

Étude physico-chimique de quelques types de miels marocains

O. BELHAJ¹, J. OUMATO¹, S. ZRIRA¹

(Reçu le 25/11/2015; Accepté le 30/11/2015)

Résumé

Le miel est un composé biologique très complexe, d'une très grande diversité, lui conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan thérapeutique. En vue de déterminer ses caractéristiques physico-chimiques, cinq types d'échantillons ont été collectés de la région de Tadla-Azilal du Maroc. Il s'agit du miel d'Eucalyptus, du miel de Thym, du miel d'Asperge, du miel de Caroube et du miel multi-fleurs. Ces miels sont analysés pour la détermination du pH, de la teneur en eau, de la conductivité électrique, de la teneur en cendre, de l'acidité, de la teneur en hydroxyméthylfurfural, de l'indice de diastase et de la teneur en sucres. Les résultats ont montré qu'il y avait des différences d'un échantillon de miel à l'autre et ils qu'ils répondent tous aux normes internationales. Les paramètres physico-chimiques étudiés sont les plus fréquemment utilisés comme indicateurs de la qualité et de la stabilité du miel et ayant une grande influence sur ses propriétés organoleptiques.

Mots clés: Miel, paramètres physico-chimiques, qualité de miel, stabilité de miel.

Abstract

Honey is a very complex biological compound with very wide diversity, giving it a multitude of properties, both nutritionally as therapeutically. In order to determine its physical and chemical characteristics, five types of honey were collected from the region of Tadla-Azilal of Morocco. The five honey types were eucalyptus honey, thyme honey, asparagus honey, carob honey and multi flowers honey. The samples were analyzed for determination of pH, water content, electrical conductivity, ash content, acidity, hydroxymethylfurfural content, diastase index and sugar content. The results have shown that there were differences from a honey sample to another and they all meet the international standards. These physicochemical parameters are the most frequently used as best indicators of the quality and stability of honey and have a great influence on honey organoleptic properties.

Keywords: Honey, physicochemical parameters, honey quality, honey stability.

INTRODUCTION

Le miel est la substance sucrée produite par les abeilles mellifiques à partir du nectar et autres matières sucrées (miellat) qu'elles récoltent sur des végétaux vivants, enrichissent de substances provenant de leurs propres corps, transforment dans leur corps, entreposent dans les rayons et font mûrir (Debbagh, 2000). Sur le plan nutritionnel, Le miel est un aliment de première catégorie, de haute valeur énergétique et présentant certaines propriétés thérapeutiques. Le miel est un produit vivant qui subit au cours du temps un certain nombre de modifications aboutissant à la perte de ses qualités essentielles (Amria *et al*, 2007).

Les principaux constituants chimiques du miel sont proches de ceux du nectar: l'eau, les glucides (monosaccharides tels que le glucose et le fructose ou polysaccharides tels que le maltose, le saccharose, le mélézitose, l'erlose), les acides organiques (libres ou combinés sous formes de lactones), les protides et les matières minérales.

La proportion des différents sucres présents dans un miel est très variable. Elle dépend, en effet, directement du type de fleurs butinées par les abeilles (Louveaux, 1968a).

Le miel contient également les enzymes provenant des sécrétions salivaires de l'abeille comme la diastase ou amylase (qui provoque la dégradation de l'amidon en dextrine puis en maltose) et l'invertase (qui provoque la scission du saccharose en fructose et en glucose).

On y trouve également des vitamines, des arômes, des lipides, du glycérol (résultat d'une fermentation), des grains de pollens, des levures, des grains d'amidon, des spores de champignons, des algues, etc.

Enfin, le 5-Hydroxy-2-méthylfurfural (HMF) est un composant retrouvé systématiquement à l'état de traces dans le miel. Il provient de la dégradation du fructose et est un excellent indicateur de qualité.

Louveaux (1959 et 1968a) résume parfaitement les résultats des différents travaux relatifs à la composition du miel.

