

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche scientifique
Université A/mira Bejaia



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Sciences Alimentaires
Filière : Sciences Alimentaires
Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Réf :

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

Master

Thème

Activité antioxydante de
quelques produits de la ruche

Présenté par :

M^{me} Samira LOUAIFI née LAMRIBEN & M^{lles} Yasmina TAKKA

Soutenu le : 29 Juin 2019

Devant le jury composé de :

Président: M^r Bachir bey M.

Examinatrice: M^{lle} Touati N.

Encadreur: M^{me} Tafinine née MOUHOUBI Z.

Année universitaire : 2018/2019

Remerciements

Nous remercions Dieu de nous avoir données la vie.

Nos remerciements à notre encadreur Mme TAFININE pour nous avoir guidé et aider pour réaliser ce travail.

Nos remerciements à Mr Bachir bey pour avoir accepté d'être président de notre soutenance.

Nous tenions à remercier également Mme Touati d'avoir examiné notre travail.

Un grand merci à nos familles et amis pour leur soutien et leur présence.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Mes parents et mon cher mari

Mes frères et leurs épouses

Mes neveux et ma nièce

Ma belle famille

Toutes mes amies

Ma binôme

Samira

Dédicace

*Nous remercions Dieu pour nous avoir donné l'aide, la patience et le courage
tout au long de notre vie.*

Je dédie en premier lieu ce travail à la mémoire de mon père

Je le dédie également à :

*-mes chères grand parents et ma mère pour leurs soutiens durant le long chemin
de mes études, qui ont toujours été là pour moi, qu'ils trouvent ici tous
mes profonds remerciements.*

-Mes chers frères:

*- Naimi qui est ma fierté, l'homme de la maison, après mon père, je le félicite
pour son obtention du doctorat en physique théorique.*

*-Hilal, mon trésor et intelligent de la famille, Je lui souhaite la réussite dans
tous les domaines de vie.*

-Ma chère sœurs Nadia et son mari Farouk

-Mes chers amis :

*Nassima, Kahina, Sohila, Hassiba, Lahna, Hayat, Meriem et ma meilleure
amie Sabrina.*

-Ma chère copine, binôme et sœur Samira et à toute sa famille.

Yasmina

Sommaire

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	1
Partie bibliographique.....	3
I. Miel.....	3
I.1. Définition.....	3
I.2. Origine.....	3
I.2.1. Nectar.....	3
I.2.2. Miellat.....	3
I.3. Différents types.....	4
I.3.1. Miels monofloraux.....	4
I.3.2. Miels polyfloraux.....	4
I.4. Valeur nutritionnelle.....	4
I.5. Composition.....	4
I.5.1. L'eau.....	4
I.5.2. Les glucides.....	4
I.5.3. Les acides aminés et les protéines.....	5
I.5.4. Les enzymes.....	5
I.5.5. Les minéraux.....	5
I.5.6. Les composés phénoliques.....	5
I.5.7. Les vitamines.....	5
I.5.8. Les pigments.....	6
I.6. Conservation.....	6
I.7. Les propriétés biologique.....	6
I.7.1. Activité antibactérienne.....	6
I.7.2. Activité anti-oxydante.....	6
I.7.3. Activité cicatrisante.....	7
II. Le pollen.....	7
II.1. Définition.....	7
II.2. Composition chimique.....	7
II.3. Les propriétés biologique.....	8
II.4. Conservation.....	8
III. La propolis.....	8
III.1. Définition.....	8
III.2. Composition.....	9
III.3. Les propriétés biologique.....	9
III.3.1. Activités antibactériennes.....	9
III.3.2. Activités antivirales.....	9
III.3.3. Propriétés anti-inflammatoires.....	9
III.3.4. Propriétés anesthésiantes.....	9
III.3.5. Autres activités.....	10
III.4. Conservation.....	10
IV. La cire d'abeille.....	10

IV.1. Définition	10
IV.2. Origine.....	10
IV.3. Composition chimique	11
IV.4. Les propriétés générales.....	11
IV.4.1. En cosmétique	11
IV.4.2. Autre utilisation.....	11
IV.5. Conservation	12
V. Gelée royale.....	12
V.1. Définition.....	12
V.2. La production	12
V.3.Composition chimique	12
V.4. Les propriétés biologique.....	13
V.4.1. Action antibactérienne et antivirale.....	13
V.4.2. Action régénératrice	13
V.4.3. Action contre le cancer	14
V.5. Conservation.....	14
Matériel et méthodes.....	15
I. Echantillonnage.....	15
II. Extraction	15
III. Dosage des antioxydants	16
III.1. Dosage des composés phénoliques.....	16
III.2. Dosage des flavonoïdes.....	16
III.3.Dosage de l'acide ascorbique	16
III.4.Dosage des caroténoïdes.....	16
IV. Activité antioxydante.....	17
IV.1. Activité antiradicalaire (DPPH)	17
IV.2. Pouvoir réducteur	17
V. Analyse statistique	17
Résultats et discussions	18
I. Dosage des antioxydants.....	18
I.1. Teneurs en polyphénols totaux	18
I.2 Teneurs en flavonoïdes.....	19
I.3 Teneurs en acide ascorbique.....	21
I.4 Teneurs en caroténoïdes.....	21
II Activité antioxydante	22
II.1 Activité antiradicalaire (DPPH).....	22
II.2 Pouvoir réducteur.....	24
Conclusion	26

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Qu'elles soient sauvages ou domestiques, les ruches sont exploitées par l'homme depuis des millénaires. Les abeilles sont un trésor inestimable pour la nature. Elles ne fournissent pas seulement du miel doré et sucré mais aussi toute une gamme de substances actives précieuses telles que : la cire d'abeille, le pollen, la gelée royale et la propolis (Tétart, 2001).

Le miel contient essentiellement des glucides, des protéines, des lipides, des enzymes et des vitamines. C'est un aliment léger, naturel et riche en calories. Son apport énergétique est un peu moins important que celui du sucre (316 kcals pour 100 g contre 400 kcals pour 100 g). C'est une alternative au sucre de table convenant aux personnes portant une attention particulière à leurs apports énergétiques (Velghe, 2016).

Le pollen est la graine mâle des fleurs. Il est nécessaire pour la fertilisation de la plante. Le pollen est la nourriture des jeunes abeilles et contient environ 40% de protéines, il est riche en vitamines du groupe B essentiellement et il augmente considérablement le taux d'hémoglobine (Joseph *et al.*, 2007).

La propolis est une résine délicate et complexe formée de 300 à 400 composés, elle était déjà connue par Égyptiens il y a 3000 ans. Ils s'en servaient comme protection contre les bactéries en cas de plaies. La propolis peut avoir un effet bénéfique contre le rhume, les ulcères, la pneumonie, l'arthrite et même certains cancers (Laure, 2018).

La cire est une substance introduite dans l'ensemble de la ruche par les abeilles, La qualité de la cire a un rôle central pour la santé des colonies et la qualité des produits de la ruche. Le couvain et le pain d'abeille sont influencés par les résidus de la cire (anonyme 2).

La gelée royale, aussi appelée « lait des abeilles » à cause de sa couleur blanchâtre, est une substance sécrétée par les glandes mandibulaires et pharyngées des jeunes abeilles ouvrières. Une ruche produit entre 300 et 800 grammes de gelée royale par an, elle est riche en antioxydants (Michel, 2016).

Tous ces produits de la ruche possèdent des quantités intéressantes en substances bioactives telles que les polyphénols, les flavonoïdes et les vitamines. Ces substances sont responsables de l'activité antioxydante de ces produits et cela en agissant contre les effets néfastes des radicaux libres.

Notre travail se focalise sur l'activité antioxydante de quelques produits de la ruche. Ce document est subdivisé en trois parties. Une première partie englobe une présentation générale des cinq produits de la ruche, mais aussi un aperçu simplifié sur l'activité antioxydante. Une deuxième partie concerne l'approche expérimentale qui a pour but d'évaluer l'activité antioxydante de cinq échantillons de produit de la ruche. Enfin les résultats et la discussion sont rassemblés dans la troisième partie .

I. Miel

Définition

Ils existent plusieurs définitions du miel, la définition donnée par le Codex Alimentarius (Norme adoptée en 1981, Révisions en 1987 et 2001) est : « Le miel est la substance naturelle sucrée, produite par les abeilles *Apis mellifera* à partir du nectar des plantes ou à partir de sécrétions provenant de parties vivantes de plantes, ou à partir d'excrétions d'insectes butineurs, que les abeilles butinent, transforment en les combinant avec des substances spécifiques qu'elles sécrètent elles-mêmes, déposent, déshydratent, emmagasinent et laissent affiner et mûrir dans les rayons de la ruche».

Origine

L'origine du miel est importante qui influence sa qualité. L'origine botanique et géographique influence sur ses caractéristiques organoleptiques (Baroni *et al.*, 2008).

Le miel est élaboré par les abeilles à partir des sucres produits par les végétaux, soit sous forme de nectar, ou sous forme de miellat (Ancheling, 2005).

Le nectar

C'est une substance sucrée plus ou moins visqueuse, contenant environ 90 % de sucres, les plus courants étant le saccharose, le glucose et le fructose. Le nectar contient également des acides organiques, des protéines, notamment des enzymes, des acides aminés libres, et des composés inorganiques. Chaque espèce végétale fournit un nectar aux caractéristiques propres qui confèrent au miel sa saveur et son parfum. Ce nectar est produit par des glandes nectarifères et sa quantité dépend de très nombreux facteurs tels que la structure des inflorescences, l'humidité de l'air et le moment de la journée (Bonté *et al.*, 2013).

Le Miellat

Le miellat est un liquide épais et visqueux constitué par les excréments liquides des homoptères (psylles, cochenilles et surtout pucerons). Il est plus dense que le nectar, plus riche en azote, en acides organiques, en minéraux et sucres complexes. Il est récolté par les abeilles en complément ou en remplacement du nectar et produit un miel plutôt sombre et moins humide que le miel de nectar. La récolte du miellat par les abeilles est très aléatoire, se réalisant essentiellement sur les arbres forestiers ou d'ornementation comme le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre, le tilleul et le chêne (Bonté *et al.*, 2013).

Les différents types

D'après Clément (2009), il existe une innombrable variété de miels, correspondant aux fleurs et aux plantes visitées par les abeilles, ainsi qu'à la source récoltée (nectar ou miellat). On peut ainsi séparer les miels en deux catégories :

Miels monofloraux

Les miels "monofloraux" sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant d'une seule espèce végétale, ce qui nécessite d'installer les ruches à proximité de la plante recherchée. Par exemple: Miel de cerisier, de framboisier, de serpolet et d'aubépine (Bonté *et al.*, 2013).

Miels polyfloraux

Les miels "polyfloraux" sont élaborés à partir du nectar et/ou du miellat provenant de plusieurs espèces végétales (Bonté *et al.*, 2013).

Valeur nutritionnelle

Apportant en moyenne 350 kcal pour 100 g, le miel est très énergétique et apporte de nombreux nutriments essentiels. Il va par exemple être intéressant dans l'alimentation d'un sportif en améliorant son endurance. De plus, c'est un très bon antifatigue, aide à lutter contre les agressions et est particulièrement indiqué en tant que complément alimentaire dans les carences nutritionnelles, apportant vitamines et acides aminés (Donadieu, 1987).

Composition

La composition du miel dépend principalement des fleurs butinées, du climat, des régions géographiques et des espèces d'abeilles impliquées dans sa production (Da Silva *et al.*, 2015).

L'eau

La teneur en eau du miel est en moyenne de 17,2%. C'est l'une des caractéristiques les plus importantes du miel qui influence sa qualité et sa conservation (Bonté *et al.*, 2013). Plus cette teneur est élevée, plus le risque de fermentation est élevé. Elle dépend de plusieurs facteurs tels que les conditions météorologiques lors de la production, de l'humidité dans la ruche, ainsi que des conditions de récolte (Delphine, 2010).

Les glucides

Les glucides sont présents en quantité de 80%. Les principaux glucides constitutifs du miel sont le fructose et le glucose, et une petite quantité d'oligosaccharides, disaccharides et trisaccharides (Delphine, 2010). Les sucres présents dans le miel sont responsables de

quelques propriétés tels que la valeur énergétique, la viscosité, l'hygroscopicité et la granulation (Ball, 2007 ; Escuredo *et al.*, 2014).

Les acides aminés et les protéines

Les acides aminés et les protéines sont présents en faibles quantités dans le miel (0,26 %) et la teneur en azote est négligeable, de l'ordre de 0,041 %. Les protéines présentes sont des peptones, des albumines, des globulines et des nucléoprotéines qui proviennent soit de la plante, soit des sécrétions de l'abeille. De faibles quantités d'acides aminés libres comme la proline, la trypsine, l'histidine, l'alanine, la glycine ou la méthionine sont également retrouvées (Bonté *et al.*, 2013).

