



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des sciences de la nature et de la vie

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la Nature et de la Vie
Biologie
Biochimie appliquée

Réf. :

Présenté et soutenu par :

TEBINA Mountaha
SELIKH Moufida

Le : juin 2023

Activité antioxydante de quelques produits de la ruche Algérienne

Jury :

Mr	DEGHIMA AMIROUCHE	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
Mme	BOUATROUS Yamina	Pr	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Mme	BOUKHAROUBA KHADIJA	Pr	Université Mohamed Khider Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022/2023

Remerciements

*Nous remercions en tout premier lieu ALLAH, le tout puissant de nous avoir donné la
Force, le courage et la volonté d'achever ce travail.*

Nous adressons nos sincères remerciements à notre encadreur Bouatrous Yamina, pour

Avoir

Proposé et diriger cette étude, pour son assistance et ses conseils pour assurer le succès de

Ce travail.

Mes remerciements vont également à tous notre enseignant du département de

Biologie

Nous tenons également à remercier les membres de jury d'avoir accepté d'examiner

Notre travail

Nous remercions également tous ceux qui nous ont aidés d'une manière ou d'une autre

Que ce soit des informations précieuses, des conseils

Un grand merci à tous

Dédicaces

*Avant tout, nous remercions «ALLAH» le tout puissant, de nous avoir ouvert
les portes du savoir et qui sans lui ce travail ne serait jamais réalisé.*

*A Source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir
réussir, puisse dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur longue vie*

mon père

*La lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur,
ma vie et mon bonheur : Maman*

À mes très cher Frères

À toute ma famille, à mes chères amies sans exceptions.....

À toute promo de Biochimie 2022/2023.....

À tous les personnes que je n'ai pas citées mais que je porte dans mon cœur.

Mountaha/ Moufida

Sommaire

Liste des tableaux.....	I
Liste des figures.....	II
Liste des abréviations.....	III
Introduction.....	1
Partie bibliographique.....	3
Chapitre 1 : Généralités sur les produits de la ruche.....	4
1. Miel.....	5
1.1. Définition.....	5
1.2. Composition.....	5
1.3. Propriété biologique.....	5
2. Pollen d'abeille.....	6
2.1. Définition.....	6
2.2. Composition.....	6
2.3. Propriété biologique.....	6
3. Propolis.....	7
3.1. Définition.....	7
3.2. Composition.....	7
3.3. Propriété biologique.....	7
4. Pain d'abeille.....	7
4.1. Définition.....	7
4.2. Composition.....	7
4.3. Propriété biologique.....	8
5. Gellée royale.....	8
5.1. Définition.....	8
5.2. Composition.....	8
5.3. Propriété biologique.....	9
6. La cire.....	9
6.1. Définition.....	9
6.2. Composition.....	9
6.3. Propriété biologique en cosmétique.....	9
Chapitre 2 : Antioxydantes.....	11
1. Définition des antioxydantes.....	12

1.1. Antioxydantes endogènes	12
1.2. Antioxydantes exogènes	12
Partie expérimentale.....	13
Chapitre 3 Matériel et méthodes.....	14
1. Echantillonnage	15
2. Extraction	15
3. Dosage des antioxydantes.....	15
3.1. Dosage des composés phénoliques.....	15
3.2. Dosage des flavonoïdes.....	16
4. Activité antioxydante	16
4.1. Activité anti radicalaire (DPPH)	16
4.2. Pouvoir réducteur.....	17
Chapitre 4 : Résultat et discussion	19
1. Rendement d'extraction.....	20
2. Dosage des antioxydantes.....	20
Teneur en polyphénols totaux	20
Teneur en flavonoïdes	22
3. Activité antioxydante	24
Activité anti radicalaire (DPPH)	24
Pouvoir réducteur.....	25
Conclusion	27
bibliographie.....	29
Résumés	37

Liste des tableaux

Tableau 1 : La composition de la cire 20

Tableau2 : Poids et rendement de chaque extrait..... 20

Liste des figures

<u>Figure 1. Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant</u>	17
Figure 2. Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.	20
Figure 3. Teneur en polyphénols totaux des extraits des produits de la ruche.....	21
Figure 4. Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.	Erreur ! Signet non défini.
Figure 5. Teneur en flavonoïdes des extraits des produits de la ruche.....	23
Figure 6. L'activité antiradicalaire des produits de la ruche	24
Figure 7. Le pouvoir réducteur des produits de la ruche.....	25

Liste des abréviations

CI50 : Concentration inhibitrice a 50%

DPPH: 2,2-Diphenyl-1picryhydrazil

EAA : Equivalent acide ascorbique

EAG : Equivalent acide gallique

EQ : Equivalent Quercétine

FRAP ferric reducing antioxidant power

UV-Vis : Ultra-violet visible

Introduction

Les produits de la ruche fascinaient les humains et occupaient une place particulière dans de nombreuses civilisations. Ce la est dû à propriétés nutritionnelles et thérapeutiques.

Généralement, lorsqu'on parle de la ruche, on pense directement à la production de miel. Pourtant, ce n'est pas le seul résultat du travail de nos abeilles. En plus du nectar, les abeilles récoltent aussi du pollen et de la propolis. Elles fabriquent de la cire, du venin et de la gelée royale.

Le miel contient principalement des glucides, des protéines, des lipides, des enzymes et vitamines. C'est un aliment léger, naturel et riche en calories. Son apport énergétique Un peu plus important que le sucre (316 calories pour 100 grammes contre 400 calories pour (100 grammes) (Velghe, 2016).

Le pollen est la nourriture des jeunes abeilles, contenant environ 40% de protéines, principalement riche en vitamines B, améliorant grandement Hémoglobine (Joseph et al., 2007).

La propolis est une résine délicate et complexe de 300 à 400 composés les Égyptiens il y a 3000 ans. Ils l'utilisent pour prévenir Bactéries dans les plaies. La propolis a un effet bénéfique sur le rhume, ulcères, pneumonies, arthrites et même certains cancers (Laure, 2018).

La cire est une substance introduite dans la ruche par les abeilles. La qualité de cire joue un rôle central dans la santé des colonies d'abeilles et la qualité des produits rayon de miel. Le couvain et le pain d'abeille peuvent être affectés par les résidus de cire (Anonyme 2).

La gelée royale, appelée "lait d'abeille" en raison de sa couleur blanche, C'est une Substance sécrétée par les glandes mandibulaires et pharyngées des jeunes abeilles Ouvrier.

Une ruche produite 300 à 800 grammes de gelée royale par an, ce qui est très riches antioxydants (Michel, 2016).

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

Notre travail est contribution à étudier l'effet antioxydant des six produits de la ruche par le Test DPPH, FRAP.

Ce manuscrit se divise en 2 parties :

la première partie sera subdivisée en deux chapitres :

1 : Une revue bibliographique contenant des généralités sur les six produits de la ruche.

2 : Une revue bibliographique contenant les antioxydants

Dans la deuxième partie sera subdivisée en deux chapitres :

1 : Une partie expérimentale pour démontrer matériel et méthodes utilisées

2 : Une dernière partie réservée à l'interprétation et la discussion des résultats obtenus en comparaison avec des travaux et des résultats précédents.

Partie bibliographique

Chapitre 1

Généralités sur les produits de la ruche

Généralités sur les produits de la ruche

1. Miel

1.1. Définition

Est une substance naturelle sucrée, sirupeuse, de couleur ambrée, parfumée, élaboré par les abeilles de l'espèce *Apis mellifera* à partir du nectar ou d'autres matières végétales. Les abeilles récoltent et transforment en les combinant à des substances spécifique qu'elles produisent, déposent, déshydratent et stockent et font murir dans les rayons à miel (Codex Alimentaire, 2001).

1.2. Composition

Les compositions du miel varient selon son origine végétale et, des régions géographiques, des espèces d'abeilles et conditions climatique au moment de la production du miel (Crane & Visscher, 2009).

Eau

La teneur en eau du miel est en moyenne de 17,2%.

Il influence la qualité et la conservation de la miel (Bonté *et al.*, 2013).

Plus cette teneur est élevée, plus le risque de fermentation est élevé (Delphine, 2010).

Sucres

Le composant le plus important de la composition du miel, qui constitue environ 95% de son poids sec (Crousilles, A. 2014).

Contient de sucres simples sont les plus abondants, glucose et fructose et de sucres composés tels que le maltose et le saccharose, tréhalose, isomaltose... (Zamora et chirife, 2006).

