

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique

Tasdawit Da Lmulud At Mæemmer

*Facultés des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département de Biochimie et Microbiologie*



MASTER

Filière :Biotechnologies

Spécialité : Biotechnologie Végétale et Valorisation des plantes

Présenté par **CHERIFI ASMAA** et **CHERIFI LETICIA**

Caractérisation physico-chimiques des extraits du fruit *Diospyros kaki*(*Plaquemine*)

Devant le jury composé de

Madame DERMECHE .S	Maître de conférences	UMMTO	Promotrice
Madame SALMI. D	Maître de conférences	UMMTO	Présidente
Madame BERROUANE. N	Maître de conférences	UMMTO	Examinatrice

Année universitaire 2023 /2024

Remerciements

En premier lieu, on rend grâce à Dieu Tout-Puissant. Sa guidance et ses bénédictions constantes ont permis de traverser chaque étape de ce parcours académique avec détermination et sérénité. Sans son soutien divin, ce travail n'aurait pu voir le jour.

On remercie notre promotrice Madame DERMECHE, son accompagnement et ses conseils avisés ont été essentiels pour la réalisation de ce mémoire.

Nous n'omettons pas d'exprimer notre gratitude à toute l'équipe du laboratoire pour leur disponibilité à notre égard.

Un grand merci également au Laboratoire Groupement Pharmaceutique LGPA' pour l'appui et le soutien indéfectibles dont il a fait preuve tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur expertise, leur disponibilité, et les ressources mises à disposition ont grandement contribué à la qualité et à l'aboutissement de ce travail.

Ainsi qu'aux membres du jury, Madame SALMI.D: Maître de conférences à l'UMMTO , Madame BERROUANE.N : Maître de conférences à l'UMMTO . pour leur implication et leur précieuse collaboration.

Dédicaces

Je tiens à exprimer ma gratitude la plus profonde à ma mère. Sa patience, son amour et ses sacrifices ont été des piliers essentiels qui m'ont permis de poursuivre mes rêves. Sa foi en moi m'a donné la force de persévérer, même dans les moments les plus difficiles.

À mon papa, Je tiens à le remercier du fond du cœur pour tout ce qu'il fait pour moi. Grâce à lui, j'ai compris les choses les plus importantes dans ma vie.

À mon frère, ma moitié et mon pilier, son existence est d'une valeur inestimable. 'Je suis fière de toi' cette phrase qui me disais toujours qui m'a poussé à donner le meilleur de moi-même, et à

devenir la personne que je suis aujourd'hui. Je te remercie

j'exprime ma reconnaissance envers ma collègue de recherche, CHERIFI Asmaa, pour son soutien et sa coopération a. Son aide a été essentielle pour la collecte et l'analyse des données, contribuant ainsi au succès de ce projet.

À vous tous, je dédie ce mémoire,

LETICIA

Dédicaces

À ceux qui ont forgé mes rêves, à l'enfant que j'étais, plein de rêves et d'innocence, à l'adulte que je suis devenu, forgé par les expériences de la vie,

À ma maman, mon ange gardien, son amour infini et inconditionnel a été le socle de ma vie

À mon papa, pilier de ma force, ses paroles sont des pierres précieuses, ton soutien une armure, son exemple m'a montré le chemin du courage et de la détermination.

À ma sœur, amie de toujours, ses rires sont des éclats de lumière, ses conseils des trésors, Avec elle, chaque jour est une nouvelle aventure.

À ma famille, oasis de paix, vos étreintes sont mon réconfort, leurs amours et leurs foi en moi ont été le souffle qui m'a permis de voler,

À ma binôme CHERIFI LETICIA, complice de mes efforts, son esprit vif et sa présence rassurante, Ont fait de ce parcours une symphonie harmonieuse.

À vous tous, je dédie ce mémoire,

ASMAA

Table des matières

INTRODUCTION	1
--------------------	---

Partie Bibliographique

2. Répartition des kakis	2
3. Caractéristiques morphologiques	3
4. Composition du kaki.	5
4.1. Composition en biomolécules actives	8
4.1.1.Acides aminés	8
4.1.2. Composés phénoliques	8
4.3.Pectine.....	13
5.Activité antioxydante.....	14
6. Valorisation du Kaki	15
6.1. Alimentation.....	15
6.2. Industrie textile	18
6.3 .Médecine.....	18

Matériel et Méthode

7. Matériel.....	22
7.1. Matériels biologique	22
7.2. Matériels du laboratoire	22
7.3. Appareillage	23
8.Méthodes.....	23
8.1. Préparation des échantillons.....	23
8.2. Extraction à l'éthanol	24
8.3. Extraction à l'acide	24
8.4. Lavages	25
8.5. Séchage	25
9. Activité antibactérienne	25
9.1. Souches bactériennes	25
9.2. Revivification et enrichissement.....	26
9.3. Préparation des pré cultures	26
9.4. Préparation de la suspension bactérienne.....	26

9.5. Diffusion sur milieu gélosé	26
10. Dosage des polyphénols totaux	27
11. Activité anti-radicalaire	28
12 Spectroscopie Infrarouge (IR).....	30

Résultats Et Discussion

13. Dosage des polyphénols totaux	31
13.1 Évaluation de l'activité antioxydante des extraits de la pulpe et de la peau du kaki.	33
13.2 Evaluation des valeurs IC50 des deux extraits éthanoliques	34
13.3 Activité antioxydante des polymères.....	36
13.4 Analyse Infrarouge.....	37
13.5 Évaluation de l'activité antibactérienne	41
CONCLUSION	43
Références Bibliographiques	44

Liste des figures :

Figure 1. Arbre et feuilles du kaki	3
Figure 2. Différentes formes du kaki	4
Figure 3. Dégradation des couleurs du kaki durant sa maturation	4
Figure 4. Acides phénoliques du kaki	9
Figure 5. Répartition des caroténoïdes dans le fruit du kaki	13
Figure 6. Domaine de valorisation du kaki	15
Figure7. Produits dérivés du kaki	16
Figure 8. Structure de l'acide gallique.....	27
Figure9. Mécanisme réactionnel intervenant lors du test (DPPH) entre l'espèce radicalaire(DPPH) et un antioxydant).....	28
Figure 10. Spectromètre infrarouge de type IR spirit FTIR	29
Figure 11. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	31
Figure 12. Concentration des extraits de la peau et de la pulpe en polyphénols	31
Figure 13. Cinétique de réduction du radical DPPH en fonction de la concentration en polyphénols des extraits éthanoliques de la pulpe du kaki.....	33
Figure14. Cinétique de réduction du radical DPPH en fonction de la concentration en polyphénols des extraits éthanoliques de la peau du kaki.....	34
Figure 15. Valeurs moyennes de l'IC50 enregistré pour les extraits éthanoliques de la peau et de la pulpe du kaki	35
Figure 16. Pourcentages d'inhibition de DPPH pour trois pectines extraites de la pulpe et la peau du kaki..	36:
Figure 17. Spectres d'absorbance de différents échantillons en fonction de la longueur d'onde 4000 à 400 nm	37
Figure 18. Zones d'inhibitions des souches bactériennes <i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923, <i>Bacillus cereus</i> ATCC 14579.....	41

Liste des tableaux :

Tableau 01. Composition chimique du kaki	6
Tableau 02. Vitamines présentes dans le kaki	7
Tableau 03. Solvants et réactifs utilisés	22
Tableau 04. Milieux de culture utilisés	22
Tableau 05. Appareils utilisés	23
Tableau 06. Comparatif des pics d'absorption infrarouge les plus significatifs.	38
Tableau 07. Diamètres des zones d'inhibitions (cm) enregistrés vis-à-vis des bactéries testées.....	42

Résumé

Le kaki (*Diospyros kaki*), originaire d'Asie orientale, est reconnu pour sa richesse en composés bioactifs tels que les polyphénols et les flavonoïdes, qui offrent des bénéfices potentiels pour la santé humaine. Ce mémoire se concentre sur l'évaluation des propriétés antioxydantes et antimicrobiennes des extraits de la peau et de la pulpe du kaki.

Les analyses ont révélé que les polyphénols sont présents en concentrations significatives, avec 682,5 µg/mL dans l'extrait de la peau et 3601,0 µg/mL dans l'extrait de la pulpe. Ces composés ont montré une activité antioxydante notable, mesurée par le test DPPH, avec des IC50 de 33,6 µg/mL pour les extraits de la peau et de la pulpe du kaki, indiquant une capacité à neutraliser efficacement les radicaux libres.

En revanche, l'activité antibactérienne des extraits a été limitée, avec des zones d'inhibition moyennes de 0,24 cm contre *Staphylococcus aureus* et 0,2 cm contre *Bacillus cereus*. Les analyses infrarouges ont permis d'identifier des groupes fonctionnels clés dans les extraits, notamment ceux présents dans la pectine.

Les résultats obtenus confirment le potentiel du kaki en tant que source de biomolécules bénéfiques pour la santé humaine, particulièrement en termes de prévention contre le stress oxydant. De plus, les composés bioactifs et les pectines du kaki pourraient trouver des applications industrielles dans la création de produits durables et écologiques.

Mots-clés : Kaki / Activité antioxydante / Pectines / Polyphénols / Analyses infrarouges

Summary

The Asian persimmon (*Diospyros kaki*) is known for its richness in bioactive compounds such as polyphenols and flavonoids, which offer potential benefits to human health. This thesis focuses on the evaluation of antioxidant and antimicrobial properties of khaki skin and pulp extracts.

The analyses revealed that polyphenols are present in significant concentrations, with 682.5 µg/mL in skin and 3601.0 µg/mL in pulp. These compounds showed a remarkable antioxidant activity, measured by the DPPH test, with IC₅₀ of 33.6 µg/mL for extracts, indicating an ability to effectively neutralize free radicals.

In contrast, the antibacterial activity of the extracts was limited, with mean inhibition zones of 0.24 cm against *Staphylococcus aureus* and 0.2 cm against *Bacillus cereus*. Infrared analyses identified key functional groups in the extracts, particularly those present in pectin.

The results confirm the potential of persimmon as a source of biomolecules beneficial to human health, particularly in terms of prevention of oxidative stress. In addition, the bioactive compounds of khaki could find industrial applications in the creation of sustainable and environmentally friendly products.

Key words: Persimmon / Antioxidant activity / Pectin / Polyphenols/ Infrared analyses

Liste des abréviations

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance.

UV : Ultraviolet.

IR : Infrarouges.

DPPH : 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle.

IC50 : Concentration inhibitrice à 50 %.

DO : Densité optique.

MH : Mueller-Hinton.

GN : Gélose nutritive.

INTRODUCTION

Introduction

À l'ère où la durabilité et la sécurité sanitaire sont au cœur des préoccupations mondiales, l'exploration de nouvelles sources naturelles pour le développement de produits pharmaceutiques et industriels représente un impératif scientifique et sociétal.

Les biomolécules extraites de plantes émergent comme des candidats prometteurs offrant non seulement des applications thérapeutiques innovantes mais également des solutions durables pour les défis industriels contemporains.

Les biomolécules tels que les tanins, les flavonoïdes et les caroténoïdes, ont démontré des propriétés bioactives remarquables incluant des activités antioxydante et antimicrobienne. Ces composés sont non seulement bénéfiques pour la santé humaine en contribuant à la prévention et au traitement de diverses maladies, mais ils présentent également un potentiel considérable pour être intégrés dans des produits industriels écologiquement responsables.

En Algérie, malgré une présence établie depuis plus d'un siècle, la culture du kaki n'a pas bénéficié d'une attention soutenue, même avec ses qualités nutritionnelles et thérapeutiques reconnues ainsi que ses avantages économiques potentiels. Cette étude a pour objectif de valoriser le kaki via l'extraction et l'évaluation de quelques activités biologiques des polyphénols et des polysaccharides de la peau et de pulpe du kaki

La première section de ce mémoire se concentre sur une revue de la littérature explorant les effets bénéfiques des biomolécules du kaki et leur potentiel thérapeutique, en étudiant leur impact sur la santé humaine et en mettant en lumière leurs propriétés anti-inflammatoires, antioxydantes et antimicrobiennes.

La seconde partie de ce travail adoptera une approche expérimentale rigoureuse pour évaluer spécifiquement les propriétés bioactives de certains composants du kaki.

Enfin, une conclusion vise à ouvrir de nouvelles perspectives pour le développement de médicaments et de produits industriels à partir des biomolécules du kaki.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Partie Bibliographique

1. Classification Botanique

Le kaki (*Diospyros kaki Thunb.*) est un arbre fruitier originaire de Chine, du Japon et de la Corée. Cette espèce compte plus de 350 variétés et est largement cultivée pour ses fruits. Connue sous divers synonymes comme Persimmon du Japon ou plaquemine de Chine, elle a attiré l'attention pour ses propriétés potentielles dans la production de triterpénoïdes (Saleem et al., 2022).

