la région de Laghouat comme le montre le tableau suivant:

**Tableau 1: Origine géographique des échantillons**

| Code | Origine géographique | Origine florale        |
|------|----------------------|------------------------|
| M1   | Laghouat             | <i>Ziziphus lotus</i>  |
| M2   | Hassi R'mel          | Toute fleur            |
| M3   | Elassafia            | Toute fleur            |
| M4   | Ksar Elhiran         | <i>Peganum harmala</i> |

### Méthodes

Les analyses physico-chimiques ont concerné la mesure du pH, de l'indice de réfraction, de la teneur en eau, de la conductivité électrique, de la teneur en cendre, de l'acidité

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie des Procédés, Université Amar Telidji, Laghouat, Algeria. Email: [b.bakchiche@lagh-univ.dz](mailto:b.bakchiche@lagh-univ.dz)

libre et de l'indice de PFUND (AOAC, 1990). Le dosage des polyphénols totaux dans les extraits éthanoliques a été déterminée par le réactif de folin-ciocalteu suivant le protocole de Singleton et al., (1999). La méthode de trichlorure d'aluminium ( $AlCl_3$ ) a été utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans les extraits (Arvouet-Grand et al., 1994). Les activités antioxydantes des extraits de miel sont mises en évidence par deux méthodes, La capacité de piégeage du radical DPPH a été évaluée par Hartmann (2007) et le pouvoir réducteur (FRAP) adapté par Berreta et al., (2005).

## RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### Propriétés physico-chimique

#### pH

Le pH des échantillons du miel est important au cours du processus d'extraction, car il affecte la texture, la stabilité et la durée de vie. Le pH du miel est suffisamment bas pour ralentir ou empêcher la croissance de nombreuses espèces de bactéries (Naman et al., 2005). Le pH des miels étudiés est compris entre 3,97 et 4,65 avec une moyenne de 4,3 (Tableau 2). Donc, tous les miels analysés ont été jugés comme ayant un caractère acide et sont en conformité avec les normes du *Codex alimentarius* (2001). Ibrahim et al., (2012) indiquent que le miel est naturellement acide, indépendamment de son origine géographique, qui peut être due à la présence d'acides organiques qui contribuent à sa saveur et sa stabilité contre la détérioration microbienne.

Ces valeurs de pH sont similaires à celles rapportées pour d'autres échantillons de miels provenant de l'Inde, du Brésil, de l'Espagne et de la Turquie qui auraient un pH entre 3,49 et 4,70 (Azeredo et al., 2003, Saxena et al., 2010). Aucun de nos échantillons étudiés ne dépassait la limite permise, ce qui peut être considéré comme un indice de fraîcheur. On peut conclure que nos échantillons sont tous des miels de nectar.

#### Teneur en eau

La teneur en eau est un facteur hautement important car il permet l'estimation du degré de maturité des miels et peut renseigner sur la stabilité contre la fermentation et la cristallisation au cours de stockage; donc elle conditionne la conservation du produit (De Rodriguez et al; 2004; küçük et al., 2007). En effet, la variation de l'humidité peut s'expliquer par la composition et l'origine florale du miel.

La forte interaction du sucre avec les molécules d'eau permet de réduire l'eau disponible au développement des micro-organismes.

Les miels étudiés ont une teneur en eau entre 14,1% et 18,5% (Tableau 2). L'échantillon M3 présente la plus faible teneur en eau (14,1 %). Par contre, l'échantillon M4 présente la plus forte teneur en eau (18,5 %) et de ce fait, contient le moins de matière sèche. Ces valeurs sont largement en dessous de la limite maximale préconisée par *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 20% maximum. Le taux d'humidité le plus faible était 14,1% dans l'échantillon M3. Cela indique que le risque de fermentation est très faible dans cet échantillon.