Les enzymes

Les enzymes proviennent soit des nectars, soit des sécrétions salivaires de l'abeille. Les plus connues sont la gluco-invertase qui est responsable de l'hydrolyse des disaccharides, et les amylases alpha et bêta qui permettent la dégradation de l'amidon, elles sont détruites par la chaleur, leur présence ou leur absence peut servir d'indicateur de surchauffe du miel lorsqu'il est monté en température pour, notamment, faciliter sa manipulation, ce qui peut provoquer une dénaturation si la température utilisée est excessive (Bonté *et al.*, 2013).

Les minéraux

Les matières minérales ne sont présentes qu'à un taux d'environ 0,1 % dans les miels courants, mais sont plus abondantes dans les miels foncés. Du potassium, du calcium, du sodium, du magnésium, ainsi que plus de trente oligo-éléments sont trouvés dans le miel. Leur teneur dépend des plantes visitées par les abeilles ainsi que du type de sol sur lequel les végétaux poussent (Bonté *et al.*, 2013).

Les composés phénoliques

Les polyphénols possèdent en général des structures allant de composés contenant un simple noyau phénolique à des composés polymériques complexes comme les tanins. Ils constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. En outre, *in vitro*, ils sont reconnus pour leurs propriétés antioxydants, anti-inflammatoires, antifongiques, antivirales et anticancéreuses (Khan, 2010). Ces activités sont attribuées à la capacité de ces composés à réduire les radicaux libres (Nkhili, 2009).

Les vitamines

Le miel ne contient que très peu de vitamines, essentiellement des vitamines du groupe B provenant des grains de pollen en suspension, telles que la thiamine B1, la riboflavine B2, la pyridoxine B6, l'acide pantothénique B5, l'acide nicotinique B3, la biotine B8 ou H et

l'acide folique B9. De la vitamine C y est également présente. Les vitamines du miel sont d'autant mieux conservées que le pH est faible (Bonté *et al.*, 2013).

Les pigments

Les caroténoïdes et les flavonoïdes sont responsables de la coloration du miel. Les flavonoïdes, qui appartiennent aux groupes des polyphénols, possèdent des propriétés anti-oxydantes très intéressantes. En règle générale, plus les miels sont foncés, plus ils en sont riches (Bonté *et al.*, 2013).

Conservation

Pour une bonne conservation du miel, pendant de nombreux mois, il faut faire attention à 3 facteurs : l'humidité, la chaleur et la lumière. Si celui-ci est soumis à une température trop importante, il s'en suivra une dégradation des sucres, une perte des arômes et une augmentation de l'acidité (Blanc, 2010).

Les propriétés biologique

Activité antibactérienne

Les activités bactériostatiques et bactéricides ont été démontrées sur de nombreuses souches, dont certaines sont résistantes aux antibiotiques comme le staphylocoque (Shadkam *et al.*, 2010). De plus, il a également été démontré que le miel pouvait inhiber *in vitro* les virus. L'effet antimicrobien du miel est dû à différentes substances et dépend de son origine botanique (Molan, 1992 ; Molan, 2001).

Activité anti-oxydante

Le terme de stress oxydatif est défini comme le déséquilibre entre la production de radicaux libres et l'activité antioxydante dans un organisme (Ames *et al.*, 1993).

Les antioxydants sont des substances qui possèdent une activité contre les radicaux libres et attaquent les composants organiques comme les protéines, les sucres, l'ADN et il peut générer des perturbations métaboliques, accélérer le vieillissement tissulaire et crée des maladies cardio-vasculaires et cancer (Rigal, 2012 ; García-Tenesaca *et al.*, 2017).

D'après Bertoneclj *et al.* (2007), les composés responsables de l'activité antioxydante dans le miel sont: les flavonoïdes, les acides phénoliques, l'acide ascorbique, la catalase, la peroxydase et les caroténoïdes.

Activité cicatrisante

Le miel est utilisé depuis l'Antiquité comme remède pour accélérer la cicatrisation des plaies, et son potentiel cicatrisant a été largement démontré (Mandell *et al.*, 2011).

II. Le pollen

Définition

Le pollen, est un petit élément sphérique ou ovoïde de taille oscillant entre 20 et 40 microns. Il est contenu dans les sacs polliniques des anthères de la fleur et sert à féconder la partie femelle de la fleur car il constitue le gamète mâle dans le règne végétal.

Les abeilles récoltent le pollen et le ramènent à la ruche sous forme de petites pelotes accrochées à leurs pattes (Paterson, 2008).

Composition chimique

On retrouve 4% d'eau dans le pollen asséché et 10 à 12% dans le pollen frais. Du point de vue calorifique, il apporte 246 kcal/100g, dont le tiers est constitué de glucides comme le fructose et le glucose, mais il contient également des oligosaccharides. Sa teneur en protéines est de l'ordre de 20%, elles sont principalement représentées par les acides aminés. Concernant les lipides, leur fraction dans le pollen dépend du type de celui-ci : anémophiles qui sont transportés par le vent, elle sera faible dans les pollens [de l'ordre de 2% dans le pollen des pins], tandis que dans les pollens entomophiles, butinés par les insectes, elle peut atteindre les 14% (pollen de pissenlit). Le pollen contient également des dérivés des tétraterpènes, des caroténoïdes ainsi que des flavonoïdes. On retrouve également dans le pollen du zinc, du cuivre, du fer, du magnésium, calcium ainsi que des vitamines liposolubles, du groupe B, de la vitamine C et des inhibines qui sont des composés antibiotiques actifs. On retrouvera aussi des alcools, des aldéhydes, des esters, des facteurs de croissance et de la rutine qui augmente la résistance des capillaires (Alphandery, 2002).

Les propriétés biologique

Le pollen d'abeille est utilisé depuis des siècles dans la médecine traditionnelle pour soulager ou guérir les maladies comme le rhume, la grippe, les ulcères, le vieillissement prématuré, l'anémie et la colite (Campos, 1997).

Le pollen a de nombreux avantages pour la santé, y compris la fonction anti-tumorale et immunostimulatrice. Plusieurs enquêtes ont indiqué que le pollen avait des effets anti-tumeur car les extraits de pollen sont de bons capteurs des espèces réactives de

l'oxygène. D'autres études ont également indiqué que le pollen pouvait inhiber de manière

significative la croissance tumorale et renforcer l'immunité, lorsqu'il est utilisé en tant que médicament anti-tumoral (Yang, 2007).

Le pollen est riche en β -carotène qui constitue la principale source de provitamine A est d'une importance vitale pour la vision, la croissance osseuse et la reproduction, Sa carence constitue un problème grave. De même, il a été observé dans des études d'épidémiologiques qu'une alimentation riche en caroténoïdes diminue le risque de certains types de cancer (Montenegro, 1997).

Il existe des preuves que le pollen ingéré peut protéger les animaux aussi bien que les humains contre les effets indésirables des traitements par rayons X. Il améliore l'état général de l'équilibre nutritionnel et de la fonction hépatique. Il améliore également la perméabilité capillaire et la fonction digestive. Enfin, il réduit le cholestérol sanguin et est utilisé dans le traitement de la maladie de la prostate chronique (Cocan, 2005).

Conservation

Le pollen peut être séché afin d'éviter tout développement de moisissures ou de levures. Il sera ensuite stocké dans un endroit sec, à l'abri de la lumière et de la chaleur afin de limiter le risque d'insectes, d'acariens ou le processus d'oxydation. Toutefois, ce pollen aura perdu de son potentiel thérapeutique par perte de ses composants volatiles.

Il peut être congelé le jour de sa récolte pour conserver ses propriétés. Il faut aussi noter que le pollen peut subir différentes opérations visant à améliorer sa conservation et peut se présenter sous diverses formes comme les extraits alcooliques ou hydro-alcooliques, les extraits mous, les granules, les tablettes, ou encore les mélanges avec le miel (Blanc, 2010).

III. La propolis

Définition

La propolis est dérivée du grec pro (avant) et polis (ville). Elle est utilisée comme bouclier protecteur à l'entrée de la ruche. Elle est également utilisée pour combler les fissures dans la ruche et pour rattacher les coins des cadres aux rainures dans la ruche, et aussi pour polir les cellules du nid d'abeilles. Les cadavres des intrus qui ne peuvent être évacués tels que les lézards, les serpents et les souris sont embaumés avec de la propolis, protégeant ainsi la colonie contre la flore désagréable et la flore bactérienne des cadavres en putréfaction (Ghisalberti *et al.*, 1978; Bankova *et al.*, 2000).

Composition

La composition chimique de la propolis dépend de la région à partir de laquelle elle est dérivée et de la race d'abeilles (Bankova, 2000). Ils sont répartis de la manière suivante :

- 50% de résine et de baumes
- 30% de cire végétale ou d'abeille
- 10% d'huiles essentielles
- 5% de pollen
- 5% de substances organique et minérale

On peut répertorier plus de 300 composés tels que : les flavonoïdes (comme les flavones, les flavonoles, la quercétine et la chrysin), les acides phénoliques (on trouve l'acide caféique, l'acide ferrulique et l'acide nyristique), les huiles essentielles (le guaïol, l'eugénol, l'anéthol et le pinène ayant un rôle antiseptique), les vitamines, les oligo-éléments (comme du magnésium, du zinc, du fer, du nickel, de l'aluminium, du cuivre, du strontium, du silicium ou encore du manganèse). Les sucres (tels que le glucose et le fructose) et les acides aminés (comme l'arginine et la proline) ont également été retrouvés dans la propolis (Viviane *et al.*, 2013).

Les propriétés biologique

Activités antibactériennes

L'activité antibactérienne est principalement due aux flavonoïdes et aux acides phénoliques, particulièrement grâce à la galantine, à la pinocembrine, mais aussi aux acides caféique, férulique et salicylique (Donadieu, 2008).

Activités antivirale

La propolis comprend une complexité de composés qui jouent un rôle dans la protection antivirale. Il a été démontré que la propolis avait une activité antivirale considérable en agissant à différents niveaux et en interférant avec la réplication de certains virus (Fokt *et al.*, 2010).

Propriétés anti-inflammatoires

Ce sont les flavonoïdes qui jouent le rôle principal dans l'inflammation. En effet, on pourrait expliquer cela par le fait que les flavonoïdes ont la faculté d'inhiber l'action des protéines kinases. Parallèlement, une stimulation des macrophages sera observée.

Certains composés aromatiques et phénoliques, tels que l'acide caféique ou l'acide férulique possèdent respectivement des propriétés analgésiques/anti-inflammatoires, anti-oxydantes, et régénératrices cellulaires (Cuvillier, 2015).

Propriétés anesthésiantes

L'utilisation topique de la propolis engendre une diminution de la sensibilité cutanée. Il a été démontré que cet effet est dû en particulier à la pinocembrine, l'acide caféique ainsi qu'aux esters (Cuvillier, 2015).

III.3.5. Autres activités

De nombreuses autres propriétés biologiques et pharmacologiques de la propolis ont été décrites dans plusieurs études (Marcucci, 1995 ; Chopra *et al.*, 1995), D'après ces auteurs, la propolis est douée par des propriétés régénératrices des tissus et des propriétés immunogènes et des effets cardio protecteurs.

La propolis semble également diminuer le taux de cholestérol et la tension artérielle, ce qui rend possible son utilisation dans la prévention et le traitement de l'athérosclérose (Castaldo et Cappasso, 2002).

Conservation

Comme pour le miel, la propolis devra être conservée à l'abri de la lumière, de l'humidité et de la chaleur afin qu'elle conserve toutes ses propriétés le plus longtemps possible. Sa consommation se fera aussi fraîche que possible.

IV. La cire d'abeille

Définition

La cire est une matière grasse produite par des glandes cirières de l'abeille ouvrière, du 13^{ème} aux 18^{ème} jours de son existence (Khenfer *et al.*, 2001). Elle sert de matériaux de construction des cellules ou alvéoles hexagonales qui forment les rayons de la ruche où l'insecte dépose le miel (Jansergers, 2007).

Origine

Longtemps, on a cru que la cire était d'origine végétale, et ce n'est qu'en 1768 que Willelmi découvrit que la sécrétion de cire se faisait par l'abdomen de l'abeille (Wamaln, 1988). Elle provient de la face ventrale des abeilles ouvrières, là où sont situées huit glandes

cirières. Celles-ci vont produire une substance grasse qui va se solidifier en lamelles fines transparentes qui vont être détachées par l'insecte grâce à ses mandibules. Cette cire va être triturée, malaxée, mélangée avec d'autres sécrétions et va être appliquée sur les cotes des rayons en construction. Au contact du miel, du pollen et de la propolis, elle va se colorer et perdre sa couleur blanche initiale (Blanc, 2010).