¹ Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

En outre, la composition du miel est en fonction des espèces végétales, du climat, des conditions environnementales et de la contribution de l'apiculteur (Anklam, 1998).

Ainsi, notre étude a pour objectif de faire une caractérisation de la qualité physico-chimique de quelques variétés de miels provenant de différentes régions Marocaines.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Notre étude a porté sur cinq échantillons de miels (miel d'Eucalyptus, miel de Thym, miel d'Asperge miel de Caroube et miel de multifleurs) collectés durant la saison 2014-2015 de différentes localités de la région de Tadla Azilal du Maroc. Les miels sont classés selon leurs origines florales et leurs provenances (Tableau 1). Les échantillons ont été conditionnés dans des bocaux en verre hermétique et conservés à 4°C jusqu'à l'analyse. Toutes les analyses ont été effectuées en deux répétitions.

Analyse physico-chimiques du miel

Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est déterminée par la mesure de l'indice de réfraction à 20°C à l'aide d'un réfractomètre de type Atago.

Détermination de la teneur en cendres

La teneur en cendres est basée sur l'incinération du miel dans un four. 5 à 10 g de miel sont additionnées de quelques gouttes d'huile d'olive et l'ensemble est chauffé à 350-400°C pendant une heure (Amri A et al, 2007).

Ces mesures ont été exprimées en pourcentage (%) (AOAC, 1990).

Conductivité

La mesure de la conductivité électrique de chaque échantillon de miel est effectuée à l'aide d'un conductimètre. La technique est basée sur la mesure de la résistance électrique à 20°C (Amri A et al, 2007).

pH et acidité

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre calibré par des solutions standards sur une solution de miel à 10% (Amri A et al, 2007).

L'acidité libre est obtenue par la neutralisation de 25 ml de cette solution avec NaOH (0,05N).

L'acidité des lactones est obtenue par l'addition d'un excès NaOH (10 ml) à la solution de miel et le titrage de retour avec de l'acide sulfurique (0,05 N) (Lord et al., 1988).

Hydroxyméthylfurfural (HMF)

La quantité d'hydroxyméthylfurfural (HMF) a été obtenue avec la méthode de Bogdanov et al. (2002). Le principe est basé sur la lecture de l'absorbance de l'HMF à une longueur d'onde de 284 nm puis à 336 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Visible de type Jenway.

Indice de Diastase

L'activité diastase (amylase) dépend de l'origine florale du miel et du traitement que ce dernier subit. Un chauffage du miel détruit ces enzymes.

L'indice de diastase est déterminé par la méthode Schade (1958). Elle utilise l'amidon comme un substrat et l'activité de la diastase est exprimée par les unités Schade.

L'ID est calculé suivant la formule: $ID = 300/tx$; avec tx: Le temps de réaction (tx) correspondant à l'absorbance 235 nm.

Dosage des sucres

Les sucres ont été déterminés par la Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC) après la mise en solution et la filtration des miels.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les caractéristiques physico-chimiques (pH, acidité, teneur en eau, teneur en cendre, conductivité électrique, HMF, dosage des sucres et indice de diastase) des cinq types de miels étudiés sont résumées dans le tableau 2.

Détermination de la teneur en eau

La teneur en eau est un paramètre lié au degré de maturité. Il est responsable de la stabilité du miel lors de l'entreposage. Les valeurs obtenues sont comprises entre 18,5 pour le miel du thym et 21,0% pour la variété de Multifleurs, avec une valeur moyenne de 19,7%. Ces valeurs sont inférieures ou égales à 21%, le maximum préconisé par les normes européennes (Journal officiel des Communautés européennes). Ces résultats sont révélateurs d'un bon stockage des miels étudiés.

