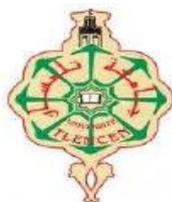


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Aboubekr Belkaid de Tlemcen
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers
Département de Biologie



Mémoire
En vue d'obtenir le diplôme de



Master en biologie
Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème

***Valorisation des pépins de
pamplemousse comme conservateur naturel***

Présenté par : BILLAMI Sarah

Soutenu le : 10 juillet 2021, devant le jury composé de :

Mme. TRIQUI Chahinez	Maître Assistant A	Examineur 1
Mr. RAHMOUN Mohamed Nadjib	Professeur	Examineur 2
Mme. LEMERINI Wafaa	Maître de Conférences B	Rapporteur

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciements

Le grand mérite revient à mon encadreur Mme LEMERINI W. qui a su me guider avec patience me prodiguer conseils judicieux et orientations scientifiques. C'est un grand honneur pour moi d'avoir travaillé sous sa direction. Qu'elle en soit vivement remerciée.

J'adresse également mes remerciements aux membres de jury qui ont examiné et présider le jury de ce mémoire malgré les circonstances difficiles qu'on vit à cause du Coronavirus covid-19.

- *Madame TRIQUI Chahinez, Maître assistant « A » à l'université AboubekrBelkaid de Tlemcen ;*

- *Monsieur RAHMOUN Mohamed Nadjib, Professeur à l'université AboubekrBelkaid de Tlemcen ;*

Un remerciement particulier à mon très cher frère Prof. Samir Bahia-Eddine Maliki qui m'a soutenue tout au long de mon cursus universitaire. Qu'il trouve ici ma reconnaissance.

Je tiens également à remercier l'ensemble des enseignants à qui revient le mérite de notre formation.

Dédicace

A ma très chère mère qui a béni mon désir d'apprendre et m'a toujours encouragé, avec tout son amour et ma reconnaissance pour être devenue ce qui je suis;

A mon très cher père qui m'a tout appris, pour toutes les peines et les sacrifices qu'il s'est donné pour me voir réussir dans la vie;

A mon frère Mohammed Ali et mes sœurs Amel et Nesrine, qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde tendresse;

A mon très cher mari Mohammed pour son soutien précieux dans les moments difficile. C'est le mur de soutien que j'ai trouvé dans les moments de doute;

A mes chers anges Malik et Ranime;

A mon beau frère Nabil, à qui j'ai un grand respect;

A mes nièces Lina et Leila;

A mes neveux Anes, lyad, et Yanis;

A mon beau père, le Professeur Rahoui Mohammed qui m'a inspiré par sa persévérance et compétence scientifique;

A ma très chère belle mère pour son aide. Tu es un exemple à suivre.....;

A mes beaux frères : Moussa, Mehdi et Khaled considérés comme mes frères;

A mes belles sœurs : Souad, Ismahan et Rihab qui m'ont toujours soutenue;

A toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce mémoire.

SARAH

Table des matières

Introduction	2
Chapitre 1 : Rappels théoriques	4
I. Le pamplemousse.....	5
I.1. Généralités et définitions	5
I.2. Nomenclature	8
I.3. Classification.....	8
I.4. Description botanique	8
II. Variétés et bienfaits du pamplemousse.....	11
II.1. Variétés du pamplemousse	11
II.2. Les bienfaits du pamplemousse	12
II.2.1. Pouvoir antioxydant.....	12
II.2.2. Vertus anti-cancer.....	12
Chapitre 2 : Production du pamplemousse et Composition physico-chimique	13
I. Production du pamplemousse	14
I.1. Dans le monde	14
I.2. En Algérie	15
II. Composition physico-chimique du pamplemousse.....	16
Chapitre 3 : Pamplemousse et huiles essentielles	19
I. Les huiles essentielles	20
I.1. Définition	20
I.2. Composition chimique de l'huile essentielle de pamplemousse	21
I.3. Utilisation des huiles essentielles dans l'industrie alimentaire	22
I.4. Valeur du Pamplemousse	23
I.4.1. Etape de fabrication des extraits de pépins de pamplemousse (EPP).....	23
I.4.2. Composition chimique des EPP.....	23
I.4.2.1. Composés actifs.....	24
I.4.2.2. Excipients.....	25
Conclusion	26
Références bibliographiques	28
Résumés	33

Table des figures

Figure 01 : Feuilles de <i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr. (http://www.eol.org).....	6
Figure 02 : Fruit de <i>Citrus maxima</i> (Burm.) Merr. (http://plants.usda.gov).....	6
Figure 03 : Pamplemoussier, <i>Citrus paradisi</i> (https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/citrus-paradisi-pamplemoussier,1871.html).....	9
Figure 04 : Pamplemousse « pomélo » (https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=pamplemousse_nu).....	11
Figure 05 Volume de production mondiale de fruits en 2017, par variété*(en millions de tonnes), <i>Statista Research Department</i> consulté le 12 juin 2021 https://fr.statista.com/statistiques/565128/production-fruitiere-mondiale-par-variete-de-fruit/.....	15

Liste des tableaux

Tableau 1 : Classification du genre <i>Citrus</i> (Aswini <i>et al.</i> , 2012).....	7
Tableau 2 : Composition biochimique moyenne du pamplemousse (Morton, 1987)....	10
Tableau 3: La production moyenne de pamplemousse / pomelo par pays sur les saisons 2015/2016 – 2020/2021(https://www.agrimaroc.ma/chine-plus-grand-producteur-pamplemousse/ , consulté le 05/05/2021).....	14
Tableau 4 : Les plus grands exportateurs de pamplemousse / pomelo: (https://www.agrimaroc.ma/chine-plus-grand-producteur-pamplemousse/ consulté le 05/05/2021).....	14
Tableau 5 : Valeurs nutritionnelles du Pamplemousse pour 100g.....	17
Tableau 6 : Vitamines et assimilés.....	17
Tableau 7 : Minéraux et oligo-éléments.....	18

Introduction

L'extrait de pépins de pamplemousse est un composé naturel obtenu à partir des graines et de la pulpe de pamplemousse, qui appartient au genre *Citrus* de la famille des *Rutaceae* (Aloui *et al.*, 2014). Il possède des propriétés antibactériennes, antivirales, antifongiques et antiparasitaires (Xu *et al.*, 2007; Lim *et al.*, 2010), principalement en raison de sa forte teneur en composés polyphénoliques, comme la catéchine, l'épicatéchine, l'épicatéchine-3-O-gallate, procyanidines dimériques, trimériques et tétramériques (Saito *et al.*, 1998).

Les activités antioxydantes d'un extrait de pépins de pamplemousse sont dues à la présence des tocophérols, de l'acide citrique et de l'acide ascorbique (Armando, 1998). Aussi, on trouve les huiles essentielles dans des cellules sécrétrices spécifiques qui servent à leurs synthèses et à leurs stockages. Ces cellules sont rarement à l'état isolée, mais le plus souvent regroupées dans des poches, dans des canaux sécréteurs ou dans des poils sécréteurs. Elles sont le plus souvent à la périphérie des organes extérieurs de la plante (Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2013).

Les huiles essentielles possèdent des profils de composition chimique différents ayant des propriétés antimicrobiennes et antioxydantes. Elles sont utilisées comme agents naturels de conservation des aliments (Conner, 1993; Hammer *et al.*, 1999).