Composés phénoliques

Peuvent servir comme indicateurs de son origine botanique et renseigne sur sa qualité, les flavonoïdes et les acides phénoliques sont responsable de pouvoir antioxydant et propriétés pharmacologiques du miel (Assia, 2018).

1.3. Propriété biologique

Activité antioxydante Grâce à la présence des compositions phénolique diversifiées (Cornara *et al.*, 2017), le miel a un important pouvoir antioxydant, car ces derniers neutralisent les radicaux libres, ayant ainsi un effet bénéfique dans la prévention de certains cancers (Clémence, 2005). Action cicatrisante elle est due aux facteurs suivants: l'acidité, la pression osmotique associée aux sucres, le peroxyde d'hydrogène et

certains constituants chimiques qui conditions défavorables au développement des germes pathogènes (Goetz, 2009).

2. Pollen d'abeille

2.1. Définition

Est un petit élément sphériques ou ovoïdes de taille oscillant entre 20 et 40 microns sont contenus dans les sacs polliniques des anthères de la fleur. Il sert à féconder la partie femelle de la fleur et constitue les gamètes mâles dans le règne végétal (Blanc, 2010).

2.2. Composition

Les compositions du pollen sont très diversifiées selon l'origine florale, la région géographique, et les conditions climatiques (Cornara *et al.*, 2017).

Eau

4% d'eau dans le pollen asséché et 10 à 12% dans le pollen frais

Sucres

Il apporte 246 kcal/100g, le fructose et le glucose, et des oligosaccharides par exemple l'amidon ou la cellulose (Fournier, 2009., Cousin, 2010., Lefief-Delkourt, 2010).

Lipides

Dépend du type de pollen : 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) (Alphandery, 2002).

Protéines

Sa teneur en protéines est de l'ordre de 20% à 40%.

Le pollen contient également des oligo-éléments : magnésium, calcium, potassium, et des sels minéraux comme : zinc, cuivre, fer, manganèse, silicium, soufre...

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, surtout du groupe B (B1, B2, B3, B5, B6, B7, B8, B9, MB12), et la vitamine C et D en très faible quantité.

Des inhibines qui sont des composés antibiotiques actifs, des alcools, des aldéhydes, des esters, des facteurs de croissance et de la rutine qui augmente la résistance des capillaires, et le sélénium (Fournier, 2009 ., Cousin, 2010 ., Lefief-Delkourt, 2010).

2.3. Propriété biologique

Activité antioxydante du pollen réside en son pouvoir de piègeur de radicaux libres grâce aux différentes vitamines, le sélénium et les divers flavonoïdes (Cornara *et al.*, 2017).

Action digestive l'ingestion de pollen déclenche une forte sécrétion d'acide gastrique. De plus, grâce à la présence d'amidon et des fibres alimentaires cellulose, il apporte une microflore qui aide à équilibrer la flore intestinale et à assurer le transit (Cornara *et al.*, 2017).

3. Propolis

3.1. Définition

Le mot «propolis» est dérivé du grec «pro= avant, et polis= ville », Elle est utilisée comme bouclier protecteur à l'entrée de la ruche (Ghisalberti *et al.*, 1978., Bankova *et al.*, 2000).

3.2. Composition

50% de résine et de baumes, 30% de cire végétale ou d'abeille, 10% d'huiles essentielles, 5% de pollen et 5% de substances organique et minérale (Viviane *et al.*, 2013).

3.3. Propriété biologique

Activité antioxydante sa capacité à réduire ou à prévenir les réactions d'oxydation en contenant qu'il construit de β - carotène (provitamine A), l'acide ascorbique (vitamine C), le tocophérol (vitamineE) ainsi que les composés poly-phénoliques en général (Popovici, 2010).
Activité immunostimulante la stimulation se fait sur l'ensemble des cellules immunitaires l'immunité innée comme l'immunité acquise, la propolis calme également l'activité immunitaire lorsqu'elle est trop importante. C'est par exemple le cas des personnes qui souffrent d'allergies (Khayyal *et al.*, 2003).

4. Pain d'abeille

4.1. Définition

C'est une réserve de pollen fermenté, où la fermentation lactique provient d'enzymes trouvées dans le nectar vomé par les abeilles de leur culture pour faire cette fermentation "Pain d'abeille" qui est nécessaire pour développer couvain et maintenir la santé de la colonie (Gilles, 2017).

Le pain d'abeille est une combinaison de boule de pollen, de miel et de fermentation lactiques.

C'est aussi un produit vital pour la colonie car c'est la seule source de protéines, notamment lors de la production de gelée royale ou lors de l'élevage de couvées (Mutsaers *et al.*, 2005., Aosan, 2015)

4.2. Composition

Protéines

Le pain d'abeilles constitue la base de la nourriture protéique, il renferme essentiellement des protéines de 5 à 27 % suivant l'origine florale (Gilles, 2017).

Acides aminés

La présence d'aspartate, glutamate, asparagine, sérine, glutamine, histidine, glycine, thréonine, arginine, alanine, acide γ -aminobutyrique, tyrosine, cystéine, valine, méthionine, tryptophane, phénylalanine, isoleucine, leucine, lysine et proline (Donkersley *et al.*, 2017).

L'origine des acides aminés de pain d'abeille est généralement attribuée à la fois à des origines florales (nectar, miel et pollen) et animales (sécrétions d'abeilles) (Bakour *et al.*, 2022).

Sucres

La teneur en sucres dans le pain d'abeille est la suivantes : fructose (11,8%) ; glucose (5,7%) et le tréhalose (0,92%) (Dranca *et al.*, 2020).

Acides gras

Les acides gras sont parmi les composés les plus importants du pain d'abeille

L'analyse GC-MS du pain d'abeille roumain a trouvé 37 acides gras, avec un pourcentage de 23,13 % pour les acides gras saturés et 76,87 % pour les acides gras insaturés (Bakour *et al.*, 2019).

Composition poly-phénolique

Sont divisés en deux groupes

- Les antioxydants hydrophiles tels que la vitamine C et les acides phénoliques,
- Les antioxydants lipophiles tels que les caroténoïdes et les tocophérols (Eva *et al.*, 2015).

4.3. Propriété biologique

Détoxifiant du corps le pain d'abeille est un allié efficace à inclure dans une cure détox. En raison de son forte teneur en sélénium, le pain d'abeille maintient la santé du foie, élimine les toxines et régule la digestion (Mirela, 2014). Il a un effet antioxydant en raison de sa teneur élevée en antioxydants, le pain d'abeille aide à éliminer les radicaux libres dans le corps, maintenant la santé et la longévité (Pavelkova *et al.*, 2020).

5. Gellée royale

5.1. Définition

Est un mélange de sécrétions de glandes hypopharyngiennes et mandibulaires d'abeilles ouvrières situées au niveau de la tête, des jeunes abeilles, appelées nourrices (âgées de 4 à 11 jours) (Bărnuțiu *et al.*, 2011). Elle constitue la nourriture de toutes les larves jusqu'au 3ème jour et de la reine durant toute sa vie (Jansegers, 2007).

5.2. Composition

Eau 57 à 70% ; Elle est caractérisée par une teneur en eau la plus élevée par rapport aux autres produits de la ruche (miel, pollen, propolis, la cire d'abeille), Hydrates de carbone, 14% Monosaccharides (Glucose et fructose); Disaccharides (Saccharose, maltose), Polysaccharides

(Mélibiose, erlose), Protéines et acides aminées 13% , Lipides 4,5% , Petite quantité de sels minéraux et vitamines, enzymes, acides nucléiques, hormones de 2 à 8 % (Sabatini *et al.*, 2009).

5.3. Propriété biologique

Action régénératrice la gelée royale contribue à l'équilibre nerveux et psychologique grâce à sa teneur élevée en Acétylcholine et vitamines B (Blanc, 2010). Action antioxydante la gelée royale est un ingrédient anti-âge, en raison de sa composition antioxydante comme les flavonoïdes (Cemek et al, 2010).

6. La cire

6.1. Définition

La cire est une production de l'abeille. Elle est synthétisée par les ouvrières de la colonie et sert à la construction du nid (Casteel, 1912).

Il faut environ 1 millions de la melle de cire pour obtenir 1kg de cire.les abeilles utilisant la cire pour construire les avéoles hexagonales bien connues qui composant la structure solide et efficace appelé rayon (Bradbear, 2005).

6.2. Composition

Elle est de nature lipidique principalement des esters alcooliques d'acides gras à longue chaîne et on retrouve également de la propolis avec un peu de quantité de 6% (Blanc, 2010).

Tableau 1. La composition de la cire.

