

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة سعد دحلب البلدية 1

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahlab Blida-1



Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie

Mémoire de Master

Spécialité : Biochimie

**Développement d'une formulation filmogène pour la conservation des
aliments à base d'extraits de plantes : *Oléa europea*, *Punica granatum* et
Moringa oleifera.**

Par

ELMAIZI Merouane Abderezak
CHIKH Sid ahmed

Devant le jury compose de :

Mme HAMZI.W	Maitre de conférences A	USDB1	Présidente
Mme Tobal.S	Maitre Assistant A	USDB1	Examinatrice
Mr Nait Bachir.Y	Maitre de conférences A	USDB1	Promoteur

Soutenu le 13/07/2025

2024-2025

Résumé

Face aux pertes massives de denrées alimentaires fraîches, aggravées par les limites des conservateurs synthétiques en matière de sécurité sanitaire et environnementale, cette étude évalue le potentiel de trois extraits végétaux (*Olea europaea*, *Punica granatum* et *Moringa oleifera*) et de leurs mélanges comme agents bioactifs pour le développement d'une formulation naturelle destinée à prolonger la durée de conservation des aliments.

Les extraits aqueux sont caractérisés pour leur teneur en polyphénols totaux (méthode de Folin-Ciocalteu), leur activité antioxydante (test DPPH) et leur activité antimicrobienne (méthodes de diffusion sur disque et détermination de la CMI).

L'extrait de *Punica granatum* a montré la plus forte activité antioxydante ($CI_{50} = 0,036$ mg/mL), suivi de *Olea europaea* (0,42 mg/mL) et *Moringa oleifera* (0,59 mg/mL). Des effets synergiques ($CI < 1$) ont été observés dans les mélanges *Punica* + *Moringa*, *Moringa* + *Olea* et *Punica* + *Olea* + *Moringa*, suggérant une complémentarité biochimique entre les extraits.

La teneur en polyphénols totaux, corrélée à l'activité antioxydante, met en évidence le rôle central de ces composés. L'analyse HPLC a révélé des différences notables en acide gallique : 34,395 mg/g dans *Punica*, 1,838 mg/g dans *Moringa*, et absence détectée dans *Olea*.

L'activité antimicrobienne, particulièrement marquée pour *Punica granatum*, confirme l'intérêt de ces extraits comme alternatives naturelles et durables dans la formulation de films protecteurs pour la conservation des aliments.

Ces résultats ouvrent la voie à des solutions innovantes conciliant efficacité, sécurité et respect de l'environnement.

Mots clés : *Punica granatum*, *Olea europaea*, *Moringa oleifera*, synergie, conservation alimentaire, activité antioxydante, activité antimicrobienne.

Abstract

Faced with massive losses of fresh food, worsened by the limitations of synthetic preservatives in terms of health and environmental safety, this study evaluates the potential of three plant extracts (*Olea europaea*, *Punica granatum*, and *Moringa oleifera*) and their mixtures as bioactive agents for the development of a natural formulation aimed at extending the shelf life of food.

The aqueous extracts were characterized by their total polyphenol content (Folin-Ciocalteu method), antioxidant activity (DPPH test), and antimicrobial activity (disc diffusion method and MIC determination).

The extract of *Punica granatum* showed the highest antioxidant activity ($IC_{50} = 0.036$ mg/mL), followed by *Olea europaea* (0.42 mg/mL) and *Moringa oleifera* (0.59 mg/mL). Synergistic effects ($CI < 1$) were observed in the mixtures *Punica* + *Moringa*, *Moringa* + *Olea*, and *Punica* + *Moringa* + *Olea*, suggesting biochemical complementarity between the extracts.

The total polyphenol content, correlated with antioxidant activity, highlights the central role of these compounds. HPLC analysis revealed notable differences in gallic acid: 34.395 mg/g in *Punica*, 1.838 mg/g in *Moringa*, and undetected in *Olea*.

The antimicrobial activity, particularly significant for *Punica granatum*, confirms the interest in these extracts as natural and sustainable alternatives in the formulation of protective films for food preservation.

These results pave the way for innovative solutions that combine effectiveness, safety, and environmental respect.

Keywords: *Punica granatum*, *Olea europaea*, *Moringa oleifera*, synergy, food preservation, antioxidant activity, antimicrobial activity.

ملخص

في مواجهة الخسائر الكبيرة في المواد الغذائية الطازجة، والتي تفاقمت بسبب قيود المواد الحافظة الاصطناعية فيما يتعلق بالسلامة الصحية والبيئية، تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إمكانية استخدام ثلاثة مستخلصات نباتية؛ : (*Olea europaea*)، (*Punica granatum*)، و (*Moringa oleifera*) ومزائجها كعوامل نشطة بيولوجياً لتطوير تركيبة طبيعية تهدف إلى إطالة مدة حفظ الأغذية

تم توصيف المستخلصات المائية من خلال تحديد محتواها الكلي من البوليفينولات) باستخدام طريقة (Folin-Ciocalteu) ونشاطها المضاد للأكسدة) اختبار (DPPH ، ونشاطها المضاد للميكروبات) باستخدام طريقة الانتشار على الأقراص وتحديد التركيز المثبط الأدنى (MIC).

أظهر مستخلص *Punica granatum* أعلى نشاط مضاد للأكسدة ($IC_{50} = 0.036$ ملغم/مل، يليه *Olea europaea* (0.42 ملغم/مل) ثم *Moringa oleifera* (0.59 ملغم/مل). لوحظت تأثيرات تآزرية ($CI < 1$) في المزائج *Punica + Moringa + Olea*، *Moringa + Olea*، و *Punica + Moringa + Olea*، مما يشير إلى وجود تكامل بيوكيميائي بين هذه المستخلصات.

يسلط محتوى البوليفينولات الكلي، المرتبط بالنشاط المضاد للأكسدة، الضوء على الدور المركزي لهذه المركبات. كشفت تحاليل HPLC عن اختلافات ملحوظة في محتوى حمض الغاليك: 34.395 ملغم/غ في *Punica*، 1.838 ملغم/غ في *Moringa*، ولم يتم اكتشافه في *Olea*.

يؤكد النشاط المضاد للميكروبات، خصوصاً لمستخلص *Punica granatum*، على أهمية هذه المستخلصات كبديل طبيعي ومستدامة في تركيبات الأفلام الواقية لحفظ الأغذية.

تمهد هذه النتائج الطريق لحلول مبتكرة تجمع بين الفعالية والسلامة واحترام البيئة.

الكلمات المفتاحية: *Punica granatum*، *Olea europaea*، *Moringa oleifera*، التآزر، حفظ الأغذية، النشاط المضاد للأكسدة، النشاط المضاد للميكروبات.

Remercîments

بسم الله الرحمن الرحيم
و الصلاة و السلام على اشرف الخلق محمد و على آله و صحبه أجمعين

Nous remercions d'abord ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience durant ces longues années d'études.

Nous tenons à témoigner notre profonde gratitude, et adresser nos sincères remerciements à notre encadreur le docteur :

Mr. Nait Bachir Yacine qui a accepté de diriger ce travail, et de le suivre avec beaucoup de rigueur. Merci pour ses précieux conseils, ses efforts, son savoir, sa confiance, et son soutien.

Nous souhaitons également remercier les membres du jury Mme Hamzi wahiba et Mme Tobal salima pour l'intérêt qu'ils ont porté à nos travaux en acceptant d'examiner notre mémoire et de l'enrichir par leurs propositions

Nous remercions l'ingénieur de laboratoire d'analyse N°107 de faculté de Science vétérinaire Mr pour le temps qu'elle a consacré pour nous.

Nous remercions tout spécialement l'ensemble des doctorants :

Mme Slamani mounira et Mme Touzout soraya, qui nous ont apporté leur aide par leur compétence. Nous leurs souhaitons un avenir plein de succès.

Nous remercions Mr Said otmani Faycel et Mme ghالياoui Noura attachés au niveau du CRAPC, pour leur aide.

Nous remercions Mme Bellaoueur Ibtissem attaché au niveau du CRAPC Ouergla, pour son aide

Enfin nous remercions toutes les personnes qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail.

Dédicace

À ceux qui m'ont guidé dans l'ombre

Inspiré dans le silence

&

Soutenu dans l'épreuve.

Ce travail est un fruit que je dédie
aux racines de mon cœur.

Nous dédions ce travail à

Merouane Abderezak

الحمد لله الذي لا يخيب من شكره ولا ينسى من ذكره, الحمد لله الذي تواضع كل شيء لعظمته وذل كل شيء لعزته و خضع كل شيء لملكه, اللهم لك الحمد حمد الشاكرين و لك الحمد حمد الذاكرين و سبحان الله تسبيح العارفين. اللهم لك الحمد حتى ترضى ولك الحمد اذا رضيت و لك الحمد بعد الرضى.