Tous les chercheurs affirment que l'Algérie est dotée d'une qualité supérieure de ses agrumes ainsi que pour son savoir-faire tant dans la sélection des espèces que dans la production de fruits, de jus et des huiles essentielles d'agrumes. Les huiles essentielles des agrumes ont été reconnues comme une ressource importante naturelle (Hosni, 2010), elles possèdent un atout considérable et jouissent d'une popularité grâce à la découverte progressive de leurs propriétés : antibactériennes, anti inflammatoires, antiseptiques, antivirales, antifongiques, antioxydantes, stimulantes, calmantes et relaxantes. Elles sont utilisées dans de nombreux produits dans l'industrie cosmétique, médicale, alimentaire, comme aromatisants ainsi que dans l'aromathérapie. (Boughendjioua et boughendjioua, 2017).

Notre thème de recherche tente d'expliquer théoriquement, vu l'impossibilité de faire des tests pratiques à cause de la crise sanitaire, la valorisation des pépins de Pamplemousse comme conservateur naturel. Pour ce faire, nous avons divisé notre mémoire en trois chapitres. Dans le premier, nous présentons une revue de la littérature concernant le pamplemousse sur la base des articles et publications scientifiques. Le second chapitre traitera la production du pamplemousse ainsi que sa composition physico-chimique. L'extrait et les huiles essentielles du pamplemousse font l'objet du dernier chapitre.

Chapitre 1.
Rappels Théoriques

I. Le pamplemousse

I.1. Généralités et définitions

La définition scientifique du pamplemousse, *Citrus maxima* (Burm.) Merr. ou *Citrus grandis* (L.) Osbeck, a pour origine les mots latins *grandis* et *maxima*, qui signifient grand et très grand, ce qui est un des premiers caractères visibles de cet agrume.

On le trouve dans les îles de l'Indonésie et de la Malaisie, d'où il serait parti à la conquête de l'Asie et des îles de l'océan pacifique. Il semble que le pamplemousse prospéra en Chine il y a plus de 4000 ans.

Des écrits datant de l'époque de *Confucius*, soit du VI^{ème} siècle avant notre ère, citent le pamplemoussier parmi d'autres agrumes comme étant une plante de la flore endémique de l'Empire. Il fut conduit en Inde par des navigateurs commerçants chinois vers le IV^{ème} siècle de notre ère, puis serait arrivé en Egypte vers le IX^{ème} siècle grâce à des conquérants arabes (**Blaisot, 2016**).

C'est en 1606, accompagné d'autres agrumes, que le pamplemoussier arriva à l'île Maurice, d'où il gagna l'île de la Réunion. Le pamplemousse était connu des marins portugais et hollandais qui commerçaient entre l'Extrême-Orient et l'Europe, car grâce à sa peau épaisse, il résistait bien à la durée des traversées maritimes. Ainsi, au début du XVIII^{ème} siècle, des cargaisons de pamplemousses arrivèrent en Hollande, où ils étaient appréciés comme condiments.

En 1649, il apparaîtrait que le capitaine anglais Philip Shaddock, de la compagnie des Indes orientales, ait apporté des graines du pamplemousse indonésien à la Barbade. L'espèce se propagea dans les Caraïbes et donna des fruits plus petits que ceux d'origine. En effet, Le pamplemousse est un agrume d'origine hybride récente. Il est né dans les Caraïbes comme un croisement entre un pomelo et une orange douce (**Spiegel et Goldschmidt, 1996**). Le pamplemousse est aussi connu sous le nom de citron des Barbades, ou *Shaddock* en anglais (**Tonelli et Gallouin, 2013**).

L'arbre de pamplemousse pousse habituellement 4,5 à 6 mètres de haut. Ses feuilles sont persistantes et généralement ovales de 7,5 à 17,5 cm de long et de

4,5 à 7,5 cm de largeur. Quant à ses fleurs, sont blanches et aromatiques poussent généralement en grappe et produisent de gros fruits globuleux.



Figure 1 : Feuilles de *Citrus maxima* (Burm.) Merr. (<http://www.eol.org>)

Le fruit du pamplemousse a une peau épaisse parfois lisse ou granuleuse munie de glandes à essences et une chair assez juteuse divisant en 11 à 14 segments en variant du jaune en orange au rouge rosâtre avec peu ou moins de pépins (**Bachès, 2011**).



Figure 2 : Fruit de *Citrus maxima* (Burm.) Merr. (<http://plants.usda.gov>)

Tableau 1 : Classification du genre *Citrus* (Aswini *et al.*, 2012).

Règne	Végétal
Embranchement	Magnoliophytes
Classe	Magnoliposida
Sous classe	Rosidae
Ordre	Sapindales
Famille	Rutacées
Genre	Citrus

Le pamplemousse appartient à la catégorie des « agrumes », terme générique utilisé pour désigner les fruits à saveur acide, recouverts d'une écorce, et divisés en sections juteuses contenant des pépins. Riches en vitamines et composés antioxydants, le pamplemousse est doté de nombreux atouts nutritionnels. C'est un fruit qui présente d'excellents avantages pour la santé. Une étude réalisée sur des patients atteints d'hypercholestérolémie a révélé que la consommation de deux pamplemousses par jour aurait la propriété de diminuer les taux de cholestérol et de triglycérides sanguins (Gorinstein *et al.*, 2004). Une autre étude réalisée sur des animaux diabétiques a révélé que le glucose sanguin a été significativement réduit après injection de naringine (flavonoïde rarement présent dans les agrumes et très précieux dans la lutte contre les radicaux libres). Ce composé pourrait donc jouer un rôle important dans la prévention de l'hyperglycémie (Jung *et al.*, 2004).

Le pamplemousse est aussi riche en vitamine C et contient également des limonoïdes, des caroténoïdes que l'on trouve principalement dans ses pépins et dans son jus, reconnus pour leurs propriétés antioxydantes importantes (Wang et Yu, 2005). Il réduit les risques de cancer de la bouche, du pharynx, de l'oesophage et de l'estomac (Lam *et al.*, 2000).

I.2. Nomenclature

Le pamplemoussier est connu sous le nom scientifique *Citrus maxima* (Burm.) Merr. depuis 1917 (Mabberley, 1997). Dans la littérature, on trouve plusieurs synonymes :

- *Aurantium maximum* Burm., depuis 1755, qui n'est autre que le basionyme de *Citrus maxima*.
- *Citrus grandis* (L.) Osbeck, depuis 1757.
- *Citrus aurantium* var. *grandis* L., depuis 1753, qui est le basionyme de *Citrus grandis*.
- *Citrus aurantium* var. *decumana* L., ou *Citrus decumana* L., depuis 1763.

I.3. Classification

La classification la plus populaire pour le pamplemousse est basée sur des caractères phylogénétiques « APG III » (*Angiosperms Phylogeny Group*, 3^{ème} édition).

- **Clade** : Spermatophyta (plantes à graines).
- **Clade** : Angiospermes (plantes à fleurs).
- **Clade** : Dicotylédones vraies (Eudicotylédones).
- **Clade** : Noyau des Dicotylédones vraies (Eudicotylédones supérieures).
- **Clade** : Rosidées.
- **Clade** : Malvidées (Eurosidiées II).
- **Ordre** : Sapindales.
- **Famille** : Rutaceae.
- **Genre** : *Citrus*.
- **Espèce** : *Citrus maxima* (Burm.) Merr.