Le miel est une solution de sucre sursaturée avec une faible activité de l'eau, ce qui signifie qu'il n'y a pas assez d'eau disponible pour soutenir la croissance des bactéries et levures (Naman et al., 2005) . D'après Zerrouk et al., (2011), l'eau et la teneur en sucre du miel sont strictement corrélées. La teneur en eau dépend de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche et les facteurs climatiques. La valeur obtenue indiquant un bon degré de maturité est inclus dans la gamme de l'eau approuvée par le *Codex Alimentarius* (2001). Ces résultats sont révélateurs d'un bon stockage des miels étudiés. La teneur en eau du miel dépend des conditions environnementales et de la période de récolte, et il peut varier d'une année à une autre (Acquarone et al., 2007).

#### Matière sèche (Degré Brix)

Les valeurs varient entre 81,4 et 85,9 % (Tableau 2). L'échantillon M3 présente la plus forte de matière sèche contrairement l'échantillon M4. La matière sèche de miel est en relation inversé avec la teneur en eau. Il existe une légère différence entre le degré Brix (le pourcentage de sucre) qui est de 80% du pourcentage de matière sèche (Dailly, 2008).

#### Conductivité électrique

La conductivité électrique des miels est étroitement liée à la concentration des sels minéraux, des acides organiques et les protéines. Les miels étudiés présentent des conductivités électriques variant entre 0,34 et 0,55 mS/cm avec une valeur moyenne de 0,45 mS/cm (Tableau 2). Le miel de *zizyphus lotus* (M1) de la région de Laghouat possède la conductivité la plus élevée, ces valeurs se situent dans l'intervalle des valeurs trouvées en Algérie (de 0,21 à 1,61 mS/cm) (Ouchemoukh et al., 2007). Nos valeurs sont au-

**Tableau 2: les analyses physico-chimiques des échantillons du miel**

| Code | pH         | Teneur en eau (%) | Degré Brix (%) | Conductivité électrique (mS/cm) | Teneur en cendre (%) | Acidité libre mEq/kg | Indice de PFUND $ABS_{635}$ |
|------|------------|-------------------|----------------|---------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| M1   | 4,38±0,008 | 15,08±0,42        | 84,92±0,42     | 0,55± 0,004                     | 0,46±0,003           | 23,00±0,2            | 80,14±1,55                  |
| M2   | 4,65±0,050 | 15,19±0,46        | 84,81±0,46     | 0,372±0,008                     | 0,31±0,007           | 19,35±0,1            | 115,79±2,50                 |
| M3   | 3,97±0,017 | 14,11±0,77        | 85,89±0,77     | 0,347±0,009                     | 0,29±0,008           | 22,44±0,3            | 75,68±0,85                  |
| M4   | 4,15±0,007 | 18,55±0,44        | 81,45±0,44     | 0,532±0,007                     | 0,44±0,001           | 23,28±0,3            | 637,60±8,50                 |

dessous de la limite maximale (0,8 mS/cm) préconisée par les normes européennes. Selon Rodier (1997), la conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation. C'est un bon critère lié à l'origine botanique du miel, et très souvent utilisé dans les routines de contrôle du miel au lieu de la teneur en cendres (Terrab et al., 2003).

### Teneur en cendre

La teneur en cendres dans les échantillons analysés varie de 0,29 à 0,46% (Tableau 2). Nandaa et al., (2003), indiquent que la limite permise de la teneur en cendres des miels de nectar est de 0,6%. Par contre, celle du miel de miellat est de 1,2% (Al et al., 2009). Les valeurs de cendres trouvées étaient en dessous de 0,6%. Ces résultats sont en accord avec la limite autorisée par *Codex Alimentarius* (2001) pour les miels de nectar.

Comme rapporté précédemment, les miels Algériens ont des valeurs de teneur en cendres dans la gamme de 0,06 à 0,54% (Ouchemoukh et al., 2007). La variation de la teneur en cendres peut s'expliquer par les procédés de récolte, les techniques de l'apiculture et les matériels collectés par les abeilles lors de la recherche de nourriture sur la fleur (Finola et al., 2007) et principalement déterminée par le sol et le climat caractéristique (Acquaron et al., 2007).