Alcools libre	1%
Polyester acide	2%
Ester acide	2%
Triesters	3%
Hydroxymonoesters	4%
Hydrox polyesters	8%
Acides libres	12%
Hydrocarbones	14%
Diesters	14%
Mono esters	35%
non identifiée	6%

(Société Royale d'Apiculture de Bruxelles et ses Environs SRABE, 2011).

6.3. Propriété biologique

En cosmétique la cire d'abeille est un produit naturel mais complexe car composé de plus de 300 substances. En cosmétique, il épaissit et augmente l'efficacité Agent protecteur des baumes, rouges à lèvres et autres crèmes pour le visage. Sa teneur en

vitamine A Apporte des propriétés hydratantes et protectrices : il forme un film imperméable sur la peau Protégez-le des agressions extérieures et du dessèchement. La cire d'abeille est Il 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. Il agit comme une seconde peau, renforçant la barrière protectrice Peau Naturelle (Anonyme 1).

Chapitre 2

Antioxydantes

1. Antioxydantes

Sont l'ensemble des molécules susceptibles d'inhiber directement la production, de limiter la propagation ou de détruire les espèces actives de l'oxygène. Ils peuvent agir en réduisant ou en dismutant ces espèces, en les piégeant pour former un composé stable, en séquestrant le fer libre ou en générant du glutathion (Favier, 2003).

L'antioxydant divisé en deux grands groupes : les antioxydants endogènes et les antioxydants exogènes.

1.1. Antioxydants endogènes

Le système endogène est constitué d'enzymes ou d'agent réducteurs dont l'action est de neutraliser les EOR par leur transformation en molécules stables et non réactives (Christelle, 2006).

1.2. Antioxydants exogènes

L'organisme possède une seconde ligne de défense « les piègeurs de radicaux libre » qui sont des composés pour la plupart apportés par l'alimentation et dont le rôle essentiel est de neutraliser les effets toxiques des EOR, limitant ainsi toute atteinte de l'intégrité cellulaire (Christelle, 2006).

Partie expérimentale

Chapitre 3

Matériel et méthodes

1. Echantillonnage

Ce travail est réalisé sur six produits de la ruche qui sont :

Le Miel (**djelfa**); Le Pollen (**Blida**); La propolis (**Medea**), La Gélée Royale (**Blida**), Pain d'abeille (**Tipaza**), et la cire (**Souk ahras**).

2. Extraction

Extraction par rampe d'extraction à reflux

Pour extraire les polyphénols de différents produits de la ruche nous avons opté pour le protocole décrit Par Bouatrous *et al.* (2012) en y apportant quelques modifications:

De 5 g de la poudre des différents produits sont extraits à reflux par l'utilisation de l'acétone à température d'ébullition pendant 20 minutes (3 fois) avec 50 ml de solvant acétonique eau 70/30 Après filtration sur papier filtre watman N° 1 les filtrats sont évaporés à l'aide d'un rota vapeur jusque à l'obtention d'un extrait sec. Les extraits sont place dans l'étuve à 60°C jusqu'à s'échange.

Détermination du rendement

Le rendement est exprimé en pourcentage et est calculé par la formule suivante :

$$R (\%) = (M 1 / M 0) * 100$$

R (%) : Rendement en pourcentage.

M 1 : est la masse de l'extrait après s'échage en g

M 0 : la masse sèche de produit de la ruche en g

3. Dosage des antioxydants

3.1. Dosage des composés phénoliques

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu (Singleton *et al.*, 1999).

Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait. Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par singleton et Rossi, (1965) en y apportant quelques modifications.

Mode opératoire

Dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 100 µl de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 0.5 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois, et 400 µl d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min.

L'absorbance est mesurée à 765 nm contre un blanc qui contient 100µl de l'eau distillé et 0.5 ml de réactif Folin-Ciocalteu et 400µl de Na₂CO₃. Les concentrations en composés phénolique totaux des extraits sont déterminées en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue à différentes concentration d'acide gallique dans l'eau distillé.

3.2. Dosage des flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Lagnika, 2005).

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par Zhishen *et al.* (1999) et Kim *et al.* (2003), avec quelques modifications.

Mode opératoire

Dans un tube à hémolyse en verre, 400 μl d'extrait, ou d'étalon, ou de l'eau distillée pour le témoin, ont été ajoutés à 120 μl de NaNO_2 à 5 %. Après 5 minutes, 120 μl d' AlCl_3 à 10 % on été additionnés, et le milieu est mélangé vigoureusement. Après 6 minutes, un volume de 800 μl de NaOH à 1 M a été ajouté au milieu. L'absorbance est lue immédiatement à 510 nm contre le témoin. Une solution méthanolique de quercétine a été préparée. Des solutions filles préparées à partir de la solution mère à différentes concentrations comprises entre 0 et 1000 $\mu\text{g/ml}$, permettront de tracer la courbe d'étalonnage. La teneur en flavonoïdes est exprimée en milligrammes d'équivalent de Quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/g d'extrait).

4. Activité antioxydante

4.1. Activité anti radicalaire (DPPH)

Le principe de Test DPPH

Le DPPH (2,2diphényl-1-picrylhydrazyl) est le substrat le plus largement utilisé pour l'évaluation directe et rapide de l'activité antioxydante en raison de sa simplicité et de sa stabilité sous forme de radicaux libres (kholkhal, 2013).

Les radicaux ont un électron libre sur l'atome d'azote, la délocalisation de cet électron donne la couleur bleu-violet caractéristique du détecteur (Amandine G, 2016).

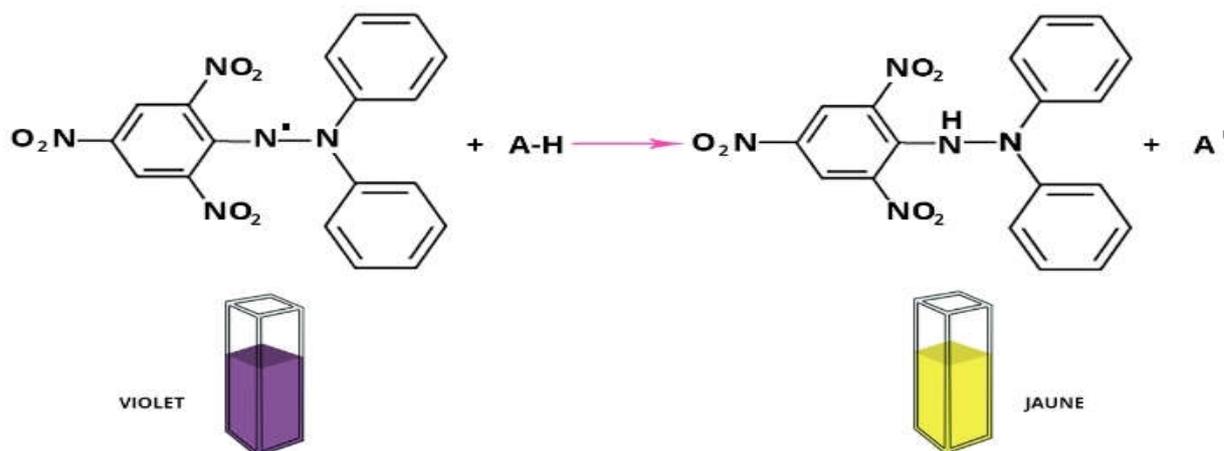


Figure 1. Structure du DPPH avant et après la réaction avec un antioxydant

Source. [www.chimactiv .agroparistech.fr< aliments<principe](http://www.chimactiv.agroparistech.fr/aliments/principe)

Le test antioxydant a été réalisé avec la méthode au DPPH (Sanchez-Moreno *et al.*, 1998).

Mode opératoire

50µl de chaque solution méthanolique des extraits à différentes concentrations (de 0,0125 à 5mg/ml) sont ajoutés à 1,95 ml de la solution méthanolique du DPPH (0,025g/l).

Parallèlement, un contrôle négatif est préparé en mélangeant 50µl de méthanol avec 1,95 ml de la solution méthanolique de DPPH. La lecture de l'absorbance est faite contre un blanc préparé pour chaque concentration à 515nm après 30 min d'incubation à l'obscurité et à la température ambiante.

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; l'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons et pour chaque concentration le test est répété 3fois. Les résultats ont été exprimés en pourcentage d'inhibition (I %).

$$I\% = [(Abs\ contrôle - Abs\ ext) / Abs\ contrôle] \times 100$$

I%: pourcentage d'inhibition

Abs contrôle : Absorbance de control négatif

Abs ext: Absorbance d'extrait

Les valeurs de l'EC50 ont été déterminées graphiquement par la régression linéaire.