I.4. Description botanique

Le pamplemoussier est un grand arbre pouvant atteindre 10 mètres de hauteur et 8 mètres d'envergure.

De grande taille, allant jusqu'à 16 cm de longueur par 7 cm de largeur, les feuilles sont ovales, avec une marge légèrement dentée vers l'extrémité qui est en pointe, et elles possèdent un pétiole ailé en forme de cœur. Comme pour la plupart des arbres de la famille des Rutaceae, les feuilles sont persistantes (Tonelli et Gallouin, 2013; Dupont et Guignard, 2015).

Le pamplemousse est le plus gros des agrumes, allant de 15 à 30 centimètres de diamètre et pouvant peser jusqu'à plusieurs kilos. Pyriforme, sa peau est soit lisse, soit granuleuse, de couleur jaune clair à verte, et épaisse. Sur cette peau sont présentes de très nombreuses poches à essence, colorées par des caroténoïdes visibles à l'œil nu. Il possède un large albédo (peau blanche sous l'écorce du fruit) avec environ 16 à 18 quartiers bien séparés. Selon les différentes espèces, la pulpe peut être blanche, rose ou encore plus colorée. Elle renferme plus ou moins de gros pépins ovoïdes et pointus, qui sont mono-embryonnés (**Blaisot, 2016**).



Figure 3 : Pamplemoussier, *Citrus paradisi* (<https://www.gerbeaud.com/jardin/fiches/citrus-paradisi-pamplemoussier,1871.html>).

Le tableau 2 explique les compositions biochimiques moyennes du pamplemousse pour les trois catégories : jus, pulpe et écorce suivant des analyses réalisées en Californie, au Texas, en Floride, à Cuba et en Amérique centrale.

Tableau 2 : Composition biochimique moyenne du pamplemousse (Morton, 1987).

Composition pour 100g	Pulpe	Jus	Ecorce
Calorie (Kcal)	34.4 - 46.4	37 - 42	316
Humidité (g)	87.5 - 91.3	89.2 - 90.4	17.4
Protéine (g)	0.5 - 1.0	0.4 - 0.5	0.4
Lipide (g)	0.06 - 0.20	0.1	0.3
Glucide (g)	8.07 - 11.5	8.8 - 10.2	80.6
Fibre (g)	0.14 - 0.77	Traces	2.3
Cendre (g)	0.29 - 0.52	0.2 - 0.3	1.3

Nous remarquons que la composition la plus significatif chez le pulpe se trouve dans l'humidité avec une quantité entre 87,5 et 91,3 g. Le même cas de figure est retrouvé dans le jus avec une quantité oscillant entre 89,2 et 90,4g. Pratiquement on trouve la même quantité de protéine pour les 3 composantes, avec un intervalle de 0,4 à 1. Pour la composante glucide, on relève une grande différence entre les 3 composantes. En effet, l'écorce englobe 80,6 g contrairement à la pulpe et le jus qui ne dépassent pas la quantité de 11,5 g.

II. Variétés et bienfaits du pamplemousse

II.1. Variétés du pamplemousse

Il existe de nombreuses variétés de pamplemousses cultivées, différentes dans la couleur, le goût et la forme. La plupart des variétés extrême-orientales ne sont cultivées que dans leur pays d'origine, où les conditions climatiques permettent aux fruits d'atteindre leur maturité. Les fruits sont juteux, mais très amers, et remplis de pépins. Ils y sont appréciés, et entrent dans la cuisine traditionnelle. On retrouve ensuite des variétés améliorées, moins amères, plus douces, mais moins juteuses, qui sont cultivées en Extrême-Orient et dans d'autres régions du monde (**Morton, 1987**).

En France, les pamplemousses sont encore peu commercialisés. On en trouve quelque fois dans les boutiques des produits exotiques et certaines grandes surfaces, mais le nom de vente reste souvent écrit "pomelo" et il est très difficile de connaître la variété. Pourtant, il existe actuellement 24 variétés différentes de pamplemousses, dont la plupart présente un intérêt commercial. Seules 4 d'entre elles n'ont jamais été commercialisées (**Tonelli et Gallouin, 2013**).



Figure 4: Pamplemousse « pomélo » (https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=pamplemousse_nu).

II.2. Les bienfaits du pamplemousse

C'est un fruit rafraîchissant au contenu exceptionnel en vitamine C. Les composés antioxydants qu'il renferme procureraient de multiples bienfaits pour la santé, notamment contre le cancer et les maladies cardiovasculaires.

II.2.1. Pouvoir antioxydant

Le pamplemousse renferme différents types de flavonoïdes. Il contient surtout de la naringine, mais aussi l'hespéretine en plus petite quantité. C'est la partie blanche de la pelure du fruit qui renferme le plus de flavonoïdes, et les concentrations varient grandement selon les cultures. L'absorption et l'utilisation de la naringine et de l'hespéretine dans le corps humain diffèrent d'un individu à l'autre. Quoiqu'il en soit, l'ingestion d'une tasse (250 ml) de jus de pamplemousse procure une concentration élevée de flavonoïdes dans le sang. La consommation régulière de ce jus pourrait donc avoir des effets bénéfiques sur la santé. Le pamplemousse renferme également des limonoïdes. On les trouve principalement dans les pépins des agrumes, mais aussi dans leur jus. D'autres études laissent présager que les limonoïdes des agrumes pourraient prévenir certains types de cancer chez l'animal. Par exemple, l'obacunone, un type de limonoïde, s'est avérée efficace pour diminuer l'incidence de tumeurs du côlon et le nombre de tumeurs de la bouche. Aussi, les pamplemousses contiennent des quantités élevées de bêta-carotène. Les fruits de couleur rouge et rose contiennent également du lycopène, un autre composé de la famille des caroténoïdes (Spée, 2018).

II.2.2. Vertus anti-cancer

Plusieurs études ont démontré que la consommation d'agrumes, dont le pamplemousse, serait reliée à la prévention de certains types de cancers, comme le cancer de l'oesophage, de l'estomac, du côlon, de la bouche et du pharynx. Selon l'une de ces études, une consommation modérée d'agrumes (soit de 1 à 4 portions par semaine) permettrait de réduire les risques de cancers touchant le tube digestif et le système respiratoire. En ce qui concerne spécifiquement le cancer du pancréas, les études demeurent toute fois controversées. Par ailleurs, des chercheurs ont observé que l'incidence de cancer du poumon était plus faible chez les personnes qui consommaient plus de pamplemousse blanc.

Chapitre 2.

*Production du pamplemousse et
Composition physico-chimique*

I. Production du pamplemousse

I.1. Dans le monde

Le premier producteur mondial de pamplemousse est les États-Unis, qui sont également le plus grand exportateur de pamplemousses frais, représentant près de 40% des exportations totales. Viennent ensuite l'Afrique du Sud et Israël. Un nouvel acteur sur le marché des pamplemousses frais est la Turquie. Ayant perdu son accès préférentiel aux marchés des pays du bloc socialiste, Cuba exporte beaucoup moins de pamplemousses frais. Cependant, la majeure partie de la production est consommée sur les marchés intérieurs, le total des exportations de pamplemousses frais représentant moins de 40% de la production mondiale (FAO, 2004).

Tableau 3: La production moyenne de pamplemousse / pomelo par pays sur les saisons 2015/2016 – 2020/2021(<https://www.agrimaroc.ma/chine-plus-grand-producteur-pamplemousse/>, consulté le 05/05/2021).