### Acidité libre

Les valeurs de l'acidité des miels analysés varient de 19,35 à 23,28 méq/kg. On constate que les valeurs d'acidité totale ont été dans la gamme normale fixée par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 50 méq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables. L'acidité libre est un critère important durant l'extraction et le stockage, en raison de son influence sur la texture et la stabilité du miel. Cette acidité provient d'acides organiques dans certains sont libre et d'autre combinés sous forme de lactones (Bogdanov et al.; 2004; Gomes et al.; 2010). La variation de l'acidité dans les différents miels peut être attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte (Perez-Arquillue et al., 1995).

### La couleur: indice de PFUND

La couleur du miel est un élément important utilisé dans l'identification de l'origine florale (Moniruzzaman et al., 2013). Les valeurs obtenues pour la couleur selon Indice de PFUND se situent entre 75,68 et 637,68 mm, ce qui signifie que nos échantillons sont de couleur foncée.

La couleur de nos miels analysés est confirmée par les normes de *Codex Alimentarius* (2001) qui indique que les miels clairs ont des valeurs des couleurs entre 0 et 85 mm et les miels foncés supérieur 114 mm. Le miel qui provient de la région de Ksar Elhiran (M4) a eu l'intensité de couleur la plus élevée (637,60 mm) par rapport aux autres échantillons du miel, indiquant son potentiel antioxydant élevé. Par contre, le miel issu de la région d'Elassafia a enregistré la valeur la plus faible (75,68 mm).

En comparaison avec d'autres miels de différentes provenances, les valeurs d'Abs<sub>635</sub> ont été entre 0,125 et 0,504 pour les miels d'Argentine (Naab et al., 2008), 163,6 mm dans les miels Algériens (Rebiai et al., 2015), 73,88 mm pour les miels égyptien et 113,82 mm pour miels d'Arabie Saoudite (El Sohaimy et al., 2015). Le test de l'intensité de la couleur montre qu'il existe une forte corrélation entre l'activité antioxydante et leurs contenus en composés phénoliques dans les différents types du miel (Irina et al., 2010). Ce paramètre peut être interprété comme un indice fiable de la présence de pigments ayant une activité antioxydante telles que les caroténoïdes et les flavonoïdes (Antony et al., 2000). En effet, l'augmentation de l'intensité de la couleur semble être liée à une augmentation des propriétés antioxydantes et de la teneur en polyphénols du miel (Beretta et al., 2005). Le miel assombrit généralement avec l'âge. D'autres variations de couleur peuvent être dues à l'utilisation de vieux rayons, contact avec des métaux et l'exposition soit à des températures élevées ou à la lumière. La couleur des miels dépend de son origine botanique (Moniruzzaman et al., 2013).

### Teneur en composés phénoliques totaux

Le dosage des polyphénols totaux nous donne une estimation globale de la teneur en différentes classes des composés phénoliques contenus au niveau des échantillons analysés (Pawlowska et al., 2006). Le tableau 3 montre que la teneur en polyphénols enregistrée dans les miels varient considérablement de 56 à 172 mg d'GAE/ Kg de miel. Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Rebiai et al., (2015) (697,22 mg d'GAE/ Kg). La valeur la plus faible a été enregistrée dans le miel M1 (56 mg GAE/ Kg de miel) et la plus forte concentration de polyphénols a été établie à 427,14 mg GAE/ Kg de miel pour l'échantillon M4 qui est monofloral; issu à partir de *Peganum harmala*, ce qui suggère qu'il a un meilleur potentiel antioxydant. Buratti et al., (2006) ont rapporté des valeurs très faible (20-1810 mg d'GAE/ Kg) par rapport aux résultats de cette étude. Ces variations peuvent être attribuées à l'origine botanique, à l'année de récolte et à l'environnement des ruches.