*À la mémoire de ma chère mère,
ton amour continue de m'accompagner à chaque étape, même en ton absence. Puisse Allah
t'accorder sa miséricorde infinie et t'accueillir dans Son vaste paradis.*

*Aucune dédicace ne serait exprimée mon respect, mon amour éternel et ma reconnaissance
pour mon Père ELMAIZI Abdelaziz.*

À ma unique et adorable tante Benmahdjoub Kaouther.

À mes sœurs Gouiz Racha, Gouiz Sara

À mon frère Gouiz Samy

À mes chers Tantes Benmahdjoub Safa, Benmahdjoub Hadjer

*À mon binôme et mon frère CHIKH Sid ahmed pour tous les moments inoubliables qu'on a
passés ensemble pendant ces cinq ans, très heureux de partager avec toi cet humble travail, tu
étais brillant.*

*À mes meilleures amies, pour l'amitié qui nous a unies et les souvenirs de tous les moments
que nous avons passés ensemble, je vous dédie ce travail et je vous souhaite une vie pleine de
santé et de bonheur, mes chères amies : Ramoul Yasser, Kebbal Malek, Benabderrahman
Hocine*

*À tous mes amies et toutes les personnes qui me sont chères. Et une grande dédicace À toutes
mes amies de la promotion Biochimie 2024/2025.*

Sid ahmed

Avec un énorme plaisir. Un cœur ouvert et une immense joie

*Je dédie ce travail tout d'abord à mes chers et magnifiques
parents. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma
considération et mes profonds sentiments envers eux.*

*A mon frère Mohamed et a toute la
famille.*

A tous mes amis surtout : ELMAIZI Merouane Abderezak, Ramoul Yasser

A toutes mes camarades de promotion

A tous ceux que j'ai oubliés de citer

Liste des abréviations

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

UAE : Extraction assistée par ultrasons

ASE : Extraction accélérée par solvants

HPLC : Chromatographie liquide à haute performance

GC : Chromatographie en phase gazeuse

LC : Chromatographie liquide

MS : Spectrométrie de masse

TBARS : Substances réactives à l'acide thiobarbiturique

ROS : Espèces réactives de l'oxygène

GSH : Glutathion réduit

SOD : Superoxyde dismutase

GPx : Glutathion peroxidase

Nrf-2 : Nuclear factor (erythroid-derived 2)-like 2

P : *Punica granatum*

O : *Olea europaea*

M : *Moringa oleifera*

OP : Mélange de (*Olea europaea* + *Punica granatum*)

OM : Mélange de (*Olea europaea* + *Moringa oleifera*)

OPM : Mélange de (*Olea europaea* + *Punica granatum* + *Moringa oleifera*)

AA% : Pourcentage d'activité antioxydante.

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

CMB : Concentration Minimale Bactérienne

CMF : Concentration Minimale Fungique

MH : Muller Hinton

R% : Pourcentage de rendement

CI 50 : Concentration inhibitrice de 50%.

IC : Indice de combinaison.

DAD : Détecteur à Réseau de Diodes

Liste des Figures

Figure 1.1: Principales familles phytochimiques.....	5
Figure 1.2 : Structure chimique des principaux chénotypes contenus dans les huiles essentielles.....	8
Figure 2.1 : Feuilles, fleurs et fruit de <i>Punica granatum</i>	16
Figure 2.2 : Fleurs de <i>Moringa oleifera</i>	19
Figure 2.3 : Arbre d'olivier « <i>Olea europaea</i> ».....	21
Figure 3.1 : Pesée des trois plantes.....	24
Figure 3.2 : Macération.....	25
Figure 3.3 : Système de filtration sous-vide à l'aide d'une pompe.....	25
Figure 3.4 : Filtration des extraits de plantes.....	25
Figure 3.5 : Dégraissage des extraits de plantes par décantation.....	26
Figure 3.6 : Schéma explicatif des étapes de Lyophilisation	26
Figure 3.7 : Lyophilisateur	27
Figure 3.8 : Spectrophotomètre UV-1601, SHIMADZU.....	29
Figure 3.9 : Diagramme de flux HPLC.....	30
Figure 3.10 : HPLC « SHIMADZU » au niveau du CRAPC	32
Figure 3.11 : Cultures in-vitro des 3 souches étudiés.....	35
Figure 3.12 : Microplaque	37
Figure 4.1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique	40
Figure 4.2 : Coloration des différentes concentrations d'acide gallique traité avec le Folin.....	40
Figure 4.3 : Dosage des polyphénols totaux des extraits étudiés	42
Figures 4.4 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Punica granatum</i> (à 254 nm).....	45
Figures 4.5 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Moringa oleifera</i> (à 254 nm).....	47
Figures 4.6 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Olea europaea</i> (à 254 nm).....	48
Figure 4.7 : Coloration des différentes concentrations de <i>Olea europaea</i> après incubation avec DPPH.....	50
Figure 4.8 : Activité antibactérienne des trois extraits de plantes (méthode de diffusion sur disque).....	52
Figure 4.9 : Activité antibactérienne des mélanges binaires et ternaire des trois extraits de plantes (méthode de diffusion sur disque).....	53

Figure 4.10 : Activité antifongique des trois extraits de plantes ainsi que de leurs mélanges binaires et ternaire (méthode de diffusion sur disque) contre <i>Botrytis cinerea</i>	56
Figure 4.11 : Observation de la croissance bactérienne dans les microplaques pour le test de CMI.....	56
Figure 4.12 : Observation de la croissance fongique dans les microplaques pour le test de CMI.....	57

Liste des tableaux

Table 2.1 : Applications des extraits de <i>Punica Granatum</i> dans la conservation alimentaire (sur deux pages consécutives).....	17
Table 2.2 : Applications des extraits de <i>Moringa oleifera</i> dans la conservation alimentaire	20
Table 2.3 : Applications des extraits de <i>Olea europaea</i> dans la conservation alimentaire (sur deux pages consécutives).....	22
Tableau 3.1 : Solutions des extraits et des mélanges	28
Tableau 4.1 : Rendement d'extraction des extraits aqueux des plantes.....	39
Tableau 4.2 : Résultats des dosages des polyphénols totaux	41
Tableau 4.3 : Composition chimique des extraits de plantes par HPLC-UV/DAD	43
Table 4.4 : Valeurs de l'activité antioxydante (CI 50) pour les sept échantillons et valeurs des indices de combinaison	50
Tableau 4.5 : Résultats de l'activité antibactérienne (méthode de diffusion sur disque).....	54
Tableau 4.6 : Résultats de l'activité antimicrobienne (méthode de diffusion sur disque).....	56
Tableau 4.7 : Résultats de l'activité antimicrobienne (méthode des CMI/CMB et CMI/CMF).....	57

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre I : Les substances naturels et les aliments frais.

1.1. Les aliments frais.....	4
1.1.1. Définition.....	4
1.1.2. Classification.....	4
1.1.3 Intérêt commercial.....	4
1.2. Les plantes pour la conservation des aliments.....	4
1.2.1. Comment utiliser les plantes pour la conservation des aliments frais.....	4
1.2.1.1. Les plantes fraîches.....	4
1.2.1.2. Les plantes sèche.....	4
1.2.1.3. Les extraits de plantes et les molécules isolées.....	5
1.2.1.3.1. Les extraits de plantes.....	5
1.2.1.3.2 Les molécules isolées.....	5
1.3. Procédés de préparation des extraits.....	7
1.3.1. Extraction des molécules volatiles.....	7
1.3.1.1. Procédés conventionnels.....	8
1.3.2. Extraction des molécules non-volatiles.....	8
1.3.2.1. Procédés conventionnels.....	8
1.3.3. Procédés d'extraction innovants.....	9
1.4. Détermination de la composition des extraits.....	9
1.4.1. Identification par les tests phytochimiques.....	9
1.4.2. Dosages des principales familles phytochimiques.....	10
1.4.3 Séparation et identification par chromatographie.....	10
1.4.3.1. CPG et GC/MS pour les composés volatiles.....	10
1.4.3.2. HPLC ou LC/MS/MS pour les composés non volatils.....	11
1.5. Evaluation de l'efficacité des extraits de plantes sur les aliments frais.....	11
1.5.1. Méthodologie générale.....	11
1.5.2. Méthodes utilisées pour évaluer la conservation des aliments.....	11

1.6. Mécanismes d'action des extraits de plantes pour la conservation des aliments frais.....	12
1.6.1. Les mécanismes antimicrobiens.....	12
1.6.2. Les mécanismes antioxydants.....	12
1.6.2.1. Piégeage des radicaux libres.....	13
1.6.2.2. Chélation des métaux de transition.....	13
1.6.2.3. Activation des enzymes antioxydants.....	13
1.6.3. Autres mécanismes.....	13
1.6.3.1. Réduction de la respiration et perte en eau.....	13
1.6.3.2. Stabilisation des anthocyanes.....	14