Composition chimique

Elle est de nature lipidique, principalement composée d'esters alcooliques d'acides gras à longue chaîne. On peut retrouver également de la propolis, du pollen ou différents pigments. La cire contient jusqu'à 300 composants, elle est constituée au deux tiers par des esters formés par un acide gras couplé à un alcool de poids moléculaire élevé et pour moins d'un tiers par des acides gras libres, des lactones, des hydrocarbures saturés, des alcools libres, de la chrysin, de l'eau et d'autres composés divers comme la propolis et certains pigments (Blanc, 2010).

Les propriétés générales

En cosmétique

La cire d'abeille est un produit naturel mais néanmoins complexe car elle est composée de plus de 300 substances. En cosmétique, elle permet d'épaissir et d'augmenter le pouvoir protecteur des baumes, rouges à lèvres et autres crèmes. C'est sa teneur en vitamine A qui lui confère des propriétés hydratantes et protectrices : elle forme un film imperméable sur la peau qui la protège des agressions extérieures et du dessèchement. La cire d'abeille est particulièrement efficace pour adoucir, lisser et hydrater la peau.

Même les peaux grasses peuvent en bénéficier car la cire d'abeille n'obstrue pas les pores de la peau. Elle fonctionne comme une deuxième peau et vient renforcer la barrière protectrice naturelle de la peau (Anonyme 1).

Autre utilisation

La cire d'abeille est comestible, en raison de sa toxicité négligeable similaire aux cires végétales, elle est approuvée comme additif alimentaire dans la plupart des pays et de l'Union européenne sous le numéro E901. Cependant, les monoesters de la cire d'abeille sont mal hydrolysés dans les intestins humains, de sorte qu'ils ont une valeur nutritive insignifiante.

Par ailleurs la cire est utilisée comme revêtement pour le fromage. En effet, l'étanchéification à l'air limite sa détérioration (croissance des moisissures) (Anonyme 2).

Conservation

La cire, stockée sous forme de pains et dans un récipient hermétique, peut être conservée de nombreuses années sans perdre sa qualité. Cependant, elle doit subir une stérilisation pour éviter la loque américaine ou pourriture du couvain (Blanc, 2010).

V. Gelée royale

Définition

La gelée royale est le produit de sécrétion des glandes hypo pharyngiennes et mandibulaires des abeilles ouvrières âgées de 5 à 14 jours de leur existence. Elle se présente sous la forme d'une matière visqueuse, blanchâtre, à odeur phénolique et acide (Khenfer *et al.*, 2001). Elle constitue la nourriture de toutes les larves jusqu'au 3^{ème} jour et de la reine durant toute sa vie (Jansegers, 2007).

La production

Pour fabriquer la gelée royale, les nourricières doivent consommer du miel, du pollen et du nectar récoltés dans les fleurs afin de permettre la maturation des glandes hypo-pharyngiennes et mandibulaires qui la secrètent.

La gelée royale étant produite en quantité minime au sein de la ruche, les apiculteurs ont dû ruser pour augmenter la production de cette substance. Les apiculteurs ont instauré une technique pour amplifier la quantité de gelée royale. Ils retirent la reine de la ruche et placent des cadres dans la ruche avec des ébauches de cellules royales dans lesquelles ils placent des larves d'abeille âgées de 12 à 36 heures. Les ouvrières vont alors nourrir en abondance ces cellules royales en fabriquant de plus en plus de gelée royale pour donner naissance à une nouvelle reine. Après 3 jours, les cellules sont remplies de gelée royale dans lesquelles baignent les larves. Ensuite les cadres sont retirés pour prélever la substance gélatineuse par aspiration cellule par cellule (Cuvillier, 2015).

Composition chimique

La gelée royale contient 70 % d'eau. Son pH se situe entre 3 à 4, elle a un goût acide si elle est ingérée pure. Elle contient également des protéines et huit acides aminés libres pour la moitié de sa matière sèche (13 % de son poids), des glucides comme le glucose et le fructose pour 14 % de sa matière sèche et 4,5 % d'acides gras dont l'acide

hydroxytransdécénoïque. Ce dernier possède des propriétés antibactérienne et antifongique. La gelée royale est un concentré de minéraux (calcium, fer, potassium) et de vitamines dont l'acide pantothénique (vitamine B5). Elle renferme aussi une substance active, l'acétylcholine (1 mg/g), qui est un vasodilatateur et un médiateur de l'influx nerveux. La gelée royale contient également un facteur antibactérien actif sur les bactéries du genre proteus et les colibacilles, mais aussi des hormones sexuelles (estradiol, testostérone et progestérone) et une gammaglobuline (Stocker, 2003).

Les propriétés biologique

Action antibactérienne et antivirale

Des études ont démontré les propriétés bactériostatiques et bactéricides de la gelée royale et notamment contre les colibacilles et contre les bacilles (Boukraa *et al.*, 2008). Deux substances ont été identifiées : l'acide hydroxytransdécénoïque et une protéine gammaglobulines seraient à l'origine de cet effet antibactérien. Toutefois, d'autres substances sont impliquées comme la royalisine, qui est d'origine protéique (Fujiwara *et al.*, 1990). Elle présente également une activité antivirale, utile dans les traitements des hépatites ou dans le cas de gripes, en stimulant le système immunitaire. En effet, son action directe sur les virus n'a pas été clairement démontrée (Blanc, 2010).

Action régénératrice

La gelée royale participe à l'équilibre neuropsychique grâce a sa forte teneur en acétylcholine et en vitamines du groupe B. Ainsi, elle a un effet antidépressif, anxiolytique et favorise l'attention en améliorant l'oxygénation du cerveau. Grâce a sa richesse en produits antioxydants, elle retarde le vieillissement et diminue le risque de maladies dégénératives chez la personne âgée, mais là encore, aucune étude réellement concluante sur l'homme n'est venu confirmer cette hypothèse (Blanc, 2010).

Action contre le cancer

Après observation, le cancer chez les apiculteurs, fort consommateur des produits de la ruche, est quelque chose de rare. En effet, la gelée royale aurait une action sur l'ADN des cellules cancéreuses, hypothèse vérifiée chez la souris dans des études réalisées au Japon et au Canada. L'acide hydroxytransdécénoïque, acide gras de la gelée royale, serait la source de cette activité. Egalement, des travaux ont montré qu'elle était efficace dans les cas de leucémie chez l'enfant en stimulant l'appétit et donc la résistance physique. Cependant, le rôle de la gelée royale dans la prévention du cancer chez l'homme n'a pas encore été démontré (Tamura *et al.*, 1987 ; Bouvyer, 2004).

Conservation

Une ruche peut donner de 300 grammes à un kilogramme de gelée royale. Ensuite, cette dernière est placée en flacon de verre hermétique, puis stockée au froid (température inférieure à 5°C), à l'abri de l'humidité, de la lumière et de la chaleur. La conservation peut être de plusieurs mois, si on utilise que des cuillères en bois, en plastique ou en verre, et non en métal (Cuvillier, 2015).

Matériels et méthodes

I. Echantillonnage

Ce travail est réalisé sur cinq produits de la ruche qui sont : le miel, le pollen, la propolis, la cire d'abeille et la gelée royale. Ces produits ont été récoltés par un apiculteur dans la région d'Akbou commune de Chellata sur une altitude de 1136 m en été



Figure 01 : photographie de la propolis.



Figure 03 : photographie de la pollen



Figure 02 : photographie de miel



Figure 04 : photographie de la gelée royale



Figure 05: photographie de la cire d'abeille

II. Extraction

L'extraction a été réalisée avec deux solvants différents qui sont le méthanol (50%), et l'éthanol (50%). Une prise d'essai est effectuée pour chaque échantillon (1g pour le miel, 0,2g pour la poudre de pollen, propolis et la gelée royale et enfin 2g pour la poudre de cire). A cette prise d'essai, sont additionnés 10 ml de solvant d'extraction. Après agitation pendant deux heures à température ambiante, les mélanges obtenus sont centrifugés à 30000g pendant 15 minutes suivi d'une filtration sur papiers filtre (annexe 1). Les extraits sont conservés dans des flacons en verre bien fermés au frais jusqu'à l'analyse.

II. Dosage des antioxydants

Dosage des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par Gül *et al.* (2018). Un ml d'extrait de chaque échantillon est additionné de 1 ml du réactif de Folin - Ciocalteu (0,1 %), 2 ml de la solution de carbonate de sodium (NaCO_3) à (2%) sont ajoutés au mélange. Après incubation pendant 30 min, l'absorbance est mesurée à 760 nm. Les concentrations en composés phénoliques sont déterminées par une courbe d'étalonnage et les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique /100g d'échantillon (mg EGA/100g) (annexe 2, figure 1).

Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes est déterminée par la méthode décrite par Chua *et al.* (2013). 1ml d'extrait de chaque échantillon est mélangé avec 1ml de la solution de chlorure d'aluminium (AlCl₃) à (2 %). Après 30 min d'incubation, l'absorbance est mesurée à une longueur d'onde de 415 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalents quercétine/100g d'échantillons (mg EQ/100g) (annexe 2, figure 2).

Dosage de l'acide ascorbique

Le contenu en vitamine C est estimé par la méthode décrite par Khalil *et al.* (2012). 1g pour le miel, 0,2g pour la poudre de pollen, propolis et la gelée royale et enfin 1g pour la poudre de cire, est homogénéisé avec 5ml du solvant d'extraction (acide oxalique 0,4%), après centrifugation à 3000g pendant 15min et filtration. 1ml de l'extrait de chaque échantillon est additionné de 1ml de DCPIP (dichlorophenol-indophénol). L'absorbance est mesurée à 520 nm, un témoin est préparé en parallèle avec 1ml de solvant d'extraction et 1ml de DCPIP. Les résultats sont exprimés en pourcentages de réduction du DCPIP selon la formule ci-dessous, puis en équivalent d'acide ascorbique en mg pour 100g de miel (mgEA.Asc/100g) en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée avec de l'acide ascorbique (annexe 2, figure 3).

$$\% \text{ DCPIP réduit} = [(\text{Abs témoin} - \text{Abs Echantillon}) / \text{Abs témoin}] \times 100.$$

Abs témoin : Absorbance du témoin

Abs Echantillon : Absorbance de l'échantillon

Dosage des caroténoïdes

L'estimation de la teneur en caroténoïdes totaux contenus dans les extraits est réalisée selon la méthode de Bueno-Costa *et al.* (2016). Un volume de 2g pour le miel, 0,2g pour la poudre de pollen, propolis et la gelée royale et enfin 1g pour la poudre de cire, est homogénéisé avec 20 ml du mélange de solvants : hexane/acétone/éthanol (2:1:1). Après agitation pendant 30 min, la phase hexanique est récupérée. L'absorbance est mesurée à 420 nm. Les concentrations sont exprimées en mg équivalent de la β-carotène par 100 g de miel (mg Eq β-carotène /100g) (annexe 2, figure 4).

III. Activité antioxydante

Activité antiradicalaire (DPPH)

La capacité des antioxydants des échantillons à réduire le radical DPPH est évaluée par la méthode décrite par Nascimento *et al.* (2018). 1ml d'extrait de chaque échantillon est additionné de 1ml de la solution alcoolique de DPPH (80 mM). Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm. Un témoin est préparé en parallèle en mélangeant 1 ml du solvant d'extraction avec 1ml de DPPH. Les résultats sont exprimés selon la formule suivante :

$$\% \text{ DPPH réduit} = [(\text{Abs Témoin} - \text{Abs Echantillon}) / \text{Abs Témoin}] \times 100.$$

Abs témoin : Absorbance du témoin

Abs Echantillon : Absorbance de l'échantillon

La quantité en antioxydants de l'activité antiradicalaire est déterminée à partir des courbes d'étalonnage réalisées avec l'acide gallique (annexe 2, figure 5).

Pouvoir réducteur

La capacité réductrice est déterminée par la méthode décrite par Canabady *et al.* (2015). 1ml d'extrait de chaque échantillon est mélangé avec 2,5 ml du tampon phosphate (0,2N, pH = 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure de potassium à 1%. Après incubation au bain marie à 50°C pendant 20 min, 2,5 ml d'acide trichloracétique (10%) sont ajoutés au mélange.

2,5 ml du mélange sont prélevés puis additionnée de 2,5 ml d'eau distillée et 0,5 ml de chlorure ferrique FeCl₃ (0,1%). Après incubation pendant 30 minutes, l'absorbance est mesurée à 700 nm. La quantité d'antioxydants ayant un pouvoir réducteur est déterminée à partir de courbes d'étalonnage réalisées avec l'acide gallique (Annexe 2, figure 8).