La détermination de la teneur en composés phénoliques totaux est également considérée comme une méthode prometteuse d'étudier les origines florales du miel du fait qu'il est recueilli à partir de l'origine botanique et géographique qui affectent la concentration en composés phénoliques, la distribution de pollen et l'activité antioxydante du miel (Alvarez-Suarez et al., 2009).

### Teneur en flavonoïdes

Les résultats enregistrés pour la teneur en flavonoïdes des échantillons de miel, présentés dans le tableau 3, montrent que la concentration la plus élevée est observée avec l'extrait des miels de Ksar Elhiran M4 (39,7 mg REE/kg). La valeur la plus faible est obtenue avec tous les autres extraits M1, M2 et M3 du miel (9 mg REE/kg). Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par Rebiai et al., (2015) (290 mg REE/kg). La variation de la teneur en flavonoïdes du miel dépend de la source florale, de la région, de la saison et du site de collecte (Česksterty et al., 2006).



**Tableau 3: Teneur en polyphénols et flavonoïdes totaux des échantillons du miel**

| Code | Polyphénols totaux (mg d'GAE/ Kg) | Flavonoïdes totaux (mg REE/kg) |
|------|-----------------------------------|--------------------------------|
| M1   | 56±0,005                          | 9,3±0,0036                     |
| M2   | 70±0,004                          | 9,9±0,0012                     |
| M3   | 67±0,004                          | 9,2±0,0004                     |
| M4   | 172±0,006                         | 39,7±0,0009                    |

### Pouvoir réducteur

Le test de FRAP évalue directement la présence des antioxydants dans différents échantillons y compris le miel (Khalil et al., 2012). Cette méthode est basée sur la capacité des antioxydants à réduire le fer ferrique  $Fe^{3+}$  en fer ferreux  $Fe^{2+}$ . La puissance de réduction est l'un des mécanismes antioxydants (Karagozler et al., 2008). Les résultats de l'activité antioxydante dosée par le test de FRAP des échantillons étudiés sont représentés dans la tableau 4. Il y avait des différences entre les valeurs d'activité antioxydante des différents types de miel, ce qui suggère qu'ils ont des potentiels antioxydants différents. Le miel de Laghouat M1 a la valeur d'activité antioxydante la plus élevée parmi tous les miels analysés, ce qui indique sa grande réduction et son potentiel antioxydant puissant. La valeur la plus faible a enregistré dans le miel de Ksar Elhiran M4.

D'après Mayer et al., (1998), l'activité antioxydante des différents échantillons de miel analysés dépend principalement de la source florale de miel. Cependant, ils ont suggéré que l'espèce botanique est la principale source de miel, mais n'est pas le seul facteur qui contribue à ses propriétés antioxydantes. Les différences de l'activité antioxydante peuvent être attribuées à la présence de différents composés phénoliques, tels que les flavonoïdes, les acides phénoliques, et d'autres composés phénoliques qui ont différents effets antioxydants.

**Tableau 4: EC50 et VCEAC des échantillons du miel**

| Code | DPPH EC50 (mg/ml) | FRAP (VCEAC en mg/ml) |
|------|-------------------|-----------------------|
| M1   | 0,0094            | 0,056                 |
| M2   | 0,024             | 0,035                 |
| M3   | 0,004             | 0,038                 |
| M4   | 0,0011            | 0,032                 |
| BHT  | 0,00025           | 1,59                  |

### Test de DPPH

Le DPPH est un radical à base d'azote stable qui est largement utilisé pour tester le piègeur de radicaux libres et la capacité de diverses substances. Une forte activité de piégeage de DPPH confère des niveaux élevés d'activité antioxydante de l'échantillon. Le radical DPPH est l'un des substrats les plus généralement utilisés 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 antioxydante est déterminée par la diminution de l'absorbance d'une solution alcoolique de DPPH à 515 nm, qui est due à sa réduction à une forme non radicalaire DPPH-H par les antioxydants donateurs d'hydrogènes présents dans l'échantillon (Maituthisakul et al., 2007; Da Silva et al., 2008). Les résultats de l'activité antiradicalaire déterminée à l'aide de test de DPPH sont représentés dans le tableau 4.