Chapitre II : Etat de l'art

2.1. Définition d'un état de l'art sur un sujet de l'art sur un sujet scientifique.....	14
2.2. Méthodologie de la réalisation de l'état de l'art.....	14
2.2.1. Choix de moteur de recherche.....	14
2.2.2. Choix des mots clé de la recherche.....	14
2.2.3. Détermination des caractéristiques pour sélectionner les articles pertinents.....	14
2.2.4. Sélection des articles pertinents	15
2.2.5. Lecture de synthèse des articles sélectionné et extraction des informations pertinents.....	15
2.3. Bilan de la recherche bibliographique.....	15
2.4. Résultats de l'état e l'art.....	15
2.4.1. Présentation des résultats globale.....	15
2.4.2. Sélection des plantes.....	15
2.4.3. <i>Punica granatum</i>	16
2.4.4. <i>Moringa oleifera</i>	19
2.4.5. <i>Olea europaea</i>	21

Chapitre III : Matériels et méthodes

3.1. Matériels.....	24
3.1.1. Matériel végétale.....	24
3.1.2. Produits chimiques.....	24
3.2. Méthodes.....	24

3.2.1. Extraction des molécules bioactives.....	24
3.2.1.1. Procédés de macération.....	24
3.2.1.2. Lyophilisation des extraits de plantes.....	26
3.2.1.3. Calcule des rendements.....	27
3.2.2. Préparation des solutions.....	27
3.2.2.1. Les solutions d'extraits.....	27
3.2.2.2. Solutions des mélanges d'extraits.....	27
3.2.3. Caractérisation des extraits.....	28
3.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux.....	28
3.2.3.1.1. Procédure générale.....	28
3.2.3.1.2. Préparation de la courbe d'étalonnage d'acide gallique.....	29
3.2.3.1.3. Méthode de calcul.....	29
3.2.3.2. Analyse par HPLC-UV/DAD des extraits de plantes.....	30
3.2.3.2.1. Réalisation de l'analyse.....	31
3.2.3.2.2. Exploration des chromatogrammes identification / quantification.....	32
3.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante.....	32
3.2.4.1. Procédure générale.....	33
3.2.4.1.1. Préparation des dilutions des extraits a testé.....	33
3.2.4.1.2. Préparation de solution de DPPH.....	33
3.2.4.1.3. Incubation des extraits avec le réactif DPPH.....	34
3.2.4.1.4. Méthode de calcul.....	34
3.2.4.2. Evaluation de la CI 50.....	34
3.2.4.2.1. Calcule de la CI 50.....	34
3.2.4.2.2. Calcule de l'indice de combinaison.....	34
3.2.5. Activité antimicrobienne.....	35
3.2.5.1. Les souches sélectionnées.....	35
3.2.5.2. Préparation des inoculums.....	36
3.2.5.3. Méthodes de diffusion en puits.....	36
3.2.5.3.1. Protocole d'évaluation de l'activité antibactérienne.....	36

3.2.5.3.2. Protocole d'évaluation de l'activité antifongique.....	37
3.2.5.4. Détermination de la CMI.....	37
3.2.5.5. Détermination de la CMB/CMF.....	38
3.2.6. Etude statistique.....	38

Chapitre IV : Résultats et Discussion

4.1. Préparation des extraits.....	39
4.2. Dosage des polyphénols totaux.....	39
4.3. Analyse HPLC-UV/DAD des extraits.....	43
4.3.1. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Punica granatum</i>	45
4.3.2. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Moringa oleifera</i>	46
4.3.3. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de <i>Olea europaea</i>	48
4.4. Evaluation de l'activité antioxydante.....	49
4.5. Evaluation de l'activité antimicrobienne par la méthode de disque.....	51
4.5.1. Activité antibactérienne.....	51
4.5.2. Activité antifongique.....	55
4.6. Evaluation des CMI/CMB et CMI/CMF.....	56
4.7. Discussion de la sélection des substances végétales pour la formulation.....	58
Conclusion et Perspectives.....	60

Références Bibliographiques

Introduction Générale

Chaque année, environ 1,3 milliard de tonnes de nourriture sont perdues ou gaspillées, soit près de 33 % de la production alimentaire mondiale destinée à la consommation humaine (FAO, 2011). Ce phénomène concerne en particulier les denrées fraîches comme les fruits, légumes, viandes et produits laitiers, qui sont les plus sensibles à la détérioration en raison de leur faible durée de conservation (FAO, 2019).

Sur le plan économique, le coût global de ces pertes est estimé à 940 milliards de dollars par an (FAO, 2014). Cela représente un immense gaspillage de ressources agricoles, d'énergie, de main-d'œuvre et de capital. Ce sont des revenus perdus pour les agriculteurs, des charges inutiles pour les gouvernements et une inefficacité globale des systèmes alimentaires mondiaux.

Sur le plan environnemental, les pertes alimentaires sont responsables de l'émission de 3,3 gigatonnes de gaz à effet de serre par an, ce qui fait des pertes alimentaires le troisième plus grand émetteur mondial, derrière la Chine et les États-Unis, si elles étaient un pays (FAO, 2013). Elles entraînent aussi une consommation inutile de 250 km³ d'eau par an, soit l'équivalent de 3 fois le lac Léman, la moitié du fleuve du Nil ou encore l'équivalent de près de 200 fois la capacité du barrage de Beni Haroun, le plus grand réservoir d'eau en Algérie, et utilisent inutilement près de 1,4 milliard d'hectares de terres agricoles (FAO, 2013).

Mais c'est surtout sur le plan humain et social que l'ampleur de cette crise devient intolérable. Selon le Programme alimentaire mondial (PAM, 2023), plus de 783 millions de personnes souffrent de la faim dans le monde, alors que des quantités massives de nourriture parfaitement comestible sont jetées chaque jour. En Afrique, en Asie et en Amérique latine, la déperdition alimentaire entraîne des conséquences dramatiques pour des millions de familles rurales. Des enfants meurent de malnutrition, pendant qu'ailleurs, les supermarchés éliminent des produits encore consommables.

Réduire les pertes de denrées fraîches n'est pas une option : c'est une urgence mondiale. C'est un levier essentiel pour lutter contre la faim, préserver les ressources naturelles, réduire les émissions de gaz à effet de serre, et promouvoir une économie alimentaire plus juste et plus durable.

Investir dans des infrastructures post-récolte, améliorer les conditions de transport et de stockage, valoriser les invendus et sensibiliser les consommateurs sont des mesures essentielles à mettre en œuvre à l'échelle locale et internationale.

Au-delà des améliorations logistiques post-récolte et des campagnes de sensibilisation, la solution la plus durable et transversale réside dans le développement de nouveaux produits de conservation alimentaire, polyvalents, naturels et accessibles à tous les maillons de la chaîne alimentaire : du producteur agricole au détaillant, jusqu'au consommateur final à domicile.

Dans cette optique, notre projet s'inscrit dans une approche innovante et inclusive, visant à formuler un produit de conservation multifonctionnel à base d'extraits végétaux bioactifs, capable de prolonger la durée de vie des aliments frais, tout en assurant la sécurité microbiologique et la stabilité oxydative. Ce produit, sous forme de spray filmogène comestible ou solution de trempage, se veut simple d'usage, non toxique, économique et respectueux de l'environnement.

L'objectif est clair : offrir une solution naturelle et efficace applicable à toutes les échelles, que ce soit dans les exploitations agricoles, les marchés de gros, les points de vente ou même dans les cuisines domestiques. En développant un tel produit, nous aspirons à réduire les pertes alimentaires, valoriser les ressources végétales locales et soutenir les objectifs mondiaux de sécurité alimentaire et de durabilité. Ce projet incarne ainsi une réponse concrète, écologique et innovante aux défis actuels de la chaîne alimentaire, et ouvre la voie à une nouvelle génération de conservateurs naturels, en parfaite adéquation avec les attentes des consommateurs modernes et les exigences des marchés internationaux.

Le présent manuscrit se concentre uniquement sur la première phase du projet, à savoir la sélection des substances bioactives. La seconde phase, qui portera sur le développement de la formulation finale du produit, fera l'objet d'un deuxième manuscrit ainsi que d'une seconde soutenance, dans le cadre du lancement d'une startup innovante.

Dans cette première phase de travail, l'approche adoptée se décline selon les volets suivants : **Étape 1** : Revue de littérature sur les plantes les plus utilisées pour la conservation naturelle des aliments. **Étape 2** : Extraction et caractérisation des molécules bioactives présentes dans trois plantes sélectionnées comme candidates potentielles : *Punica granatum* (grenadier), *Olea europaea* (olivier) et *Moringa oleifera* (moringa). **Étape 3** : Évaluation des activités antioxydantes

et antimicrobiennes de ces extraits, ainsi que de leurs combinaisons, dans le but d'explorer d'éventuels effets synergiques. **Étape 4** : Sélection des extraits bioactifs les plus prometteurs à intégrer dans la formulation du futur produit conservateur naturel, qui constituera le cœur de notre projet de création d'entreprise.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I : Les substances naturels et les aliments frais

1.1. Aliments frais

1.1.1. Définition

Les aliments frais sont des produits non transformés, sans traitement thermique ou chimique qui conservent leurs propriétés nutritionnelles originales (FDA, 2020).