Pays	Production
Chine	4,8 millions de tonnes
USA	561 mille tonnes
Mexique	454 mille tonnes
Afrique du sud	360 mille tonnes
Turquie	262 mille tonnes

Tableau 4 : Les plus grands exportateurs de pamplemousse / pomelo: (<https://www.agrimaroc.ma/chine-plus-grand-producteur-pamplemousse/>, consulté le 05/05/2021).

Pays	Production
1. Afrique du Sud	249 Mille tonnes
2. Chine	204 Mille tonnes
3. Turquie	171 Mille tonnes
4. USA	76 Mille tonnes
5. Israël	61 Mille tonnes

Les statistiques de la production mondiale des fruits dans le monde en 2017 (en millions de tonnes) nous renseignent que la quantité de pamplemousse avoisinait les 9,06 millions de tonnes après les fraises, les prunes et prunelles et juste avant la production des dattes et avocats, mais beaucoup moins que la production des pastèques.

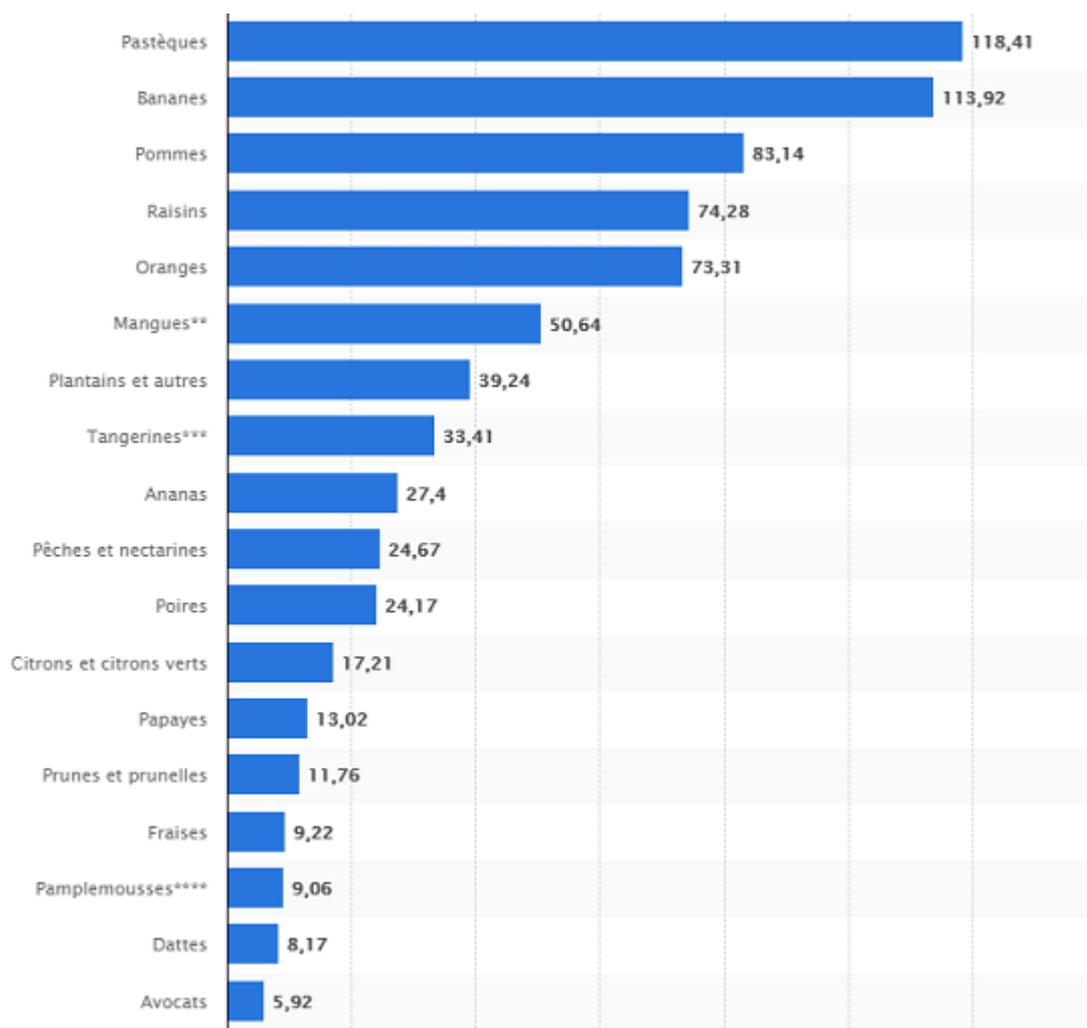


Figure 5 : Volume de production mondiale de fruits en 2017, par variété*(en millions de tonnes) , *Statista Research Department* consulté le 12 juin 2021
<https://fr.statista.com/statistiques/565128/production-fruitiere-mondiale-par-variete-de-fruit/>

I.2. En Algérie

La production agrumicole renferme 72% d'oranges, 16% de clémentines, 4% de mandarines, 7% de citrons et 1% de pomelos. Elle compte une quarantaine de variétés, dont 20 d'oranges, 15 de clémentine et mandarines, 5 de citrons et divers fruits dont le pomelo, avec une production estimée à 14 500 quintaux par an.

La culture commerciale du *Citrus* est localisée dans les zones irrigables, dans la partie Nord du pays où la température est clémente ce qui assure un bon rendement. Le verger agrumicole se localise essentiellement dans la plaine de la Mitidja en raison de son exigence en eau et qualité de sol. Une étude de L'INRAA en 2006 a rapporté que l'Algérie détient une collection variétale composée de 227 variétés d'agrumes, cette richesse arboricole constitue un patrimoine génétique inestimable (**Hamidi et Limam, 2018**).

II. Composition physico-chimique du pamplemousse

La composition physico-chimique dans 100g de pamplemousse, comporte :

- ✚ **Des Flavonoïdes** : Le pamplemousse renferme différents types de flavonoïdes, il contient surtout de la naringine, mais aussi l'hespérétine en plus petite quantité. C'est la partie blanche de la pelure du fruit qui renferme le plus de flavonoïdes.
- ✚ **De la vitamine C (33,3 mg)** : Les pamplemousses frais, peu importe leur couleur, contiennent environ la même quantité de vitamine C.
- ✚ **De la vitamine B5 (0,28 mg)**.
- ✚ **Des limonoïdes (1,48 mg)** : Se retrouvent principalement dans les pépins mais aussi dans le jus.
- ✚ **De Bêta-Carotène (14 µg)** : Les pamplemousses contiennent des quantités élevées de bêta-carotène ainsi que d'autres caroténoïdes mais en quantité moins importante.
- ✚ **Des fibres (0,89g)** : Environ les 2/3 des fibres du pamplemousse seraient des fibres solubles, comme la pectine. Elles se retrouvent principalement dans l'écorce et dans la membrane blanche autour de la chair (albédo) (**Aruna et Baskaran, 2010**).

Les valeurs nutritionnelles du pamplemousse pour 100g (tableau 5) sont réparties entre 42 kcal d'énergie, 88,06 g d'eau, 10,66 g de glucides, 1,6 g d fibres, 0,77g de protéines et 0,14 g de lipides.

Tableau 5 : Valeurs nutritionnelles du Pamplemousse pour 100g.