Les valeurs d'EC50 des échantillons des miels étudiés varient entre 0,0011 à 0,024 mg/ml. La valeur d'EC50 la plus faible indique une forte capacité de piégeage des radicaux libres (Kanoun, 2010). La valeur la plus élevée d'EC50 était de 0,024 mg/ml dans l'échantillon M2. Par contre, la valeur la plus faible était de 0,0011 mg/ml dans l'échantillon M4, cela confirme la possibilité qu'il contient la plus grande quantité de composés accepteurs de radicaux libres et le plus grand potentiel antioxydant. Son piégeage des radicaux élevé peut être dû à son contenu en composés phénoliques parce que le potentiel antioxydant du miel est proportionnel avec la teneur en polyphénols présents (Beretta et al., 2005). Il est difficile de comparer les résultats d'activité antiradicalaire des différents échantillons étudiés avec des résultats obtenus par d'autres études car ce test est incomplet vu le manque du produit (DPPH) pour réaliser la courbe d'étalonnage afin de calculer la concentration inhibitrice à 50% (IC50%).

L'activité de piégeage des radicaux d'échantillons de miel testés varie en fonction du miel, en raison de la complexité de la composition chimique qui dépend de l'origine florale, des facteurs environnementaux et des conditions de stockage (Vinson et al., 1995). L'activité antiradicalaire, antioxydante et la teneur en composés phénoliques du miel est fortement affectées par les sources florales (Sagdic et al., 2013). De nombreux auteurs ont démontré que le miel est une source d'antioxydants naturels, qui sont efficaces pour réduire le risque de maladies cardiaques, de cancer, de faiblesse du système immunitaire et des différents processus inflammatoires (Gheldof et al., 2002). Dans le miel, les composants responsables de l'effet antioxydant sont les flavonoïdes et les acides phénoliques. La quantité de ces composants varie largement en fonction de l'origine florale et géographique du miel. En outre, la transformation, la manutention et le stockage du miel peuvent influencer sur sa composition (Gheldof et al., 2002). Plusieurs études ont montré que l'activité antioxydante est fortement corrélée avec le contenu des composés phénoliques totaux. A côté de cela, une forte corrélation a été trouvée entre l'activité antioxydante et la couleur du miel (Al-Mamary et al., 2002). Beretta et al., (2005) ont constaté que les miels de couleur foncée ont une teneur élevée en composés phénoliques totaux et par conséquent une capacité antioxydante élevée.

### CONCLUSION

L'analyse des paramètres physico-chimiques est un bon critère de qualité du miel, souvent utilisé dans la routine de contrôle. Elles dépendent de divers facteurs tels que la saison de récolte, le degré de maturité atteint dans la ruche, les facteurs climatiques, l'origine botanique et l'espèce d'abeille.

Les caractéristiques physico-chimiques du miel de la wilaya de Laghouat, son pH, son indice de réfraction, sa conductivité électrique, son acidité libre sont conformes aux normes proposées par la commission du *Codex Alimentarius* (2001).

Le miel de la région de Laghouat est caractérisé par un taux élevé en composés phénoliques, ce qui explique son effet antioxydant. Il existe une relation étroite entre la concentration en composés phénoliques du miel et l'origine des espèces végétales visitées par l'abeille.