Chibane et Djillali (2007), en analysant des miels d'origines diverses ont trouvé des valeurs variant entre 13 à 19,2% avec une moyenne de 17%. L'étude effectuée

Tableau 1: Les miels classés selon leurs origines florales et leurs provenances

Échantillon	Origine botanique	Localisation	Année de production
Miel 1	Eucalyptus	Beni Mellal	2014
Miel 2	Thym	Ksibat	2014
Miel 3	Asperge	ksibat	2014
Miel 4	Caroube	Foum jemâa	2015
Miel 5	Multifleurs	Foum jemâa	2015

par Amrouche et Kessi (2003) sur les miels algériens a révélé des valeurs comprises entre 15,0 et 22,6% avec une moyenne de 17,7 %. La variation de la teneur en eau est due aux différentes conditions environnementales telles que le climat, l'origine florale des échantillons du miel, à la teneur en eau des nectars (Nandaa *et al.*, 2003; Bogdanov *et al.*, 2004) et les techniques de traitement et les conditions de stockage (Ozcan *et al.*, 2006). La teneur en humidité est un élément important d'évaluation du degré de maturité du miel et de sa durée de vie. Généralement, une quantité d'eau élevée provoque la fermentation de miel, la perte de saveur et la perte de sa qualité.

Taux de cendres

La teneur en cendres dans les échantillons analysés varie de 0,13 à 0,33%. Ces valeurs sont proches à celle trouvées par Doukani *et al.*, (2014) de 0,09 à 0,45%.

Nandaa *et al.*, (2003) signalent que la limite permise de la teneur en cendres des miels de nectar est de 0,6%. Les valeurs de cendres trouvées étaient en dessous de 0,6% et ces résultats sont donc en accord avec la limite autorisée par *Codex Alimentarius* (2001) pour les miels de nectar.

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 caractéristiques (Acquaron *et al.*, 2007).

Conductivité

Les miels étudiés présentent des conductivités électriques variant entre 196 et 413 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les deux échantillons de Zegoum et Multifleurs possèdent la valeur la plus faible (196 $\mu\text{S}/\text{cm}$) par rapport aux autres variétés de miel étudiées. Nos valeurs sont au-dessous de la limite maximale (0,8 mS/cm) préconisée par les normes européennes (Journal officiel des Communautés européennes).

D'après les études effectuées par Achour *et al.*, (2014) et Doukani *et al.*, (2014), la conductivité électrique des miels algériens répondent aussi aux normes: 240 à 560 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le premier et 267 et 729 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour le second.

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle

est en corrélation positive avec la teneur en sels solubles. La teneur de ces derniers dans les solutions diluées est proportionnelle à la conductivité (Amellal, 2008). 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).

pH

Les valeurs de pH des miels étudiés tendent vers l'acidité, elles sont comprises entre 3,39 et 4,19. Ces valeurs sont en accord avec les recommandations du *Codex Alimentarius* (2001). Un pH extrême révèle une dégradation biochimique suite à de mauvaises conditions de récolte ou de conservation (Deschamps, 1998).

Nos résultats sont conformes avec ceux rapportés par Bogdanov *et al.*, (1999) qui ont signalé que les miels issus de nectar ont un pH compris entre 3,5 et 4,5.

D'après Doukani *et al.*, (2014), tous les miels Algériens étaient de nature acide avec un pH qui varie entre 3,70 et 4,05. Ces valeurs 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. La variation du pH serait due à la flore butinée, à la sécrétion salivaire de l'abeille et aux processus enzymatiques et fermentatifs pendant la transformation de la matière première (Louveaux, 1968).

Acidité

Les valeurs de l'acidité totale des miels analysés varient de 19,49 à 33,42 méq/kg. On constate que les valeurs d'acidité totale ont été dans la fourchette normale fixée par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 50 méq/kg. Cela indique l'absence de fermentations indésirables.

Ces valeurs sont proches à celles trouvées par Doukani *et al.*, (2014): 19,56 à 38,91 méq/kg et par Achour *et al.*, (2014): 10 à 40 méq/kg.