Valeurs nutritionnelles pour 100 g	
Énergie (kCal)	42 kCal
Protéines	0,77 g
Lipides	0,14 g
Glucides	10,66 g
Fibres	1,6 g
Eau	88,06 g

Pour les vitamines et assimilés (tableau 6), on trouve dans le pamplemousse des vitamines de type A, B1, B2, B3, B5, B6, C et E.

Tableau 6 : Vitamines et assimilés.

Vitamines et assimilés	
Vitamine A et provitamine A	58 µg
Caroténoïdes provitaminiques A	
Bêta-carotène	686µg
Alpha-carotène	3 µg
Bêta-cryptoxanthine	6µg
Thiamine (Vitamine B1)	0,043 mg
Riboflavine (Vitamine B2)	0,031 mg
Niacine (Vitamine B3 ou PP) en équivalent en niacine totale	0,33733 NE
Niacine (acide nicotinique)	0,575 mg
Acide pantothénique (Vitamine B5)	0,204 mg
Vitamine B6	0,053 mg
Folates totaux	13 µg
Vitamine C	31,2 mg
Vitamine E (tocophérols)	0,13 mg

Pour les minéraux et les oligo-éléments (tableau 7), le pamplemousse est composé de 135 mg de potassium, 22 mg de calcium, 18 mg de phosphore et moins de 1g de minéraux (fer, zinc, cuivre, manganèse et sélénium).

Tableau 7 : Minéraux et oligo-éléments.

Minéraux et oligo-éléments	
Potassium	135mg
Phosphore	18 mg
Calcium	22 mg
Magnésium	9 mg
Fer	0,08 mg
Zinc	0,07 mg
Cuivre	0,032 mg
Manganèse	0,022 mg
Sélénium	0,1µg

Chapitre 3.

Pamplemousse et huiles essentielles

I. Les huiles essentielles

I.1. Définition

Les huiles essentielles sont des composés volatils, naturels et complexes. Elles sont caractérisées par une forte odeur et sont synthétisées par les plantes aromatiques en tant que métabolites secondaires.

Les huiles essentielles sont généralement obtenues par la vapeur ou l'hydrodistillation. Elles sont liquides, volatiles, limpides et rarement colorées, solubles dans les lipides et dans les solvants organiques, avec une densité généralement plus faible que celle de l'eau (**Bakkali et al., 2008**).

L'association française de normalisation définit une huile essentielle comme étant un produit obtenu à partir d'une matière végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques, soit par distillation à sec à partir de l'épicarpe des *Citrus*. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques (**AFNOR, 2000**).

Les huiles essentielles portent le nom de leur plante d'origine d'où elles sont isolées et l'odeur ressemble également à l'organe de la plante d'où elles sont extraites. L'arôme de ces rendements volatils est généralement plus concentré dans les huiles essentielles.

Différents auteurs ont défini les huiles essentielles, **Sonwa (2000)** a proposé une définition complète « Essential est un produit biochimique ou une combinaison de produits similaires, qui sont générés dans le liquide cytoplasmique et sont situés dans l'espace intercellulaire sous la forme de minuscules gouttelettes. Ils sont très odorants et de nature volatile ».

L'Organisation Internationale de Normalisation (ISO) a donné aussi une définition en stipulant « extrait obtenu à partir de matières premières d'origine naturelle végétales par distillation à la vapeur, par des procédés qui impliquent une extraction mécanique de l'épicarpe des agrumes ou par une extraction physique telle que la sèche distillation après élution de la phase aqueuse et peut également avoir une analyse physique post-extraction à condition qu'aucun changement dans sa composition n'ait lieu » (**Turek et Stintzing, 2013**).

I.2. Composition chimique de l'huile essentielle de pamplemousse

Les huiles essentielles pures sont des mélanges de terpènes ou de dérivés phénylpropaniques, dans lesquels les différences chimiques et structurales entre les composés sont minimales. Elles peuvent être essentiellement classées en deux groupes (**Virendra et Diwaker, 2007**) :

❖ **Fraction volatile:** huile essentielle constituant 90 à 95% de l'huile en poids, contenant les hydrocarbures monoterpéniques et sesquiterpéniques, ainsi que leurs dérivés oxygénés comme les aldéhydes, alcools et esters aliphatiques.

❖ **Résidu non volatil:** qui comprend 1 à 10% de l'huile, contenant des hydrocarbures, des acides gras, des stérols, des caroténoïdes, des cires et des flavonoïdes.

Les huiles essentielles d'agrumes sont des mélanges comportant plus de 200 composés qui peuvent être regroupés en fractions non volatiles (1-15 %) et volatiles (85-99%). Cette dernière fraction contient principalement des monoterpènes et des sesquiterpènes ainsi qu'une petite quantité de monoterpènes oxygénés (fonctions aldéhydes, cétones, alcools et esters) (**Mondello et al., 2005**). Le d-limonène est le constituant principal des fruits et des huiles essentielles obtenues par expression ou par distillation de zeste de fruit appartenant au genre *Citrus* (**Kaloustian et Hadji-Minaglou, 2013**).

Les terpènes sont des dérivés de l'isoprène C_5H_8 (2-méthylbutadiène) et ont pour formule de base des multiples de celle-ci, c'est-à-dire $(C_5H_8)_n$. Les monoterpènes ont pour formule $C_{10}H_{16}$ et les sesquiterpènes $C_{15}H_{24}$. La partie non volatile contient des acides gras, des stérols, des caroténoïdes, des cires, des coumarines, des psoralènes et des flavonoïdes (**Mondello et al., 2003**).

On trouve un grand nombre d'éléments biochimiques dans une huile essentielle comme: les terpènes, les alcools, les cétones, les aldéhydes, les esters et les éthers. Ces molécules peuvent agir en synergie, ce qui explique à la fois leur efficacité, mais aussi la polyvalence, dans la mesure où elles sont présentes dans les huiles essentielles à des concentrations différentes. L'ensemble des constituants se caractérise par un faible poids moléculaire (**Girard, 2010**).

I.3. Utilisation des huiles essentielles dans l'industrie alimentaire

La méthode la plus populaire d'utiliser les huiles essentielles est par application externe ou par inhalation, bien que certaines puissent être très bénéfiques lorsqu'elles sont prises en interne. L'utilisation d'huiles essentielles comprend les huiles corporelles, les compresses, les lotions cosmétiques, les bains, les rinçages capillaires, l'inhalation de vapeur et les parfums. Néanmoins, les huiles essentielles sont très puissantes. Elles peuvent causer une irritation cutanée ou auront d'autres effets nocifs si elles ne sont pas utilisées correctement. Sauf indication contraire, il est préférable de diluer toutes les huiles essentielles dans un support d'huile de base comme l'amande, le jojoba ou le noyau d'abricot avant d'appliquer sur la peau. La dilution appropriée est généralement de 1 à 10% d'huile essentielle dans le support. Pour l'inhalation, un diffuseur ou une lampe à huile est efficace pour libérer des huiles essentielles dans l'environnement.

L'industrie alimentaire utilise les huiles essentielles pour rehausser le goût, aromatiser et colorer les aliments (**Aprotosoie et al., 2010**). D'autre part, les huiles essentielles possèdent des profils de composition chimique différents permettant de les utiliser comme agents naturels de conservation des aliments (**Holley et al., 2005**).