1.1.2. Classification

Les aliments frais incluent les aliments d'origine végétale : fruits, légumes, ou d'origine animale : viandes, poissons et produits laitiers, classés en fonction de leur vulnérabilité à la détérioration oxydative et microbiologique (Rico *et al.*, 2007).

1.1.3. Intérêt commercial

Les aliments frais, jouent un rôle crucial dans la stratégie économique des ménages agricoles, au sens où ceux-ci peuvent être écoulés sur les marchés local, national et international, ce qui génère des revenus qui sont des capitaux essentiels aux cultivateurs. Les produits des champs qui présentent une qualité régulière sont aptes à se soumettre à la mise sous contrat commercial, dont la porte est ainsi entrouverte aux revenus qui sont stabilisation et à l'assurance économique dans la durée (FDA, 2022).

1.2. Plantes pour la conservation des aliments

1.2.1. Comment utiliser les plantes pour la conservation des aliments frais ?

1.2.1.1. Plantes fraîches

Certaines plantes peuvent être utilisées directement à l'état frais (feuilles de menthe, thym, ail...etc.) pour la conservation des aliments. Leur efficacité est cependant limitée par leur instabilité et leur forte teneur en eau (Rammal *et al.*, 2024).

1.2.1.2. Plantes sèches

Certaines plantes ont longtemps été utilisées sous forme sèche pour la conservation des aliments. Par exemple, *Cymbopogon winterianus* a été séchée à l'ombre, puis broyée pour obtenir une poudre incorporée directement dans la pâte de pain. La partie aérienne séchée de sapote

(*Achras zapota*) a été transformée en poudre et ajoutée à des galettes de porc. (Kumar *et al.*, 2018). L'utilisation des plantes sous forme sèche repose sur leur efficacité (Jagtap *et al.*, 2020), leur stabilité (Kumar *et al.*, 2018), et leur simplicité d'utilisation (Rammal *et al.*, 2024).

1.2.1.3. Extraits de plantes et molécules isolées

1.2.1.3.1. Extraits de plantes

Certaines plantes sont utilisées sous forme d'extraits pour la conservation des aliments frais. Les particularités de cette forme qui lui rend utile et efficace pour être utilisée comme une méthode de conservation sont dépendantes de leur efficacité fonctionnelle, leur origine naturelle, mais aussi de leur précision. En effet, les extraits permettent une meilleure maîtrise des molécules bioactives intégrées dans les aliments à conserver. (Shi *et al.*, 2024). Leur façon d'application dépend principalement des doses habituellement employées et des effets synergiques combinés de plusieurs extraits de plantes. (Baptista *et al.*, 2020)

1.2.1.3.2. Molécules isolées

La phytochimie, ou chimie des végétaux, est une discipline qui s'intéresse à la structure, au métabolisme, aux fonctions, ainsi qu'aux méthodes d'analyse, de purification et d'extraction des substances naturelles présentes dans les plantes. En plus des métabolites primaires comme les lipides, les glucides et les protéines, ce sont surtout les métabolites secondaires qui suscitent un grand intérêt, tant sur le plan biologique car ils sont utilisés dans de nombreux domaines que sur le plan économique, étant donné leur faible concentration et leur difficulté d'obtention. Parmi les principales familles chimiques de ces métabolites secondaires, on retrouve les phénols, les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes, les saponosides et les terpènes (figure 1.1).

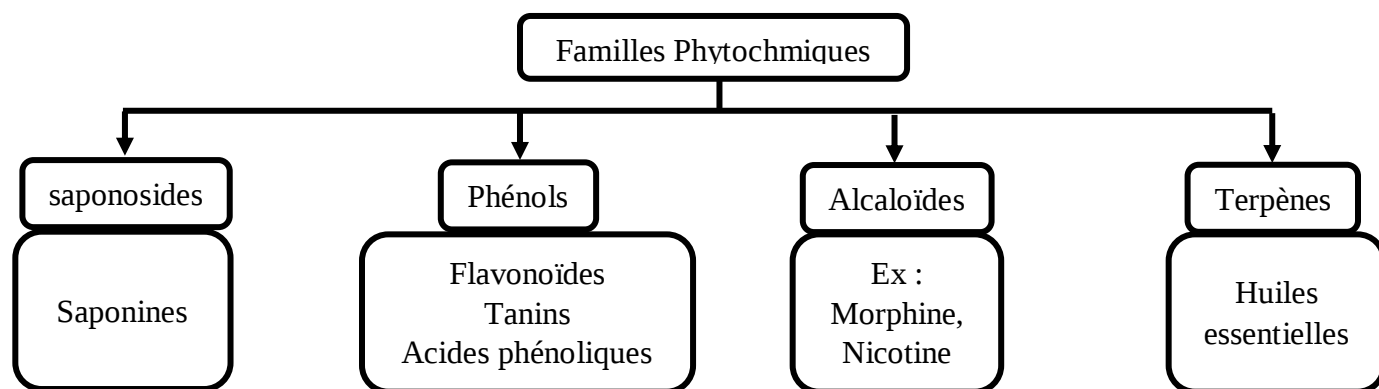


Figure 1.1: Principales familles phytochimiques. (Muthaiyan *et al.*, 2012)

Phénols : Les polyphénols sont des composés organiques contenant au moins une fonction carboxylique et un groupe hydroxyle phénolique. Ils dérivent de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique. Cette famille de molécules, très répandue dans le règne végétal, se caractérise par la présence d'au moins deux groupes phénoliques, organisés en structures plus ou moins complexes (Muthaiyan *et al.*, 2012), généralement de poids moléculaire élevé. Ces substances sont issues du métabolisme secondaire des plantes.

Tanins : Les tanins sont des composés végétaux appartenant à la famille des polyphénols, généralement hydrosolubles, et capables de précipiter les protéines, les alcaloïdes ainsi que les polysaccharides à partir de solutions aqueuses (Jamshidi *et al.*, 2009). Ce sont des substances non azotées, solubles dans l'eau, l'alcool et l'acétone, mais peu solubles dans l'éther. Ils ont une saveur astringente et la propriété commune de tanner la peau. Leur poids moléculaire varie entre 500 et 3000 KDa. Dans les plantes, les tanins se présentent sous forme de complexes appelés tannoïdes ; lorsqu'ils sont associés à des sucres, on les nomme tanosides.

Flavonoïdes : Le terme « flavonoïde », issu du latin flavus signifiant « jaune », désigne une vaste catégorie de composés naturels appartenant à la famille des polyphénols. Ces substances, considérées comme des pigments presque universels chez les végétaux, sont généralement colorées et largement répandues dans le règne végétal. On les retrouve dissoutes dans les vacuoles, sous forme d'hétérosides, presque toujours hydrosolubles. Les flavonoïdes sont responsables de la coloration des fleurs, des fruits, et parfois des feuilles (Shirsath *et al.*, 2012).

Saponosides : Les saponines sont généralement connues comme des composés non volatils et tensioactifs, présents principalement dans le règne végétal. Le terme « saponine » provient du mot latin sapo, qui signifie « savon ». En effet, les molécules de saponines forment une solution moussante lorsqu'elles sont mises dans l'eau (Khajeh *et al.*, 2004).

Alcaloïdes : Les alcaloïdes sont des substances azotées d'origine biologique, le plus souvent issues du règne végétal (elles sont rares chez les animaux). Ils contiennent systématiquement du carbone, de l'hydrogène et de l'azote, et généralement aussi de l'oxygène (certains, plus rarement, contiennent du soufre). Il s'agit donc de composés aminés naturels ayant des effets physiologiques sur l'organisme humain (Craveiro *et al.*, 1989).

Terpènes : Une huile essentielle est un mélange composé de diverses molécules, comprenant notamment des terpènes des hydrocarbures non aromatiques dérivés de l'isoprène, et non du benzène ainsi que des composés oxygénés tels que les alcools, aldéhydes, cétones et esters. On estime à environ un millier le nombre de composants déjà isolés dans les huiles essentielles, et de nombreux autres restent encore à découvrir (Herrero *et al.*, 2006). Ces constituants sont principalement des carbures terpéniques et leurs produits d'oxydation, des dérivés aromatiques, ainsi que divers composés issus de glucosides. Les terpènes, quant à eux, sont des hydrocarbures naturels pouvant avoir une structure cyclique ou non (acyclique, monocyclique, bicyclique ou tricyclique). Leur caractéristique structurelle majeure réside dans la présence d'unités isopréniques à cinq atomes de carbone (C_5H_8) dans leur squelette. Ils se répartissent comme suit : Monoterpènes (C_{10}), Sesquiterpènes (C_{15}), Diterpènes (C_{20}), Triterpènes (C_{30}), Tétraterpènes (C_{40}) et Polyterpènes ($> C_{40}$).