IV. Analyse statistique

Toutes les analyses sont effectuées en triple et les données sont exprimées en moyenne \pm écart type (SD) réalisées par Microsoft Office Excel 2007.

L'analyse de la variance ANOVA, suivant le test LSD est réalisée par le logiciel STATISTICA pour mettre en évidence les différences significatives à un niveau de confiance de 95% entre les échantillons et pour chaque test effectué. Les résultats obtenus sont classés par ordre croissant : a<b<c<d<e<f<g<h.

Un test de Student est également réalisé afin d'évaluer l'effet des solvants utiliser pour l'extraction sur les résultats obtenus.

Résultats et discussions

I. Dosage des antioxydants

Teneurs en polyphénols totaux

La teneur en polyphénols est estimée par une méthode utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu, malgré son interférence avec les composés non phénoliques comme : les acides aminés, et quelques sucres. Cependant, elle reste la méthode la plus utilisée (Ouchemoukh, 2012).

Les résultats obtenus concernant le dosage des polyphénols totaux des extraits éthanolique et méthanolique des produits de la ruche sont illustrés dans la figure 1 qui présente des teneurs en polyphénols totaux allant de 33,5 à 10623 mg EAG/100g.

Le miel enregistre la teneur la plus faible par rapport aux autres produits, tandis que la propolis présente la teneur la plus élevée. Les résultats obtenus par El haskoury *et al.* (2017), qui ont étudié des miels de Maroc (75,52 à 245,22 mg EAG/100g) sont supérieurs à ceux obtenus dans notre étude. Selon Pyrzynska et Biesagan, (2009), la composition phénolique du miel est fortement affectée par l'origine florale et géographique, ainsi que par le climat.

La teneur en polyphénols totaux du pollen est de 1065,21mg EAG/100 g (pour l'extrait méthanolique), et de 1408,69 mg EAG/100g (pour l'extrait éthanolique). Ces résultats sont supérieurs aux résultats rapportés par Carpes *et al.* (2007) [109 à 660 mg EAG /100g], et sont similaires a ceux rapportés par Pascoal *et al* (2013) [1800 à 3200mg EAG /100g], mais inférieurs à ceux obtenus par le Blanc *et al.* (2009) [2938 mg EAG /100g].

Concernant la propolis, les analyses ont montré que son extrait méthanolique contient 6079,71 mg EAG/100g tandis que son extrait éthanolique obtient une valeur de 10623,18 mg EAG/100g). Ces valeurs sont dans l'intervalle à celles rapportées par Kocot *et al.* (2018) qui varient de 3000 à 20000 mg EAG/100g.

L'étude statistique a révélé que les teneurs en polyphénols totaux de l'extrait méthanolique de la cire et la gelée royale (379.56 et 523.18 mg EAG/100g, respectivement) sont plus élevées que les extraits éthanoliques (315,50 et 420,28 mg EAG/100g).

Nabas *et al.* (2014), ont démontré que les faibles teneurs des polyphénols totaux contenues dans la gelée royale seraient dues à la teneur en eau qui est très élevée, une grande partie des polyphénols seront ainsi dégradés à cause des réactions chimiques enzymatiques et bactériennes.

L'étude statistique a révélé que sur l'ensemble des échantillons, il n'y a pas de différences significatives entre les solvants d'extraction. Toute fois, on remarque que pour la propolis, l'éthanol s'avère être le meilleur solvant.

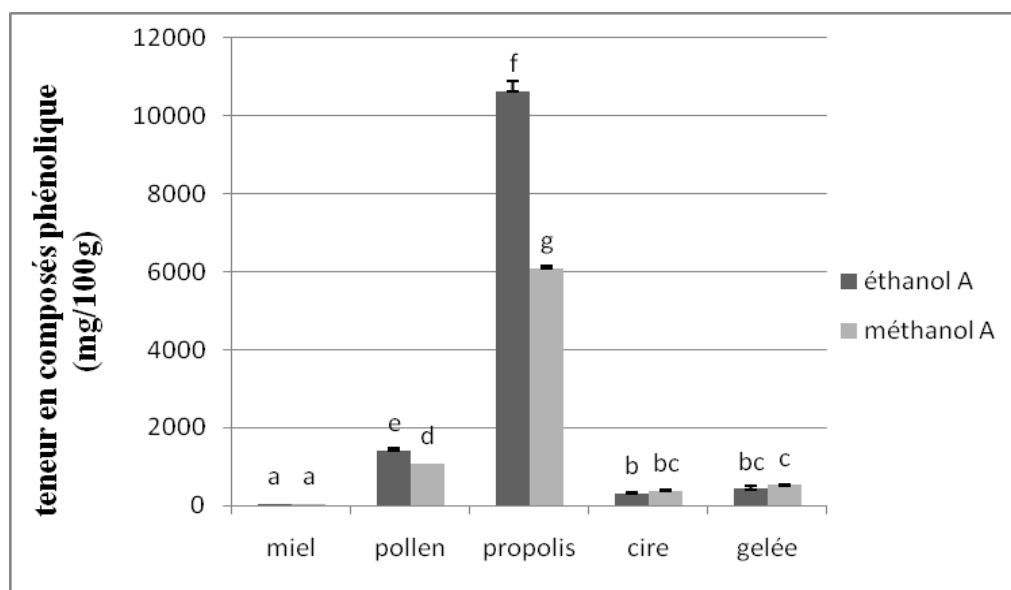


Figure 1 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < b < bc < c < d < e < f < g$.

Teneurs en flavonoïdes

Les résultats du dosage des flavonoïdes des produits de la ruche étudiés sont enregistrés sur la figure 2 avec des différences significatives ($p < 0,05$). Les extraits méthanolique et éthanolique révèlent des valeurs comprises entre 28,51 et 36491,09 mg EQ /100g. Les concentrations des flavonoïdes sont très faibles pour le miel par rapport aux autres produits, l'extrait éthanolique est de 28,51 EQ mg /100g et l'extrait méthanolique nous donne une concentration de 49,47 EQ mg /100g. Les résultats obtenus pour l'extrait éthanolique est compris dans l'intervalle des résultats donnés par Boyahya *et al.* (2017) sur les échantillons de miels Marocain (19,64 à 43,24 mg EQ/100 g). Par ailleurs nos résultats sont similaires a ceux obtenu par Habati *et al.*, (2017) qui ont étudié des miels de la région centrale de l'Algerie (12,57 à 58,75 mg EQ /100g).

D'après Zalibera (2008), en générale, les miels les plus foncés contiennent un taux plus élevé en flavonoïdes.

La propolis se distingue par sa concentration la plus élevée qui est de 36491,09 mg EQ /100g (pour l'extrait éthanolique) et 20387,84 mg EQ /100g (pour l'extrait méthanolique).

Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Rebiai *et al.* (2014) (345,99 mgEQ/100g) et par Galeotti *et al.* (2018) (1213 - 9148 mg EQ/100g).

D'après Kumazawa *et al.* (2004), la teneur en flavonoïde de la propolis dépend de la végétation de la région géographique et la saison durant laquelle elle a été collectée.

Concernent le pollen, les valeurs obtenues sont de 2705,71 et 3742,13 mg EQ /100g pour l'extrait méthanolique et éthanolique respectivement. Ces valeurs sont inférieures à celles apportées par Oroian *et al.*(2017) (34,33 - 68,23 mg EQ100g), et Pascoal *et al.* (2013) (300 - 1000 mgEQ/100g).

La teneur de la cire en flavonoïdes est de 825, 99 et 738,46 mg EQ/100g (pour l'extrait éthanolique et méthanolique respectivement). La gelée royale obtient une concentration de 1628,66 mg EQ /100g pour l'extrait méthanolique qui est plus élevé par rapport à l'extrait éthanolique (1277,51 mg EQ/100g).

Selon Dokani *et al.*, (2014), dans le miel, la plupart des composés phénoliques sont sous forme de flavonoïdes, ils sont les principaux facteurs responsables de l'activité biologique du miel.

D'une manière générale, il n'y a pas de différence significative entre les solvants d'extraction pour les flavonoïdes concernant les produits de la ruche.

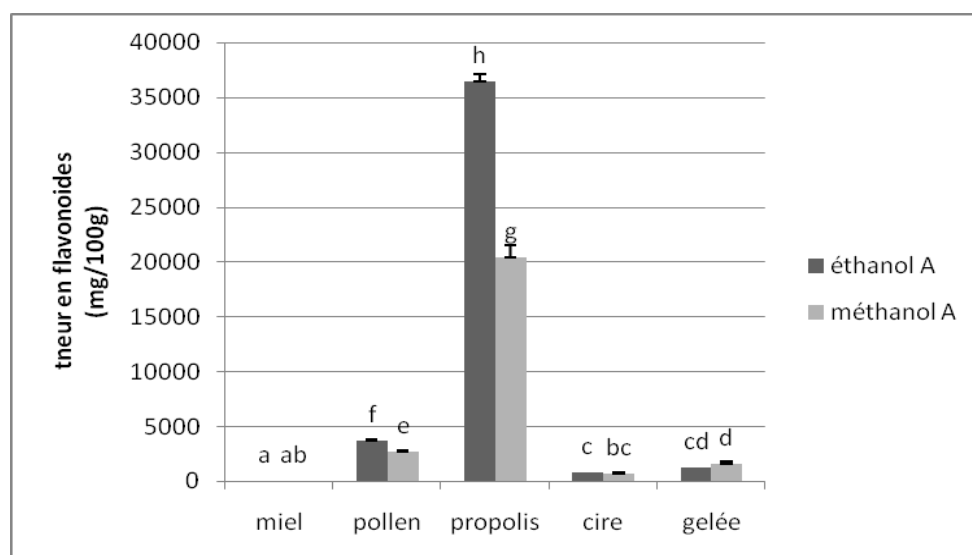


Figure 2 : Teneur en flavonoïdes dans des échantillons.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < ab < bc < c < cd < d < e < f < g < h$.

Teneurs en acide ascorbique

Selon Ball (1997), le DCPIP permet l'oxydation de la vitamine C en milieu acide, qui est coloré sous sa forme oxydée en bleu et devient rose après réduction de cette molécule et cela selon la réaction suivante :



La concentration en acide ascorbique des produits de la ruche utilisée dans cette étude est présentée par la figure 3. Les valeurs obtenues varient significativement entre 3.09 et 99.16 mg AA/100 g. Le miel enregistre la teneur la plus faible (3.02 mg AA/100 g), suivi par la cire 17.61mg AA/100g, la propolis et la gelée royale, quant a eux, ces les produits les plus concentrations ils contiennent (99.16 et 98.72 mg AA/100g), respectivement. Enfin, le pollen affiche une valeur de 32.64 mg AA/100g.

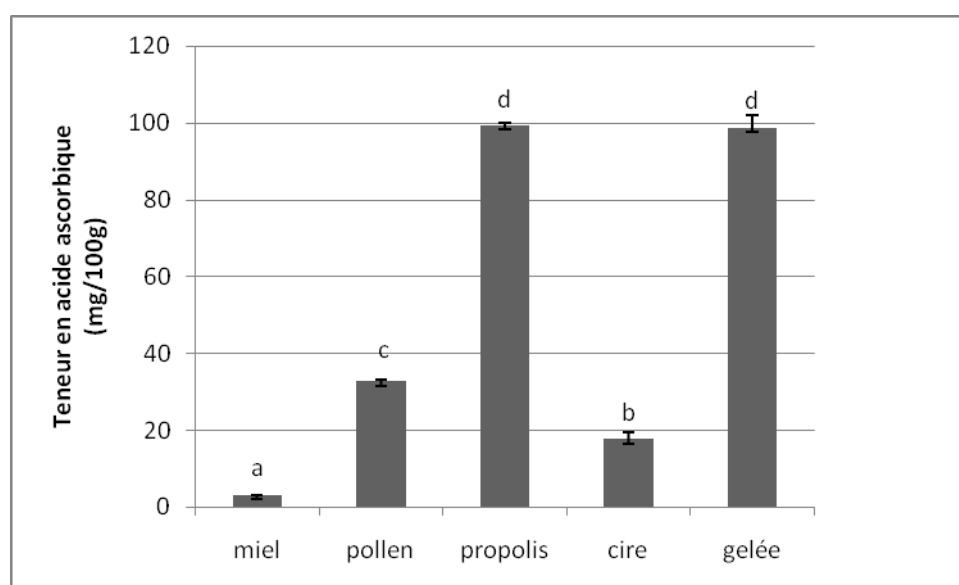


Figure 3 : Teneur en acide ascorbique des échantillons.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < b < c < d$.