Plusieurs études ont été menées sur les activités biologiques des huiles essentielles du genre *Citrus* telles que l'activité antioxydante (**Himed, 2011 et Hellal 2011**) et l'activité antimicrobienne (**Hammer et al., 1999; Caccioni et al., 1998; Moreira et al., 2005**). Ces dernières sont avérées un moyen très prometteur pour pallier les risques d'altérations causés par les microorganismes ou par l'oxydation des lipides.

Les huiles essentielles du genre *Citrus* servent à la fabrication d'arômes alimentaires, d'essences fruitées, de boissons rafraichissantes, de liqueurs, de pâtisseries et de confiseries (**Choiet et al., 2000; Robert et Lobstein, 2005; Bisignano et al., 2011**).

Certaines études ont montré la possibilité d'intégrer les huiles essentielles de *Citrus limon* comme agent antioxydant (**Himed, 2011 et Hellal, 2011**).

I.4.Valeur du Pamplemousse

I.4.1. Etape de fabrication des extraits de pépins de pamplemousse (EPP)

Dans une étude réalisée par **Reagor *et al.*** en **2002**, le procédé de fabrication du *Citricidal*®, qui est un extrait de pépins de pamplemousse fabriqué en Californie, est révélé. Les différentes étapes de fabrication de l'EPP sont:

- ✚ Les pépins et la pulpe du pomelo sont séchés puis broyés en une fine poudre.
- ✚ La poudre est ensuite dissoute dans de l'eau purifiée, puis distillée pour supprimer les fibres et les pectines.
- ✚ La suspension distillée est séchée par pulvérisation à basse température pour former une poudre concentrée en bioflavonoïdes de pomelo.
- ✚ La poudre est ensuite dissoute dans de la glycérine végétale puis chauffée.
- ✚ Du chlorure d'ammonium et de l'acide ascorbique sont ajoutés, et cette préparation est chauffée sous pression. Les quantités de chlorure d'ammonium et de vitamine C ajoutées sont limitées par la réglementation des additifs alimentaires, aussi bien qualitativement que quantitativement. Il existe en effet un "*Codex Alimentarius*" qui définit les limites maximales d'utilisation pour les additifs alimentaires (**Blaisot ,2016**).
- ✚ Survient ensuite une conversion catalytique qui utilise des catalyseurs naturels, principalement l'acide chlorhydrique et des enzymes naturelles.
- ✚ Enfin, la suspension est refroidie, filtrée, puis traitée par la lumière ultraviolette.
- ✚ Le produit final contient, selon cette étude, 15 à 19% de chlorure d'ammonium, 25 à 30 mg/g d'acide ascorbique, et aucun résidu d'acide chlorhydrique n'est présent.

I.4.2. Composition chimique des EPP

La composition chimique du fruit varie en quantité et en qualité selon la variété utilisée, les conditions climatiques, la qualité du sol, la maturité du fruit. Il existe plus d'une trentaine d'EPP différents sur le marché, et qu'ils sont souvent fabriqués par des laboratoires différents, ce qui laisse penser que la composition chimique peut être différente d'un EPP à l'autre. Le fabricant doit donc s'assurer de choisir le fruit disposant des meilleures qualités afin de répondre aux exigences du marché et de fournir l'EPP le plus qualitatif possible. Tous ces facteurs sont donc susceptibles de faire varier la composition chimique finale des

EPP, et donc leur efficacité. Toutefois, il apparaît, et de façon unanime, que les principaux constituants sont les bioflavonoïdes, la vitamine C, et que l'excipient utilisé est la glycérine.

I.4.2.1. Composés actifs

La littérature scientifique révèle que la composition chimique des extraits de pépins de pamplemousse ne traite que des extraits de *Citrus x paradisi* Macfad., aucun n'évoque les extraits de *Citrus maxima* (Burm.)

✓ **Les Flavonoïdes** apparaissent comme les principaux composés actifs des EPP, étant présents dans tous les EPP commercialisés. La quantité varie, selon les EPP, entre 400 et 5000 mg de flavonoïdes pour 100 g d'EPP. Cependant, différentes études réalisées entre 2002 et 2014 ont permis d'analyser un peu plus en détail la composition de différents extraits de pépins de pamplemousse présents sur le marché. Ainsi, une étude réalisée en 2002 par **Reagor et al.** sur l'extrait de pépins de pamplemousse *Citricidal*®, fabriqué et commercialisé par le laboratoire *BioChemResearch* de Lakeport, en Californie, a permis de détailler la composition en citro flavonoïdes de cet extrait. Il a donc été démontré que les flavonoïdes présents dans le *Citricidal*® sont la quercétine, l'hespéridine, la néo-hespéridine, la naringine, l'apigénine, le rutoside, la poncirine et le kaempférol-glucoside (**Reagor et al., 2002**).

La présence de flavonoïdes dans les EPP est confirmée aussi par **Semprini et al.** en **2004**, citant la naringine, l'hespéridine, la néohespéridine, la quercétine, l'apigénine, le rutinoside, le kaempférol et le dihydrokaempférol.

✓ **La vitamine C** apparaît comme étant un des composés majeurs des différents extraits de pépins de pamplemousse. En effet, elle est mentionnée sur les étiquettes de presque tous les EPP sur le marché, et les laboratoires fournissent même sa teneur, atteignant le plus souvent 3 grammes pour 100mL d'EPP. Cependant, bien qu'étant présente naturellement dans le pamplemousse, il est difficile de savoir si cet acide ascorbique présent dans les EPP est le fruit de la transformation des pépins ou s'il est ajouté dans un second temps par l'industriel.

Armando et al. (1998) confirment la présence de l'acide ascorbique dans les EPP : la composition d'un extrait de pépins de pamplemousse particulier, *l'Immatol Plus*®, fabriqué par le laboratoire Citrade Co au Vénézuéla, a été analysée en détail, et révèle la présence d'acides ascorbique et diascorbique à un taux de 4,92 grammes pour 100 grammes d'*Immatol Plus*®.

Un autre extrait de pépins de pamplemousse fut analysé en détail en **2002** par **Reagor et al.**, le *Citricidal*®, fabriqué par le laboratoire *BioChemResearch* en Californie, et il apparaît là aussi que la vitamine C est bien présente, représentant 21,7% de cet extrait.

Enfin, la vitamine C est mentionnée comme étant un des composés majeurs des extraits de pépins de pamplemousse dans d'autres articles scientifiques publiés entre 2007 et 2014 (**Saalu et al., 2007; Lucera et al., 2009; Kanmani et Rhim, 2014; Roy et Rhim, 2021**).

✓ **Autres composés:** Des études scientifiques ont montré la présence d'autres composés dans les extraits de pépins de pamplemousse, tels que les limonoïdes, le tocophérol, ou l'acide citrique (**Armando et al., 1998; Kanmani et Rhim, 2014**). Cependant, bien que ces composés soient naturellement présents dans les pépins et/ou la pulpe de pamplemousse ou pomelo, cela n'est pas suffisant pour justifier leur présence dans les EPP. Néanmoins, quelques rares laboratoires évoquent aussi la présence de nombreux principes actifs, en plus des flavonoïdes et de la vitamine C. C'est ainsi que le laboratoire *Biograpex* mentionne le fait que son extrait de pépins de pamplemousse, le *Grapex*, comprend plus de 100 principes actifs différents, dont des coumarines, terpènes et protéines, en plus des bioflavonoïdes, et que c'est l'action synergique de tous ces principes actifs qui lui procure son effet.