1.3. Procédés de préparation des extraits

Parmi les nombreux types des substances phytochimiques (cités précédemment dans la section 1.2.1.3.2) on retrouve deux catégories de molécules : des molécules volatiles comme les monoterpènes et les sesquiterpènes contenus dans les huiles essentielles (figure 1.2) et d'autres molécules non volatile (comme les polyphénols et les alcaloïdes). Lors de cette partie nous allons classer les différents types de procédés d'extraction en se basant sur cette propriété physique qui est la volatilité, donc les procédés seront classés en 2 grandes familles :

- les procédés d'extraction des molécules volatiles
- les procédés d'extraction des molécules non volatiles

1.3.1. Extraction des molécules volatiles

Les végétaux ont la capacité de produire des métabolites secondaires volatiles qui leur permettent d'assurer leur différente fonction vitale, parmi ces molécules on retrouve principalement les huiles essentielles. Selon la norme NF T 75-006 de l'Agence Française de Normalisation (AFNOR), les huiles essentielles sont définies comme des produits obtenus à partir d'un matériau végétal, soit par distillation à la vapeur, soit par des procédés mécaniques appliqués à l'épicarpe des agrumes, ou encore par distillation sèche.

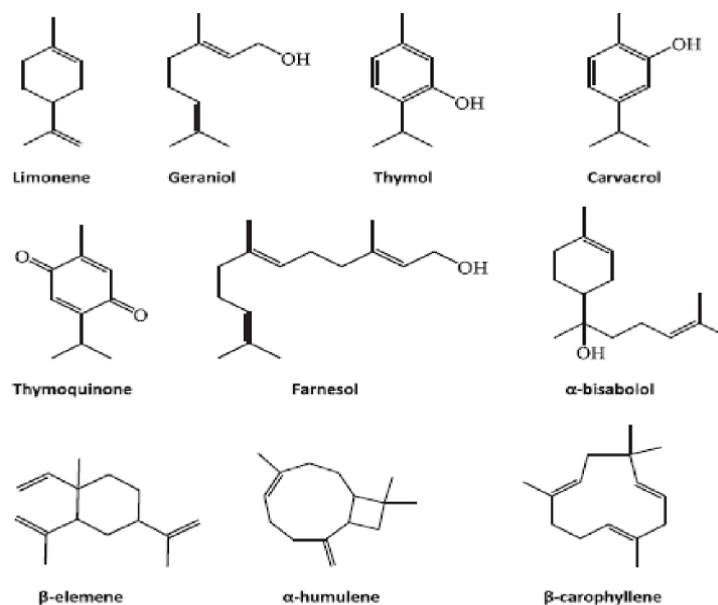


Figure 1.2 : Structure chimique des principaux chénotypes contenus dans les huiles essentielles.
(Bouyahya *et al.*, 2018)

1.3.1.1. Procédés conventionnels

L'extraction des composés volatils (huiles essentielles ou essences végétales) à partir de matières végétales peut être effectuée par différentes méthodes telles que l'extraction mécanique ou l'expression à froid (Muthaiyan *et al.*, 2012), l'entraînement à la vapeur d'eau (Ozel & Kaymaz, 2004), l'hydrodistillation (Jamshidi *et al.*, 2009), ou encore l'extraction à l'aide de solvants organiques volatils non aqueux (comme l'hexane ou l'éther) (Ozel & Kaymaz, 2004). Ces méthodes conventionnelles peuvent être optimisées grâce à des technologies émergentes telles que les ultrasons (Shirsath *et al.*, 2012), les micro-ondes (Craveiro *et al.*, 1989) ou les fluides supercritiques.

1.3.2 Extraction des molécules non-volatiles

1.3.2.1 Procédés conventionnels

L'extraction des composés non volatils s'effectue à l'aide de solvants (eau, solutions aqueuses, solvants organiques, etc.), soit par chauffage, comme dans les techniques d'infusion ou de décoction, soit à froid, par macération. Ces différentes méthodes peuvent également être renforcées par des technologies innovantes telles que les ultrasons (Shirsath *et al.*, 2012), les micro-ondes (Zhang *et al.*, 2011) ou les fluides supercritiques (Herrero *et al.*, 2006).

1.3.3. Procédés d'extraction innovants

L'extraction assistée par ultrasons (UAE) est une méthode simple, peu coûteuse et efficace, qui améliore à la fois le rendement et la cinétique tout en préservant les composés thermolabiles (Shirsath *et al.*, 2012). En complément, l'extraction assistée par micro-ondes se distingue par sa rapidité et sa faible consommation de solvant, bien que limitée par des températures élevées et un faible rendement avec les solutés apolaires (Zhang *et al.*, 2011). Par ailleurs, l'extraction par fluides supercritiques constitue une alternative verte, sélective et rapide, avec l'avantage d'une élimination facile du solvant (da Silva *et al.*, 2016). Cette technique est notamment utilisée pour extraire ou purifier des principes actifs, arômes et colorants (Ramawat *et al.*, 2009). D'un autre côté, l'extraction accélérée par solvants (ASE) emploie des solvants classiques à haute température et pression, ce qui réduit le temps d'extraction et la quantité de solvant nécessaire (Adessi & Soto, 2005). Cependant, elle présente des inconvénients liés à son coût élevé, sa non-sélectivité et le risque de dégradation thermique.

1.4. Détermination de la composition des extraits

La composition chimique, tant qualitative que quantitative, peut être déterminée à l'aide de méthodes physicochimiques telles que le dosage des polyphénols par le réactif de Folin–Ciocalteu (Luque de Castro & García-Ayuso, 1998), celui des flavonoïdes par le trichlorure d'aluminium (Mubarak *et al.*, 2015), ou encore celui des tanins par précipitation à la caséine (Chemat *et al.*, 2017). Toutefois, les techniques chromatographiques analytiques demeurent les plus précises, qu'il s'agisse de chromatographie simple (HPLC « Chromatographie liquide à haute performance » ou CPG « Chromatographie en phase gazeuse ») avec l'utilisation de standards, ou de méthodes plus avancées comme le couplage chromatographie-spectrométrie de masse (GC/MS et LC/MS/MS).

1.4.1. Identification par les tests phytochimiques

Les tests phytochimiques sont des méthodes qualitatives simples et rapides utilisées pour détecter la présence des principaux groupes de métabolites secondaires dans les extraits de plantes. Ces tests permettent d'identifier, par utilisation des réactions chimiques simples qui provoquent des colorations ou précipitation.

Ces tests constituent une étape préliminaire essentielle avant les analyses quantitatives (Nortjie *et al.*, 2022).

1.4.2. Dosages des principales familles phytochimiques

Les principales famille phytochimiques sont détectées à l'aide de réactifs spécifiques comme la présence d'alcaloïdes peut être réalisée à l'aide de réactifs comme ceux de Dragendorff, Mayer ou Wagner, qui produisent des précipités caractéristiques. Les flavonoïdes sont révélés par le test à l'acétate de plomb (précipité jaune) ou à l'acide sulfurique (coloration orange). Les tanins et les polyphénols réagissent avec le chlorure ferrique, produisant une coloration bleu-noir ou verdâtre. Les terpénoïdes sont mis en évidence par le test de Salkowski, qui produit une couleur rougeâtre. Les anthraquinones peuvent être détectées par le test de Bornträger, tandis que les coumarines sont mises en évidence sous lumière UV après alcalinisation. Les glucosides, les protéines et les sucres réducteurs peuvent également être identifiés grâce à des tests spécifiques comme Fehling, Biuret ou Molisch. (Nortjie *et al.*, 2022)

1.4.3. Séparation et identification par chromatographie

Pour réaliser une analyse plus approfondie. Les techniques chromatographiques telles que la chromatographie liquide à haute performance (HPLC) pour les composés non volatils et la chromatographie en phase gazeuse (GC) pour les composés volatils permettent la séparation, l'identification et une quantification plus précise de diverses compositions des extraits. (Lavigne-Cruège *et al.*, 1993)

1.4.3.1. CPG et GC/MS pour les composés volatils

La chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse est une technique analytique qui associe la capacité de séparation de la chromatographie en phase gazeuse à la puissance de détection et d'identification de la spectrométrie de masse. Elle permet de séparer les composés présents dans un échantillon d'huile essentielle, puis de les identifier selon leur rapport masse/charge, offrant ainsi une grande précision. Cette méthode permet de détecter des composés en très faibles concentrations, y compris à l'état de traces (Chen *et al.*, 2015).