L'arbre du kaki (*Diospyros kaki* L.f.) se situe au sein du règne végétal selon la classification taxonomique suivante :

- **Règne** : *Plantae*
- **Division** : *Magnoliophyta*
- **Classe** : *Magnoliopsida*
- **Ordre** : *Ericales*
- **Famille** : *Ebenaceae*
- **Genre** : *Diospyros*
- **Espèce** : *Diospyros kaki* L.f.

2. Répartition des kakis

En Algérie, malgré une présence établie depuis plus d'un siècle, la culture du kaki n'a pas bénéficié d'une attention soutenue, même avec ses qualités nutritionnelles, thérapeutiques reconnues et ses avantages économiques potentiels. Initialement introduit en 1894, le kaki n'a pas été intégré efficacement dans les programmes de développement agricole. Cependant, des efforts récents visent à promouvoir cet arbre fruitier en raison de ses propriétés vitaminées et de sa capacité à prospérer dans des climats variés, y compris les conditions de température extrême. Actuellement, les principales zones de culture en Algérie incluent Médéa, Miliana, Blida, Tizi Ouzou et Annaba, montrant un intérêt croissant pour son développement. (TSA Media, 2021; Gerbeaud, 2024).

Dans le monde, en 2021, la production de kakis était dominée par l'Asie, principalement par la Chine, suivie de près par la Corée du Sud, l'Azerbaïdjan, le Japon et le Brésil. Ces pays ont respectivement contribué avec 3 429,4 milliers de tonnes, 200,6 milliers de tonnes, 192,4 milliers de tonnes, 187,9 milliers de tonnes et 170,2 milliers de tonnes. Cette distribution géographique souligne l'importance de l'Asie dans la culture et la production mondiale de kakis (*Marché Des Kakis Insights*, n.d.).

3. Caractéristiques morphologiques

Le kaki est un arbre à feuilles caduques qui peut atteindre une hauteur de 10 à 12 mètres à maturité. Il se distingue par son feuillage vert foncé brillant, qui prend une teinte jaune à l'automne avant de tomber pour l'hiver. Ses branches sont souvent ramifiées et portent des feuilles simples, alternes, ovales à oblongues, avec des bords lisses ou légèrement dentelés (Butt et al., 2015).



Figure 1. Arbre et feuilles du kaki (Cherifi et Bekkour, 2020).

Ses fleurs sont petites et discrètes, généralement unisexuées. Les fleurs mâles sont regroupées en grappes, tandis que les fleurs femelles sont solitaires ou groupées par deux ou trois. La pollinisation est principalement assurée par les insectes, bien que certaines variétés puissent être partiellement ou totalement parthénocarpiques, produisant des fruits sans fécondation et sans graines (Butt et al., 2015)

Le fruit du kaki présente différentes formes et tailles, allant de sphérique à oblongue, avec une peau lisse et brillante ou légèrement rugueuse selon la variété. Sa chair est généralement douce, juteuse et sucrée à pleine maturité, bien que certaines variétés aient une texture plus ferme et astringente lorsqu'elles sont encore immatures (Cherifi et Bekkour, 2020).



Figure 2. Différentes formes du kaki (Interbio Corse, 2021).

Lorsqu'il est encore immature, le fruit a une teinte verte, mais au fur et à mesure de sa maturation, la chlorophylle se décompose progressivement, entraînant un changement de couleur vers des tons plus jaunâtres. Une fois mûr, le fruit présente une couleur proche de l'orange, de l'orange rougeâtre (Cherifi et Bekkour, 2020).

La texture de la chair est généralement douce, bien qu'elle puisse parfois être légèrement astringente, en particulier lorsqu'elle n'est pas complètement mûre (Figure 3).



Figure 3. Dégradation de couleurs du kaki durant sa maturation (Evreinoff . 1948).

De nombreuses recherches biologiques ont été menées sur le kaki et ont rapporté ses propriétés antioxydantes et antidiabétiques (Yaquub et al. 2016 ; Hosseini Nejad et al. 2022). Ces avantages pour la santé sont attribués à leur teneur élevée en vitamines, composés phénoliques et caroténoïdes (Chen et al. 2008).

4. Composition du kaki.

Le kaki renferme des macro et micronutriments essentiels tels que les glucides, les fibres, les acides organiques, les composés phénoliques et les caroténoïdes, qui lui confèrent des propriétés antioxydantes, cytotoxiques prévenant le diabète (Matheus et al. 2020).

Le kaki contient divers minéraux essentiels, notamment du potassium, du magnésium, du calcium et du fer. Ces minéraux jouent un rôle crucial dans de nombreuses fonctions corporelles, telles que la régulation de la pression artérielle, la santé osseuse et la formation des globules rouges (Matheus et al. 2020), ce dernier est aussi une bonne source de fibres alimentaires, principalement des fibres solubles telles que la pectine, les fibres contribuent à la santé digestive en favorisant le transit intestinal et en régulant le taux de cholestérol sanguin (Makhzangy, et al. 2023)

Le tableau 1 résume la composition chimique du kaki (fruit frais) pour 100 grammes (Sentandreu et al. 2015 ; Makhzangy, et al. 2023).

Tableau01 Composition chimique du kaki (Matheus et al., 2020)
(; Makhzangy, et al. 2023)

Pour 100 g de kaki	Composant
Énergie	71,50
Protéines	298,0
Glucides	80,86
Eau	18
Sucre Totaux	2,27
Calcium	0,20
Fer	3,5
Fibre	0,11
Zinc	2,50
Sodium	230,00

Partie Bibliographique

Le fruit est principalement composé d'eau, avec une quantité relativement faible de lipides totaux et une quantité modérée de glucides. Il contient également des protéines, des fibres, ainsi que divers minéraux et composés phytochimiques bénéfiques pour la santé (Makhzangy, et al. 2023)

En plus de ses plusieurs composants, le kaki est également riche en vitamines, ce qui en fait un aliment précieux pour une alimentation saine. Le tableau 02 présente les concentrations de différentes vitamines dans le kaki pour 100 grammes de fruit frais (Sentandreu et al. 2015; Makhzangy, et al. 2023).

Tableau 02. Vitamines présentes dans le kaki (Sentandreu et al. 2015 ; Makhzangy, et al. 2023)

Vitamines	Concentration (mg/100g)
Vitamine C	58
Riboflavine B2	0,039
Vit. B6	10,5
Vit. B9	64,54
Vitamine A	15,9
α carotène	38,2
β carotène	83
Vitamine K	290

Sachant qu'il possède une très bonne teneur en vitamine C (58 mg/100g) , il est également une bonne source de vitamine B9 (acide folique) avec une teneur de 64,54 mg/100g (Díaz et al., 2020).

4.1. Composition en biomolécules actives

4.1.1. Acides aminés

Les acides aminés sont des molécules organiques qui constituent les éléments constitutifs des protéines. Ils sont essentiels à de nombreuses fonctions biologiques, notamment la construction des tissus, la régulation des processus métaboliques et la transmission de signaux dans tout le corps.

Il existe deux catégories d'acides aminés dans le kaki : acides aminés essentiels et non essentiels : parmi les acides aminés essentiels, la thréonine était présente à une concentration de 43 mg/100 g de poids sec, suivie de la phénylalanine (39 mg/100 g) et de la valine (45 mg/100 g). En revanche, l'isoleucine et la lysine étaient présentes à des concentrations plus faibles, à savoir respectivement : 0,03 mg/100 g et 0,04 mg/100 g (Makhzangy et al. 2023).

4.1.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont une classe de composés organiques présents dans les plantes, caractérisés par la présence d'un ou plusieurs groupes phénoliques. Ils se trouvent dans une grande variété de sources végétales, ils comprennent une gamme de molécules telles que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les lignanes et les tanins.

En utilisant la chromatographie liquide haute performance et le spectromètre de masse, (Sentandreu et al. 2014), ont détecté 32 composés phénoliques de faible poids moléculaire dans le kaki 'Rojo Brillante'. Les flavonoïdes et les glucosides des acides coumarique et vanillique ont été largement identifiés.

Partie Bibliographique

Différents polyphénols simples et polymérisés sont présents dans le kaki, tels que les tanins condensés ou les pro-anthocyanidines.

-Acides phénoliques

Les acides phénoliques jouent un rôle essentiel en tant que composés phytochimiques présents dans les fruits du kaki, l'acide gallique l'acide tannique, l'acide hydroxy benzoïque, l'acide vanillique, et l'acide férulique sont quelques-uns des acides phénoliques présents dans les kakis.

Le profil des composés phénoliques dans le kaki a été analysé à l'aide d'une chromatographie liquide à haute performance. Ils ont trouvé que dans 1 kg de matière sèche du kaki contient : 375,11 mg d'acide gallique ; 125,29 mg de catéchine (Sentandreu et al. 2015).

D'après (Makhzangy, et al.2023), le Persimmon contient plusieurs acides phénoliques essentiels qui sont regroupés dans la figure 4

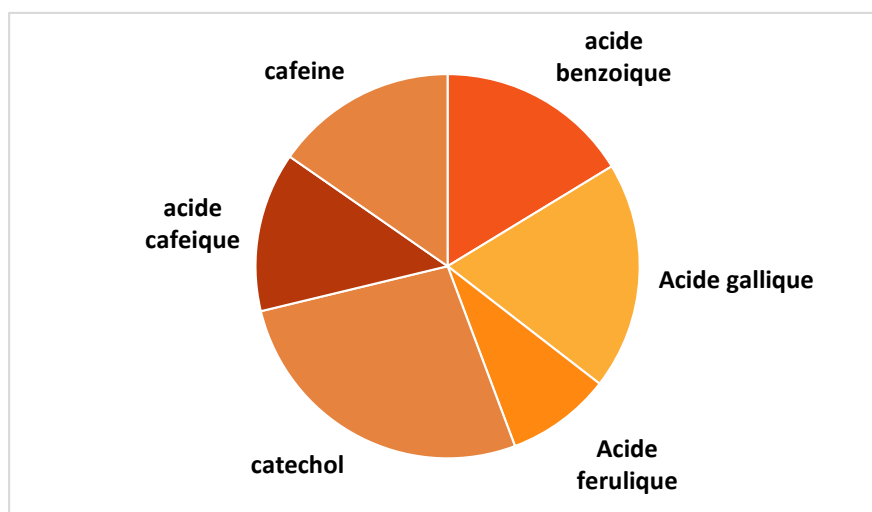


Figure 4. Les acides phénoliques du kaki (Makhzangy,et al., 2023).

Selon (Makhzangy, et al. 2023), l'acide gallique est considéré comme l'un des composés phénoliques les plus répandus, surtout pour ses propriétés antioxydantes. De la même manière, l'acide 4-aminobenzoïque et le tyrosol ont joué un rôle dans l'effet antioxydant du kaki, avec des concentrations respectives de 4,75 ppm et 3,31 ppm. À une teneur en acide phénolique de 43,18 ppm, l'acide chlorogénique est fréquemment lié à une diminution du risque de maladies cardiovasculaires.

Partie Bibliographique

Les concentrations de catéchol peuvent également être bénéfiques pour la santé cardiovasculaire, atteignant ainsi 83,37 ppm, en outre, la présence de 49,26 ppm de caféine confère au kaki ses caractéristiques stimulantes (Makhzangy, et al. 2023).

-Flavonoïdes

Les flavonoïdes, qui comprennent plus de 10 000 variantes structurelles et sont des métabolites secondaires essentiels dans les plantes (Wang et al., 2023), sont associés à l'astringence et à la saveur des fruits du kaki, en particulier les pro-anthocyanidines (Zheng et al. 2021).

Les flavonoïdes présents dans le kaki, parmi d'autres composés bioactifs, ont un impact significatif sur la diminution de la rigidité artérielle, la prévention de la formation de plaques d'athérome et la protection contre l'oxydation des lipoprotéines de basse densité (Yaqub et al., 2016), le kaki contient divers composés flavonoïdes, dont le kaempférol, les flavanones, la quercétine, les flavonols et les proanthocyanidines.

Une corrélation a été rapportée entre les flavonoïdes et l'astringence et la saveur des fruits du kaki (Hosseini Nejad et al. 2022).

-Catéchines

Les catéchines sont des substances sans couleur et dégagent un léger goût astringent. Cependant, elles ont tendance à s'oxyder et à se condenser rapidement afin de produire des produits polymérisés de couleur sombre (Choudhary et al., 2022) La présence de catéchines dans le fruit du kaki présente un ensemble de molécules bioactives qui présentent différents bénéfices pour la santé. Les catéchines spécifiques trouvées dans le kaki sont la catéchine, la catéchine-3-gallat et la galloocatechin sont des tanins solubles présents dans le kaki (Butt et al., 2015). Les variétés de kakis astringents contiennent une concentration de catéchines plus importante comparativement aux cultivars non astringents (Choudhary et al., 2022).