L'étude des caractéristiques physico-chimique et des composés phénoliques du miel de la région Laghouat mérite d'être poursuivie pour identifier et quantifier les composants biologiquement actifs, utilisées pour le traitement des plusieurs maladies.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Acquarone C, Buera P., Elizalde B. (2007). Pattern of pH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys, *Rev.Food Chem.*, 101:695–703.
- Al D., Daniel D., Moise O., Bobis L., Bogdanov L. (2009). Propriétés physico-chimiques et propriétés bioactives des différents miels d'origine florale de la Roumanie. *Food Chem*, 112:863-867.
- Al-Mamary M., Al-Meer A., Al-Habori M. (2002). Antioxidant activities and total phenolics of different types of honey. *Nutrition Research*, 22:1041-1047.
- Alvarez- Suarez J.M., Tulipani S., Romandini S., Vidaland A., Battino M. (2009). Methodological aspects about determination of phenolic compounds and In vitro evaluation of antioxidant capacity in the honey. *Curr Anal. Chem*, 5:293–302.
- Antony SM., Hanl Y., Rieck JR., Dawson PL. (2000). Antioxidative effect of Maillard reaction products formed from different reaction times. *J. Agr. Food Chem*, 48:3985-3989.
- AOAC (1990). Official Methods of Analysis, 15<sup>th</sup> Ed .Arlington, VA. Association of Official Analytical chemists. London.
- Arvouet-Grand, A., Vennat, B., Pourrat, A., Legret, P. (1994). Standardisation d'un extrait de propolis et identification des principaux constituants. *Journal de Pharmacie de Belgique*, 49, 462–468.
- Azeredo L.D.C., Azeredo M .A.A., DeSouza S.R., Dutra V.M.L. (2003). Protein content and physicochemical properties in honey samples of *Apis Mellifera* of different floral origins. *Food Chem*, 80:249–254.
- Beretta, G., Granata, P., Ferrero, M. Orioli, M., Facino, R M. (2005). Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/ fluorimetric assays and chemometrics. *Analytica chimica*, 533:185–191.
- Bogdanov S., Ruoff K., Persanoosdo L. (2004). Physico-chemical methods for the characterization of unifloral honey: A review. *Apidologie*, 35: S4-S17.
- Bozin B., Mimica-Duric N., Samojlik I., Goran A. Et Igić R., (2008). Phenolics as antioxydants in garlic (*Allium sativum* L. Alliaceae). *Food Chem*, 111: 925-929.
- Českstertytė, V., Kazlauskas, S., Račys, J. (2006). Composition of flavonoids in Lithuanian honey and bee bread. *Biologija*, 2: 28-33.
- Codex Alimentarius, (2001). Programme mixte fao /oms sur les normes alimentaires. Commission du *Codex Alimentarius*. ALINORM 01/25, 1-31
- Da Silva R., Saraiva J., de Albuquerque S., Curti C., Donate P.M., Bianco T.N.C., Bastos J.K. and Silva M.L.A., (2008). Trypanocidal structure–activity relationship for cis-andtrans-methylpluviatolide. *Phytochemistry*, 69:1890–1894.
- De Rodriguez G.P., De Ferrer B.S., Ferrer and Rodriguez B. (2004). Characterization of honey produced in Venezuela . *Food Chemistry*, 84 : 599-502.
- ElSohaimy S.A., Masry S.H.D. , Shehata M.G (2015). Physicochemical characteristics of honey from different origins. *Annals of Agricultural Science*, 60: 279–287.
- Gheldof N., Wang H. et Engeseth N., (2002). Identification et quantification de composés Antioxydants de miels provenant de diverses sources florales. *Journal de la chimie agricole et alimentaire*, 50:5870-5877.
- Gomes S., Dias L.G., Moreira L.L., Rodrigues P., Estevinho L. (2010). Physico-chemical, microbiological and antimicrobial properties of commercial honeys from Portugal. *Food and Chemical Toxicol.*, 48: 544-548.
- Finola M.S., Lassagno M.C., Marioli J.M. (2007). Microbiological and chemical characterisation of honeys from central Argentina. *Food Chem*. 100: 1649-1653.
- Ibrahim khalil Md., Mohamed M., Jamalullail S.M.S., Alam N., Sulaiman S.A. (2011). Evaluation of Radical Scavenging Activity and Colour Intensity of Nine Malaysian Honeys of Different Origin. *Journal of Api Product and Api Medical Science*, 3: 04-11.
- Irina D., Georgiaa G., Livia P., Alina M.E., Rodica S. (2010). The antioxydant activity of selected Romanian honeys. *Food Tech*. 34:77-83.
- Karagozler A., Erdag B., Calmaz Emek Y. (2008). Antioxydant activity and proline content of leaf extracts from *Dorystoechas hastata*. *Food Chem*; 111:400-407.
- Kanoun K. (2010). Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine). Mémoire de Magister en substances naturelles, activités biologiques et synthèse. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 118.
- Khalil M.I., Moniruz zaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Islam MA., Islam MN., Sulaiman SA., Gan SH. (2012). Physico-chemical and antioxidant properties of Algerian honey. *Molecules* 17:11199–11215.
- Küçük M., Kolayli S., Karaolu S., Ulusoy E., Baltacı C, Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types of Anatolia. *Food Chemistry*, 100 :526-534.