La variation de l'acidité dans les différents miels peut être

Tableau 2: Paramètres physico-chimiques des cinq échantillons de miel étudiés

Échantillon	Eucalyptus	Thym	Caroube	Multifleurs	Zegoum	Norme (Projet de l'UE)
% Humidité	18,99	18,55	20,58	21,01	18,99	17,5 <H < 21,0 g/100g
Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	246	319	413	196	196	< 800
% Cendre	0,20	0,33	0,31	0,13	0,22	<0,6 g/100g
pH	3,88	4,19	3,97	3,39	3,47	3,5 < pH < 4,5
Acidité (meq/kg)	19,67	33,42	19,49	30,39	26,54	<50 meq/kg
HMF (mg/kg)	5,58	100	10,93	39,67	3,87	<60 mg/kg
I.D	10,0	6,7	12,0	6,7	15,0	<8
Fructose	33,93	40,53	35,86	37,19	38,22	Fructose 32 à 42 %
Glucose	26,68	23,35	29,40	32,47	33,37	Glucose 26 à 36 %
Saccharose	6,53	3,08	2,15	2,64	3,10	Saccharose 0 à 5 %

attribuée à l'origine florale ou à des variations en raison de la saison de la récolte (Pe'rez-Arquillue et al., 1995). D'après Schweitzer (2004), l'acidité naturelle du miel s'accroît lorsque le miel vieillit, lorsqu'il est extrait des rayons avec de la propolis et notamment lorsqu'il s'altère par fermentation. L'acidité est un critère important de qualité, elle donne des indications très importantes de l'état du miel (Bogdanov, 1999; Gonnet, 1982).

Hydroxyméthylfurfural: HMF

L'analyse spectrométrique des échantillons du miel révèle des teneurs en HMF qui sont situées entre 3,87 et 100 mg/kg. Les valeurs des HMF des miels d'Eucalyptus, Caroube, Multifleurs et Zegoum sont conformes aux normes fixées par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 60 mg/kg. Le miel de thym provenant de Ksibat présente la teneur la plus élevée ce qui signifie que le miel a été chauffé.

Makhloufi (2001), en analysant des échantillons de miels algériens a trouvé des valeurs variant entre 9,6 et 157,4 mg/kg avec une moyenne de 42,6 mg/kg. Cette teneur en HMF est influencée par certains facteurs notamment le type de sucre, sa concentration, la durée de conservation, la température et l'acidité ou la valeur de pH (Bogdanov et al., 2004). La production d'HMF est donc un phénomène naturel dont le processus est lent à température ambiante. Par contre, le chauffage du miel l'accélère énormément et ce quelque soit la nature du miel (plus ou moins acide) (Predrix, 2003). La teneur en HMF n'est pas une propriété intrinsèque de miel donc on ne peut pas l'utiliser pour la détermination de l'origine botanique. Par contre, l'HMF est une excellente méthode pour apprécier la qualité. Sa teneur est donc un très bon indice de dégradation (Schweitzer et al., 2004).

Indice de Diastase

La diastase, enzyme du miel, est un facteur relevant la qualité de ce dernier, c'est un indice de fraîcheur et de sur-chauffage du miel.

Les valeurs de l'ID des miels d'Eucalyptus, Caroube et Zegoum varient de 10 à 15. On constate que ces valeurs ont été dans la fourchette normale fixée par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est > 8 .

Par contre les miels de Thym et Multifleurs ont un ID de 6,66. Donc on peut dire que ces derniers ont été chauffés ou mal stockés.

Dosage des sucres

Sucres réducteurs

Les sucres représentent les principaux composants de tous les types de miel. Les réducteurs (sucre inverti); principalement le fructose et le glucose ont été jugés comme constituants majeurs du miel (Küçük et al., 2007).

Les valeurs de Glucose et Fructoses des échantillons étudiés varient successivement de 23,35 à 33,37% et de 33,93 à 40,53 %. Ces valeurs répondent aux normes

exigées par le *Codex Alimentarius* (2001) qui est de 26 à 36 % pour le Glucose et 32 à 42 % pour le Fructose.