-Tanins

Les tanins, classés comme le troisième groupe important de composés phénoliques, se divisent en tanins hydrolysables et condensés. Les premiers sont des esters d'acide gallique, tandis que les seconds sont des polymères de monomères poly-hydroxy flavan-3-ol. Ces substances bioactives font partie intégrante du fruit du kaki, comprenant divers types tels que les tanins libres, hydrolysables, condensés, solubles et insolubles dans l'eau (Matheus et al., 2020 ; Sentandreu et al., 2015).

Les kakis mûrs et mous contiennent des tanins hydrolysables, tandis que les proanthocyanidines (Tanins non hydrolysable) sont quasiment présentes à toutes les étapes. Il est probable que les tanins hydrolysables des kakis soient modifiés dans un fruit intact en raison de la formation complexe entre la pectine et les tanins solubles lors du ramollissement de la chair (Makhzangy , et al. 2023).

Les tanins présent dans le kaki leur concentration est modifiée pendant la maturation des fruits, lorsqu' ils sont en plein développement, ils accumulent une importante quantité de tanins condensés (ou proanthocyanidines) dans des vacuoles de cellules spécifiques appelées « cellules tanniques ». Ces cellules sont responsables de l'astringence, qui se manifeste par une sensation de sécheresse ou de « bouche coupée » parce que les protéines orales se coagulent (Britton 1995)

-Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des composés essentiels présents dans de nombreux fruits et légumes de couleur rouge et orange. Ils jouent un rôle crucial dans la capture de la lumière, la fourniture de couleur et la photo protection dans le système photosynthétique.

Selon (Britton 1995), ces composés hydrophobes, fabriqués par les plantes et certains micro-organismes, sont constitués d'une chaîne triterpénoïde avec d'éventuels anneaux terminaux, principalement responsables de la coloration du kaki, les caroténoïdes sont des

Partie Bibliographique

pigments naturels présents dans de nombreux fruits et légumes, contribuant à leur éclat variant du jaune au rouge.

De plus, la zéaxanthine est abondante dans la peau du kaki, tandis que la β -cryptoxanthine, la zéaxanthine et le β -carotène sont les caroténoïdes les plus courants dans le fruit. La quantité de chaque caroténoïde varie en fonction du stade de maturation, avec l'apparition du β -carotène aux premiers stades de maturation et de la β -cryptoxanthine aux stades avancés (Bordiga et al. 2019).

Par ailleurs (Novillo et al. 2015) ont identifié la présence de la β -cryptoxanthine, la lutéine, de la zéaxanthine, du β -carotène et de la violaxanthine dans dix variétés de kaki, avec des concentrations décroissantes. Leur recherche a également mis en évidence des concentrations importantes de β -carotène dans les variétés «Heishi et Jinping» ainsi que de lycopènes dans la variété «Huoguan» à la fin du processus de maturation (Novillo et al. 2015).

La bêta-cryptoxanthine est le caroténoïde le plus abondant, avec une teneur qui augmente de 2 à 42 mg/kg aux premiers stades de maturité jusqu'aux derniers stades de maturité. Cette tendance est également observée dans la variété Rojo Brillante, avec une valeur moyenne de 5,81 mg/kg de β -carotène dans la pulpe, et la présence d'autres caroténoïdes tels que la β -cryptoxanthine, la violaxanthine, la zéaxanthine et la lutéine (González et al., 2021a).

De plus, une étude plus récente menée par (González et al., 2021a), a confirmé la présence de β -cryptoxanthine, de β -carotène, de violaxanthine, de zéaxanthine et de lutéine dans la variété Rojo Brillante. Ils ont également observé une augmentation de la quantité de β -cryptoxanthine à mesure que le kaki mûrissait.

Les teneurs en caroténoïdes selon l'étude de (González et al. 2021) augmentent rapidement pendant la maturation du fruit, à l'exception de la lutéine et du lycopène qui diminuent.

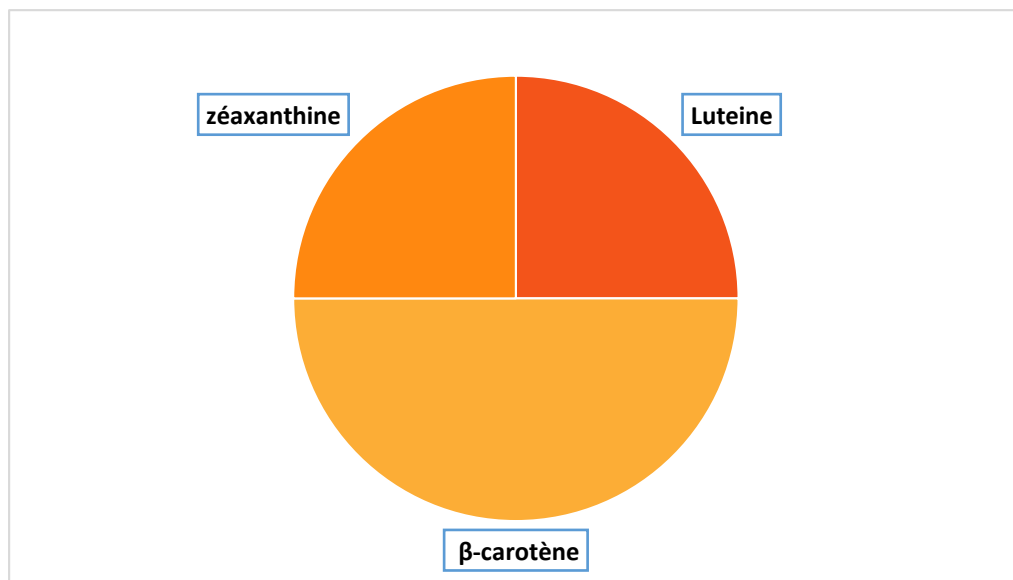


Figure5. Répartition des caroténoïdes dans le fruit du kaki (González et al. 2021)

4.3. Pectine

Le kaki est une excellente source de pectine, en particulier lorsqu'il est mûr. Les pectines présentes dans le kaki sont principalement constituées de chaînes de polysaccharides de type galacturonique, elles sont responsables de la consistance gélatineuse du fruit, ainsi que de ses propriétés épaississantes (Méndez et al. 023).

Selon (Piltz et al. 2022) après avoir effectué des expériences, ils ont constaté que le taux de pectine obtenu à partir de l'extraction enzymatique des résidus (peaux et graines) était de 40,4 g pour 100 g d'échantillon, tandis que pour la pulpe lyophilisée, le taux était de 20,3 g pour 100 g d'échantillon. Ainsi, le rendement le plus élevé de pectine a été obtenu à partir de l'extraction enzymatique de l'écorce et des graines, avec une quantité de pectine 14 fois supérieure à celle obtenue à partir de la pulpe lyophilisée.

5. Activité antioxydante

Le kaki est riche en éléments nutritifs et doté d'une forte activité antioxydante, cette caractéristique est principalement due à sa teneur élevée en composés phénoliques, en vitamine C, en caroténoïdes, acide ascorbique et en divers polyphénols, y compris des tanins (Chen et al. 2007).

Au cours de leurs études, (Dalvi et al. 2018), ont noté une différence dans les propriétés antioxydantes des différentes variétés de kaki examinées. Selon cette observation, les niveaux d'activité antioxydante peuvent varier en fonction des différentes variétés.

Dans l'expérience présentée dans l'article de (Jung et al. 2005), les extraits méthanoïques des kakis frais et séchés ont manifesté une activité antioxydante élevée, les kakis frais rapportent respectivement 91 % et les kakis séchés 88 % et le mûr a révélé des informations importantes sur son activité antioxydante grâce à ses composants en fibres alimentaires, ainsi qu'à ses propriétés antioxydantes et hydratantes.

Les poudres d'écorce de kaki ont montré leur importance en termes d'activité antioxydante grâce à la mesure de leur capacité à éliminer les radicaux libres DPPH et ABTS, donnant des valeurs spécifiques de CE50 pour chaque type de traitement. Il a été démontré par les résultats une corrélation significative entre la teneur en phénols totaux et les activités antioxydantes, ce qui suggère donc un rôle important des composés phénoliques dans l'activité antioxydante du kaki (Akter et al. 2010).

6. Valorisation du Kaki

Le *Diospyros kaki* présente de nombreuses voies potentielles de valorisation dans divers domaines. En effet, ce fruit peut être exploité de plusieurs manières bénéfiques, comme l'illustre la Figure 6

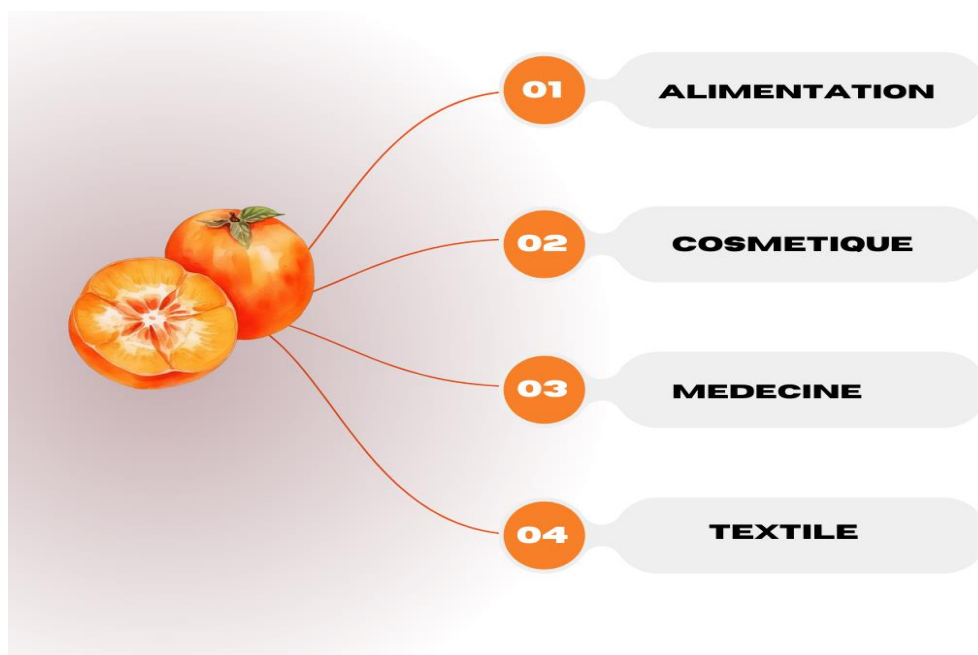


Figure 6. Domaine de valorisation du kaki (Libre de droits)

6.1. Alimentation

Le fruit est souvent utilisé dans la production d'aliments fonctionnels en raison de ses propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et digestives. Les chercheurs ont étudié comment ces propriétés peuvent être exploitées pour développer des aliments qui offrent des avantages pour la santé au-delà de la simple nutrition. Il existe plusieurs utilisations du kaki dans l'alimentation (Matheus et al., 2021; González et al. 2021).

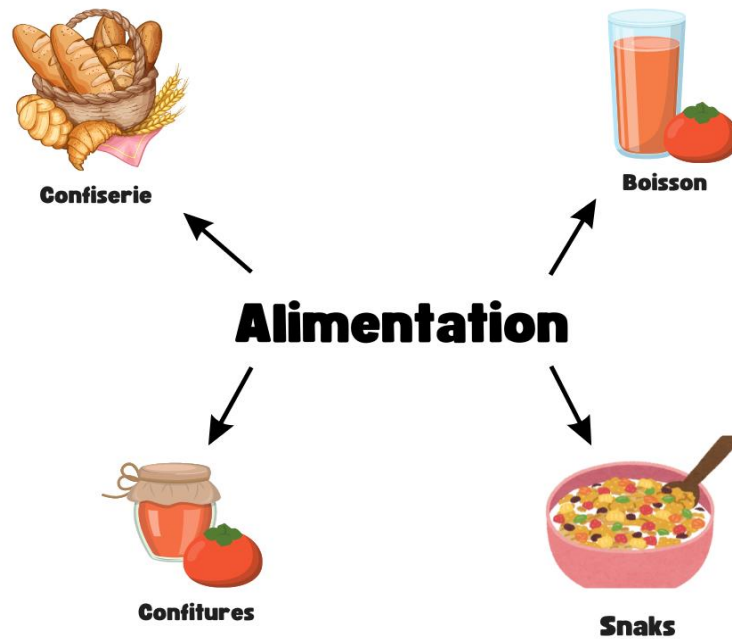


Figure7. Produits dérivés du kaki (Libre de droits)

- Film alimentaire

Les baies traitées avec des films contenant de la pectine de kaki ont montré une réduction significative de l'infectiosité des norovirus et du virus de l'hépatite A. Par conséquent, l'utilisation des extraits de kaki peut être une méthode durable et économique pour améliorer la sécurité alimentaire en empêchant la propagation des agents pathogènes viraux par les aliments (Matheus et al., 2021)

-Confiserie

Concernant les produits carnés il a été observé que deux concentrations (3 % et 6 %) de farine de kaki pourraient être utilisées avec succès comme ingrédient naturel dans le pâté de foie de porc, améliorant ainsi l'acceptation générale et réduisant l'oxydation des lipides et les niveaux de nitrites résiduels. (Hosseinejad et al., 2022)

Les chercheurs ont découvert que des concentrations faibles de farines de kaki (Triumph et Rojo Brillante) peuvent être utilisées pour produire des spaghettis additionnés

Partie Bibliographique

de polyphénols plus forts et plus digestibles en amylose par rapport aux spaghettis traditionnels. On pourrait donc utiliser des farines kaki à faible intensité dans le développement des spaghettis. (González et al. 2021).