1.4.3.2. HPLC ou LC/MS/MS pour les composés non-volatils

La chromatographie en phase liquide couplée à la spectrométrie de masse est une méthode analytique qui associe les performances de la chromatographie liquide à celles de la spectrométrie de masse, permettant ainsi l'identification et/ou la quantification précise de nombreuses substances. Une unité LC-MS-MS se compose de deux éléments principaux : un chromatographe en phase liquide et un détecteur de spectrométrie de masse. Contrairement au couplage simple, le couplage LC/MS/MS offre non seulement la possibilité de comparer les résultats à des bases de données existantes, mais permet également d'obtenir le spectre de masse exact des molécules analysées (Vinatoru *et al.*, 2017).

1.5. Evaluation de l'efficacité des extraits de plantes sur les aliments frais

1.5.1. Méthodologie générale

Elle inclut l'application directe des extraits sur les aliments avec un stockage contrôlé et l'analyse microbiologique, chimique et sensorielle.

1.5.2. Méthodes utilisées pour évaluer la conservation des aliments

Pour évaluer l'efficacité d'un extrait à conserver des fruits et légumes frais, il est essentiel de suivre plusieurs paramètres physico-chimiques et microbiologiques tout au long de la période de stockage (Esrafil *et al.*, 2024). Parmi ces méthodes :

Perte de poids : Le suivi de la perte de poids permet d'évaluer l'activité métabolique et la déshydratation. Une perte importante suggère une détérioration et une altération de la qualité de vie. (Esrafil *et al.*, 2024)

Teneur en eau : L'eau est l'un des facteurs déterminants dans la croissance microbienne et la dégradation de la texture. Le suivi de ce paramètre permet de détecter la déshydratation ou la détérioration du produit au fil du temps. (Esrafil *et al.*, 2024)

Teneur en vitamine C : La vitamine C, est un antioxydant sensible, ce qui le rend un bon indicateur de la perte de valeur nutritionnelle. Une diminution de sa concentration peut refléter un stress oxydatif subi par le fruit ou le légume. (Esrafil *et al.*, 2024)

Analyse microbiologique : On évalue la croissance microbienne à l'aide des méthodes de dénombrement sur gélose. (Esrafil *et al.*, 2024)

Mesure du pH : Le pH indique les variations d'acidité et permet de détecter des changements métaboliques ou microbiens. (Esrafil *et al.*, 2024)

L'oxydation lipidique TBARS (Substances réactives à l'acide thiobarbiturique) : L'oxydation des lipides est l'une des principales causes de perte de qualité dans les produits carnés, affectant le goût, l'odeur et la valeur nutritionnelle. Elle est généralement mesurée par le test TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances), qui quantifie le malonaldéhyde formé. (Asghar *et al.*, 2022)

À l'aide de ces méthodes d'évaluation, les chercheurs obtiennent une vision globale de l'efficacité des extraits végétaux dans la préservation de la fraîcheur, de la qualité nutritionnelle des fruits et légumes frais. (Esrafil *et al.*, 2024)

1.6. Mécanismes d'action des extraits de plantes pour la conservation des aliments frais

1.6.1. Les mécanismes anti-microbiens

La présence de substances bioactives capables de cibler directement les microbes nocifs responsables de la détérioration des aliments est à la base de l'efficacité antimicrobienne des extraits de plantes.

Altération de la membrane cellulaire et inhibition enzymatique : Les composés phénoliques peuvent détruire la paroi cellulaire et interagir avec la cellule en rompant la membrane cytoplasmique et endommageant les protéines membranaires, car ils sont partiellement hydrophobes.

De plus, ils désactivent les enzymes cellulaires, ce qui peut entraîner la mort des bactéries (Shan *et al.*, 2011).

1.6.2. Mécanismes antioxydants

Plusieurs études ont montré que les composés polyphénoliques peuvent être utilisés comme antioxydants, ce qui les rend intéressants pour prévenir la dégradation oxydative des aliments pendant le stockage.

1.6.2.1. Piégeage des radicaux libres

Certains composés polyphénoliques comme les flavonoïdes possèdent une forte activité de piégeage des radicaux libres comme le superoxyde ($O_2^{\bullet-}$) et l'hydroxyle ($\bullet OH$) et inhibent la production enzymatique de ces espèces (Afanas, 1983).

Inhibant les dommages causés par les ROS (Espèces réactives de l'oxygène) à l'ADN. Une étude sur l'extrait de *Rosa canina* a démontré son effet antioxydant en augmentant les taux de GSH (Glutathion réduit) (Stagos, 2020).

1.6.2.2. Chélation des métaux de transition

Certains flavonoïdes ont la capacité à former des complexes avec des ions fer (catalyseurs de la réaction de Fenton), ce qui a été démontré par spectrophotométrie (Afanas'ev *et al.*, 1989). Les complexes Flavonoïdes-ions fer ne peuvent pas catalyser la réaction de Fenton, ce qui fait de l'activité chélatante des flavonoïdes un facteur important de leur action inhibitrice sur les processus à médiation radicalaire (Afanas, 1983).

1.6.2.3. Activation des enzymes antioxydants

Une étude sur l'effet du Cornouiller stolonifère a été réalisée par Yang *et al.* (2019), et a montré que le traitement avec l'extrait augmentait la viabilité cellulaire et diminuait les ROS grâce à une expression d'enzymes antioxydants telles que l'hémoxygénase-1 (HO-1), la superoxyde dismutase (SOD) et la glutathion peroxydase (GPx) dans les cellules Caco-2. L'expression de toutes ces enzymes était probablement due à l'expression accrue de la protéine Nrf-2 (nuclear factor (erythroid-derived 2)-like 2), le principal facteur de transcription régulant l'expression des gènes antioxydants (Damage *et al.*, s. d.).

1.6.3. Autres mécanismes

1.6.3.1. Réduction de la respiration et perte en eau

Certains composés antioxydants comme les flavonoïdes et les tanins jouent un rôle crucial dans la réduction de la respiration des aliments « ralentissement du métabolisme », ce qui prolonge la durée de stockage de l'aliment. La perte d'eau est associée à la respiration et à l'évaporation, et elle est évaluée en mesurant la perte de poids d'aliment (Pérez-López *et al.*, 2014).

1.6.3.2. Stabilisation des anthocyanes

Certain acides phénoliques (l'acide caféique, acide férulique) et flavonoïdes (quercétine) et aussi des tanins forme des complexes avec les anthocyanes qui sont des pigments très sensibles à l'oxygène, au PH et à la température et qui sont les responsables à la couleur des fruits rouges, violets ou bleus comme les fraises (Brouillard & Dangles, 1994).

Chapitre II : Etat de l'art

2.1. Définition d'un état de l'art sur un sujet scientifique

L'état de l'art désigne une synthèse critique, structurée et argumentée des connaissances disponibles sur un sujet scientifique donné, à un moment précis. Il a pour objectif d'identifier ce qui a déjà été étudié, les approches méthodologiques utilisées, les résultats obtenus, ainsi que les lacunes, controverses ou perspectives de recherche restantes. Il permet ainsi de positionner une nouvelle étude par rapport aux travaux antérieurs, en justifiant sa pertinence et son originalité.

2.2. Méthodologie de la réalisation de l'état de l'art

2.2.1. Etape 1 : choix de moteur de recherche

Pour réaliser une recherche bibliographique efficace, une plateforme scientifique reconnue a été sélectionnée « **Google Scholar** », en raison de sa large couverture multidisciplinaire et de son accès à de nombreuses publications scientifiques en texte intégral.

2.2.2. Etape 2 : Choix des mots clé de la recherche

Des mots-clés spécifiques ont été choisis pour orienter la recherche vers des travaux en lien direct avec notre sujet. Les mots clés choisis sont : « **Plant extract food preservation** ».

2.2.3. Etape 3 : détermination des caractéristiques pour sélectionner les articles pertinents

Les articles doivent absolument traiter notre problématique qui est la conservation des aliments frais en utilisant des molécules bioactives extraites des végétaux. A cet effet uniquement les articles présentant des résultats expérimentaux sur la conservation des aliments frais en utilisant les extraits de plantes ont été retenus.

2.2.4. Etape 4 : sélection des articles pertinents

A cet effet, une lecture préliminaire a été faite, et uniquement les articles pertinents traitant directement la problématique ont été sélectionnés.

2.2.5. Etape 5 : lecture de synthèse des articles sélectionné et extraction des informations pertinentes

Lors de cette étape, un tableau récapitulatif contenant les informations clés a été élaboré ces informations sont les suivantes : Plante, Partie utilisée, Type d'extraits, Méthode d'extraction, Type d'aliment conservé, Dose, Méthode de conservation, Efficacité, Mécanisme d'action.

2.3. : Bilan de la recherche bibliographique

- Nombre de résultats générés par le moteur de recherche : **1114** article scientifique.
- Nombre de résultats pertinents : **317**.

2.4. Résultats de l'état de l'art

2.4.1. Présentation des résultats globaux

Après une lecture critique de tous les articles pertinents nous avons établi un tableau de synthèse globale qui est présenté en « Annexe ».