I.4.2.2. Excipients

Certaines études scientifiques réalisées entre 1999 et 2007 ont révélé la présence de produits de synthèse dans la composition de certains EPP commercialisés, particulièrement celle de conservateurs tels que le chlorure de benzethonium, le chlorure de benzalkonium, le triclosan ou encore le méthyl-paraben (**Von Woedtke et al., 1999; Takeoka et al., 2001; Ganzera et al., 2006; Avula et al., 2007**). Ces études vont même jusqu'à évoquer le fait que l'activité de ces EPP ne serait due qu'à l'ajout de ces conservateurs, la fabrication "maison" d'un EPP ne contenant aucun conservateur ne donnant aucune activité notable.

Conclusion

L'objectif de ce mémoire de Master est l'étude de la valorisation des pépins de pamplemousse comme conservateur naturel. Vu la complication de suivre des tests pratiques au laboratoire, nous avons analysé théoriquement et suivant les études antérieures la valeur des pépins de pamplemousse et son apport dans les huiles essentielles.

Il a été conclu que les constituants du pamplemousse peuvent avoir un rôle de conservateur naturel, vu leurs caractéristiques physico-chimiques. Malgré une faible production mondiale par rapport aux autres fruits, le pamplemousse ne cesse de se développer et d'être utilisé dans plusieurs industries.

Grâce à ses propriétés antifongiques et anti-bactériennes, l'EPP peut être utilisé comme conservateur naturel des cosmétiques "maison" contenant une phase aqueuse.

Concernant le pamplemousse en Algérie, les études théoriques ainsi qu'empiriques des huiles essentielles des écorces d'agrumes, ont montré surtout des activités antioxydantes mesurées en considérant les molécules donneuses d'hydrogène ou la capacité de piégeage des radicaux de l'huile essentielle, en utilisant le radical libre DPPH.

Finalement, les extraits de pépins de pamplemousse sont caractérisés par un processus de fabrication ainsi qu'une composition chimique assez floue. Un aspect de marketing et d'économie à prendre en considération dans l'étude de ce genre de produits.

Références
Bibliographiques

1. Aloui, H., Khwaldia, K., Sánchez-González, L., Muneret, L., Jeandel, C., Hamdi, M., & Desobry, S. (2014). Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(4), 952-959.
2. AFNOR. 2000. Association française de normalisation. Normes françaises : huiles essentielles. AFNOR, Paris.
3. Aprotosoia A.C., Spac A.D., Hancianu M., Miron A., Tanasescu V.F., Dorneanu V., Stanescu U. 2010. The chemical profile of essential oils obtained from fennel fruits (*Foeniculum vulgare* Mill.). *FARMACIA*, 58 (1). pp. 46-54
4. Armando, C., Maythe, S., & Beatriz, N. P. (1998). Antioxidant activity of grapefruit seed extract on vegetable oils. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77(4), 463-467.
5. Aruna G. & Baskaran V. (2010). *Food Chemistry*. 123, 404–409p
6. Aswini K, Mangesh K, Kailash V, Pratibha C. & Mahavir G. (2012). Pharmacognostic investigation on leaves of *Citrus maxima* (Burm). Merr. (Rutaceae) *CIB Tech Journal of pharmaceutical sciences*.
7. Avula B., Dentali S., Khan I. A. - 2007 - Simultaneous identification and quantification by liquid chromatography of benzethonium chloride, methyl paraben and triclosan in commercial products labeled as grapefruit seed extract - *Pharmazie* - Volume 62 - Numéro 8 - p. 593-596.
9. Bachès M. (2011). *Les agrumes*. Italie édition : Eugen ulmer, 440-01.106p.
10. Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., et Idaomar, M. Biological effects of essential oils. *Food and Chemical Toxicology*. (2008), vol. 46, p. 446-475.
11. Bisignano G., Cimino F., Saija A. 2011. Biological Activities of Citrus Essential Oils. In Dugo G. et Mondello L. *Citrus Oils: Composition, Advanced Analytical Techniques, Contaminants, and Biological Activity*. London and New York: Taylor and Francis Group. pp.529-548
12. Blaisot Cécile (2016), *Le marché des extraits de pépins de pamplemousse. Comparatif des produits existants et conseil à l'officine.*, Thèse de Doctorat en pharmacie, Université de Rouen, 176pp.
13. Boughendjioua H., et boughendjioua Z., 2017- Chemical Composition and Biological Activity of Essential Oil of Mandarin (*Citrus reticulata*) Cultivated in Algeria. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 44: 179-184.
14. Caccioni D. R. L., Guizzardi M., Biondi D. M., Agatino R., Ruberto, G. 1998. Relationship between volatile components of citrus fruit essential oils and antimicrobial action on *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*. *International Journal of Food Microbiology*, 43(1e2), pp. 73-79.

15. Choi H-S., Song H.S., Ukeda H., Sawamura M. 2000. Radical-Scavenging Activities of Citrus Essential Oils and Their Components: Detection Using 1,1-Diphenyl-2-picrylhydrazyl. *J. Agric.FoodChem.*, 48, pp. 4156-4161
16. Conner D. E., 1993. Naturally occurring compounds. In Davidson P. M. ;Branen A. L. *Antimicrobials in foods*, 2nd Ed. Marcel Dekker, Inc., New York, N.Y. pp. 441-468
17. Dupont F. & Guignard J.-L. - 2015 - Abrégés de pharmacie : Botanique, Les familles de plantes - 16ème Ed.Elsevier Masson - p. 243-246.
18. FAO., 2004. Perspectives à moyen terme pour les produits agricoles. Rome. Disponible sur : <http://www.fao.org/docrep/007/y5143f/y5143f00.htm#Contents>
19. Ganzera M., Aberham A., Stuppner H. - 2006 - Development and Validation of an HPLC/UV/MS Method for Simultaneous Determination of 18 Preservatives in Grapefruit Seed Extract - *Journal of Agricultural and Food Chemistry* - Volume 54 - p. 3768-3772.
20. Girard G. 2010. Les propriétés des huiles essentielles dans les soins bucco -Dentaires d’hier a aujourd’hui : Mise au point d'un modèle préclinique de lésion buccale de type aphte pour tester les effets thérapeutiques des huiles essentielles. *Thèse de doctorat en pharmacie*. Université HenriPoincare - Nancy 1. 100 p.
21. Gorinstein S, Caspi A. & al. (2004). Preventive effects of diets supplemented with Sweetie fruits in hypercholesterol emicpatients suffering from corona ryarterydisease. *Prev Med.* 38:841p.
22. Hamidi F et Liamam F.,2018-Edude pétrochimique et pouvoir antioxydant l’écorce d’range et citron .Mém de master . Département des sciences alimentaires, Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem,p5.
23. Hammer K. A., Carson C. F., Riley T. V. 1999. Antimicrobial activity of essential oils and otherplant extracts. *Journal of Applied Microbiology*, 86,(6), pp. 985-990
24. Holley R.A., Patel, D. 2005. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiol.* 22(4) pp. 273–292
25. Himed L. 2011. Evaluation de l’activité antioxydante des huiles essentielles de *Citrus limon* :application à la margarine. Mémoire de magistère, Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et desTechnologies Agro-Alimentaires I.N.A.T.A.A. Université Mentouri – Constantine. 65 p.
26. Hellal Z. 2011. Contribution à l’étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des *Citrus*. : Application sur la sardine (*Sardina pilchardus*). Mémoire de magistère, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université MouloudMammeri de Tizi-Ouzou. 78 p.