Les effets du jus de kaki immature sur les caractéristiques sensorielles et la couleur des nouilles de riz ont été étudiés en termes de consistance et de texture. L'incorporation de ce jus a entraîné une augmentation significative de la viscosité maximale, suivie d'une baisse rapide pendant les tests de visco-analyse, ainsi que de la viscosité finale. Parallèlement, une diminution de la température d'empâtage de la farine de riz a été observée. L'ajout de jus de kaki immature à la farine de riz pourrait potentiellement améliorer les propriétés texturales des nouilles de riz tout en maintenant leur couleur (Direito et al. 2021).

- Boissons et yaourts

L'étude a montré que le yaourt contenant 12 % de marmelade de kaki était le mieux noté en termes de qualité sensorielle. Après 15 jours, cet échantillon avait également la viscosité et la capacité en eau les plus élevées. Cependant, les échantillons combinant de la purée de kaki présentaient une activité antioxydante plus faible que les autres (Hosseininejad et al., 2022).

L'ajout de marmelade de kaki améliorerait le goût acide, l'apparence, la structure, l'odeur, le goût, la perception du goût de fruit, la douceur perçue, ainsi que l'acceptabilité globale des yaourts. En revanche, l'utilisation de kaki séché dans la purée semble avoir entraîné de moins bons résultats sensoriels avec les yaourts contenant cette purée (Hosseininejad et al., 2022).

-Vinaigre de Kaki

Le vinaigre d'écorce de kaki, testé par Bayram et son équipe, a montré une forte activité antimicrobienne contre cinq souches bactériennes et trois types de moisissures dans des tests de diffusion sur gélose. Il est couramment utilisé dans des produits alimentaires probiotiques comme le kimchi et le cheong-gukjang, un produit traditionnel coréen à base de soja fermenté (Hosseininejad et al., 2022).

6.2. Industrie textile

Les tanins sont les substances les plus couramment employées dans ce domaine en raison de leur aptitude à colorer les tissus, en particulier ceux en coton. Ils sont moins toxiques et allergiques que les colorants synthétiques, les produits colorés par eux sont recommandés pour leur utilisation en raison de leur capacité à se dégrader naturellement, mais ils peuvent être coûteux (Park et al., 2015).

6.3 .Médecine

Les composés bioactifs du kaki ont divers effets thérapeutiques, agissant comme agents chimio-préventifs, anticancéreux, anti-inflammatoires et immuno-modulateurs. Ils ont également des effets bénéfiques sur la santé, notamment une action diurétique, la capacité à réduire la tension artérielle, un rôle dans le traitement de la toux, des maladies infectieuses virales et bactériennes, ainsi que dans la prévention des caries dentaires (Seguí et al., 2022).

De plus, ces composés aident à prévenir les problèmes de peau, ont des propriétés antirides et peuvent même éclaircir la peau.

Une étude a montré que chez les diabétiques, la consommation d'écorces de kaki a entraîné une réduction significative de la glycémie, du cholestérol total et des taux de triglycérides plasmatiques en deux semaines. Cela suggère que les composés bioactifs

Partie Bibliographique

présents dans les écorces de kaki peuvent avoir des effets bénéfiques sur ces paramètres (Seguí et al., 2022).

-Effets anticancer

Le kaki présente des effets significatifs dans la lutte contre divers types de cancer, y compris le cancer du sein, du poumon, de la prostate, de l'ovaire et de la cavité buccale, le kaempférol, un composé présent dans le kaki, est capable d'inhiber la croissance des cellules cancéreuses en induisant l'apoptose (Direito et al., 2021)

En outre, le kaki peut offrir une protection potentielle contre les maladies liées à l'âge, telles que la maladie d'Alzheimer, des études in vitro ont également suggéré qu'il pourrait aider à prévenir le cancer du pancréas et du poumon, tout en réduisant les risques de maladies cardiovasculaires (Direito et al., 2021)

- Effets cardiovasculaires positifs

Les antioxydants et les composés phytochimiques du kaki peuvent contribuer à abaisser la pression artérielle, à réduire le taux de cholestérol LDL (mauvais cholestérol) et à protéger le cœur, aidant ainsi à maintenir la santé, Des études ont montré que la consommation de fruits riches en polyphénols comme le kaki peut améliorer la fonction vasculaire et réduire la réactivité plaquettaire, ce qui est bénéfique pour la santé cardiovasculaire (Direito et al., 2021).

-Effet anti-inflammatoire

Les composés du kaki, grâce à leurs propriétés anti-inflammatoires, peuvent contribuer à réduire les symptômes associés à l'inflammation, comme la douleur, le gonflement et la rougeur. Ces effets peuvent être bénéfiques pour soulager les affections inflammatoires.

Partie Bibliographique

Les flavonoïdes et les pro anthocyanidines, présents dans le kaki ont des propriétés anti-inflammatoires qui peuvent aider à réduire l'inflammation cutanée. Cela peut être bénéfique pour apaiser les irritations de la peau, les rougeurs et les réactions inflammatoires (Kurt and Kaya 2020).

-Effets antiallergiques

Le kaki peut être bénéfique pour les personnes ayant une peau sensible en aidant à atténuer les réactions allergiques de la peau, en bloquant les facteurs responsables de l'inflammation et en régulant les voies inflammatoires, offrant ainsi un soulagement aux personnes souffrant de sensibilités cutanées et d'allergies cutanées (Kurt and Kaya 2020 ; Choudhary et al. 2022)

L'action des acides ellagiques, l'hyperine et de la quercétine peut aider à diminuer les réactions allergiques que peut avoir la peau, il atténue les symptômes de cette dernière comme les démangeaisons, rougeurs et inflammation et irritation (Kurt and Kaya 2020 ; Choudhary et al.2022) .

-Effets photoprotecteurs

Les phytoconstituants du kaki ont montré des effets de protection naturelle contre les rayons UVA, UVB et gamma grâce aux flavonoïdes présent dans le fruit, ils contribuent aussi à prévenir les effets néfastes du soleil sur la peau comme le photo vieillissement, les coups de soleil, l'hyperpigmentation et même le cancer de la peau (Kurt and Kaya 2020). Pour son action contre les UV, le kaki a des propriétés de piégeage des espèces réactives de l'oxygène qui protège la peau contre le stress oxydatif et l'inflammation induite par les UV (Kurt and Kaya 2020).

Pour la prévention contre photo vieillissement ça agit sur la préservation, stimulation du collagène et de l'élastine cutané qui peut être nuit à la suite de l'exposition aux rayons UV comme Écorce de kaki japonais « *Diospyros kaki 'Fuyu* » son Extrait

Partie Bibliographique

cétonique est réputé pour entraver la production de mélanine dans les cellules de mélanome B16 de souris, ce qui en fait un ingrédient potentiel pour les produits de luminosité et de lutte contre les taches (Matheus et al. 2020; Kurt and Kaya 2020) .

Il y a aussi un effet sur la réduction de l'hyperpigmentation pour donner suite à la production excessive de la mélanine, ou les composés du kaki ont des effets inhibiteurs de la tyrosinase, ce qui réduit l'hyperpigmentation.

- Effets antirides

Certains composés du kaki ont des propriétés antirides en stimulant la production de collagène de la peau. Cette augmentation de la production de collagène aide à maintenir la peau souple et réduit sa sécheresse, contribuant ainsi à rajeunir la peau. De plus, le kaki possède des propriétés hydratantes qui aident à maintenir la peau hydratée, réduisant ainsi les signes visibles du vieillissement cutané (Kurt et Kaya 2020).

Matériel et Méthode

7. Matériel

7.1. Matériels biologique

Ce travail a été effectué sur le kaki, les fruits ont été récoltés durant le mois de novembre et congelés à une température de -17 °C, afin d'étudier leurs propriétés antioxydantes, antibactériennes et antifongiques après extraction des polyphénols.

Les bactéries utilisées sont *Staphylococcus aureus* et *Bacillus cereus*.

7.2. Matériels du laboratoire

-Produits, milieux de culture et réactifs

Les solvants, réactifs, bactéries et milieux de cultures utilisés sont représentés dans les tableaux 04,05,06et 07.

Tableau 03. Solvants et réactifs utilisés

Nature	Produit
Solvant	Éthanol 96°
	Acide
	Eau distillée
Réactif	Folin-ciocalteu
	Carbonate de Sodium (Na ₂ CO ₃)
	Pectine
	1-1-diphényl-2- picrylhydrazyl (DPPH)

Tableau 04. Milieux de culture utilisés

Milieu de culture
Gélose de Muller Hinton (MH)
Gélose nutritive (GN)
Extrait de malt
Eau Physiologique

7.3. Appareillage

Pour fournir une vue d'ensemble claire et détaillée des équipements utilisés dans notre laboratoire, nous présentons la table 06 qui énumère les différents appareils

Tableau 05. Appareils utilisés

Appareil	Références
Spectrophotomètre	CO.LTD(UK),VIS7220G
Infra-Rouge	(IR-SPIRIT)
Balance de précision	Sartorius,BP121S
Centrifugeuse	2771R
Broyeur électrique	SS-001
Bain Marie	WiseBath (Fuzzy control sysstem)
Évaporateur rotatif	(HS-2005V-N)
Réfrigérateur	ENIEM

8.Méthodes

8.1. Préparation des échantillons

Le kaki est rincé abondamment à l'eau distillée pour éliminer les débris superficiels, puis épluché et la pulpe est séparée de la peau. Ensuite, la pulpe et la peau des kakis sont broyées séparément. Les échantillons broyés sont ensuite filtrés et transférés dans des flacons étiquetés pour les étapes d'extraction suivantes.

8.2. Extraction à l'éthanol

8.2.1. Pulpe

La pulpe est portée dans un flacon de 400 ml, jusqu'à un volume de 200 ml, puis 200 ml d'éthanol ont été ajoutés. La solution a été mélangée pendant 1 heure, puis laissée macérer pendant 24 heures. La solution filtrée a été transférée dans des tubes à centrifugation après extraction à l'aide d'une pipette graduée. La centrifugation a été effectuée pendant 10 minutes à 5000 tours/minute, puis le surnageant est récupéré dans des tubes à essai. Quant au précipité, il a été récupéré à l'aide d'une pipette Pasteur, puis conservé dans des tubes. Le tout a été conservé dans un réfrigérateur.

8.2.2. Peau

La peau a été pesée à l'aide d'une balance, puis portée dans un flacon de 400 ml où un volume d'éthanol correspondant au double de son poids a été ajouté. Après une agitation d'une heure et une macération de 24 heures, le mélange a été filtré. Les résidus de peau ont été conservés pour une extraction ultérieure, tandis que le solvant a été transféré dans des tubes à centrifugation. La centrifugation a été effectuée pendant 10 minutes à 5000 tours par minute. Le liquide clair a été transféré dans des flacons, et le précipité a été récupéré à l'aide d'une pipette Pasteur, puis conservé dans des tubes réfrigérés.

8.3. Extraction à l'acide

La peau récupérée a été portée dans un flacon contenant 200 ml d'acide, suivi de l'addition d'éthanol. Le mélange a été laissé en macération pendant 24 heures. Après la macération, le liquide a été filtré pour séparer la solution de la peau, puis transféré dans des tubes en vue de la centrifugation.

La centrifugation a été réalisée à 5000 tours par minute pendant 10 minutes, permettant de récupérer le précipité. La solution restante a été transvasée dans un flacon pour une utilisation ultérieure.

8.4. Lavages

Les trois précipités récupérés lors de l'étape précédente (pulpe éthanol, peau éthanol, peau acide) ont été soumis à 7 lavages avec de l'éthanol à 96% pendant 10 minutes à 5000 tours par minute en centrifugation. Un culot clair, exempt d'impuretés, a été obtenu à l'issue de ces lavages.

8.5. Séchage

Après récupération des trois précipités (extrait éthanolique de la peau, extrait éthanolique de la pulpe, extrait éthanolique de la peau après traitement à l'acide), ils ont été placés dans des boîtes séparées pour être séchés dans une étuve à 40 degrés pendant 4 heures. Une fois secs, les matières ont été raclées et transférées dans des tubes préalablement pesés pour déterminer leur poids exact.

9. Activité antibactérienne

9.1. Souches bactériennes

L'utilisation de *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 et *Bacillus cereus* ATCC 14579, préservées à -20°C dans des cryotubes contenant du BHIB additionné de glycérol (30%).

Le glycérol agit comme agent conservateur et protecteur, empêchant la formation de cristaux dans le BHIBensemencé par la souche lorsqu'il est conservé dans le congélateur.