4.2. Pouvoir réducteur**Le principe de Test**

Cette méthode basé sur la capacité des antioxydants a réduire le fer ferrique Fe³⁺ en fer ferreux Fe²⁺. la réaction est révélée par le virement de la couleur jaune du fer ferrique (Fe³⁺) à la couleur bleu-vert du fer ferreux (Fe²⁺). C'est une technique rapide, facile et reproductible. la capacité réductrice d'un composé peut servir comme un indicateur significatif de son activité antioxydant potentielle. Le pouvoir réducteur du fer (Fe³⁺) dans les extraits est déterminé selon la méthode décrite par Oyaizu (Oyaizu M, 1986)

Mode opératoire

Un millilitre de l'extrait à différentes concentrations (de 0,007à 2,5mg/ml) est mélangé avec 2,5ml d'une solution tampon phosphate 0,2 M (pH 6,6) et 2,5ml d'une solution de ferricyanure de potassium K₃Fe (CN)₆ à 1%. L'ensemble est incubé au bain-marie à 50°C pendant 20 min ensuite, 2.5ml d'acide trichloroacétique à 10% sont ajoutés pour stopper la

réaction et les tubes sont centrifugés à 3000 rpm pendant 10min. Un aliquote 2,5ml de surnageant est combinée avec 2,5ml d'eau distillée et 0,5ml d'une solution aqueuse de FeCl₃ à 0,1%. La lecture de l'absorbance du milieu réactionnel se fait à 700nm contre un blanc semblablement préparé, en remplaçant l'extrait par de l'eau distillée qui permet de calibrer l'appareil (UV-VIS spectrophotomètre).

Le contrôle positif est représenté par une solution d'un antioxydant standard ; L'acide ascorbique dont l'absorbance a été mesuré dans les mêmes conditions que les échantillons.

Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Singleton et Rossi, 1965).

Chapitre 4

Résultat et discussion

1. Rendement d'extraction

Le rendement représente la quantité de l'extrait déterminée après évaporation du solvant, qui est exprimé en pourcentage de la masse initiale de la matière soumise à d'extraction

Tableau 2. Poids et rendement de chaque extrait

Matière	Extrait	Poids de l'extrait(en g)	Rendement
5g	Pollen	4.1	82%
	Propolis	4.8	96%
	Pain d'abeille	4.55	91%
	La cire	3.5	70%
	Miel	2.61	52.8%

2. Dosage des antioxydants

Teneur en polyphénols totaux

Les polyphénols totaux ont été déterminés par la méthode de Folin-Ciocalteu.

L'acide gallique a été utilisé comme standard. L'absorbance a été lue à longueur d'onde de 765 nm. Les résultats obtenus sont représentés dans une d'étalonnage, ayant l'équation

$$Y = 0.012x - 0.007$$

$$R^2 = 0.998$$

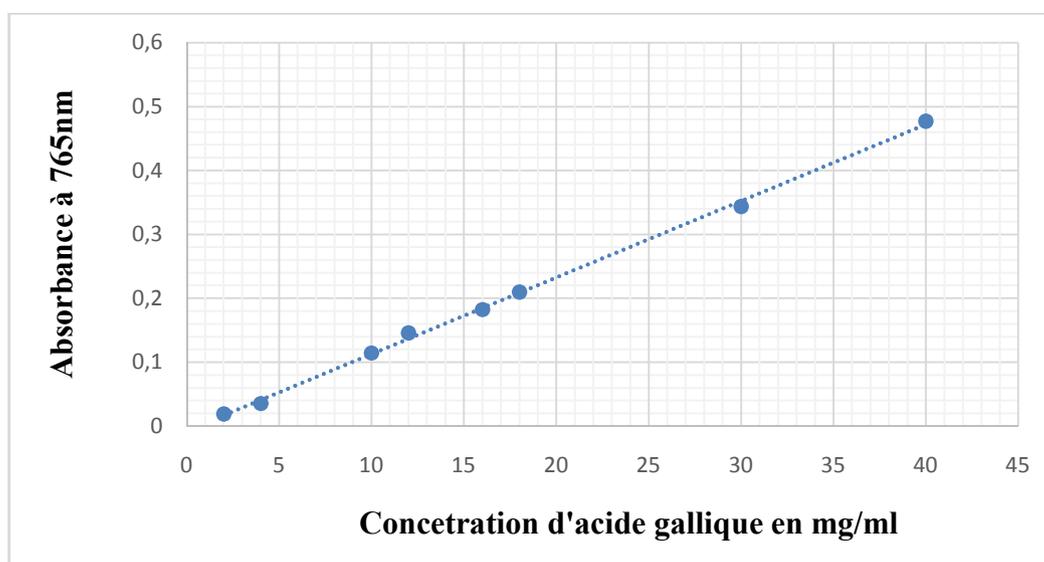


Figure 2. Courbe d'étalonnage d'acide gallique pour le dosage des polyphénols totaux.

La quantité des polyphénols a été rapportée en milligramme d'équivalent d'acide Gallique per gramme de l'extrait (mg EAG/100g)

La figure suivant représente la teneur de polyphénols dans les différents extraits (pollen, miel, pain d'abeille, la cire, propolis, gelée royale).

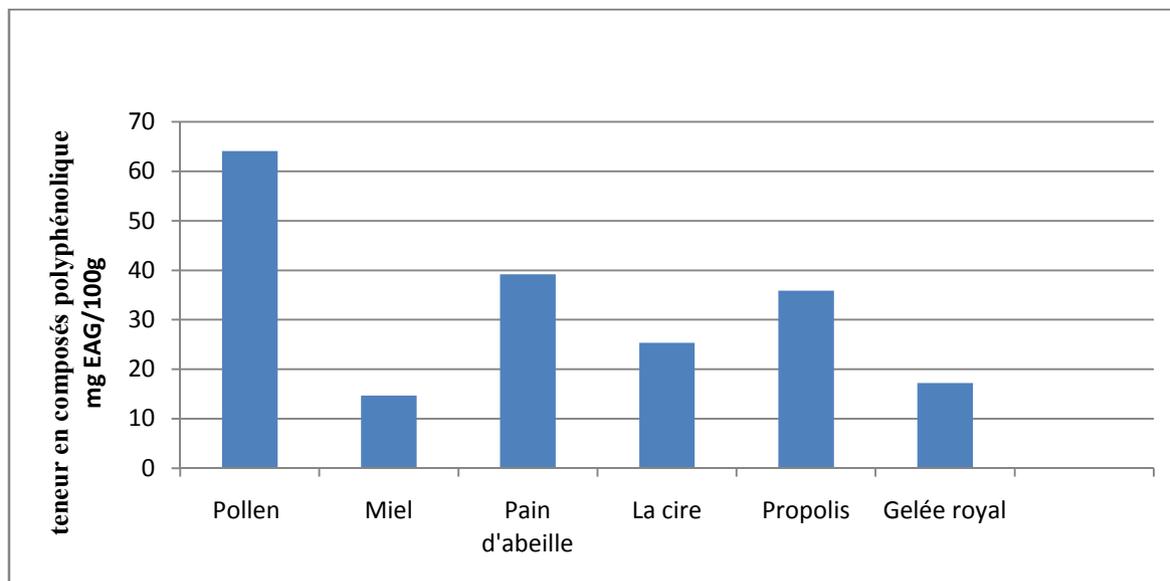


Figure 3. Teneur en polyphénols totaux des extraits des produits de la ruche

Le teneur Varient entre 14.69 ± 0.002 à 64.11 ± 0.002 mg EAG/100g. On constate que la teneur la plus élevée a été enregistrée dans le pollen, tandis que la teneur la plus faible a été obtenue dans le miel.

Les résultats obtenus par EL-haskoury *et al.* (2017) qui ont étudié le miel de Maroc (75.52 a 245.22 mg EAG/g). Bueno-Costa *et al.* (2002) étudie le miel de Brazil (61.16 à 111.37 mg EAG/100g) sont supérieurs à ceux obtenus dans notre étude. Selon Rodriguer-flores *et al.* (2015) La quantité et la qualité des composés phénolique dépendent de l'origine géographique, florale et des facteurs environnementaux.

La teneur en polyphénols totaux du pollen est 64.11 ± 0.002 mg EAG/100g .ces résultats sont Supérieurs aux résultats rapportés par Karkaret *et al.* (2018)(4.12 mg EAG/100g). Mais inférieurs à ceux rapportés par Mihacla *et al.* (2015) (493.40mg EAG/100g).).