27. Hosni K., Zahed N., Cherif R. et Abid I., 2010-Composition of peel essential oils from four selected Tunisian Citrus species: Evidence for the genotypic influence. *Food Chemistry*, 123(4): p. 1098-1104. Huet R., 1991-Les huiles essentielles d'agrumes. *Fruits*, 4, 551-576.
28. Jung U. J, Lee M. K. & al. (2004). The hypoglycemic effects of hesperidin and naringin are partly mediated by hepatic glucose-regulating enzymes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(13): 2499-503p.
29. Kaloustian J. et Hadji-Minaglou F. (2013). *La connaissance des huiles essentielles : qualité et aromathérapie : Entre science et tradition pour une application médicale raisonnée*. Edition : Springer, Paris : 226p.
30. Kanmani P. & Rhim J.-W. - 2014 - *Antimicrobial and physical-mechanical properties of agar-based films incorporated with grapefruit seed extract* - *Carbohydrate Polymers* - Volume 102 - p. 708-716.
31. Lam L. K. T, Hasegawa S. & al. (2000). *Citrus Limonoids Functional Chemicals in Agriculture and Foods*. American Chemical Society. 185-200p.
32. Lim, G., Jang, S. & Song, K.B. (2010). Physical and antimicrobial properties of Gelidium corneum/nano-clay composite film containing grapefruit seed extract or thymol. *Journal of Food Engineering*, 98, 415-420.
33. Lucera A., Mastromatteo M., Sinigaglia M., Corbo M. R. - 2009 - *Combined effects of thymol, carvacrol and grapefruit seed extract on lipid oxidation and colour stability of poultry meat preparations* – *International Journal of Food Science and Technology* - Volume 44 - Numéro 11 - p. 2256-2267.
34. Mabberley D. J. - 1997 - *A classification for edible Citrus (Rutaceae) - Telopea* - Volume 7 - Numéro 2 - p.167-172.
35. MekemSonwa M., 2000 Isolation and structure elucidation of essential oil constituents: comparative study of the oils of *Cyperus alopecuroides*, *Cyperus papyrus*, and *Cyperus rotundus*.
36. Mondello L., Casilli A., Tranchida P. Q., Cicero L., Dugo P., Dugo G. 2003. Comparison of fast and conventional GC analysis for citrus essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(19), pp.5602-5606
37. Mondello, L., Casilli, A., Tranchida, P.Q., Dugo, P., et Dugo, G. Comprehensive two-dimensional GC for the analysis of citrus essential oils. *Flavour and Fragrance Journal*, (2005), vol. 20, n°2, p. 136-140
38. Moreira M. R., Ponce A. G., del Valle C. E., Roura, S. I. 2005. Inhibitory parameters of essential oils to reduce a foodborne pathogen. *LWT - Food Science and Technology*, 38(5), pp. 565-570
39. Morton, J. 1987. Grapefruit. In: *Fruits of warm climates*. (Eds), Julia F. Morton, Miami, pp. 152-158

40. Reagor L., Gusman J., McCoy L., Carino E., Hegggers J. P. - 2002 - *The Effectiveness of Processed Grapefruit-Seed Extract as An Antibacterial Agent : I. An In Vitro Agar Assay* - The Journal of Alternative and Complementary Medicine - Volume 8 - Numéro 3 - p. 325-332.
41. Robert A. et Lobstein A., 2005. *Plantes aromatiques : épices, aromates, condiments et huiles essentielles*. Ed : Tec & Doc, Lavoisier, Paris, 522 p.
42. Roy, S., & Rhim, J. W. (2021). Fabrication of Carboxymethyl Cellulose/Agar-Based Functional Films Hybridized with Alizarin and Grapefruit Seed Extract. *ACS Applied Bio Materials*.
43. Saalu L. C., Kpela T., Shittu L. A. J., Ashiru O. A. - 2007 - *Grapefruit Seed Extract Moderates Morphologic, Functional and Biochemical Evidences of Epidoxorubicin-Induced Testicular Toxicity* - Journal of Medical Sciences - Volume 7 - Numéro 4 - p. 650-654.
44. Saito, M., Hosoyama, H., Ariga, T., Kataoka, S. & Yamaji, N. (1998). Antiulcer activity of grape seed extract and procyanidins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 1460–1464.
45. Semprini P., Langella V., Pasini B., Falda M. T., Calvarese S. - 2004 - *Antibacterial properties of grapefruit seed extract against Paenibacillus larvae subsp. larvae* - Veterinaria italiana - Volume 40 - Numéro 2 - p. 39- 45.
46. Spiegel R. P. & Goldschmidt E. E. (1996). *Biology of Citrus*. 1ère édition; Edition Cambridge University Press. 239p.
47. Takeoka G. R., Dao L. T., Wong R. Y., Lundin R., Mahoney N. - 2001 - *Identification of Benzethonium Chloride in Commercial Grapefruit Seed Extracts* - Journal of Agricultural and Food Chemistry - Volume 49 - Numéro 7 - p. 3316-3320.
48. Tonelli N. & Gallouin F. - 2013 - *Des fruits et des graines comestibles du monde entier* - Ed. Lavoisier.
49. Turek C, Stintzing FC. 2013- Stability of essential oils: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 12(1):40-53.
50. Xu, W., Huang, K., Guo, F. et al. (2007). Postharvest grapefruit seed extract and chitosan treatments of table grapes to control Botrytis cinerea. *Postharvest Biology and Technology*, 46, 86–94.
51. Wang L. & Yu J. (2005). Antioxidant activity of Citrus limonoids, flavonoids, and coumarins. *J. Agric. Food Chem.* 53(6): 2009p.

WEBOGRAPHIE

https://www.passeportsante.net/fr/Nutrition/EncyclopedieAliments/Fiche.aspx?doc=pamplemousse_nu

Résumés

Abstract

The objective of this Master thesis is to theoretically analyse the valorisation of grapefruit seeds as a natural preservative. We presented a literature review on the contribution of grapefruit as a fruit with its physicochemical properties. This analysis leads us to conclude that the seeds and rind of the grapefruit was valorized by the extraction of its essential oil.

Key words: Grapefruit, Essential oil, *Citrus*, Preservative

Résumé

Ce mémoire de Master a pour objectif d'analyser théoriquement la valorisation des pépins de pamplemousse comme conservateur naturel. Nous avons présenté une revue de la littérature sur l'apport du pamplemousse en tant que fruit avec ses propriétés physico-chimique. Cette analyse nous amène à conclure que les pépins et l'écorce du pamplemousse a été valorisée par l'extraction de son huile essentielle.

Mots clés: Pamplemousse, Huile essentielle, Citrus, Conservateur

ملخص

الهدف من رسالة الماجستير هذه هو التحليل النظري لتثمين بذور الجريب فروت كمواد حافظة طبيعية. قدمنا مراجعة الأدبيات حول مساهمة الجريب فروت كفاكهة بخصائصها الفيزيائية والكيميائية. يقودنا هذا التحليل إلى استنتاج أن بذور و قشرة الجريب فروت تم تثمينها من خلال استخراج الزيت العطري

الكلمات المفتاحية: جريب فروت ، زيت عطري ، حمضيات ، مادة حافظة