Dans cette étude, les méthodes utilisées pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits éthanoliques et des biopolymères comprennent la diffusion sur gélose.

9.2. Revivification et enrichissement.

Les souches sont revivifiées à partir des milieux de conservation en les ensemençant dans des tubes contenant 9 ml de BHIB. Ensuite, les tubes sont incubés dans une étuve pendant 24 heures à 37°C.

9.3. Préparation des pré cultures

Des repiquages successifs sont réalisés sur des boîtes de Pétri préalablement coulées de gélose nutritive (GN). Après l'enrichissement, chaque souche est repiquée en strie sur GN, puis incubée à 37°C pendant 18 heures pour obtenir des cultures jeunes.

9.4. Préparation de la suspension bactérienne.

À partir d'une culture bactérienne pure de 18 heures, quelques colonies sont prélevées à l'aide d'une pipette Pasteur et remises en suspension dans des tubes contenant 9 ml d'eau physiologique stérile. Une agitation avec vortex est effectuée pendant quelques secondes pour assurer une bonne homogénéisation. La standardisation de la suspension est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre visible réglé sur une longueur d'onde de 625 nm.

9.5. Diffusion sur milieu gélosé

Dans ce test, l'activité antimicrobienne des extraits bruts est évaluée par la méthode de diffusion sur milieu gélose. Cette méthode repose sur la compétition entre la croissance de la souche bactérienne et la diffusion du principe actif à partir d'un support en papier pré imprégné ou d'un puit contenant l'extrait (BALOUIRI et al., 2016).

Mode opératoire

Des boîtes de Pétri de 9 cm de diamètre contenant environ 15 ml de milieu Mueller Hinton en surfusion ont été préparées et laissées solidifier pendant 10 minutes. À l'aide

d'un écouvillon stérile trempé dans la suspension bactérienne standardisée, les géloses Mueller-Hinton (MH) ont étéensemencées par la méthode d'écouvillonnage. L'excès d'inoculum est éliminé en pressant fermement l'écouvillon contre la paroi interne du tube. L'écouvillon est ensuite frotté sur toute la surface gélose, de haut en bas, en réalisant des stries serrées, et en tournant la boîte trois fois de 60° pour une répartition homogène. L'ensemencement se termine en passant l'écouvillon sur la périphérie de la gélose. Des puits formés dans la gélose reçoivent 100 µl de chaque extrait éthanolique de la pulpe et de la peau du kaki concentré au speed Vác à l'aide d'une micropipette 10-100 µl.

Lecture des résultats

L'activité antibactérienne est évaluée en mesurant les diamètres des zones d'inhibition (en millimètres) formées autour des puits. Chaque essai est répété deux fois, et les valeurs sont exprimées sous forme de moyenne \pm écart type.

10. Dosage des polyphénols totaux

L'estimation de la teneur en composés phénoliques a été effectuée en utilisant la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu décrite par Singleton et Rossi (1965). Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide jaune composé d'un mélange de deux acides : l'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et l'acide phosphomolybdique .

Il subit une réduction lors de l'oxydation des phénols, formant un mélange stable d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène . Cette coloration bleuâtre produite, dont l'absorption maximale se situe autour de 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux.

La quantification des polyphénols totaux (PPT) a été réalisée à l'aide d'une courbe d'étalonnage linéaire ($Y = ax$), où Y correspond à la densité optique (DO) de l'extrait et x correspond à sa concentration. Cette courbe a été établie dans les mêmes conditions que celles de l'échantillon, en utilisant l'acide gallique comme standard (voir Figure 16). Les

résultats sont exprimés en milligrammes d'équivalents d'acide gallique par gramme de matière végétale sèche en poudre (mg EAG/g MS).

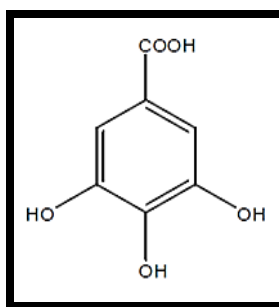


Figure 8. Structure de l'acide gallique (Bruneton,2008).

Protocole.

Le dosage des polyphénols totaux (PPT) de la poudre de brindilles, tel qu'illustré dans la figure ci-dessous, est réalisé par la technique de Folin-Ciocalteu, comme rapporté par MACHEIX et al. (1990), avec quelques adaptations.

11.Activité anti-radicalaire

Principe.

La méthode au DPPH est largement employée pour évaluer l'activité antioxydante en raison de sa rapidité et de sa simplicité par rapport à d'autres méthodes. Elle peut être effectuée à température ambiante, préservant ainsi les molécules testées de la dégradation thermique.

Elle repose sur la mesure de la capacité des antioxydants à neutraliser le radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Le DPPH est un radical libre stable non biologique, dont la solution est caractérisée par une couleur violette et une absorption à 517 nm. Lorsque le DPPH est mélangé avec un composé antioxydant, celui-ci transfère un atome d'hydrogène, réduisant ainsi le DPPH à sa forme d'hydrazine non radicalaire. Cette réaction entraîne la disparition de la couleur violette et l'apparition d'une couleur jaune pâle. Plus la perte de couleur est importante, plus le donneur d'hydrogène est

considéré comme un antioxydant puissant. La diminution de l'absorbance lors de ce processus exprime le pourcentage de réduction du DPPH (ARAB et al., 2013; ADDAB et al., 2020; ANTUNES et al., 2020).

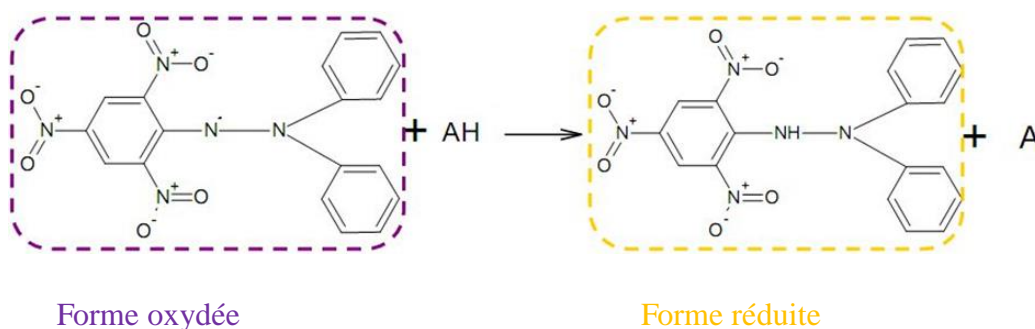


Figure 9 Mécanisme réactionnel intervenant lors du test (DPPH) entre l'espèce radicalaire (DPPH) et un antioxydant .

Protocole.

L'activité anti-radicalaire du DPPH des extraits phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par BRAND-WILLIAMS et al., (1995), avec quelques adaptations.

Pour les tests il y'a deux types :

Les échantillons éthanoliques ont été préparés en ajoutant 1 ml de solution de DPPH à 100 μ L d'extrait, pour les échantillons aqueux, 1 ml de solution de DPPH a été mélangé avec 500 μ L d'extrait (résidu sec + eau distillée).

Les mélanges ont été homogénéisés à l'aide d'un vortex et incubés dans l'obscurité pendant 30 minutes. La décoloration par rapport au témoin, contenant le DPPH et le solvant, a été mesurée au spectrophotomètre à 517 nm. L'activité antioxydante a été évaluée en triplicata et est exprimée en pourcentage d'inhibition du radical selon la formule suivante : (%)
d'inhibition du (DPPH) = $(A_0 - A / A_0) \times 100$

A_0 : Absorbance du blanc. - A : Absorbance de l'échantillon

12 Spectroscopie Infrarouge (IR).

Cette partie a été réalisée au laboratoire Groupement Pharmaceutique Algérien 'LGPA'.

Les analyses spectroscopiques ont été réalisées au Laboratoire Groupement Pharmaceutique Algérien (LGPA) dans le cadre de cette étude. Fondé en 1997, le LGPA est un acteur clé de l'industrie pharmaceutique en Algérie. La spectroscopie infrarouge (IR) est utilisée pour identifier les molécules organiques et inorganiques. Dans notre étude, cette méthode est employée pour vérifier la présence de molécules organiques.

La spectroscopie infrarouge à transformation de Fourier (FTIR) repose sur l'absorption du rayonnement infrarouge par le matériau analysé. Elle permet d'identifier les groupes fonctionnels présents dans le matériau en détectant les vibrations caractéristiques des liaisons chimiques. Les analyses ont été réalisées à l'aide d'un spectromètre infrarouge de type IR Spirit FTIR (F32).



Figure 10. Spectromètre infrarouge de type IR spirit FTIR.

Protocole.

Pour la préparation des échantillons, deux types ont été utilisés : le résidu sec éthanolique et le résidu sec acide. Ces échantillons ont été placés sur la surface de lecture de l'appareil pour les mesures. Les spectres infrarouges ont été acquis dans la plage de 4000 à 500 cm^{-1} . Pour l'analyse des résultats, les pics observés ont été comparés aux spectres de référence afin d'identifier les composés présents.

Résultats Et Discussion

13. Dosage des polyphénols totaux

Une courbe d'étalonnage a été réalisée avec l'acide gallique (figure 14).

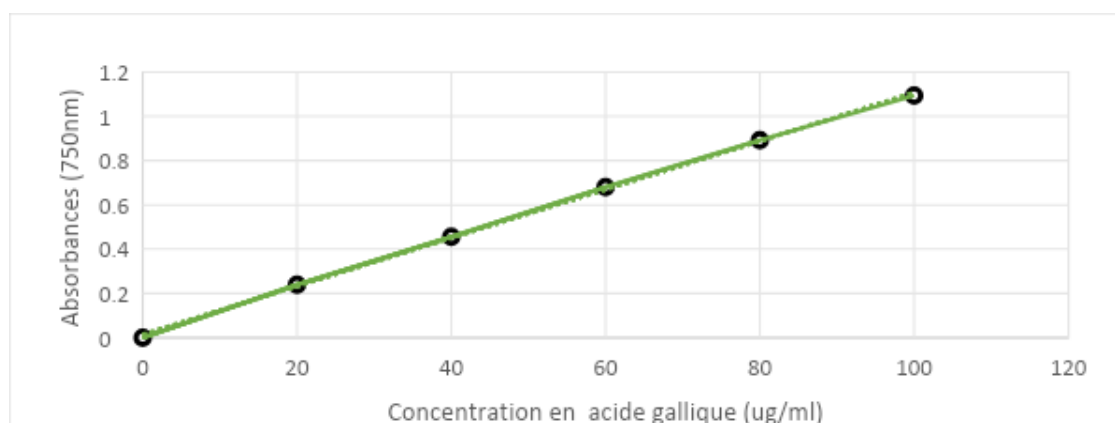


Figure 11. Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

La concentration des extraits éthanoliques de peau et pulpe du Kaki en composés phénoliques a été déterminée à l'aide de la méthode de dosage au réactif de Folin Ciocalteu, après la réduction des polyphénols une couleur bleue qui fait référence à la présence des polyphénols est constatée.

Les résultats représentés dans la figure 15 compare les concentrations de polyphénols (en µg/ml) mesurées avec la méthode au réactif de Folin Ciocalteu dans deux types d'extraits éthanoliques (peau et pulpe du kaki) .

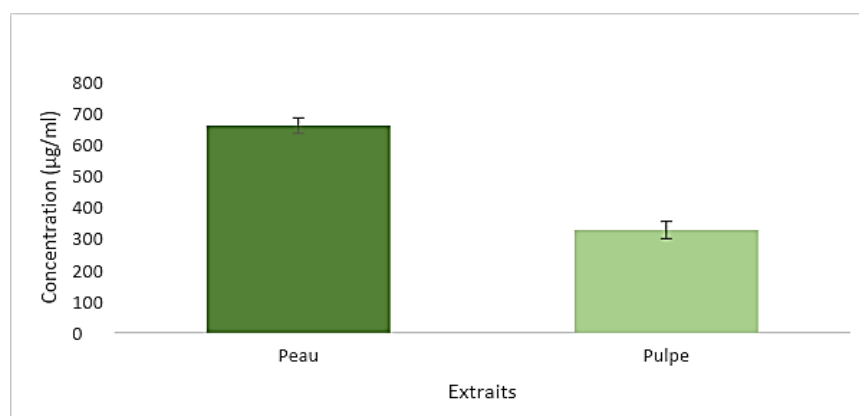


Figure 12. Concentration des extraits de la peau et de pulpe en polyphénols

Résultats Et Discussion

La figure montre clairement que l'extrait de peau a une concentration en polyphénols significativement plus élevée que l'extrait de pulpe. La concentration dans l'extrait de peau et de la pulpe atteint environ 700 µg/ml et 400 µg/ml, respectivement pour les deux extraits.