- Hartmann T. (2007). From waste products to eco-chemicals: Fifty years research of plant Secondary metabolism. *Phytochemistry* 68:2831-2846.
- Maisuthisakul P., Suttajit M., Pongsawatnmit R. (2007). Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some that indigenous plants, *Food Chem.* 100:1409-1418.
- Moniruzzaman M., Sulaiman S.A., MdIbrahim Khalil M.I., Gan S.H. (2013). Evaluation of physicochemical and antioxidant properties of sourwood and other Malaysian honeys: a comparison with manuka honey. *Chemistry Central Journal* 7:138-150.
- Naman M., Faid M., El Adlouni C. (2005). Microbiological and physico-chemical properties of Moroccan honey. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 7: 773-776.
- Nandaa V., Sarkara B.C., Sharma H.K., Bawa A.S.J. (2003). Determination of Some major and minor elements in the east of Morocco honeys through inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Food Comp. Anal.* 16:613-619.
- Ouchemoukh S., Louaileche H., Schweitzer P. (2007). Physicochemical characteristics and pollen spectrum of some Algerian honeys, *Rev. Food Cont.* 18: 52-58.
- Pérez- Arquillue C., Conchello P., Ariño A., Juan T., Herrera A. (1995). Physicochemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chem.* 54:167-172.
- Rebiai A., Lanez T., Chouikh A. (2015). Physico-chemical and biochemical properties of honey bee products in south algeria. *Chemistry & Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 16: 133-142.
- Rodier J. (1997). L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8<sup>ème</sup> Ed. Dunod. France. 57-65pp.
- Sagdic O., Silici S., Ekici L. (2013). Evaluation of the phenolic content, antiradical, antioxidant, and antimicrobial activity of different floral sources of honey. *International Journal of Food Properties* 16:658-666.
- Saxena S., Gautam S., Sharma A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chem.* 1:202-203.
- Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Terrab A., Diez M. J., Heredia F.J. (2003). Palynological, Physicochemical and color characterization of Moroccan honeys: Orange (*Citrus* sp.) honey. *International Journal of Food Science and Technology* 38: 387-394
- Vinson J.A., Dabbagh Y.A., Serry M. M., Jang J. (1995). Plant flavonoids, especially tea Flavonols are powerful antioxidants sing in vitro antioxidants model for heart disease. *J. Agr. Food Chem*, 43: 2800-2802.
- Zerrouk H.S., Fallico B.G., Arena E.A., Gabriele F.B., Larbi A.B. (2011). Quality Evaluation of Some Honey from the Central Region of Algeria. *Jordan Journal of Biological Sciences*, 4: 243-248.