Cette variation est due à la différence de l'origine botanique et ou géographique ainsi que d'autres facteurs tels que conditions climatique (Rebiai et Lanez, 2012).

Concernant la propolis, les analyses ont montré qu'elle contient (35.88 ± 0.009 mg EAG/100g). Cette valeur est plus inférieure à la valeur trouvée par Kocot *et al.* (2018) qui varient de (3000 à 2000 mg EAG/100g).

La teneur en polyphénols totaux de la gelée royale est (17.22 ± 0.003 mg EAG/100g).

Ces résultats sont supérieurs aux résultats rapportés par Lu id *et al.* 2008 qui varient de (150 à 219 μ g/g). Mais inférieurs à ceux rapportés par Victorita *et al.* 2013 (23.49 mg EAG/100g).

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

La teneur de la cire en polyphénols est de $(25.33 \pm 0.098 \text{ mgEAG}/100\text{g})$, et le pain d'abeille contient $(39.22 \pm 0.004 \text{ mg EAG}/100\text{g})$

Teneur en flavonoïdes

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé selon la méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl_3). La Quercétine a été utilisée comme étalon. L'absorbance a été lue dans une longueur d'onde de 510 nm. Les résultats obtenus sont représentés dans une courbe d'étalonnage, ayant l'équation :

$$Y = 0.002x + 0.016$$

$$R^2 = 0.999$$

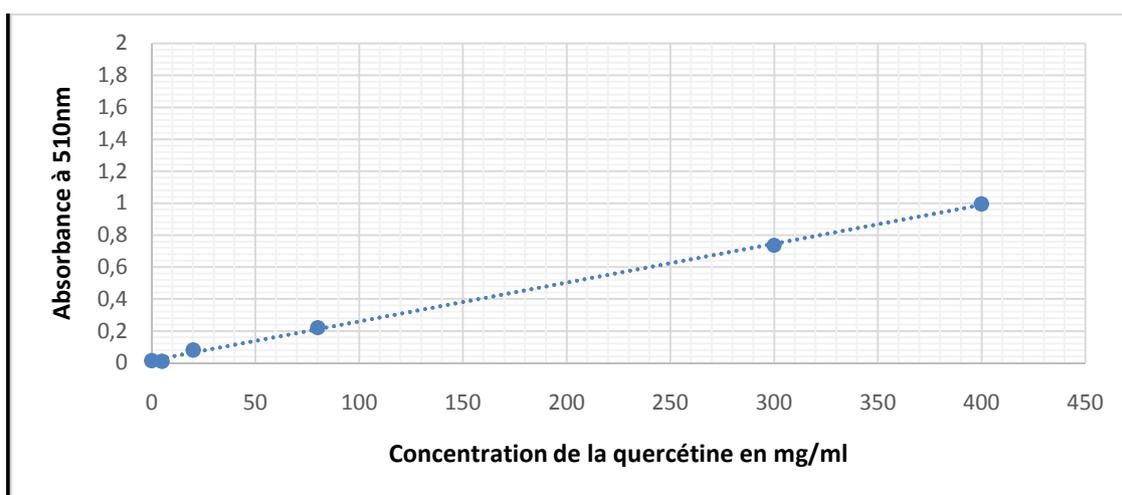


Figure 4. Courbe d'étalonnage de la quercétine pour le dosage des flavonoïdes totaux.

La quantité des flavonoïdes a été rapportée en milligramme d'équivalent de la quercétine par gramme d'extrait (mg EQ/100g).

La figure suivante représente la teneur de polyphénols dans les différents extraits (pollen, miel, pain d'abeille, la cire, propolis, gelée royale).

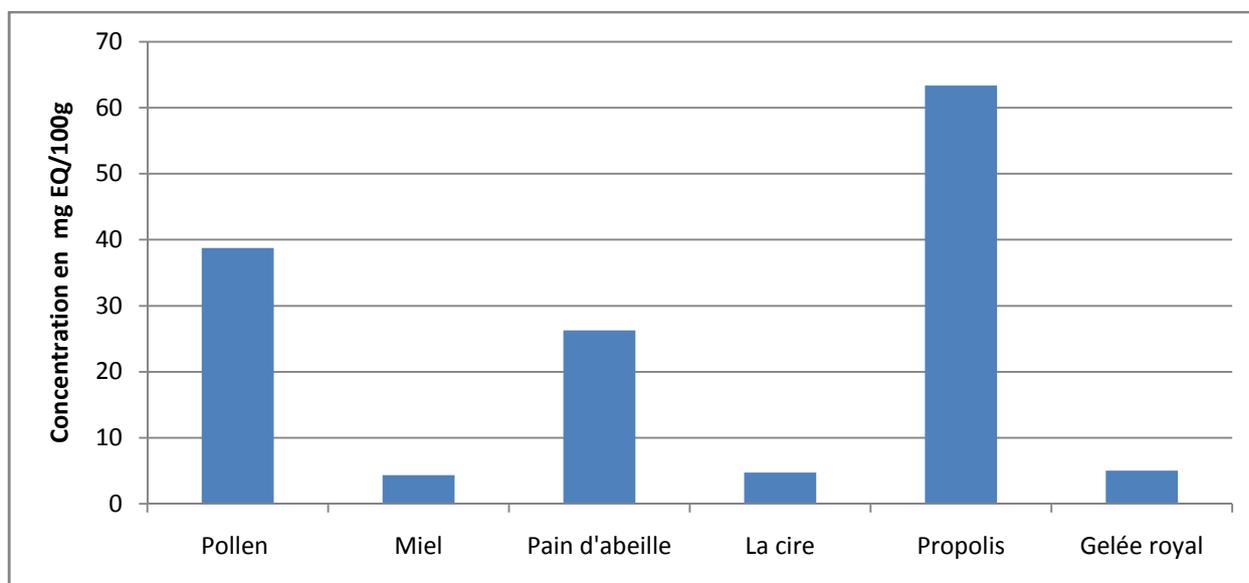


Figure 5. Teneur en flavonoïdes des extraits des produits de la ruche

Les résultats obtenus montrent que les teneurs en flavonoides des six extraits étudiés varient entre (4.33 ± 0.013 et 63.36 ± 0.028 mg EQ/100g), On remarque que la teneur la plus élevée a été enregistrée dans propolis et la valeur la plus faible a été obtenue dans le miel.

Le résultat obtenu de le miel (4.33 ± 0.013 mg EQ/100g) c'est supérieur par rapport le résultat d'Iturralde *et al.* (2018) (0.47 à 3 mg EQ/100g). Mais inférieurs à ceux obtenus par Abdellah *et al.* (2020) (9.37 mg EQ/100g).

D'après Zalibera (2008), en général, le miel les plus foncés contiennent un taux plus élevé en Flavonoides.

La propolis se distingue par concentration la plus élevé qui est de (63.36 ± 0.028 mg EQ/100g). Le résultat obtenu sont proches de ceux obtenus par Kamazawa et al. (2004).dont la valeur Moyenne (63.7 mg EQ/100g). Mais ils sont supérieurs à ceux rapporter par Ahn et al, (2007) estimé a une teneur moyenne de (8.3 mg EQ/100g).Nos résultats sont cependant infieur sa ceux obtenus par Katalinic *et al.* (2006) d'une valeur de (130 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 durant laquelle elle a été collecté

Concernent le pollen, la valeur obtenue (38.77 ± 0.004 mg EQ/100g). C'est supérieur par rapport le résultat d'Oroian *et al.* (2017) (34.33 mg EQ/100g). Mais inferieurs à ceux obtenus par Pascoal *et al.* (2013) (300 mg EQ/100g). Teneur de la cire en flavonoïdes est (4.75 ± 0.010 mg EQ/100g). La gelée royale obtient une concentration de (5.02 ± 0.011 mg EQ/100g) et le pain d'abeille contient (26.27 ± 0.008 mg EQ/100g).

Selon Dokarri *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 de miel

3. Activité antioxydante

Activité anti radicalaire (DPPH)

Graphiques de tracé de régression linéaire représentant le pourcentage d'inhibition en fonction des fractions de différentes concentrations ont été utilisées. IC₅₀ est inversement proportionnel à la capacité antioxydants composés. Plus la valeur IC₅₀ est faible, plus l'activité antioxydante est élevée les composés sont grands (Bentabet *et al.* 2014).

Les résultats concernant l'activité anti-radicalaire des produits de la ruche sont présentés dans la figure.