I.4 Teneurs en caroténoïdes

Les caroténoïdes sont de puissants antioxydants capables de protéger les cellules contre les attaques des radicaux libres et d'exercer ainsi une action préventive contre un certain nombre de maladies dégénératives.

Les teneurs en caroténoïdes des produits de la ruche analysés sont illustrées par la figure 4. Les résultats varient entre 10,36 jusqu'à 183,74 mg Eq β -carotène /100g.

D'après l'étude statistique le pollen présente la teneur la plus élevée qui est de 183,74 mg Eq β -Carotène/100g, suivi de la cire et la propolis avec des valeurs similaires (116,27 et 114,70 mg Eq β -Carotène/100g) respectivement, la teneur obtenue pour la propolis est comprise dans l'intervalle des valeurs obtenues par Nair et Raho, (2017) (25 - 120mg β -Carotène/100g) pour les échantillons de propolis du nord ouest Algérien.

La gelée royale enregistre une teneur en caroténoïdes égale à 37,64 mg Eq β -Carotène/100g, le miel est l'échantillon le plus pauvre en caroténoïdes avec une valeur de 10,36 mg Eq β -Carotène/100g, ces résultats dépassent ceux donnés par Ferreira *et al.* (2009), qui est de l'ordre 0,932 mg/100g pour le miel.

L'extraction lente des caroténoïdes ainsi que l'exposition à la lumière, à l'oxygène et aux températures élevées, provoque des pertes en caroténoïde pendant le procédé d'extraction (De Quiro, 2006).

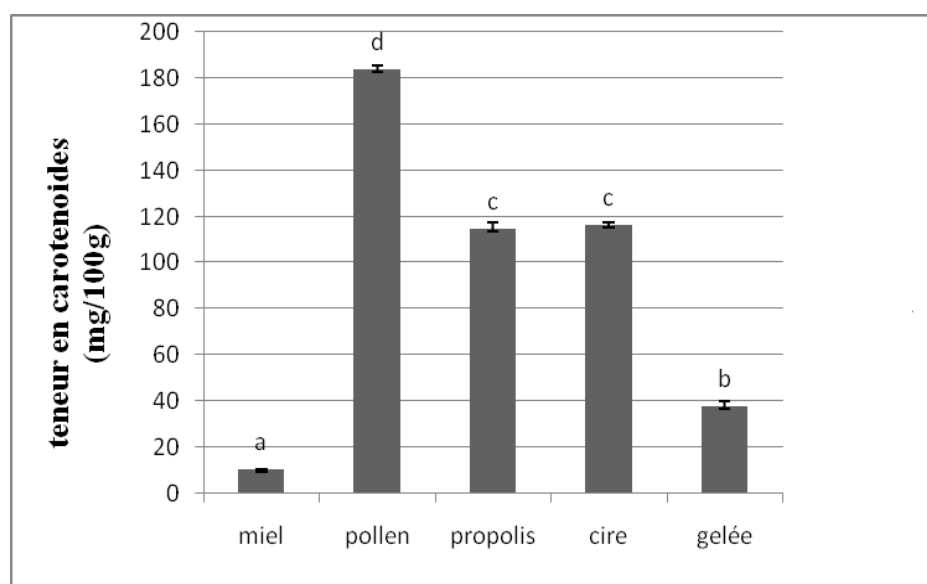


Figure 4 : teneur en carotenoides des échantillons.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < b < c < d$.

II Activité antioxydante

Activité antiradicalaire (DPPH)

Le radical DPPH est l'un des substrats les plus couramment utilisés pour l'évaluation rapide et directe des activités antioxydants en raison de sa stabilité et de la simplicité de l'analyse (Alves, 2010). L'activité antiradicalaire est déterminée par la diminution de l'absorbance d'une solution alcoolique de DPPH, qui est due à sa réduction en une forme non radicalaire DPPH-H par les antioxydants donneurs d'hydrogènes présents dans les échantillons de miels (Doukani *et al.*, 2014).

Les résultats obtenus concernant l'activité antiradicalaire des produits de la ruche sont présentés par la figure 5. Les extraits éthanolique et méthanolique de nos échantillons présentent une activité antiradicalaire variant de 4,49 à 677,62 mg EAG/100g. Pour l'activité de la propolis, il y a une différence significative entre les deux l'extraits, (677,62 mg EAG/100g pour l'extrait éthanolique, et 193,42 mg EAG/100g pour l'extrait méthanolique).

Dans cette étude, le pollen est l'échantillon ayant la plus faible activité antiradicalaire pour l'extrait méthanolique enregistre 4,49 mg AEG/100g et l'extrait éthanolique 6,77 mg EAG/100g. Ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus par Pascoal *et al.* (2013) (35 à 370 mg EAG/100g) et à ceux trouvés par Morais *et al.* (2011) qui est de 216 mgEAG/100g.

L'activité antiradicalaire du miel pour l'extrait éthanolique est de 54,7099mg/100g et l'extrait méthanolique enregistre une valeur de 23,99mg/100g.

Concernent la cire et la gelée royale, leurs résultats sont de 167,60 et 127,45 mgEAG/100g pour l'extrait éthanolique respectivement. Par contre l'extrait méthanolique nous donnent 190,42mg EAG/100g pour la cire et 91,22 mgEAG/100g pour la gelée royale.

Selon Guerrini *et al.*,(2009), l'activité antiradicalaire du miel est due principalement aux teneurs en vitamine C, caroténoïdes et composées phénoliques. D'ailleurs une bonne corrélation à été observé entre les deux paramètres (figure 6), et entre les flavonoïdes et l'activité antiradicalaire (figure 7).

La encore, il n'existe pas de différence significative entre les solvants d'extractions.

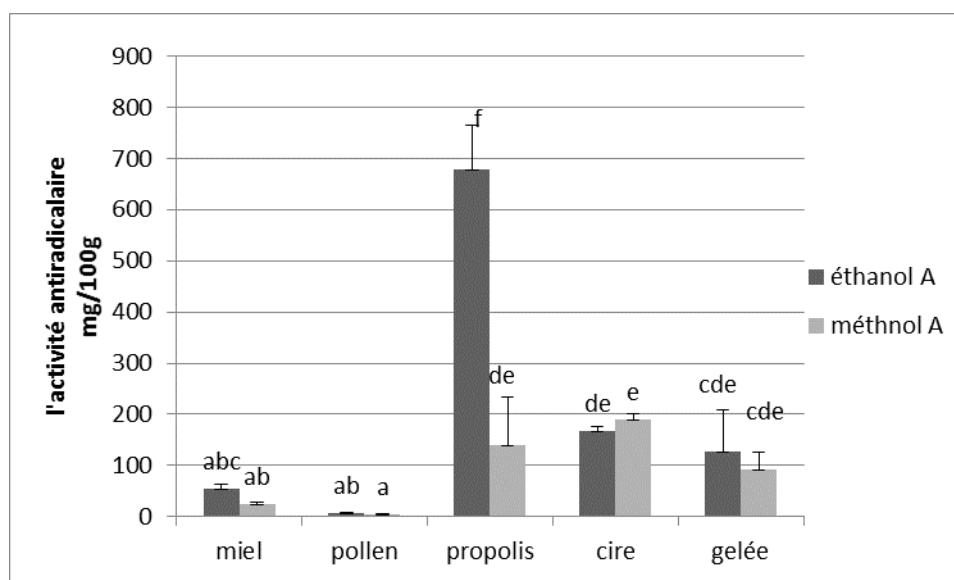


Figure 5 : L'activité antiradicalaire des produits de la ruche.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < b < c$, $A < B < C$.

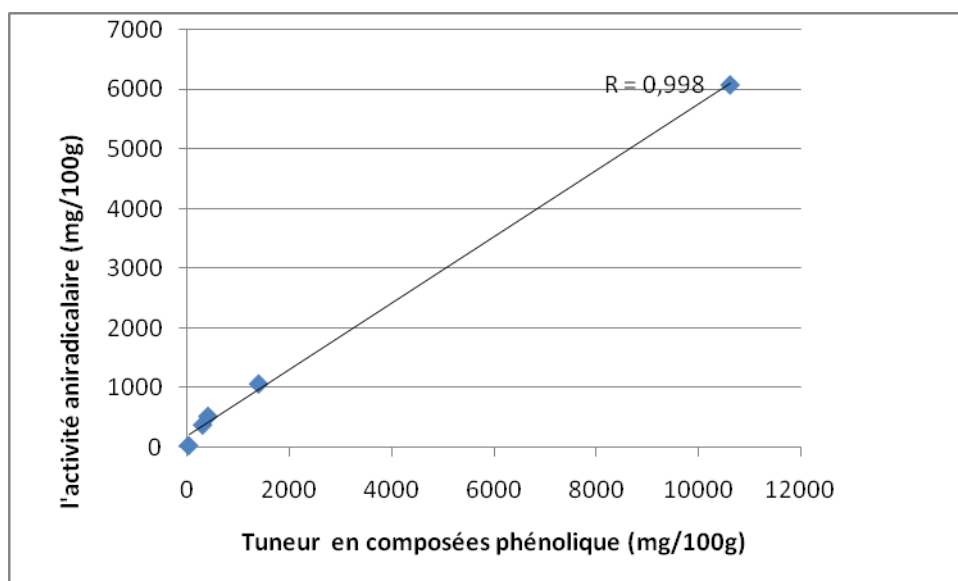


Figure 6 : Corrélation entre les polyphénols totaux et l'activité antiradicalaire.

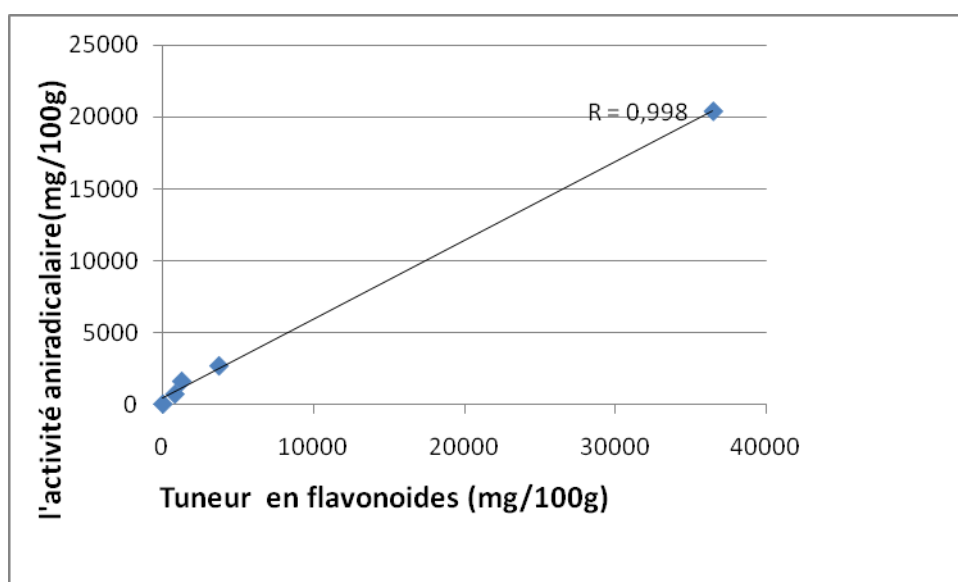


Figure 7 : Corrélation entre les flavonoïdes et l'activité antiradicalaire.

Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur mesure la capacité qu'a un antioxydant présent dans un extrait à donner un électron qui peut servir comme indicateur du potentiel de l'activité antioxydante. Le pouvoir réducteur peut être évalué par plusieurs tests à savoir la réduction de chlorure ferrique et le test de réduction de molybdate (Sousa *et al.*, 2008 ; Sahreen *et al.*, 2010).

Dans cette étude, nous avons utilisé le chlorure ferrique. Les antioxydants présents dans les extraits entraînent la réduction du complexe fer ferrique (Fe^{3+}) du ferrocyanure de potassium de couleur jaune en fer ferreux (Fe^{2+}) qui se traduit par une coloration bleue

verdâtre dont l'intensité est proportionnelle au pouvoir réducteur. Une absorbance élevée indique un pouvoir réducteur élevé (Gülçin, 2002).

Le pouvoir réducteur des échantillons analysés est présenté dans la figure 6. Les résultats varient significativement de 23,99 mg EAG/100g et 20979,98 mg EAG/100g.

L'échantillon le plus concentré est le pollen, l'extrait éthanolique obtient une valeur de 20979,98 mg EAG/100g. Tandis que l'extrait méthanolique enregistre la valeur de 1567,31 mg EAG/100g. Par ailleurs, les extraits de la propolis enregistrent les valeurs les moins élevées, l'extrait éthanolique donne une valeur de 4811,92 mg EAG/100g et l'extrait méthanolique obtient une valeur de 878,06 mg EAG/100g. D'après l'analyse statistique, il n'y a pas de différences significative entre les solvants d'extraction.