Ces valeurs sont proches de celles trouvées pour par Achour et al., (2014) et Doukani et al., (2014), qui ont rapporté un taux de sucres réducteurs variant successivement de 61,4 à 79,9% et de 64,5 et 65,8%.

Louveaux (1968) précise que la composition en sucres permet dans certains cas d'identifier l'origine botanique de quelques miels monofloraux et la proportion des différents sucres présents dans un miel est très variable. Elle dépend, en effet, directement du type de fleurs butinées par les abeilles.

Saccharose

La teneur en saccharose des quatre échantillons de miel analysés (Multifleurs, Zegoum, Thym et Caroube) est comprise entre 2,15 et 3,10 % avec une moyenne de 2,62%, tandis que celle de miel d'Eucalyptus est de 6,53%. De là, nous pouvons dire que les échantillons étudiés de miel répondent aux normes préconisées dans le *Codex Alimentarius* (2001) qui fixe une limite maximale de 5% pour tous types de miels et de 10 % pour le miel d'eucalyptus.

Ces valeurs sont proches à celles trouvées par Doukani et al. (2014) qui ont trouvé une teneur qui varie entre 2,75 et 4,08 % avec une moyenne de 3,45%.

Une teneur plus élevée en saccharose observée dans un échantillon du miel pourrait être attribuée à des raisons telles que la suralimentation des abeilles avec du sirop de saccharose, la falsification ou la récolte précoce de miel, le saccharose n'étant pas été entièrement transformé en glucose et fructose (Anklam, 1998; Azeredo et al., 2003; Guler et al., 2007). Certains miels monofloraux comme Banskia, les agrumes, Hedysarum, les Medicago et Robinia peuvent contenir jusqu'à 10% de saccharose, alors que, jusqu'à 15% de saccharose a été rapportée pour les miels «Lavandula» (Bogdanov et al., 1999).

CONCLUSION

Ce travail a permis d'étudier certains paramètres physico-chimiques de miel récoltés de différentes localités de la région de Tadla Azilal du Maroc. Les résultats de cette étude indiquent que les échantillons étaient de bonne qualité chimique, répondant aux normes imposées.

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.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Achour H. et Khali, M. (2014). Composition physico-chimique des miels algériens: Détermination des éléments traces et des éléments potentiellement toxiques. *Afrique Sci.* 10: 127 - 136.