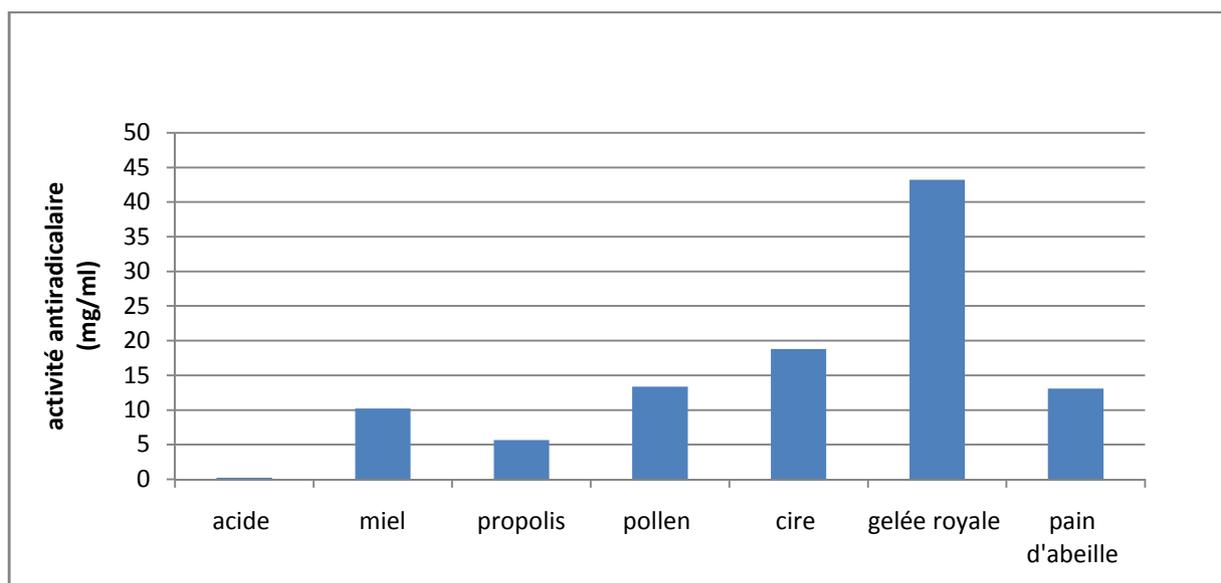


Figure 6. L'activité antiradicalaire des produits de la ruche

Dans cette étude, la propolis est l'échantillon ayant la plus forte activité antiradicalaire qui IC₅₀=5.676 mg/ml et le gélee royale est le plus faible IC₅₀=43.229 mg/ml. On trouve que tous les valeurs IC₅₀ des échantillons sont plus supérieur à l'acide ascorpique 0.218 mg/ml

Pour l'activité de pollen on trouve IC₅₀ = 13.364 mg/ml est plus supérieur par rapport le résultat obtenues par Morais *et al.* (2011). Ces auteurs ont trouvé des valeurs IC₅₀ qui variaient de 2,16 à 5,87 mg/ml d'extrait dans des échantillons de pollen.

L'échantillon de pain d'abeille a montré une activité antiradicalaire avec une IC₅₀ (13.084 mg/ml) cette valeur est plus supérieur par rapport l'IC₅₀ qui trouvé par Elsayed *et al.* (2021) sont resultat (1.070 mg/ml) Selon l'étude de Rebiai *et al.* 2013 sur la propolis on trouve un pourcentage d'activité antiradicalaire (39.1 mg/ml) plus supérieur de nos résultats qui IC₅₀ = 5.676 mg/ml

La valeur d'IC₅₀ d'échantillons de gélee royale (43.229 mg/ml) est supérieur qu'IC₅₀ obtenue par Ralitsa *et al.* (2017) IC₅₀ = (10.17 – 39.39 mg/ml)

L'activité antiradicalaire du miel est IC₅₀ =10.198 mg/ml plus inférieure que le résultat de Bouyahya *et al.* (2017) (67, 43 mg/l)

Concernent la cire, leur résultat est $IC_{50} = 18.792$ mg/ml. La différence dans les valeurs des résultats de notre étude et des résultats des autres est due aux différentes régions et l'origine du les produits de la ruche.

Pouvoir réducteur

Test de réduction de fer frap des échantillons analysés est présenté dans la figure.

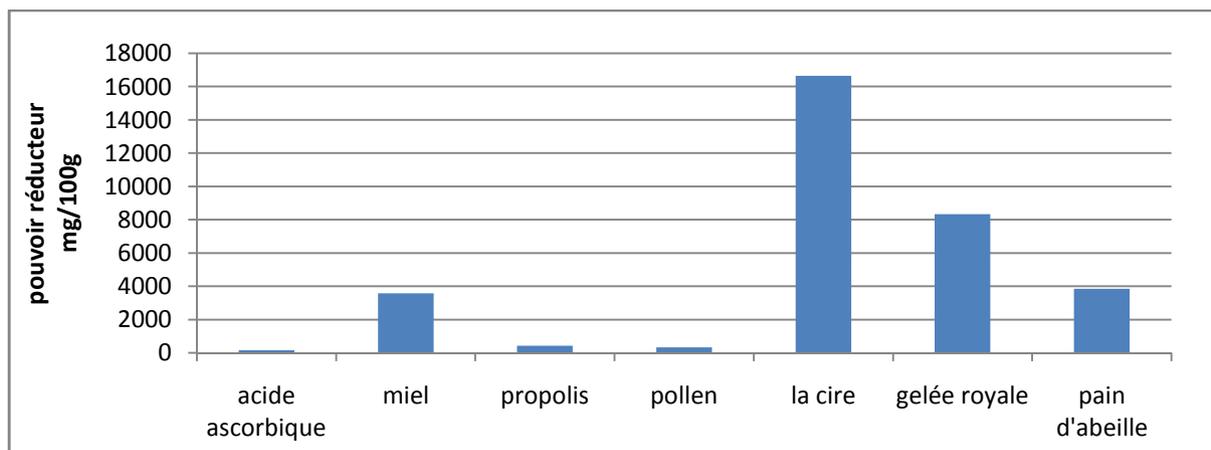


Figure 7. Le pouvoir réducteur des produits de la ruche

Les résultats varient significativement de 324,79 mg/100g et 16654,33 mg /100g.

Nos résultats révèlent que de pollen est le plus actif avec une $IC_{50} = 324,79$ mg /100g suivi par l'extrait de propolis avec une $IC_{50} = 420,26$ mg/100g, l'extarit de miel $IC_{50} = 3571,75$ mg /100g, l'extrait de pain d'abeille $IC_{50} = 3842,76$ mg /100g, l'extrait de gelée royale $IC_{50} = 8332,5$ mg/100g et l'extrait de la cire est le plus faible avec de valeur de $IC_{50} = 16654,33$ mg/100g.

En comparaison avec le standard l'acide ascorbique 148,79 mg EAA/100g, tous les extraits montrent une activité antioxydante inférieure.

Le résultat de l'extrait de pollen $IC_{50} = 324,79$ mg/100g est supérieur à ceux obtenus par El Ghouizi *et al.* (2021) $IC_{50} = 0.133$ mg/ml.

Moreira *et al.* (2008) ont étudié le pouvoir réducteur de l'extrait de propolis, ils ont trouvé une valeur de IC_{50} de 0.055 mg/ml, cette valeur est relativement très inférieure si elle est comparée à celle de notre extrait de propolis ($IC_{50} = 420,26$ mg/100g).

Les résultats obtenus par Estevinho *et al.* (2008) qui ont étudié le miel $IC_{50} = 115.6$ mg/ml, cette valeur est plus inférieure que nos valeur de l'extrait de miel $IC_{50} = 3571,75$ mg/100g.

Selon Bakour *et al.* (2019), le pouvoir réducteur de l'extrait de pain d'abeille $IC_{50} = 0.19$ mg/ml est plus inférieure par apport l'extrait de pain d'abeille qui nos étudiés $IC_{50} = 3842,76$ mg/100g.

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

Conclusion

Conclusion

Les produits de la ruche (miel, pollen, propolis, pain d'abeille, la cire et gelée royale) sont des composants biologiques très complexes, d'une très grande diversité, leurs conférant une multitude de propriétés, aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan d'utilisation. Ce travail avait pour objectifs d'évaluer l'activité antioxydante des extraits de la ruche de différentes régions en Algérie. 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 le pollen (64.11mg EAG/100g) et la propolis (63.36 mg EQ/100g) se révèlent être les échantillons les plus concentrés en ces deux substances et le miel enregistre la valeur la plus faible. L'évaluation de l'activité antiradicalaire par la réduction du DPPH a montré que la propolis ($IC_{50}=5.676$ mg/ml) exerce une meilleure activité antioxydante par rapport aux autres produits analysés. L'estimation du pouvoir réducteur a montré que le pollen ($IC_{50} = 324,79$ mg /100g) 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 favorisant 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 antidiabétique et anti-inflammatoire pour les profits de la ruche. Ce qui aiderait à valoriser les produits apicoles dans le domaine pharmaceutique.