Selon l'étude de Abdallah et al., (2017) la teneur en polyphénols totaux dans le cupcake au kaki a augmenté de manière significative par rapport au cupcake témoin, passant de 0,263 mg/g dans le cupcake témoin à 0,843 mg/g dans le cupcake contenant 33,3% de purée de kaki. Cela représente une augmentation des polyphénols totaux grâce à l'ajout de purée de kaki dans la recette du cupcake, de plus, cette augmentation a également renforcé de manière significative l'activité antioxydante du produit final.

Les polyphénols extraits du kaki ont été étudiés par Dalvi et al. (2018) pour leur potentiel antioxydant à travers différents tests, notamment leur capacité à protéger contre l'oxydation du 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (2-DR) induite par le Fe(III)-citrate.

Les résultats ont révélé une activité significative de ces polyphénols dans la réduction de la dégradation du 2-DR, indiquant leur efficacité à piéger les radicaux libres dans ce contexte, en particulier, des composés spécifiques tels que l'acide tannique et l'acide ellagique ont démontré des effets protecteurs marqués, soulignant leur potentiel antioxydant élevé. Ces observations suggèrent que les polyphénols extraits du kaki pourraient jouer un rôle bénéfique en protégeant contre les dommages oxydatifs et en préservant la stabilité des composés sensibles à l'oxydation.

13.1 Évaluation de l'activité antioxydante des extraits de la pulpe et de la peau du kaki.

La méthode courante pour évaluer l'activité antioxydante est le piégeage du radical libre DPPH(2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), le radical DPPH, stable et non présent dans la nature, affiche une couleur violet foncé qui s'atténue lorsqu'il est réduit. Cette diminution du radical peut ainsi être facilement suivie à l'aide d'un spectrophotomètre (Prior et al., 2005), où on constate un virage de couleurs du violets vert le jaune. L'activité de piégeage du radical DPPH de chaque extrait de kaki est indiquée dans les figures 16 et 17.

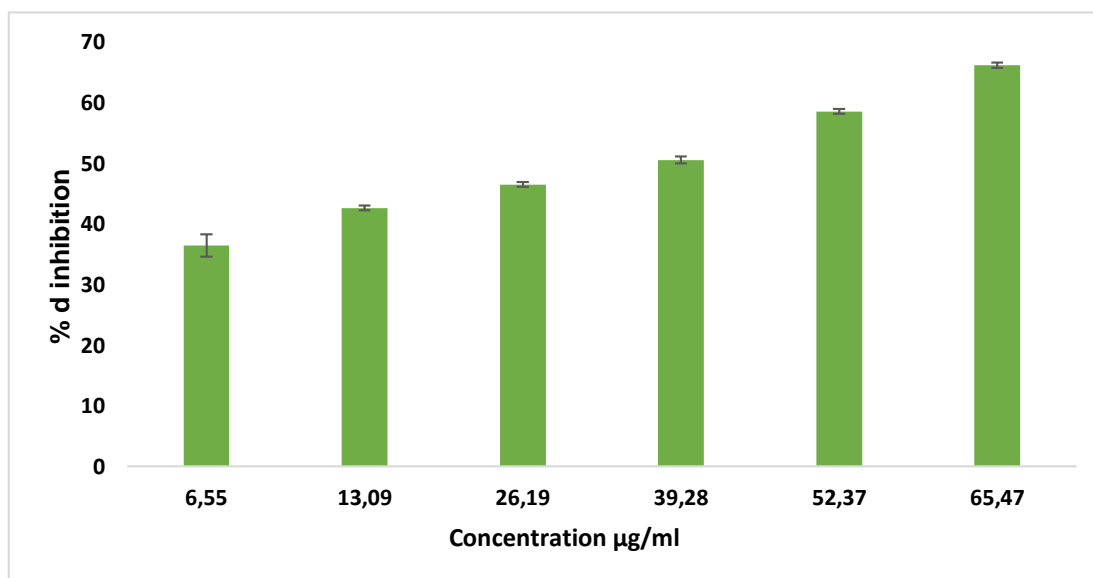


Figure13: Cinétique de réduction du radical DPPH en fonction de la concentration en polyphénols des extraits éthanoliques de la pulpe du kaki.

Résultats Et Discussion

Résultats Et Discussion

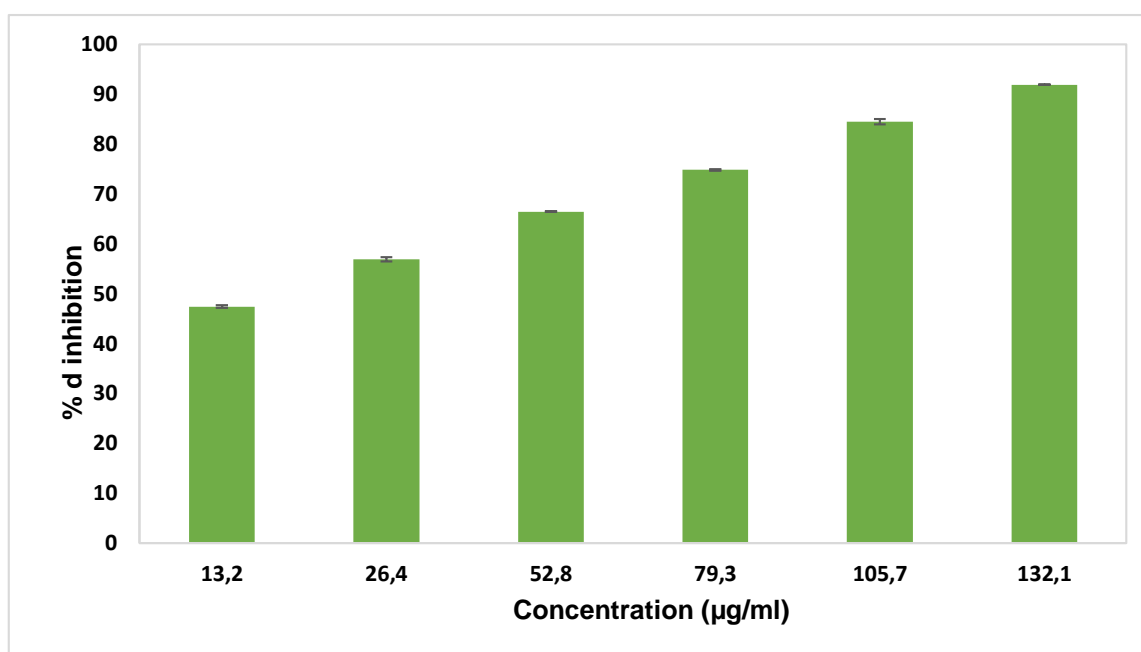


Figure14 Cinétique de réduction du radical DPPH en fonction de la concentration en polyphénols des extraits éthanoliques de la peau du kaki.

Les résultats des activités antioxydantes des extraits éthanoliques de la pulpe et de la peau du kaki montrent que les deux extraits possèdent une activité antioxydante intéressante. L'extrait de peau du kaki atteint une inhibition maximale de 91,90 % à une concentration de 132,1 µg/mL, tandis que l'extrait de pulpe atteint une inhibition maximale de 66,14 % à 65,47 µg/mL. Les deux extraits présentent une relation dose-dépendante.

13.2 Evaluation des valeurs IC50 des deux extraits éthanoliques

Cette étude a été comparée à l'étude effectuée sur l'acide ascorbique, où l'activité antioxydante a été quantifiée par le paramètre de l'IC50 qui est la concentration nécessaire pour réduire de moitié l'absorbance du radical de DPPH. L'IC50 enregistrée pour la vitamine C est de l'ordre de 70µg/ml.

Résultats Et Discussion

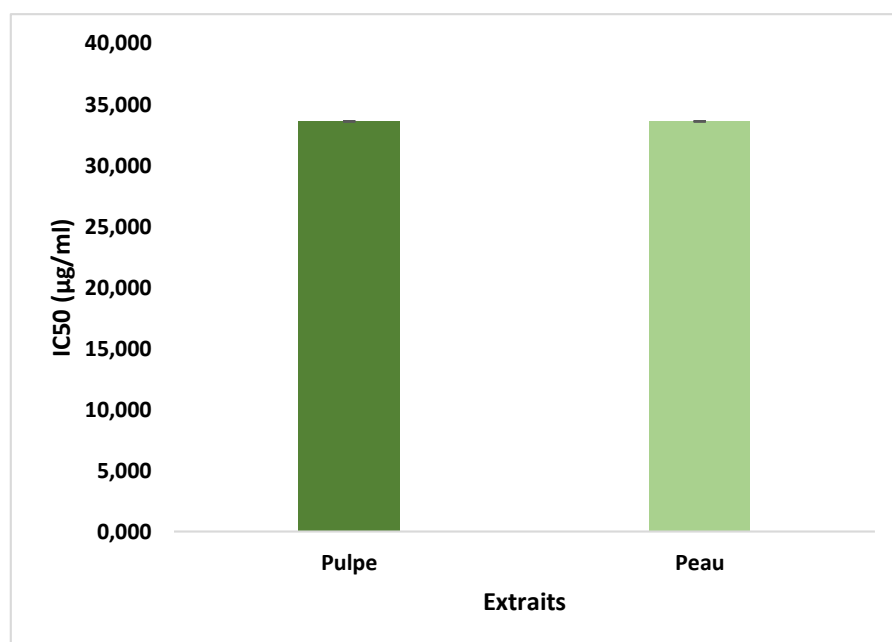


Figure15 Valeurs moyennes de l'IC50 enregistrées pour les extraits éthanoliques de la peau et de la pulpe du kaki .

Pour évaluer l'efficacité antioxydante des extraits de la peau et de la pulpe de kaki, nous avons comparé leurs valeurs d'IC50 à celles de l'acide ascorbique (vitamine C), un antioxydant de référence. L'IC50 (concentration inhibitrice médiane) est la concentration nécessaire pour réduire de 50 % l'activité des radicaux libres DPPH.

Les résultats montrent une activité antioxydante de l'extrait de peau et de pulpe de kaki, avec une IC50 de 33,604 µg/ml, bien inférieure à celle de l'acide ascorbique. Une IC50 plus faible indique une activité antioxydante accrue.

Cela démontre que les extraits de kaki ont une efficacité remarquable. De plus les extraits du kaki peuvent présenter d'autres bénéfices en raison de leurs propriétés nutritionnelles excellentes.

(Dalvi et al. 2018) ont étudié l'activité antioxydante des extraits de kaki à travers le test du DPPH, démontrant une forte capacité à neutraliser les radicaux libres. Les extraits

Résultats Et Discussion

ont montré des valeurs d'IC₅₀ variant entre 0,5 et 1,8 mg/mL, ce qui indique une efficacité notable similaire à celle d'autres fruits reconnus pour leurs propriétés antioxydantes. Ces résultats suggèrent que les extraits de kaki pourraient être efficaces dans la prévention du stress oxydatif et des dommages associés, surtout dans des environnements aqueux ou hydrophiles.

13.3 Activité antioxydante des polymères

La figure ci-dessus présente les pourcentages d'inhibition de DPPH pour la pectine extraite de la peau du kaki sans traitement acide (E1), la pectine extraite de la pulpe du kaki avec traitement acide (E2) et la pectine extraite de la pulpe du kaki sans traitement acide (E3), les résultats montrent une variation notable dans les capacités antioxydantes de ces échantillons.

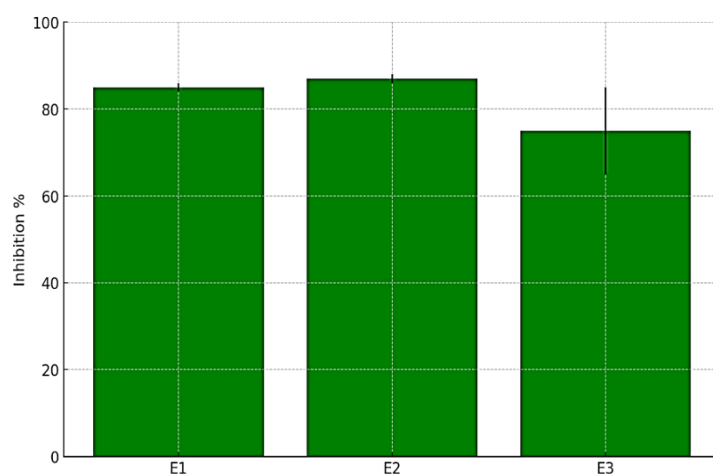


Figure 16 Pourcentages d'inhibition de DPPH pour trois pectines extraites de la pulpe et la peau du kaki.

Les extraits de pectine étudiés ont révélé des taux d'inhibition élevés, approchant les 90%, ce qui témoigne de leur forte capacité à neutraliser les radicaux libres DPPH, la pectine extraite de la pulpe du kaki avec traitement acide (E2) et la pectine la peau du kaki sans traitement acide (E1) présentent une efficacité antioxydante remarquablement élevée. Les mesures pour ces deux échantillons sont précises, avec de petites barres d'erreur indiquant une grande reproductibilité des résultats. En revanche, la pectine extraite de la pulpe du kaki

Résultats Et Discussion

sans traitement acide (E3), bien qu'elle montre un pourcentage d'inhibition significatif d'environ 75%, présente une variabilité plus importante dans les résultats, comme en témoignent les barres d'erreur plus larges. Cette variabilité pourrait être attribuée à une hétérogénéité au sein de l'échantillon ou à des différences dans les conditions expérimentales, nécessitant une investigation approfondie pour en identifier la cause précise.