Les propriétés réductrices sont généralement liées à la présence des composés phénoliques, c'est les principaux facteurs responsables des activités antioxydantes (Duh, 1998).

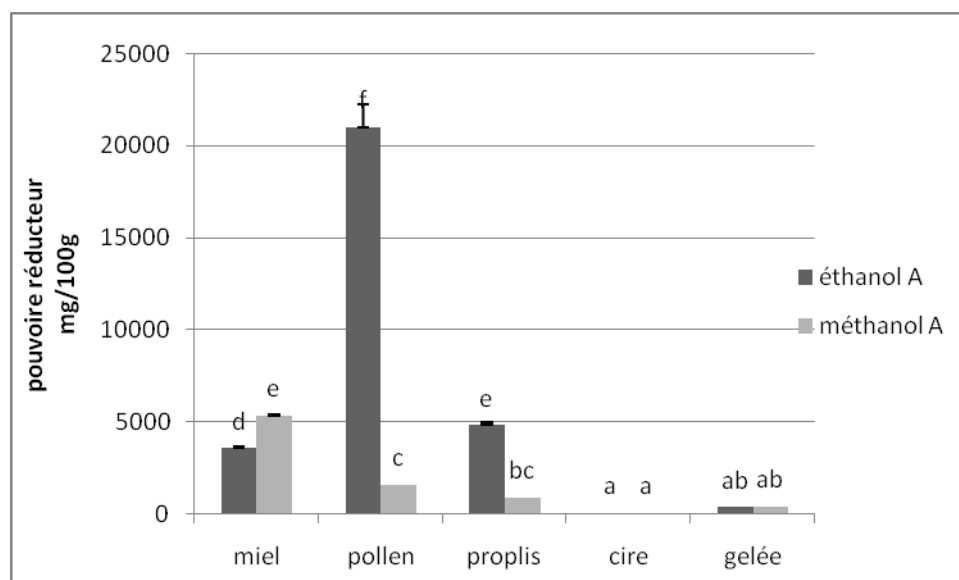


Figure 8 : le pouvoir réducteur des produits de la ruche.

Les valeurs portant la même lettre ne montrent pas de différence significative ($P < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre croissant ; $a < b < c$, $A < B < C$.

Conclusion

L'étude de l'activité antioxydante de quelques produits de la ruche (miel, le pollen, la propolis, la cire et la gelée royale) provenant de la village de Felden à AKBOU. Les résultats obtenus ont montré que tous les produits étudiés contiennent des substances antioxydantes avec des teneurs différentes, cette différence est due à l'origine florale.

Cette étude enregistre des teneurs en polyphénols et flavonoïdes variables, où la propolis se révèle être l'échantillon le plus concentré en ces deux substances et le miel enregistre la valeur la plus faible.

Concernant les résultats obtenus pour le dosage de l'acide ascorbique et les caroténoïdes, on remarque que parmi les échantillons étudiés, le miel est le plus faible tandis que le pollen est le plus concentré.

L'évaluation de l'activité antiradicalaire par la réduction du DPPH a montré que la propolis exerce une meilleure activité antioxydante par rapport aux autres produits analysés, il existe une bonne corrélation entre les composés phénoliques et l'activité antiradicalaire. L'estimation du pouvoir réducteur a montré que le pollen est le produit le plus actif parmi le reste des produits analysés.

D'après cette étude on peut conclure que l'activité antioxydante dépend des antioxydants des échantillons analysés principalement les polyphénols totaux et les flavonoïdes.

En perspectives, il serait intéressant d'élargir l'échantillon de la propolis à différentes régions et de comparer ces produits à d'autres produits de la ruche (venin d'abeille)

Favoriser les recherches des procédés d'extraction, d'optimisation des caractéristiques d'autres composés qui peuvent avoir d'autres activités et surtout les effets thérapeutiques exemple effet anti-inflammatoire pour la propolis. Ce qui aiderait à valoriser les produits apicoles dans le domaine pharmaceutique.

Identifier les antioxydants du Propolis et du pollen par des techniques plus performantes tels que HPLC

Etudier les propriétés physico-chimiques et antibactériennes de ces différents échantillons

A

Alves, C.Q., David, J.M., David, J.P., Bahia, M.V., Aguiar, R.M. (2010) : Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos, *Química Nova*, 33 (10), 2202-2210p

Alphandery R. (2002). La route du miel – Le Grand Livre des Abeilles et de l'Apiculture, Paris, Nathan 288p

Ames N., Shigenaga M. K., Hagen T. M. (1993). Oxidants, antioxidants and the degenerative disease of aging. *Proceeding of the National Academy of Sciences*, 90, 7915-7922p.

Anchling F. (2005): juin, sommet de développement des colonies, mais quid de la première récolte. *Revue d'abeille de France* N° 915. , 07p

Anonyme1 : <https://www.avril-beaute.fr/blog/proprietes-cire-d-abeille-cosmetique-n57> (consulté 21/05/2019)

Anonyme2: http://www.produire-bio.fr/wp-content/uploads/2018/05/FNAB_06-Preconisations-cire-bio.pdf (consulté 21/05/2019)

B

Ball D. (2007). The Chemical Composition of Honey. *Journal of Chemichal Composition ed 84* (10) , 1650p

Ball G.F. (1997). Vitamin C. In bioavailability and analyse of vitamins in foods. Ed. Jones Barleh. 515-563.

Bankova V., Castro, S.L., Marcucci, M.C., (2000). Propolis recent advances in chemistry and plant origin. *Apidologi* , 31 (1), 3-15p

Baroni M.V., Arrua C., Nores M.L., Fayé P., Del Pilar Diaz M., Chiabrando G.L., Sanz M.L., Gonzalez M., De Lorezo C., Sanz J., Martinez-Castro I. (2008). Acotribution to the differentiation between nectar honey and honeydew honey. *Food Chemistry*, 91, 313-317.

Beltrán-Ayala P., Giampieri F., Battino M., Alvarez-Suarez J.M.(2017). Influence of Botanical Origin and Chemical Composition on the Protective Effect against oxidative Damage and the Capacity to Reduce In Vitro Bacterial Biofilms of Monofloral Honeys from the Andean Region of Ecuador. *International Journal of Molecular Sciences*, 19 (1), 45.

Bertoncelj J., Dobersek U., Golob T., Jamnick M. (2007). Evaluation of the antioxidant activity of Three Varieties of Honey from Different Botanical and geographical origins. *Global journal of Health Science*, 4(6), 191–196.

Blanc, M. (2010). Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat : Pharmacie. Limoges : Université de Limoges, 8p.

Blanc B.W, O. K. Davis, S. Boue, A. DeLuca., T. Deeby. (2009). Antioxidant activity of sonoran desert bee pollen. *Food Chemistry* 115 (4), 1299–1305.

Bonté, F., Desmoulière, A. (2013). Le miel : origine et composition. *Actualities pharmaceutiques* N° 531, 18-21p.

Boukraa, L., Niar, A., Benbarek, H. & Benhanifia M. (2008). Additive Action of Royal Jelly and Honey Against *Staphylococcus aureus*. *Journal of Medicinal Food*, 11(1), 190-192.

Bouyahya, A. Abrini, J. Et-Touvs, A. Lagrouh, F. Dakka, N., Barki, Y. (2017). Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. *Phytothérapie. Lavoisier*, 16(1), 220-224.

Bueno-Costa F.M., Zambiasi Bruna R.K., Wendt Bohmer Fabio Clasen Chaves, daSilva W.P., Zanusso J.T., Dutra L. (2016). Antibacterial and antioxidant activity of honeys from the state of Rio Grande do Sul, Brazil. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 333-340.

C

Campos, M., K. R. Markham, K. A. Mitchell., A. Proenca da Cunha (1997). An Approach to the Characterization of Bee Pollens via their Flavonoid/Phenolic Profiles. *Phytochemical Analysis*, 8(4):181 - 185 .

Castaldo, S., Capasso, F., (2002). Propolis, an old remedy used in modern medicine. *Fitoterapia*, 73 (1), 1-6.

Canabady L., Harscoat-Schiavo C., Kessler V., Fournier A., Girardet J.M. (2015). Determination of reducing power and metal chelating ability of antioxidant peptides: Revisited methods. *Food Chemistry*, 183, 129-135.

Carpes S., Begnini R., MtiadsAlencar S., Lucia Massan M. (2007). Study of preparations of bee pollen extracts, antioxidant and antibacterial activity. *Ciência e Agrotecnologia. Lavras*, 31, 1816-1825.

Christophe Ringeisen, (2016). Quelques préconisations sur la cire Bio FNAB apiculture biologique, n°3, 4p.

Chopra, S., Pillai, K., K., Husain, S., Z., Giri, D., K., (1995). Propolis protects against doxorubicin-induced cardiomyopathy in rats. *Experimental and Molecular Pathology*, 62(3):190-8p

Chua L.S., Rahaman N.L.A., Adnan N.A., Tan. T.E. (2013). Antioxidant Activity of Three Honey Samples in Relation with Their Biochemical Components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2013, 1-8.

Clément H., (2009). Guide des miels. Le traité rustica de l'apiculture. Paris, Rustica, 464-528p.

Codex Alimentarius (2001) . Revised codex standard for honey. Codex standard 12— 1981, Revue, 1(1987) .12, 1-10.

Cuvillier A. (2015). Miel, Propolis, Gelée royale : Les abeilles alliées de notre système immunitaire. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Lille 2, Faculté de pharmacie.

D

Da Silva P., Cony Gauche, Valdemiro-Gonzaga L., Costa A.C.O., Fett R. (2015). Honey: Chemical composition, stability and authenticity stability and authenticity, *Food Chemistry*, 196, 309–323.

Delphine I. (2010). Le miel et ses propriétés thérapeutiques. Utilisation dans les plaies Doctorat en pharmacie. Faculté de pharmacie. Université de Limoges, 56-57. Faculté de pharmacie. Université poincare de Nancy 1, 17-37.

De Quiros AR-B, Costa HS. (2006). Analysis of carotenoid sinvegetable and plasma samples: A review. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 97–111.

Donadiou Y, (1987). « Les produits de la ruche chez le sportif », Les Fiches d'Apithérapie, Donadiou Editions.

Donadiou Y, (2008). La propolis . Thérapeutiques naturelles. Editions Dangles , Paris ,96 p

Doukani K., Tabak S., Derriche A., Hacini Z. (2014). Etude physicochimique et phytochimique de quelques types de miels Algériens. *Ecologie-Environnement*, 10, 37-49.

Duh P.D, (1998). Antioxidant activity of Budrock (*Arctium lappa* Linn): its scavenging effect on free radical and active oxygen. *Journal of the American Oil Chemistry Society*, 75, 455-461.

E

El-Haskoury R., Kriaa W., Lyoussi B., Makni M.(2017). Ceratoniasilqua honeys from Morocco: Physicochemical properties, mineral contents, and antioxidant activities. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26, 67-73.

Escuredo O., Miguez M., Fernandez-Gonzalez M., Seijo C. (2014). Nutritional value and antioxidant activity of honeys produced in a European Atlantic area. *Food Chemistry*, 138, 851–856.

F

Ferreira I. C.F.R., Aires E., Barreira J. C M., Estevinho. (2009). Antioxidant activity of Portuguese honey samples: Different contribution of the entire honey and phenolic extract. *Food chemistry*, 114, 143-1443.

Fokt, H., Pereira, A., Ferreira, A., M., Cunha, A., Aguiar, C., (2010). How do bees prevent hive infections? The antimicrobial properties of propolis. in Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. Microbiology Book. A .Mendez-Vilas Ed., 1 (2): 481- 493.

Fujiwara S, (1990). A potent antibacterial protein in royal jelly. Purification and determination of the primary structure of royalisine. *The Journal of Biological Chemistry*, 265, 11333-11337.

G

Galeotti F., Maccari F., Fachini A., Volp V. (2018). Chemical Composition and antioxidant Activity of Propolis Prepared indifferent Forms and in different Solvents useful for Finished Products. *Journal of Food*, 7(3), 41.

García-Tenesaca M., Navarrete E.S., Iturralde G.A., Villacrés Granda I.M., Tejera Ghisalberti, E.L., Jefferies, P.R., Lanteri, R. Matisons, J., (1978). Constituents of propolis. *Experientia*, 34 (2), 157-158.

Guerrini, A., bruni, R., Maitti, S., Poli, F., Rossi, D. Pagametto, G., Muzzoli, M., Sacchetti, L.S.G. (2009). Ecuadorian stingless bee (meliponinae) honey : A Chemical and Functional profile of an ancient heath product. *Food chemistry*, 114, 1413-1420.