Enfin, les potentialités mellifères importantes de l'Algérie plaident pour le développement de la filière apicole. La diversification des produits de la ruche peut aussi être un facteur de prospérité de cette activité agricole, qui est bien adaptée aux zones de montagnes.

La bibliographie

La bibliographie

A

Abdellah F., Makhloufi C., Boukraa L., Hammoud M., Safa A., Dellel N., Benamara A., Benhadiri M., Marouf N., Benaraba. 2020. Physico- chemical Properties and Antibacterial and Antioxidant Activity of Two. Varieties of Honey from Algerian Steppe. *Journal of Apitherapy and Nature*, 3(2), 59-74. www.dergipark.gov.tr/jan.

Ahn, M., Kumazawa, S., Usui, Y., Nakamura, J., Matsuka, M., Zhu, F., Nakayama, T., 2007. Antioxidant activity and constituents of propolis collected in various areas of China. *Food Chemistry*, 1383-1392.

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

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), 2202-2210. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422010001000033>

Amarowicz R., Pegg R.B., Rahimi-Moghaddamc P., Barl B., Weil J.A. 2004. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies. *Food Chemistry*. 84, 551–562

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)

Aosan Cristina., 2015. Les différents aspects du pain d’abeille : origine, historique, composition, propriétés et récolte. *Abeille et cire*. N° 166_apithe.pdf.

Assia A. 2018. Contrôle qualité des miels locaux et importés, Thèse Doctorat. Université Mouloud Mammeri. Faculté de médecine Tizi ouzou 2018.

B

Bakoura M., Fernandesb A., Barrosb L., Sokovicc M., Ferreirab I., Lyoussia, B. 2019. Bee bread as a functional product: Chemical composition and bioactive properties. *LWT - Food Science and Technology* 109 (2019) 276–282.

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

Barnutiu L. I., Marghitas L., Dezmirean S., Mihai C. M. et Bobis O. 2011. Chemical composition and antimicrobial activity of royal jelly – Review. *J Anim Sci Biotechnol*, 44: p67–72.

Bentabet N., Boucherit-Otmani Z., & Boucherit K. 2014. Composition chimique et activité antioxydante d'extraits organiques des racines de *Fredolia aretioides* de la région de Béchar en Algérie. researchGate, 1-8.

Benzie I F., Strain J. 1996. The ferric reducing ability of plasma as a measure of "antioxidant power" the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*. 239, 70– 76

Blanc M. 2010. Propriétés et usage médical des produits de la ruche. Thèse de doctorat:

Bobko M. 2020. Chemical composition of muscle after bee bread application in the nutrition of Japanese. *Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences*, 9(4). Pharmacie. Limoges : Université de Limoges,

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

Bouyahya A., Abrini, J., Et-Touys A., Lagrouh, F., Dakka N., Bakri Y. 2017. Analyse phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante des échantillons du miel marocain. Laboratoire de biochimie-immunologie, département de biologie, faculté des sciences, université Mohammed-V, Rabat, Maroc e-mail : boyahyaa-90@hotmail.fr

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

Cemek M., Aymelek F., Buyukokuroglu M. E., Karaca, T., Buyukben A., & Yilmaz, F. 2010. Protective potential of Royal Jelly against carbon tetrachloride induced-toxicity and changes in the serum sialic acid levels. *Food and Chemical Toxicology*, 48(10), p 2827-2832.

Christelle K-R. 2006. Oxygen, oxidative stress and anti oxidant supplementation, or an other way for nutrition in respiratory diseases . *Nutrition clinique et métabolisme*. 20(2006) :165–177.

Chung Y-C., Chang C-T., Chao W-W., Lin C-F., Chou S-T. 2002. Antioxidative activity and safety of the 50% ethanolic extract from red bean fermented by *Bacillus subtilis* IMR-NK1. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50, 2454–2458.

Clémence H. (2005). Le miel : De la source a la thérapeutique, Thèse de doctorat en pharmacie, Université Henri Poincaré – NANCY. 7-45

Codex Alimentaire. 2001, draft revised standard for honey, Alinorm 01/25:19-26.

Cornaraet L., Biagi M., Xiao J and Burlando B. 2017. Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. *Frontiers in pharmacologie, Italy*; 8:412.

Cousin N. 2010. Les trésors de la ruche, miel, gelée royale, pollen...Paris, Editions du Club France loisier avec l'autorisation des Edidions Rustica ,143p.

D

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

Donkersley P., Rhodes G., Pickup R. W., Jones K. C., Power E. F., Wright G. A., & Wilson K. 2017. Nutritional composition of honey bee food stores vary with floral composition. *Oecologia*, 185(4), 749-761.

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

Dranca F., Ursachi F., & Oroian M. 2020. Bee bread : Physicochemical caractérisation and phenolic content extraction optimization. *Foods*, 9(10), 1358.

E

El Ghouizi A., El Menyiy N., Bakour M., Lyoussi B. 2021. Moroccan Monofloral Bee Pollen: Botanical Origin, Physicochemical Characterization, and Antioxidant Activities. *Journal of Food Quality* 2021, 1-10,2021.

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

El-Shafei S., & Khattab M. M. 2003. A clinical pharmacological study of the potential beneficial effects of a propolis food product as an adjuvant in asthmatic patients. *Fundamental & clinical pharmacology*, 17(1), 93-102.

Elsayed N., Sharaf El-Din H., Altemimi A., Ahmed H., Pratap-Singh A., Abedelmaksoud T. 2021. In Vitro Antimicrobial, Antioxidant and Anticancer Activities of Egyptian Citrus Beebread. <https://www.mdpi.com/journal/molecules>.

Estevinho L., Pereira A., Moreira L., Dias L., Pereira E. 2008. Antioxidant and antimicrobial effects of phenolic compounds extracts of Northeast Portugal honey. CIMO-Mountain Research Center, Escola Superior Agrária de Bragança, Instituto Politécnico de Bragança, Quinta de Santa Apolónia, Apartado 1172, 5301-855 Bragança, Portugal.

Eva I., Miroslava K., Helena F., Jana P., Jana H., Valerii B., ...& Janette M. 2015. Bee bread-perspective source of bioactive compounds for future. *Potravinarstvo*.

F

Fournier R. 2009. ABC de l'Apithérapie, Editions Paris, Grancher, 140p.

G

Ghisalberti E. L., Jefferies P. R., Lanteri R. Matisons J. 1978. Constituents of propolis. *Experientia*, 34 (2), 157-158.

Gilles Fert. 2017. Pain d'abeille. Editions Rustica, gilles. Abeille et fleur n°799.

Goetz P. 2009. Le miel comme traitement local désinfectant et cicatrisant des plaies. *Phytothérapie*. 7:91-93.

I

Iturralde G., Garcia-Tenesaca M., Paredes-Moreta J., Narváez D., 2018.

Physicochemical parameters, chemical composition, antioxidant capacity, microbial contamination and antimicrobial activity of Eucalyptus honey from the Andean region of Ecuador. *Journal of Apicultural Research*, 57, 382-394.

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

Katalinic V., Milos M., Kulisic T., Jukic M. 2006. Screening of 70 medicinal plant extract for antioxidant capacity and total phenol. *Food Chemistry* , 94, 550-557.

Karkar B., Şahin S., Güneş M.E. 2018.Antioxidative effect of Turkish chestnut bee pollen on dna oxidation system and its phenolic compounds. *GIDA* (2018) 43 (1): 34-42

Khayyal M. T., El-Ghazaly M. A., El-Khatib A. S., Hatem A. M., De Vries P. J. F., Kholkhal F., Lazouni H., Bendahou M., Boublenza I., Chabane S.D., CHAOUCH T. 2013. Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus* ssp. *Coloratus*. *Afrique SCIENCE* 09(1) (2013) 151 – 158.

Kim D., Chun O., Kim Y., Moon H., Lee C. 2003. Quantification of phenolics and their antioxidant capacity in fresh plums" *J. Agric. Food Chem.* Vol. (51), page : 6509.

Kocot J., Musik I. 2008. Bee Pollen, and Royal Jelly : Possible Medical Antioxidant Potential of Propolis Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2018, Article ID 7074209, 29.