13.4 Analyse Infrarouge.

Cette partie vise à repérer les groupes fonctionnels clés présents dans chaque type d'extrait, en se basant sur la pectine comme référence.

Grâce aux spectres infrarouges obtenus, il est possible d'analyser les caractéristiques moléculaires spécifiques de ces éléments du fruit du kaki, ce qui permet d'avoir une vision approfondie de leur composition chimique et de leurs variations.

Le graphique infrarouge présenté dans la figure 31 représente les spectres d'absorbance de la pectine extraite de la peau du kaki sans traitement acide, la pectine extraite de la pulpe du kaki avec traitement acide et la pectine extraite de la pulpe du kaki sans traitement acide en fonction de la longueur d'onde, allant de 4000 à 400 nm.

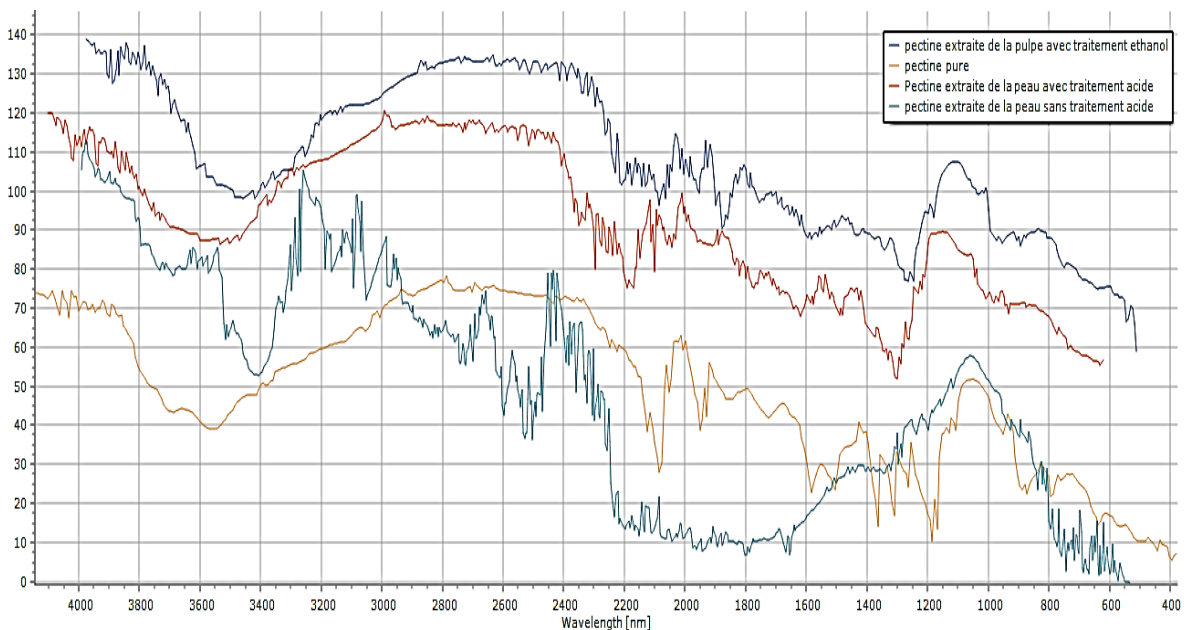


Figure 17. Spectres IR des différents échantillons en fonction de la longueur d'onde (4000 à 400 nm).

Résultats Et Discussion

Les résultats des spectres infrarouges révèlent des différences significatives entre les échantillons analysés. La pulpe traitée à l'éthanol présente une forte absorbance dans la région de 3000 à 3600 nm, indiquant une forte présence de groupes hydroxyles (O-H). De plus, des pics notables entre 1000 et 1500 nm suggèrent des vibrations de liaisons C-O et C-H. La pectine, de son côté, affiche des pics distincts entre 1500 et 3000 nm, avec une absorbance marquée autour de 1700 à 1750 nm, caractéristique des groupes carbonyles (C=O), courants dans les polysaccharides. Pour la peau traitée à l'acide, plusieurs pics sont observés dans la région de 1000 à 1800 nm, indiquant la présence de liaisons C-H, C-O et de composés acides spécifiques, possiblement des acides carboxyliques. La peau traitée à l'éthanol montre une forte absorption entre 1000 et 1800 nm, avec des pics significatifs attribués aux liaisons C-O et C-H. La région de 2800 à 3000 nm indique également des vibrations liées aux liaisons O-H. Ces variations d'absorbance sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Table 06 Comparatif des pics d'absorption infrarouge les plus significatifs.

Extrait de la pulpe + acide	Extrait de la peau du	Extrait de la pulpe	Pectine pure
66 : 3545.41 cm ⁻¹	1 : 668.48 cm ⁻¹	1 : 502.80 cm ⁻¹	73 : 3587.73
67 : 3566.92 cm ⁻¹	2 : 1017.79 cm ⁻¹	2 : 517.86 cm ⁻¹	cm ⁻¹
68 : 3587.73 cm ⁻¹	3 : 1144.74 cm ⁻¹	3 : 525.75 cm ⁻¹	74 : 3609.96
69 : 3609.96 cm ⁻¹	4 : 1232.25 cm ⁻¹	4 : 668.48 cm ⁻¹	cm ⁻¹
70 : 3613.55 cm ⁻¹	5 : 1339.84 cm ⁻¹	5 : 823.41 cm ⁻¹	75 : 3613.55
71 : 3620.00 cm ⁻¹	6 : 1374.27 cm ⁻¹	6 : 965.43 cm ⁻¹	cm ⁻¹
72 : 3629.33 cm ⁻¹	7 : 1387.89 cm ⁻¹	7 : 1017.79 cm ⁻¹	76 : 3629.33
	8 : 1395.07 cm ⁻¹	8 : 1076.60 cm ⁻¹	cm ⁻¹
	9 : 1405.11 cm ⁻¹	9 : 1112.47	77 : 3650.84
	10 : 1419.45 cm ⁻¹	10 : 1144.74 cm ⁻¹	cm ⁻¹

Résultats Et Discussion

			78 : 3675.95 cm ⁻¹
			79 : 3735.48 cm ⁻¹
			80 : 3745.52 ⁻¹
			81:3752.69cm ⁻¹
			82:3821.55cm ⁻¹

-Bandes d'absorption et Groupes fonctionnels.

Les bandes d'absorption dans les spectres IR sont caractéristiques des différents groupes fonctionnels présents dans les molécules du kaki, voici les bandes les plus présentes dans nos échantillons et en quoi elles font références :

Bande à ~3300 cm⁻¹ (O-H) :

Les groupes fonctionnels : Alcools, acides carboxyliques, et autres composés contenant des groupes hydroxyle (OH). La présence de cette bande indique la présence de liaisons hydrogène et d'hydroxylation dans la molécule.

Bande à ~2900 cm⁻¹ (C-H) :

Les groupes fonctionnels : Alcanes et groupes alkyles, elle est typique des liaisons carbone-hydrogène (CH) dans les molécules hydrocarbonées

Bande à ~1700 cm⁻¹ (C=O) :

Les groupe Fonctionnels : Cétones, aldéhydes, acides carboxyliques. Cette bande est associée aux liaisons doubles carbone-oxygène (C=O) dans ces types de composés

Bande à ~1600 cm⁻¹ (C=C) :

Résultats Et Discussion

Les groupes fonctionnels : Alcènes et composés aromatiques. La présence de cette bande indique la présence de liaisons doubles carbone-carbone (C=C), typiques des structures aromatiques et insaturées.

Bande à $\sim 1400\text{ cm}^{-1}$ (C-H) :

Les groupes fonctionnels : Alcanes et composés aromatiques. Cette bande est due au pliage des liaisons carbone-hydrogène (CH) dans les molécules

Bande à $\sim 1100\text{ cm}^{-1}$ (C-O) :

Les groupes fonctionnels : Alcools, esters, éthers, la présence de cette bande est caractéristique des liaisons carbone-oxygène (C-O) dans ces types de composés.

Des variations importantes dans les compositions chimiques des échantillons de peau acide, de peau éthanol séchée, de pulpe éthanol séchée et de pectine sont observées lors de l'analyse des spectres infrarouges. La bande de la peau acide est de $\sim 3300\text{ cm}^{-1}$, ce qui indique des groupes hydroxyle (OH), tandis que la bande de la peau éthanol séchée est de $\sim 2900\text{ cm}^{-1}$, ce qui indique les liaisons CH des alcanes. Avec une bande de $\sim 1700\text{ cm}^{-1}$, Une bande à $\sim 1600\text{ cm}^{-1}$ est observée dans la pulpe éthanol séchée, ce qui indique les liaisons C=C des structures aromatiques. Des bandes de $\sim 1400\text{ cm}^{-1}$ et $\sim 1100\text{ cm}^{-1}$, observées dans différents échantillons, indiquent respectivement des liaisons CH et CO. En résumé, chaque échantillon possède des zones d'absorption particulières qui mettent en évidence des disparités significatives dans leurs compositions chimiques et structures moléculaires, ce qui pourrait avoir un impact sur leurs propriétés et leurs applications. Ces variations soulignent l'effet des traitements chimiques (acidification, séchage à l'éthanol) sur la composition chimique des échantillons, ce qui entraîne des changements dans leurs caractéristiques fonctionnelles.

D'après Les résultats de l'analyse par spectroscopie infrarouge de la pectine présente dans les parois du kaki réalisée par (Cui et al., 2023)

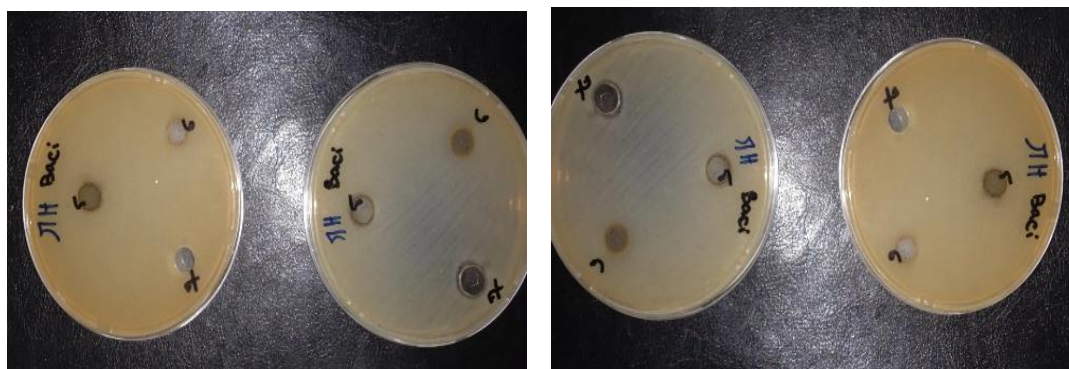
Résultats Et Discussion

Ont révélé plusieurs caractéristiques distinctes. Les vibrations d'étirement O-H à 3402 cm^{-1} et les vibrations par déformation O-H à 2942 cm^{-1} , typiques des polysaccharides, étaient présentes. Des pics d'absorbance forts et caractéristiques ont été observés à environ 1441 cm^{-1} , 1616 cm^{-1} et 1745 cm^{-1} , indiquant une haute teneur en acide uronique dans PPP-2. Un signal à 1238 cm^{-1} correspondant aux groupes acétyle était également détecté. Les absorptions nettes à 1103 cm^{-1} et 1017 cm^{-1} ont été attribuées aux liaisons C-O-H et C-O du pyranose respectivement

13.5 Évaluation de l'activité antibactérienne

Les extraits de peau et la pulpe de kaki ont été évalués par la méthode de diffusion en milieu gélose, permettant de déterminer leur efficacité à inhiber la croissance bactérienne. Cette analyse fournit des informations précieuses sur leur potentiel antibactérien. Dans le cadre de cette évaluation, les diamètres des zones d'inhibition formées autour des disques imprégnés des extraits (peau et pulpe de kaki) ont été mesurés contre les souches bactériennes *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 14579.

Les diamètres des zones d'inhibition ont été mesurés pour évaluer l'activité antibactérienne des échantillons, la figure 25 représente les zones d'inhibition obtenu pour les deux bactéries



Figures 18. Zones d'inhibitions des souches bactériennes *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Bacillus cereus* ATCC 14579

Résultats Et Discussion

Le tableau ci-dessous présente ces résultats, indiquant l'effet inhibiteur des échantillons sur les différentes souches bactériennes testées

Table 07 Diamètres des zones d'inhibitions(cm) enregistrés vis-à-vis des bactérie testées.