Cet état de l'art nous a permis de recenser **141** plantes appartenant à **59** familles botaniques différentes ayant toutes la capacité de préserver les aliments frais. Cet état de l'art nous a également permis d'évaluer le nombre d'aliments frais conservés en utilisant ce type de conservateur naturel à savoir les fruits et légumes frais (69 articles) ainsi que les viandes (169 articles) et les produits laitiers (79 articles)

Nous avons observé suite à cet état de l'art que les plantes aromatiques (contenant des huiles essentielles) sont les plus utilisées pour la conservation d'aliments contrairement aux autres types de plantes.

2.4.2. Sélections des plantes

Sachant que notre objectif est de mettre au point une formulation capable de conserver les aliments sans modification de leur flaveur d'origine (goût et odeur) nous avons décidé de sélectionner des plantes non aromatiques (n'ayant pas d'odeur spécifique).

Un second critère de choix a été pris en considération qui est la capacité de cultiver la plante afin de pouvoir produire des quantités d'une manière durable écologique et financièrement rentable. Selon l'état de l'art les plantes non aromatiques les plus utilisées sont :

- *Punica granatum*
- *Moringa oleifera*
- *Olea europaea*

2.4.3. *Punica granatum*

Le *Punica granatum* (figure 2.1), communément appelé grenadier, est un arbuste fruitier de la famille des Lythracées. Il est surtout connu pour son fruit, la grenade, riche en polyphénols, flavonoïdes et tanins, et possédant des propriétés antioxydantes, antimicrobiennes et anti-inflammatoires (Hossain *et al.*, 2023).



Figure 2.1 : *Punica granatum*. (Nosipho T *et al.*, 2022).

Le tableau 2.1 synthétise l'ensemble des publications scientifiques antérieures ayant étudié la conservation des aliments frais à l'aide de la plante *Punica granatum*. Ce tableau regroupe 16 études, dont 14 portent sur la conservation de denrées d'origine animale (à savoir les viandes blanches, les viandes rouges, les poissons ou encore le fromage), et seulement 2 concernent des denrées d'origine végétale, à savoir l'huile fraîche de tournesol et les mandarines. Les extraits utilisés sont de différentes natures : aqueux, alcooliques (méthanol ou éthanol), hydro-alcooliques ou encore obtenus à l'aide d'autres solvants organiques (acétate d'éthyle). Toutefois, les extraits aqueux sont les plus couramment employés et ceux qui ont montré la plus grande efficacité. Les principales méthodes d'extraction rapportées sont : la macération à température ambiante,

l'infusion, l'extraction par système à reflux, l'extraction par Soxhlet et l'extraction assistée par micro-ondes. Les principales familles de composés extraits sont : les polyphénols, les ellagitannins, les tanins hydrolysables, les anthocyanes et les flavonoïdes. Parmi les molécules identifiées, on retrouve notamment l'acide gallique, l'acide caféique et l'acide ellagique. Les doses utilisées pour la conservation des aliments sont très variables en fonction du type de denrée, des conditions de conservation et de la durée de conservation ciblée. Elles varient généralement entre 0,25 mg/g et 100 mg/g.

Table 2.1 : Applications des extraits de *Punica Granatum* dans la conservation alimentaire (sur deux pages consécutives).

Référence	Plante	Partie utilisée	Type d'extraits	Méthode d'extraction	Molécules extraites	Type d'aliment conservé	Dose	Méthode de conservation
(Shan <i>et al.</i> , 2011)	<i>Cinnamomum burmannii</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Syzygium aromaticum</i> <i>Punica granatum</i> <i>Vitis vinifera</i>	Écorce, Feuille, Boutons floraux et Pépins	Extrait éthanolique (80%)	Macération (24h à température ambiante), filtration	Cinnamaldéhyde, polyphénols Thymol, carvacrol, polyphénols Eugénol, polyphénols Ellagitannins, acide gallique Proanthocyanidines, catéchines	Fromage (cheddar)	40 mg/ml	Trempage du fromage dans l'extrait pendant 1 min, stockage à température ambiante (23°C)
(Bouarab-Chibane <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> <i>Camellia sinensis</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Prunus domestica</i> <i>Gaillac red wine</i>	Écorces Feuilles Pépins Chair Liquide fermenté	Extrait éthanolique Extrait commercial de Raisin Extrait sec obtenu par évaporation sous vide de Vin rouge	Macération dans l'acétate d'éthyle et l'éthanol, évaporation sous vide	Ellagitannins, acide gallique Polyphénols, catéchines Proanthocyanidines	Viande hachée de bœuf	10 g/kg	Atmosphère modifiée (70% O ₂ , 20% CO ₂ , 10% N ₂), stockage à 4°C pendant 12 jours
(Hossain <i>et al.</i> , 2023)	<i>Punica granatum</i>	Écorces	Extraits aqueux (froid et chaud) et méthanolique (70%)	Infusion à froid (7 jours, 4°C), Soxhlet pour l'eau chaude (12h), Soxhlet pour méthanol (12h)	Ellagitannins, acide gallique, polyphénols	Poisson (Ompok pabda)	10 mg/ml	Trempage du poisson dans l'extrait pendant 2h, stockage à température ambiante (24h)
(Forgione <i>et al.</i> , 2024)	<i>Punica granatum</i> <i>Olea europaea</i>	Peau Feuille	Extrait hydro-alcoolique Extrait aqueux	Macération (éthanol/eau 1:1, 30 min, obscurité) Extraction assistée par micro-ondes (2 min, 300 W)	Polyphénols, tanins, flavonoids Oleuropéine, hydroxytyrosol, flavonoïdes	Viande hachée de volaille et de lapin	10 mg/g 0.25 mg/g	Incorporation dans la viande, stockage à 4°C pendant 6 jours
(Shan <i>et al.</i> , 2009)	<i>Cinnamomum burmannii</i> <i>Origanum vulgare</i>	Écorce Feuilles Boutons floraux Écorce de fruit	Extrait éthanolique	Macération (24h, 800 mL/L éthanol)	Cinnamaldéhyde, proanthocyanidines, catéchines Thymol, carvacrol	Porc cru	100 mL/extrait par 25g de viande	Stockage à 20°C, suivi sur 9 jours

	<i>Eugenia caryophyllata</i> <i>Punica granatum</i> <i>Vitis vinifera</i>	Graines			Eugénol, gallate, hydrolysables tannins Acide gallique, hydrolysables tannins acide caféique,			
(Naveena <i>et al.</i> , 2008)	<i>Punica granatum</i>	Jus (arilles) Pelure (rind)	Jus frais Extrait aqueux (poudre)	Pressage + filtration Séchage (60°C, 48h) + infusion	Tannins, anthocyanines, flavonoids Tannins, flavonoïdes	Patties de poulet	10 mg équivalent phénoliques / 100 g viande	Réfrigération à 4°C pendant 15 jours
(Andrés <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Olea europaea</i> <i>Solanum lycopersicum</i>	Peaux, grains Marc de raisin Peaux, noyaux Peaux, pépins	Extrait aqueux	Homogénéisation (60°C, 2.5h, pH 2.5-3)	Polyphénols, tanins Flavonoïdes, anthocyanes, tanins Oleuropéine, hydroxytyrosol Lycopène, caroténoïdes	Galettes de viande d'agneau	1000 mg/kg	Incorporation dans la pâte, stockage à 2°C
(Turgut <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i>	Écorce (pelure)	Extrait aqueux concentré et lyophilisé	Infusion à 100°C puis lyophilisation	Tanins hydrolysables, anthocyanes, flavonoïdes	Boulettes de viande de bœuf	0.5% et 1.0%	Congélation à -18°C pendant 6 mois
(Özalp Özen & Soyer, 2018)	<i>Camellia sinensis</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Punica granatum</i>	Feuilles Graines Pelures	Extrait aqueux	Infusion, filtration	Catéchines, polyphenols Catéchine, épicatechine, acide gallique Anthocyanines, polyphénols	Chair de maquereau	100 ppm équivalent phénoliques	Congélation à -18°C (6 mois)
(Qin <i>et al.</i> , 2013)	<i>Punica granatum</i>	Écorce (peau) Jus Graines (poudre)	Extrait hydroalcoolique (80% éthanol) Liquide brut Extrait hydroalcoolique (80% éthanol)	Macération (40°C, 24h), filtration, évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes, anthocyanines Anthocyanines, polyphenols Polyphénols, flavonoïdes, tanins	Viande de porc hachée	20 mg équivalent phénoliques/ 100 g viande	Réfrigération à 4°C (12 jours)
(Alsaggaf <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> L.	Peau (écorce)	Extrait éthanolique	Macération dans éthanol 70%	Punicalagine, flavonoïdes, tanins	Filets de tilapia (Nile tilapia)	0,5 - 2%	Revêtement comestible à base de chitosane
(Ali Alharbi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Punica granatum</i>	Déchets (peaux, membranes)	Extrait aqueux	Macération aqueuse (50°C, 45 min) + Réduction avec AgNO ₃	Polyphénols (ellagitannins, flavonoïdes)	Mandarine (<i>Citrus reticulata</i>)	1-2% dans un revêtement fonctionnel	Revêtement comestible à base de gomme arabique
(Ibrahim, 2010)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait éthanolique	Macération 24h dans éthanol	Polyphénols (867 mg/g), punicalagine, ellagitannins	Huile de tournesol fraîche	400 - 800 ppm	Incorporation dans l'huile
(Kanatt <i>et al.</i> , 2010)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait aqueux	Reflux 2x1h dans l'eau, lyophilisation	Polyphénols, ellagitannins	Produits de poulet (Chicken lollipop & Chicken chilly)	0.1 - 0.5%	Incorporation directe dans la recette