Kumazawa S., Goto H., Hamasaka T., Fukumoto S., Fujimoto T., Nakayama T. 2004. A new prenylated flavonoid from propolis collected in Okinawa, Japan. *Bioscience ,Biotechnology and Biochemistry*.

L

Lagnika L. 2005. Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises" Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, page:249

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

Lefief-Delkourt. 2010. Alix, le miel malin. Paris, Ledux. éditions, 186p.

LIU J. R., YANG Y. C., SHI L. S., PENG C. 2008. Antioxidant properties of royal jelly associated with larval age and time of harvest. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56(23): 447-52. <http://dx.doi.org/10.1021/jf80>

M

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

Mihaela S., Alexandra Cotinghiu., Florentina Budin., Simona Oancea. 2015. TOTAL PHENOLICS CONTENT OF ROMANIAN PROPOLIS AND BEE POLLEN. ResearchGate.75/82 pp

Mirela Strant. 2014. Utiliser les produits de la ruche pour la santé n° 163.

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.

Moreira L., Luís G D., José Alberto P., Leticia E. 2008. Antioxidant properties, total phenols and pollen analysis of propolis samples from Portugal. Food and Chemical Toxicology 46 (2008) 3482–3485.

Mutsaers M., Blitterswijk H. V., Leven L., Kerkvliet J., & Waerdt J. 2005. Produits de l'apiculture. Agrodok. 35p

N

Nabas Z., Haddadin M. S.Y., 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. Food Nutr. Sci, Vol. 64, No. 3, pp. 171-180.

O

Oyaizu M. 1986. Studies on products of browning reaction-Antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. Japanese Journal of Nutrition. 44, 307–315.

P

Pavelková, A., Haščík, P., Kalafová, A., Capcarová, M., Čuboň, J., Bučko, O., ...&

Popovici C., Saykova I., & Tylkowski B. 2010. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.

Pavelková A., Haščík P., Kalafová A., Capcarová M., Čuboň J., Bučko, O., ... & Bobko M. 2020. Chemical composition of muscle after bee bread application in the nutrition of Japanese. Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences, 9(4).

Popovici C., Saykova I., & Tylkowski B. (2010). Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH.

R

Ralitsa B., Liviu-Alexandru M., Crenguta L. 2017. Antioxidant Activity and Total Polyphenol Content of Royal Jelly from Bulgaria. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2017) 6(10): 578-585

Rebiai A., Lanez T., Belfar M. L. 2013. Total polyphenol contents, radical scavenging and cyclic voltammetry of Algerian propolis. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*, 6 (1), 975-1491.

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

Rebiai, A., Lanez, T., Chouikh A., 2015. Physicochemical and biochemical properties of honey bee products in south Algeria. *alma mater publishing house*, 16 (2). 133-142

Rodriguez-Flores M. S., Escuredo O., Carmen Seijo M. 2015. Assessment of physicochemical and antioxidant characteristics of *Quecus pyrenaica* honey dew honeys. *Food chemistry*, 166, 101-106.

S

Sabatini A. G., Marcazzan G., Caboni M. F., Bogdanov S., Almeida-Muradian L. B. 2009. Quality. And standardisation of royal jelly. *JAAS*, 1: 1-6.

A. Crousilles, Usages, propriétés antibactériennes et physicochimie de miels marocains, Thèse, Diplôme d'État de Docteur en Pharmacie, 2014.

Sanchez-Moreno C., Larrauri J.A., et Saura-calixto F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphénols. *Journal Science Technology International*. 8, 121-137.

Singleton V. L. et Rossi J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Technology and Viticulture*. 16, 144-153.

Singleton V. L., Orthofer R., Lamuela-Raventos R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidant substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent" *Methods Enzymol*, Vol (299), page: 152

T

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

V

Velghe, 2016. Miel valeurs nutritionnelle et bienfaits.
<http://dspace.univtlemcen.dz/handle/112/12406>.

Victorița B., Crenguța P., Liviu M., Dan D., Lavinia T., Agripina Ș., Anja. 2014. Comparison between local and commercial royal jelly -use of antioxidant activity and 10-hydroxy-2-decenoic acid as quality parameter. *Journal of Apicultural Research* 53 (1), 116-123.

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.

Z

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

Zamora M. C., Chirifi J. 2006. Determination of water activity change due to crystallization in honey from Argentina. *Food Control*.17:59-64.

Zhishen T., Mengcheng T., Jianming J. 1999. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals" *J Food Chem*. Vol. (64),page : 555.

المخلص:

هدف هذه الدراسة هو تقييم النشاط المضاد للأكسدة لمنتجات النحل المختلفة (العسل، حبوب الطلع، العكبر، شمع النحل، خبز النحل، و الغذاء الملكي) التي يتم جمعها من مناطق مختلفة في الجزائر. تشير نتائج قياسات المنتجات المحللة إلى وجود مضادات الأكسدة بتركيزات متفاوتة. وجدت أعلى نسبة من البوليفينول في حبوب الطلع (64.11 ± 0.002 mg EAG/100g) وهو المنتج الأكثر غنى بهذه المركبات، كما وجد أن العكبر (63.36 ± 0.028 mg EQ/100g) يحتوي على أعلى نسبة من الفلافونويد، يحتل العسل المرتبة الأخيرة بأقل نسبة من البوليفينول (14.69 ± 0.002 mg EAG/100g) و الفلافونويد (4.33 ± 0.013 mg EQ/100g). يوضح النشاط المضاد للأكسدة المقاس بواسطة اختبار DPPH أن البروبوليس ($IC_{50} = 5.676$ mg/ml) يتميز بنشاط قوي، بينما يظهر الغذاء الملكي ($IC_{50} = 43.229$ mg/ml) لأقل نشاطاً. بالنسبة للقدر الخافضة للأكسدة، يتميز حبوب الطلع ($IC_{50} = 16654,33$ mg /100g) بأعلى تركيز، بينما يظهر شمع النحل ($IC_{50} = 16654,33$ mg /100g) أقل نشاطاً بتركيز.

كلمات مفتاحية: العسل، حبوب الطلع، العكبر، شمع النحل، خبز النحل، الغذاء الملكي، النشاط المضاد للأكسدة

Résumés

Le but de cette étude est évaluée l'activité antioxydante de quelque produits de la ruche (Le miel, le pollen, la propolis, la cire d'abeille, pain d'abeille et la gelée royale), qui sont récoltés dans différentes régions en Algérie. Les résultats des dosages des produits analysés montrent l'existence des antioxydants avec des teneurs variables. La quantité en polyphénols la plus élevée a été présente dans le pollen (64.11 ± 0.002 mg EAG/100g) est le produit le plus riche en ces substances. La teneur de flavonoïde est plus élevée dans la propolis (63.36 ± 0.028 mg EQ/100g). Le miel enregistre la valeur la plus faible de teneur polyphénols (14.69 ± 0.002 mg EAG/100g) et flavonoïdes (4.33 ± 0.013 mg EQ/100g). L'activité antioxydante mesurée par le DPPH montre que la propolis ($IC_{50} = 5.676$ mg/ml) est caractérisée par leur puissante activité, la gelée royale ($IC_{50} = 43.229$ mg/ml) étant le produit le moins actif. Concernant le pouvoir réducteur, le pollen ($IC_{50} = 324,79$ mg /100g) présente le taux le plus important, la cire ($IC_{50} = 16654,33$ mg /100g) présente la plus faible activité.

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

Abstract

The purpose of this study is to evaluate the antioxidant activity of some hive products (honey, pollen, propolis, beeswax, beebread and royal jelly), which are harvested in different regions in Algeria. The results of the assays of the product analyzed show the existence of antioxidants with variable contents. The highest amount of polyphenols was present in pollen (64.11 ± 0.002 mg EAG/100g) and the product richest in these substances. The flavonoid content is higher in propolis (63.36 ± 0.028 mg EQ/100g). Honey registers the lowest value of polyphenols (14.69 ± 0.002 mg EAG/100g) and flavonoids (4.33 ± 0.013 mg EQ/100g) content. The antioxidant activity measured by DPPH shows that propolis ($IC_{50} = 5.676$ mg/ml) is characterized by their powerful activity, royal jelly ($IC_{50} = 43.229$ mg/ml) being the least active product. Regarding the reducing power, pollen has the highest rate, beeswax ($IC_{50} = 16654,33$ mg /100g) has the lowest activity.

Keywords: honey, pollen, propolis, beeswax, beebread, royal jelly, antioxidant activity.