- Acqarone C., Buera P., and Elizalde B. (2007). Pattern of PH and electrical conductivity upon honey dilution as a complementary tool for discriminating geographical origin of honeys. *Food Chem.* 101: 695-703.
- Amellal H. (2008). Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes: formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de doctorat en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bouguera. Boumerdes. 127p.
- Amrouche L., et Kessi L. (2003). Étude de la qualité physico-chimique de quelques miels. Mémoire Ingénieur, USTHB Alger. 49 p.
- Anklam E. (1998). A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Rev. Food Che.* 63: 549-562
- Azeredo L. D. C., Azeredo M. A. A., De Souza S. R. and 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.
- Bogdanov S., lüllmann C., Martin P., Von Der Ohe W., Russmann H., Vorwohl G., Persanooddo L., Sabatini G.A., Marcazzan G.L., Piro R., Flamini C., Morlot M., Lheretier J., Borneck R., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A., Ivanov T., D'Arcy B., Mossel. B And Vit P. (2000). Honey Quality, Methods of Analysis and International Regulatory Standards, Review of the Work of the International Honey Commission, Liebefeld Switzerland, Swiss Bee Res. Center.
- Bogdanov S., Lullman C., et Martin P. (1999). Qualité du miel et norme internationale relative au miel. Rapport de la Commission Internationale du miel. *Bee world* 80:61-69.
- Bogdanov S., Ruoff K., and Persano L. (2004). Physico-chemical methods for characterization of unifloral honeys: a review. *Apidologie* 35:4-17.
- Chibane Y. et Djillali S. (2007). Contrôle de qualité de quelques miels d'origine diverse et étude de leurs effets sur quelques micro-organismes. Mémoire Ingénieur USTHB Alger. 85p.
- Codex Alimentarius (2001). Codex stan 12-1981, Rev. 1 (1987), Rev. 2.
- Debbagh S. (2000). Etude méliissopalynologique des miels du Maroc oriental. Thèse de Doctorat d'Etat es Sciences Agronomiques, IAV Hassan II.
- Deschamps, V.C. (1998). Production et commercialisation du miel, Thèse de doctorat vétérinaire, Université Paul Sabatier, Toulouse, 118 p.
- Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z (2014). Étude physico-chimique et phyto-chimique de quelques types de miels Algériens. *Revue Ecologie-Environnement* 10:37-49.
- Finola M S., Lassagno M C. and Marioli J.M. (2007). Microbiological and chemical characterisation of honeys from central Argentina. *Food Chem.* 100:1649-1653.
- Guler A., Bakan A., Nisbet C. and Yavuz O. (2007). Determination of important biochemical properties of honey to discriminate pure and adulterated honey with sucrose (*Saccharum officinarum* L.) syrup. *Food Chem.* 105: 1119-1125.
- Gonnet M., (1982). Le miel: composition, propriétés, conservation. Ed. Echauffour. Argentan. Ornes. 9-12 pp.
- Journal officiel des Communautés européennes, DIRECTIVE 2001/110/CE DU CONSEIL relative au miel du 20 décembre 2001.
- Küçük M., Kolayh. Karaoğlu S., Ulusoy E., Baltacı C. and Candan F. (2007). Biological activities and chemical composition of three honeys of different types from Anatolia. *Food Chem.* 100: 526-530.
- Lord D., M.J. Scotter, A.D. Whittaker et R. Wood (1988). The determination of acidity, apparent reducing sugar and sucrose, hydroxymethylfurfural, mineral, moisture, water-insoluble solids contents in honey, collaborative study, *J. Assoc. Publ. Anal.*, 26:51-76.
- Louveaux J. (1959). La technologie du miel. *Ann. Abeille* 2:343-354.
- Louveaux J. (1968a). Composition, propriétés et technologie du miel. In: CHAUVIN R. Traité de biologie de l'abeille. Editions Masson et Cie, Paris, Tome 3, 277-324
- Makhloufi C. (2001). Étude physico-chimique et palynologique de quelques miels de nord Algérien. Mémoire de magistère d'Agronomie, Université de Tiaret. 100 p
- Nandaa V., Sarkara B.C., Sharma H.K. and 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.
- Ozcan M.D. and Arslan D.A. (2006). Phenolic profiles and antioxidant capacities of Chinese unifloral honeys from different botanical and geographical sources. *Food Chem.* 99:24-27.
- Perdrix J.L. (2003). Critères de qualité du miel. Bulletin de liaison N°41. Laboratoire d'analyse et d'écologie apicole, France.
- Pérez-Arquillue C., Conchello P., Ariño A., Juan T. and Herrera A. (1995). Physico-chemical attributes and pollen spectrum of some unifloral Spanish honeys. *Food Chem.* 54:167-172.
- Rodier J., (1997). L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. France. 57-65pp.
- Saxena S., Gautam S. and Sharma A. (2010). Physical, biochemical and antioxidant properties of some Indian honeys. *Food Chem*; 1(3): 202-203.
- Schweitzer P. (2004). Le monde des miellats. *Revue l'abeille de France* n°908. Laboratoire d'analyse et d'Ecologie Apicole, 02p.
- Schade, J. E., Marsh, G. L. and Eckert, J. E., (1958). Diastatic activity and hydroxymethylfurfural in honey and their usefulness in detecting heat adulteration. *Food Res.*, 23:446-463.
- Terrab A., Diez M.J. and 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.