Gül A., Pehlivan T. (2018). Antioxidant activities of some monofloral honey types produced across Turkey. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25, 1056-1065.

Gülçin İlhami, Mahfus Elmastas, Hassan Y. Aboul-Enein., (2002). Antioxidant activity of clove oil – A powerful antioxidant source. *Arabia journal of chemistry*, 5, 489-499.

H

Habati M, Abdelaziz Gherib, Boulanouar Bakchiche, Ahmed. A. Benmebarek (2017). Study on the physicochemical, antioxidant properties and mineral content of honeys produced in the central region of ALGERIA. *Chemistry et Chemical Engineering, Biotechnology, Food Industry*, 18 (2), 121 – 134.

J

Jansegers E, (2007). Les produits de la ruche fiche pédagogique.

Joseph, Kendra Degen (2007). The Use of Bee Pollen as a Super food, 307p.

K

Khalil I.Md., Moniruzzaman M., Boukraâ L., Benhanifia M., Asiful-Islam Md., Nazmul Islam Md, Siti Amrah S., Hua Gan S. (2012). Physicochemical and Antioxidant Properties of Algerian Honey. *Molecules*, 17, 11199-11215.

Khalil MN, Sulaimane SA (2010). The potential role of honey and its polyphenols in preventing heart diseases: a review. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative Medicines*, 7(4), 315-321.

Khan M.K. (2010). Polyphénols d'Agrumes flavanones: extraction de glycosides de la peau d'orange, synthèse de métabolites chez l'homme, glucuronides et étude physicochimique de leur interaction avec le sérum albumine. Thèse de Doctorat. Université Marrakech, 169p.

Khenfer A et Fettal M, (2001). Les produits de la ruche. ITELV

Kocot J., Musik I. (2018). Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Antioxidant Potential of Propolis Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018, Article ID 7074209, 29.

L

Laure C, (2019). <https://lejournal.cnrs.fr/articles/des-abeilles-et-des-hommes>, N° 296.

M

Mandell, Douglas., Bennett's. (2011). Principles and Practice of Infectious Diseases. 5th edition, *Churchill Livingstone*, 2, 236-253.

Marcucci, M.C., (1995). Propolis: Chemical composition, biological properties and therapeutic activity. *Apidologie*, 26, 83-99.

Michel S,(2016). Les secrets des produits de la ruche. ruche , 11, N° 44, 12-16.

Molan P.C,(1992). The antibacterial activity of honey. 1.the nature of the antibacterial activity. *Bee world*, 73, 5-28

Molan P.C. (2001). Why honey is effective as a medicine, the scientific explanation of its effects. *Bee World*, 82(1), 22-40.

Morais, M., Moreira, L., Feás, X., Estevinho, L.M., (2011). Honeybee-collected pollen from five portuguese natural parks: Palynological origin phenolic content antioxidant properties and antimicrobial activity. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 1096-1101.

Montenegro, G., Avila, D. Rougier, B. Timmermann, (1997). Pollen loads: source of carotenoids originating from the mediterranean plant communities of the central zone of Chile. *Revista di Chilena de Historia Natural*, 70, 91-99.

N

Nabas, Z., Haddadin, M.S., Haddadin, J., Nazer, I.K. (2014). Chemical composition of royal jelly and effects of synbiotic with two different locally isolated probiotic strains on antioxidant activities. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 64, 171–180.

Nair S ., Raho G. (2017). Evaluation of antioxidant properties of propolis collected in North-west of Algeria. *International Journal of Biology, Pharmacy and Allied Sciences*, 6(3), 494-503.

Nascimentoa K.S, GasparottoSattlera J.S, Macedoa L.F.R., Gonzálezb C.V.S., Meloa I.L.P., Araújoa E., Granatoc D., Sattlerd A., Bicudo L., Muradiana A. (2018). Phenolic

compounds, antioxidant capacity and physicochemical properties of Brazilian *Apis mellifera* honeys. *LWT - Food Science and Technology*, 91, 85–94

O

Oroian M., Ropciuc S., Buculei . (2017). Authentification Roumaine du miel basée sur des paramètres physico-chimiques et chimiométrie. *Journal de la mesure et de la caractérisation des aliments* 11 (2), 719-725.

Ouchemoukh S. (2012). Caractérisation physicochimique, profils polliniques, glucidiques et phénoliques et activités antioxydantes de miels Algériens. Thèse de Doctorat. Université Abderrahmane Mira de Bejaia, 162p.

P

Pascoal, A., Rodrigues, S., Teixeira, A., Feás, X., Estevinho, L.M.(2014). Biological activities of commercial bee pollens: antimicrobial, antimutagenic, antioxidant and anti-inflammatory. *Food and chemical Toxicology*, 63, 233-239.

Paterson, P.D. (2008). L'apiculture (Éditions Quae).Paris: 10-11.

Pyrrznska K. et Biesaga M. (2009).Analysis of phenolic acids and flavonoids in honey. *Trends in Analytical Chemistry*, 28, 893-902.

R

Rodica M, Liviu Al. M, Daniel D, Cristina M, Otilia B., (2010). Bee Collected Pollen – General Aspects and Chemical Composition. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 67(1-2), 256-270.

Rebiai A., Lanez T., Belfar M. L. (2014). Total polyphenol contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Algerian propolis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 06, 395-400.

Rigal M-L. (2012). Miel et gelée royale : utilisations thérapeutiques dans le domaine cutané et applications en cosmétologie. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Limoges, Faculté de Pharmacie, 156.

S

Sahreem S., Khan M.R., Khan R.A. (2010). Evaluation of antioxidant activities of various solvent extracts of Carissa fruits. *Food chemistry*, 122, 1205-1211.

Shadkam MN, Mozaffari-Khosravi H, Mozayan MR. (2010). comparison of the effect of honey, dextromethorphan, and diphenhydramine on nightly cough and sleep quality in children and their parents. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 16(7), 87-93.

Stocker A (2003) Isolation and characterisation of substances from royal jelly. Thèse soutenue pour l'obtention du grade de docteur ingénieur en biophysique moléculaire. Université de München.

Sousa A., Ferreira I.C.F.R., Barros L., Bento A., Pereira J.A. (2008). Effect of solvent

and extraction temperatures on the antioxidant potential of traditional stoned table olives "alcaparras". *Food Science and Technology*, 41, 739-745.

T

Tamura T. (1987). Antitumor effects of royal jelly, Nippon Yakurigaku Zasshi. *Folia Pharmacologica Japonica*, 89(2), 73-80.

Tétart, (2001). L'abeille et l'apiculture. Domestication d'un animal cultivé. *Techniques et Culture*, 37, 173-196.

V

Velghe, C. (2016). Miel valeurs nutritionnelle et bienfaits. <http://dspace.univ-tlemcen.dz/handle/112/12406>.

Viviane Cristina Toreti, Helia Harumi Sato, Glaucia Maria Pastore., Yong Kun Park. (2013). Recent Progress of Propolis for Its Biological and Chemical Compositions and Its Botanical Origin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 13.

W

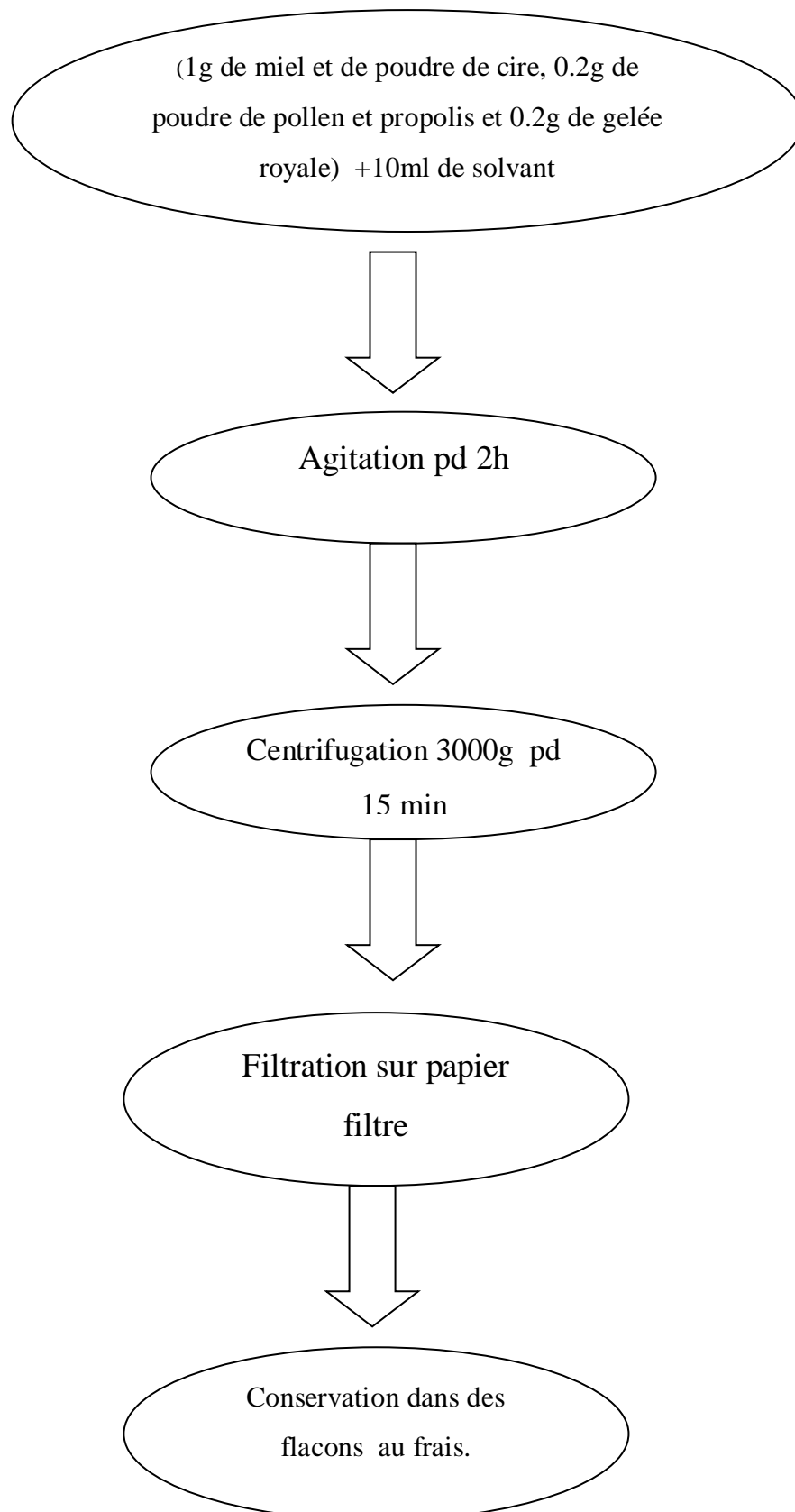
Wamaln M. (1988). La cire. *Abeille de France*, 725, 135-138.

Y

Yang, X., D.Guo , J. Zhang , M. Wu (2007). Characterization and anti-tumor activity of pollen polysaccharide. *International Immunopharmacology*7: 401-408. Première récolte. *Revue d'abeille de France*, 915, 07.

Z

Zalibera M., Stasko A., Slebođova A., Jancovicova V., Cermakova T. et Brezova V. (2008). Antioxidant and radical-scavenging activities of Slovak honeys- An electron Paramagnetic resonance study. *Food Chemistry*, 110, 512-521.

Annexe 1 : schéma d'extraction des antioxydantes

Annexe 2 : Les courbes d'étalonnages

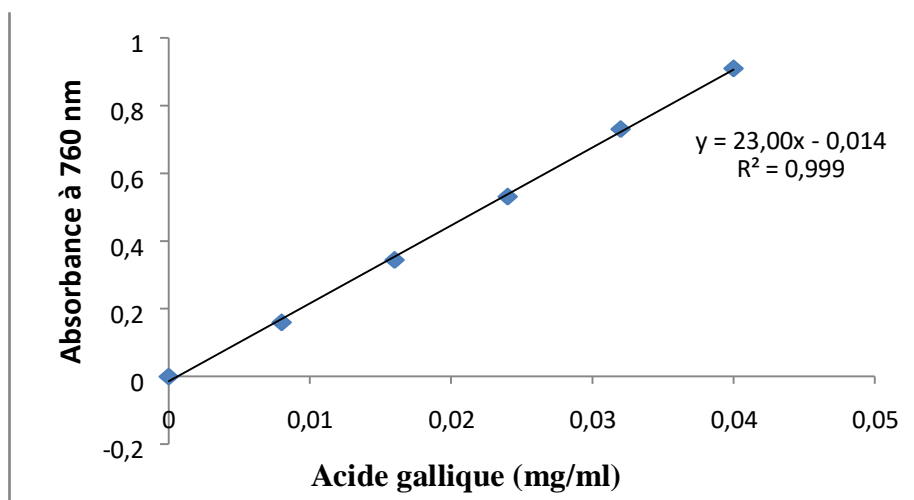


Figure 1: courbes d'étalonnage des polyphénols.