Échantillons	Souches	
	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Bacillus cereus</i>
Extrait éthanolique de la pulpe du kaki concentré au SpeedVac	0.2cm	0.4cm
Extrait éthanolique de la pulpe du kaki concentré au SpeedVac	0.2cm	0.2cm
Extrait éthanolique de la peau du kaki concentré au SpeedVac	-	-
Extrait éthanolique de la peau du kaki concentré au SpeedVac	-	0.2

Les résultats montrent que les extraits éthanoliques de la pulpe de kaki concentrés au Speed Vác ont inhibé la croissance de *Staphylococcus aureus* avec des diamètres de zones d'inhibition de 0,2 cm dans les deux échantillons testés. Pour *Bacillus cereus*, les zones d'inhibition mesurées étaient de 0,4 cm dans le premier échantillon et de 0,2 cm dans le second. En revanche, les extraits éthanoliques de la peau de kaki concentrés au Speed Vác n'ont montré aucune inhibition contre *Staphylococcus aureus* dans les deux échantillons testés. Concernant *Bacillus cereus*, aucune inhibition n'a été observée dans le premier échantillon, tandis qu'une zone d'inhibition de 0,2 cm a été mesurée dans le second échantillon.

Résultats Et Discussion

Ces résultats suggèrent que les extraits de la peau et la pulpe de kaki possèdent un potentiel antibactérien très faible, mais leur efficacité varie en fonction de la bactérie ciblée et des caractéristiques spécifiques de chaque échantillon.

Il est essentiel de mener des recherches supplémentaires pour identifier les composés actifs responsables de cette activité et améliorer les conditions d'extraction et de préparation afin d'optimiser l'efficacité antibactérienne des produits dérivés du kaki.

CONCLUSION

References Bibliographiques

Le présent travail a porté sur l'évaluation des propriétés bioactives du kaki (*Diospyros kaki*), mettant en évidence son potentiel thérapeutique et industriel. Les analyses ont révélé que le kaki est une source riche en polyphénols et en acides phénoliques, lui conférant des propriétés antioxydantes remarquables. L'évaluation de l'activité antioxydante a démontré une relation dose-dépendante entre la concentration de polyphénols et l'inhibition du radical DPPH. Les résultats indiquent qu'à des concentrations relativement faibles, les polyphénols exercent une inhibition significative, et que cette inhibition augmente progressivement avec la concentration. Cependant, les extraits ont montré une activité antibactérienne limitée contre les souches bactériennes testées. Les analyses par spectroscopie infrarouge ont permis d'identifier des groupes fonctionnels clés dans chaque type d'extrait.

Les résultats obtenus confirment que le kaki est une source précieuse de biomolécules aux multiples bienfaits pour la santé humaine, notamment dans la prévention et le traitement des maladies. La richesse en composés phénoliques et ainsi les propriétés antioxydantes du kaki, ouvrent de nouvelles perspectives pour son utilisation dans divers domaines.

De plus, l'intégration de ces composés naturels dans des produits industriels pourrait contribuer à la création de solutions plus durables et écologiques, répondant ainsi aux besoins croissants de la société pour des alternatives naturelles et respectueuses de l'environnement.

**Références
Bibliographiques**

References Bibliographiques

- Akyildiz, I. F., Su, W., Sankarasubramaniam, Y., & Cayirci, E.** (2002). A survey on sensor networks. *IEEE Communications Magazine*, 40(8), 102-114.
- Akter, M. S., Ahmed, M., & Eun, J. B.** (2010). Composants des fibres alimentaires, activités antioxydantes et propriétés hydratantes du kaki mûr (*Diospyros kaki* L. cv. Daebong) poudres de peeling affectées par différents traitements de lavage. *Journal International des Sciences et Technologies Alimentaires*, 45, 1464-1471.
- Balouri, M., Sadiki, M., & Ibnsouda, S. K.** (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71-79. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2015.11.005>
- Bordiga, M., Travaglia, F., Giuffrida, D., Mangraviti, D., Rigano, F., & Mondello, L.** (2019). Caractérisation des proanthocyanidines et des caroténoïdes de la peau et de la pulpe pendant la maturation du kaki « Kaki Tipo » Cv, cultivé en Italie. *Food Research International*, 120, 800-809. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.11.041>
- Bravo, L.** (1998). Polyphénols : chimie, sources alimentaires, métabolisme et importance nutritionnelle. *Avis Nutritionnels*, 56(11), 317-333.
- Butt, M. S., Sultan, M. T., Aziz, M., Naz, A., Ahmed, W., Kumar, N., & Imran, M.** (2015). Persimmon (*Diospyros kaki*) fruit: Hidden phytochemicals and health claims. *EXCLI Journal*, 14, 542-561. <https://doi.org/10.17179/excli2015-159>
- Britton, G.** (1995). Carotenoids in Fruits: Properties and Health Effects. *Academic Press*.
- Chen, X., Fan, J., Yue, X., Wu, X., & Li, L.** (2008). Activité de piégeage des radicaux et composés phénoliques dans le kaki (*Diospyros kaki* L. cv. Mopan). *Journal of Food Science*, 73, C24-C28.
- Chitarra, M. I. F., & Chitarra, A. B.** (2005). Post-récolte des fruits et légumes : physiologie et manipulation. *ESAL/FAEPE: Lavras*.
- Choudhary, R., Singh, A., Upadhyay, A., Singh, R., Thangalakshmi, S., Dar, A. H., Bajpai, V. K., & Shukla, S.** (2022). Exotic god fruit, persimmon (*Diospyros kaki*): Pharmacological importance and human health aspects. *eFood*, 4, e52. <https://doi.org/10.1002/efd2.52>
- Choudhary, R., Singh, J., & Rana, A.** (2022). Health Benefits of Catechins in *Diospyros kaki*: A Review. *Journal of Food Science and Nutrition*, 64(8), 1025-1033.

References Bibliographiques

- Dalvi, L. T., Moreira, D. C., Alonso, A., de Avellar, I. G. J., & Hermes-Lima, M.** (2018). Antioxidant activity and mechanism of commercial Rama Forte persimmon fruits (*Diospyros kaki*). *PeerJ*, 6, e5223. <https://doi.org/10.7717/peerj.5223>
- Daniel, A., Méndez, I., Falcó, A., Martínez-Abad, G., Sánchez, G., López-Rubio, A., & Fabra, M. J.** (2023). Sustainable bioactive pectin-based films to improve fruit safety via a circular economy approach. *Food Hydrocolloids*, 137, 108327. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108327>
- Direito, R., Rocha, J., Sépodes, B., & Eduardo-Figueira, M.** (2021). *Diospyros kaki* L. (Persimmon): Profil phytochimique et impact sur la santé des nouvelles perspectives des produits et de la valorisation des déchets. *Nutrients*, 13, 3283. <https://doi.org/10.3390/nu13093283>
- EVREINOFF.** (1948). Le Plaqueminier du Japon (Kaki) [Review of Le Plaquemine du Japon (Kaki), par F. Drouet]. *Fruits d'Outre-Mer*, 3(4), 124 à 132.
- FAOSTAT.** (2020). Base de données statistiques de la FAO. Organisation pour l'alimentation et l'agriculture. Retrieved from <http://faostat.fao.org>.
- Gerbeaud.** (2024, May 16). Kaki. Retrieved from <https://www.gerbeaud.com/fruit-legume-de-saison/kaki-fruit.php>.
- González, C. M., Gil, R., Moraga, G., & Salvador, A.** (2021). Séchage naturel de Kaki astringent et non astringent "Rojo Brillante". Cinétique de séchage et propriétés physico-chimiques. *Food*, 10, 647-712. <https://doi.org/10.3390/foods1003064>.
- Hosseini Nejad, S., González, C. M., Hernando, I., & Moraga, G.** (2022). Valorisation du fruit du kaki à travers le développement de nouveaux produits alimentaires. *Frontiers in Food Science and Technology*, 2, 914952. <https://doi.org/10.3389/frfst.2022.914952>.
- Jung, S. T., Park, Y. S., Zachwieja, Z., Folta, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Katrich, E., Trakhtenberg, S., & Gorinstein, S.** (2005). Some essential phytochemicals and the antioxidant potential in fresh and dried persimmon (*Diospyros kaki* L.) and their toxicity assessment: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 56(2), 105-113. <https://doi.org/10.1080/09637480500081571>.
- Katsube, T., Tabata, H., Ohta, Y., Yamasaki, Y., Anuurad, E., Shiwaku, K., & Yamane, Y.** (2004). Screening for antioxidant activity in edible plant products: Comparison of low-density lipoprotein oxidation assay, DPPH radical scavenging assay, and Folin-Ciocalteu assay. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 2391-2396.
- Kurt, A., & Kaya, E.** (2020). Medical and cosmetic applications of pal of traditional and complementary medicine research. *Journal of Traditional and Complementary Medicine Research*, 1(3), 162-176.

References Bibliographiques

- Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. Á., Moscaritolo, S., Fernández-López, J., Sacchetti, G., & Viuda-Martos, M.** (2021). Évaluation de la bioaccessibilité des polyphénols et de la cinétique de la digestion de l'amidon des spaghettis avec des coproduits de farines de kaki (*Diospyros kaki*) au cours de la digestion gastro-intestinale in vitro. *Food Chemistry*, 338, 128142.
- Makhzangy, A. El, & al.** (2023). Chemical and bioactive composition in persimmon (*Diospyros kaki*) fruits. *Mathews Journal of Nutrition & Dietetics*, 6(2), 23-36.
- Matheus, J. R. V., Andrade, C. J., Miyahira, R. F., & Fai, A. E. C.** (2020). Kaki (*Diospyros Kaki* L.) : propriétés chimiques, composés bioactifs et utilisation potentielle dans le développement de nouveaux produits - Une revue. *Food Reviews International*, 38, 384-401. <https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1733597>.
- Méndez, D. A., Falcó, I., Martínez-Abad, A., Sánchez, G., López-Rubio, A., & Fabra, M. J.** (2023). Sustainable bioactive pectin-based films to improve fruit safety via a circular economy approach. *Food Hydrocolloids*, 137, 108327. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108327>.
- Novillo, C., Fernandez, A., & Martinez, R.** (2015). Carotenoid Profile in Ten Varieties of Persimmon (*Diospyros kaki*). *Food Chemistry*, 178, 129-137.
- Ozen, A., Colak, A., Dincer, B., & Güner, S.** (2004). Une diphénolase issue des fruits de kaki (*Diospyros kaki* L., Ebenacées). *Food Chemistry*, 85(3), 431-437.
- Park, S. J., Shin, H. S., & Chung, M. S.** (2022). L'activité antioxydante et le contenu de phénol de la peau et de la pulpe de kaki. *Food Science and Biotechnology*, 31, 128-134.
- Puértolas, E., & Martínez de Marañón, I.** (2015). Microbial inactivation and shelf life extension of persimmon juice by pulsed electric fields. *Journal of Food Engineering*, 145, 59-66.
- Rattanabunta, K., Eikboon, S., & Pintathong, P.** (2022). Formulation of persimmon (*Diospyros Kaki*) wine and evaluation of its antioxidant activity. *International Food Research Journal*, 30(1), 139-147.
- Saleem, M. S., Ejaz, S., Anjum, M. A., Ali, S., Hussain, S., Ercisli, S., Ilhan, G., Marc, R. A., Skrovankova, S., & Mlcek, J.** (2022). Improvement of Postharvest Quality and Bioactive Compounds Content of Persimmon Fruits after Hydrocolloid-Based Edible Coating Application. *Horticulturae*, 8, 1045. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8111045>.
- Sentandreu, E., Cerdán-Calero, M., & Navarro, J. L.** (2015). Metabolite profiling of pigments from acid-hydrolysed persimmon (*Diospyros kaki*) extracts by HPLC-

References Bibliographiques

DAD/ESI-MSⁿ analysis. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.10.010>.

Shin, T., & Kim, K. H. (2020). Extraction optimisée de composés phénoliques totaux à partir de kaki (*Diospyros Kaki*) et évaluation de leur activité antioxydante. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*, 63(2), 165-175.

Slinkard, K., & Singleton, V. L. (1977). Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), 49-55.

Spinola, V., & Pinto, J. M. (2017). Characterization of *Pimpinella anisum* fruits: Nutritional, phytochemical composition and bioactivity. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3), 1603-1610. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9538-2>.

TSA Media. (2021, December 18). Le kaki, les bienfaits de ce fruit exotique cultivé en Algérie. TSA. Retrieved from <https://www.tsa-algerie.com/le-kaki-les-bienfaits-de-ce-fruit-exotique-cultive-en-algerie/>.

U.S. National Library of Medicine. (2023). Medline Plus. Retrieved from <https://medlineplus.gov/ency/article/002305.htm>.

Yu, C. H., Wu, Q. S., Chen, S. S., & Wang, R. J. (2012). Antioxidant properties of the ethyl acetate extract from immature persimmon (*Diospyros kaki* L.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(6), 1020-1025.

Zhang, H., & Chang, Q. X. (2008). Antioxidant activities and main chemical components of different sections of persimmon leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17), 8269-8274.