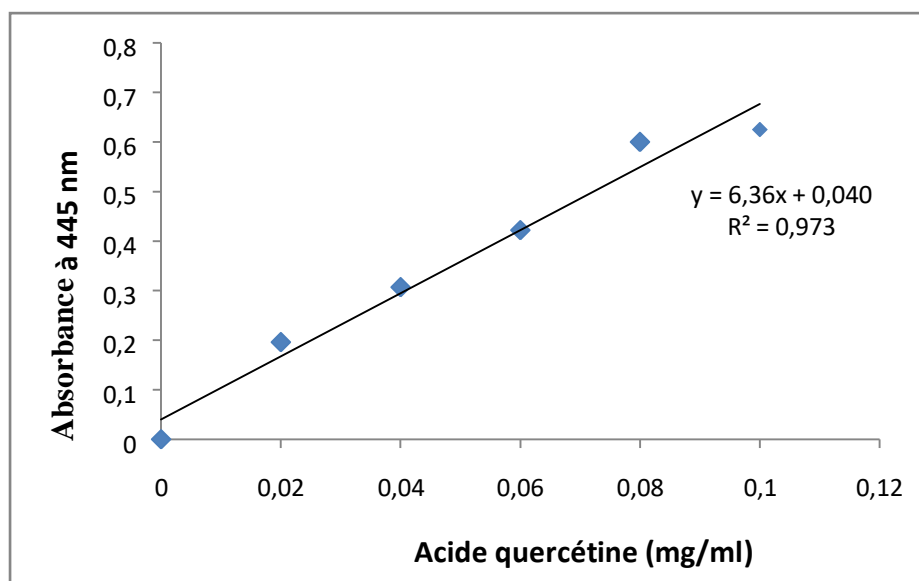


Figure 2 : courbes d'étalonnage des flavonoïdes

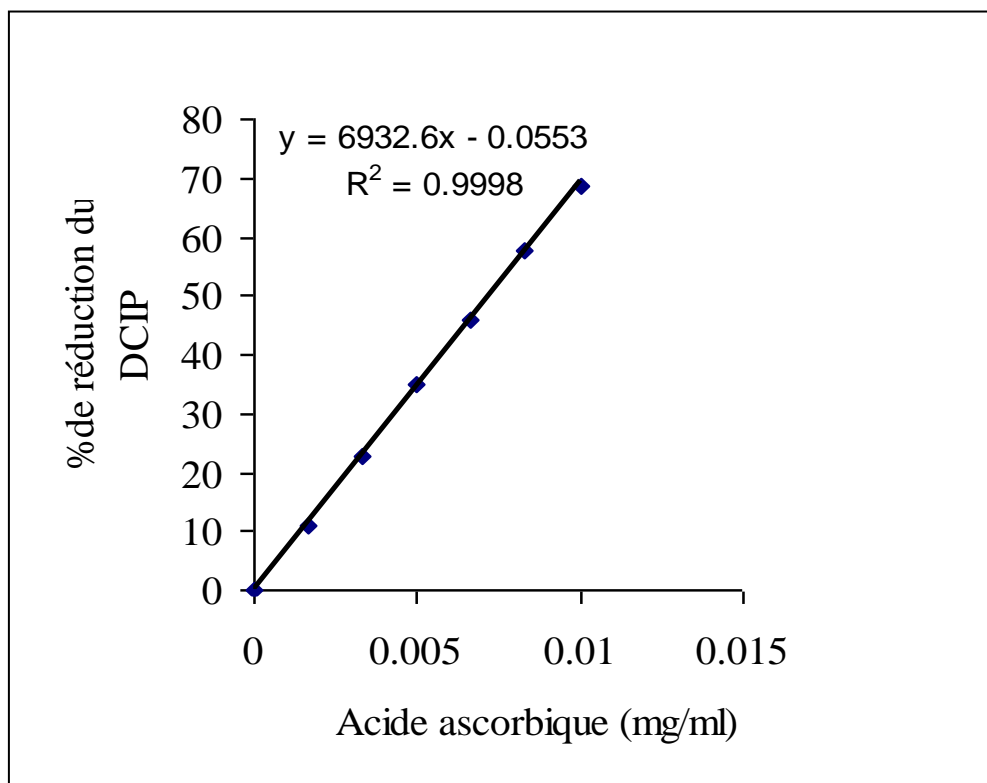


Figure 3: courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.

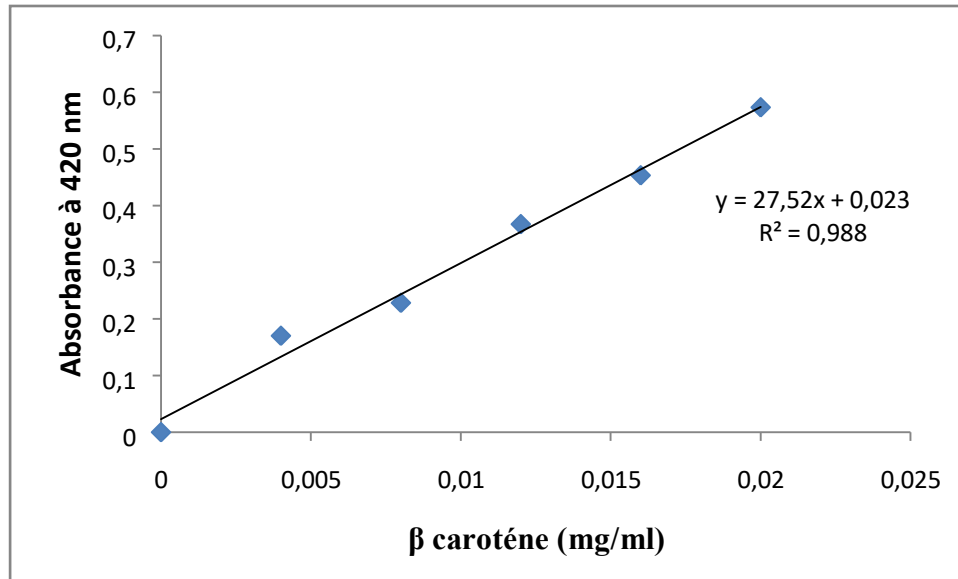


Figure 4 : courbe d'étalonnage des caroténoïdes

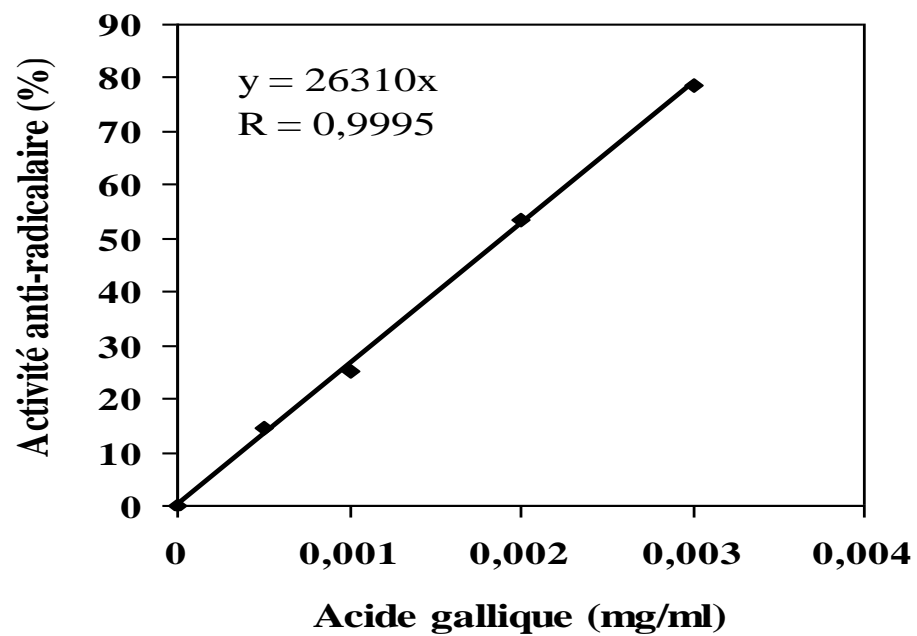
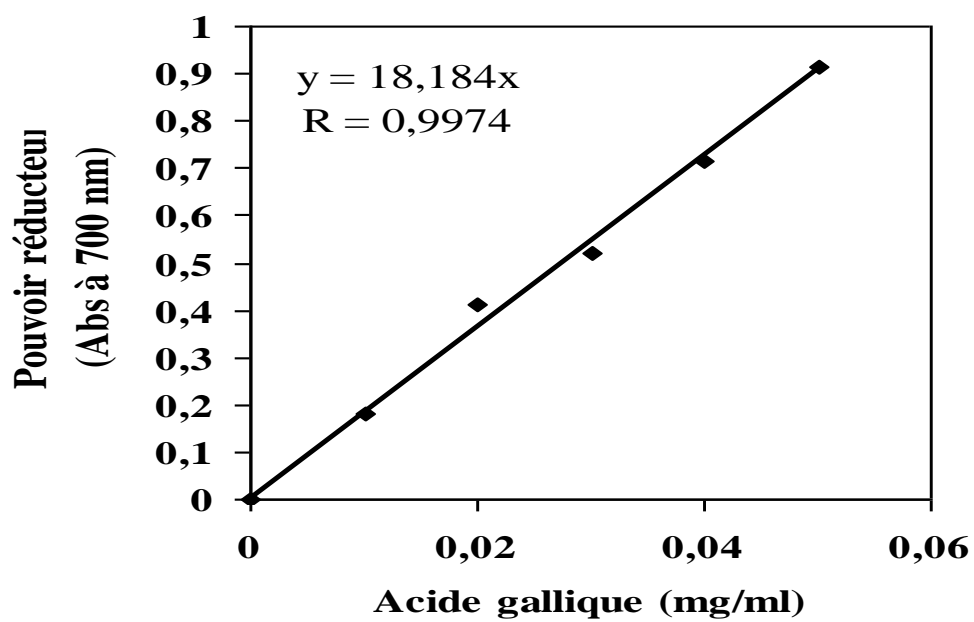


Figure 5 : courbes d'étalonnage de l'activité antiradicalaire..**Figure 6** : courbe d'étalonnage de pouvoir réducteur

Partie

Bibliographique

Partie

pratique

Références

bibliographiques

Conclusion

Introduction

Matériel

Et

Méthodes

Résultats
et
discussion

Résumé

Le but de cette étude est de déterminer la teneur en antioxydants et d'évaluer les activités antioxydantes de cinq échantillons de produits de la ruche (le miel, le pollen, la propolis, la cire d'abeille et la gelée royale), qui sont récoltés dans la région d'Akbou.

Les résultats des dosages des produits analysés montrent l'existence des antioxydants avec des teneurs variables. Concernent les composées phénoliques et flavonoïdes, la propolis est le produit le plus riche en ces substances, suivie du pollen, la gelée royale et la cire. Le miel se classe en dernière position. Pour l'acide ascorbique et les caroténoïdes, c'est le pollen qui est le plus concentré suivie de la propolis, le miel étant le produit le plus faible. L'activité antioxydante mesurée par le DPPH montre que la propolis suivie du pollen sont caractérisés par leur puissante activité, la cire étant le produit le moins actif. Concernant le pouvoir réducteur, la propolis présente le taux le plus important, le pollen présent la plus faible activité.

Mots clés : miel, pollen, propolis, cire d'abeille, gelée royale, antioxydant, activité antioxydante.

Abstract

The main objective of this study is to determine the antioxidant concentration and the evaluation of antioxidant activity in five different bee products (honey, pollen, propolis, beeswax and royal jelly), which are harvested in the Akbou region.

The results of the analysis show the presence of the antioxidants with variable concentration in the different bee products. Concern phenolic compounds and flavonoids, propolis is the most concentrated product followed by pollen, royal jelly and wax, whereas honey is the less concentrated. Concerning ascorbic acid and carotenoids, the pollen is the most concentrated followed by propolis, honey is the product with the weakest concentration. The antioxidant activity measured by DPPH shows that propolis followed by pollen are characterized by their high antioxidant activity, wax is the product with lowest activity. However, for the reducing power, propolis exhibit the highest activity and pollen is the less active.

Key words: honey, pollen, propolis, beeswax, royal jelly, antioxidant, antioxidant activity.