(Hayrapetyan <i>et al.</i> , 2012)	<i>Punica granatum</i>	écorce	Extrait méthanolique	Extraction avec 80% méthanol, puis solvant (méthanol/éthanol/eau)	Acide gallique, acide ellagique, tanins ellagiques	Pâté de viande	7.5% v/v (24.7 mg/ml de PE3)	Stockage à 4°C, 7°C et 12°C (46 jours)
(M. Cadet <i>et al.</i> , 2013)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait méthanolique	Extraction avec 80% méthanol	Polyphénols, acide gallique, acide ellagique, tanins	Pâté de viande	7.5% v/v (24.7 mg/ml)	Réfrigération à 4°C, 7°C et 12°C (46 jours)

2.4.4. *Moringa oleifera*

Moringa oleifera (figure 2.2), appelé aussi arbre miracle ou arbre de vie, appartient à la famille des Moringacées. Originaire d'Inde, il est reconnu pour sa richesse exceptionnelle en vitamines, minéraux, protéines, et composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les isothiocyanates et les acides phénoliques (Alqurashi & Aldossary, 2021).



Figure 2.2 : *Moringa oleifera*. (Attilio A *et al.*, 2021).

Le tableau 2.2 synthétise l'ensemble des publications scientifiques antérieures ayant étudié la conservation des aliments frais à l'aide de la plante *Moringa oleifera*. Ce tableau regroupe 07 études, dont 06 portent sur la conservation de denrées d'origine animale (à savoir les viandes blanches et rouges), et seulement 01 concernent des denrées d'origine végétale, à savoir l'huile fraîche de tournesol.

Cette plante a été utilisée sous forme de poudre ou sous forme d'extraits pour la conservation des aliments. Les extraits utilisés sont de différentes natures : aqueux, alcooliques ou hydro-alcooliques. Toutefois, les extraits aqueux sont les plus couramment employés et ceux qui ont montré la plus grande efficacité.

Les principales méthodes d'extraction rapportées sont : la macération et l'infusion. Les principales familles de composés extraits sont : les polyphénols, les tanins, les caroténoïdes, les flavonoïdes. Parmi les molécules identifiées, on retrouve l'acide ascorbique. Les doses utilisées pour la conservation des aliments sont très variables en fonction du type de denrée, des conditions de conservation et de la durée de conservation ciblée. Elles varient généralement entre 0,25 % et 1%.

Table 2.2 : Applications des extraits de *Moringa oleifera* dans la conservation alimentaire.

Référence	Plante	Partie utilisée	Type d'extraits	Méthode d'extraction	Molécules extraites	Type d'aliment conservé	Dose	Méthode de conservation
(Alqurashi & Aldossary, 2021)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Extrait polyphénolique et poudre entière	Macération dans 80 % de méthanol, filtration, évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes	Burgers de poulet	0,5 %, 1 %, 2 %	Stockage réfrigéré à 4°C pendant 6 jours
(Kashif <i>et al.</i> , 2024)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Extrait polyphénolique (MOPE) et poudre entière (WMOP)	Macération (80% éthanol) et séchage à l'air	Polyphénols, flavonoïdes,	Burger de poulet	1% et 2%	Incorporation dans le burger, stockage à 4°C pendant 7 jours
(Arabshahi-D <i>et al.</i> , 2007)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (6 h)	Ascorbate, α -tocophérol, β -carotène, polyphénols	Huile de tournesol, acide linoléique	1.5 mg/mL	Stockage à 5°C et 25°C, test de stabilité thermique et pH
(Falowo <i>et al.</i> , 2017)	<i>Moringa oleifera</i> <i>Bidens pilosa</i>	Feuilles	Macération (48h, 25°C) + évaporation sous vide	Macération (48h, 25°C) + évaporation sous vide	Flavonoïdes, acides phénoliques, tocophérols Flavonoïdes, acides phénoliques, caroténoïdes Mélange des composés	Viande de bœuf hachée	0.5 g/kg, 1 g/kg 0.5 g/kg, 1 g/kg 1 g/kg (0.5 g/kg de chaque)	Réfrigération à 4°C pendant 6 jours
(Jayawardana <i>et al.</i> , 2015)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Poudre séchée	Séchage à l'air, broyage	Polyphénols, flavonoïdes, caroténoïdes, acide ascorbique	Saucisses de poulet	0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%	Réfrigération à 4°C (5 semaines)
(Najeeb <i>et al.</i> , 2015)	<i>Moringa oleifera</i> <i>Mentha spicata</i> <i>Murraya koenigii</i>	Feuilles	Poudre	Séchage à l'air + séchage à chaud (50°C) + broyage	/	Restructured chicken block	1%	Réfrigération (7±1°C)
(Youssef <i>et al.</i> , 2021)	<i>Laurus nobilis</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Olea europaea</i>	feuille	Extrait aqueux Extrait hydro-alcoolique Extrait hydro-alcoolique	infusion Macération dans une solution éthanol-eau (7:3) Macération dans éthanol pendant 48h	Flavonoïdes, phénols, alcaloïdes Phénols, caroténoïdes, flavonoïdes Oleuropéine, flavonoïdes, tyrosol, hydroxytyrosol	Filet de poulet cru	1%	Réfrigération à 4°C (16 jours)

2.4.5. *Olea europaea*

Olea europaea (figure 2.3), ou olivier, est un arbre méditerranéen de la famille des Oléacées, principalement cultivé pour ses fruits (olives) et son huile. Ses feuilles contiennent de nombreux composés phénoliques, notamment l'oléuropéine, lui conférant des activités antioxydantes, antimicrobiennes et cardioprotectrices (Ahmed *et al.*, 2014).



Figure 2.3 : Feuilles d'olivier « *Olea europaea* ». (Muhammad A *et al.*, 2015)

Le tableau 2.1 synthétise l'ensemble des publications scientifiques antérieures ayant étudié la conservation des aliments frais à l'aide de la plante *Olea europaea*. Ce tableau regroupe 10 études, dont 09 portent sur la conservation de denrées d'origine animale (à savoir les viandes blanches, les viandes rouges, les poissons ou encore les œufs contenus dans la mayonnaise fraîche), et seulement 2 concernent des denrées d'origine végétale, à savoir la salade et la courge musquée.

Les extraits utilisés sont de différentes natures : aqueux, alcooliques (méthanol ou éthanol), hydro-alcooliques ou encore l'oléorésine obtenue par distillation à la vapeur d'eau. Toutefois, les extraits aqueux sont les plus couramment employés et ceux qui ont montré la plus grande efficacité.

Les principales méthodes d'extraction rapportées sont : la macération à température ambiante, l'infusion, l'extraction par système à reflux, l'extraction par Soxhlet et l'extraction assistée par micro-ondes ou encore des technologies plus avancées comme l'extraction par le CO₂ supercritique.

Les principales familles de composés extraits sont : les polyphénols, les tanins hydrolysables et les flavonoïdes. Parmi les molécules identifiées, on retrouve notamment : Oléuropéine, luteolin-7-glucoside, hydroxytyrosol, acide élenolique, verbascoside, apigénine 7-O-glucoside.

Les doses utilisées pour la conservation des aliments sont très variables en fonction du type de denrée, des conditions de conservation et de la durée de conservation ciblée. Elles varient généralement entre 0,1 mg/g et 10 mg/g.

Table 2.3 : Applications des extraits de *Olea europaea* dans la conservation alimentaire (sur deux pages consécutives).

Référence	Plante	Partie utilisée	Type d'extraits	Méthode d'extraction	Molécules extraites	Type d'aliment conservé	Dose	Méthode de conservation
(Thielmann <i>et al.</i> , 2017)	<i>Olea europaea</i> L.	Feuilles et fruits	Extrait phénolique	Extraction par solvant (méthanol, éthanol)	Hydroxytyrosol, oleuropéine, acide élenolique	Mayonnaise, laitue, viande, poisson, saucisses fermentées	0.1-3%	Réfrigération, marinade, trempage
(Ponce <i>et al.</i> , 2008)	<i>Olea europaea</i> <i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Capsicum frutescens</i> <i>Allium sativum</i> <i>Allium cepa</i> <i>Vaccinium oxycoccus</i> <i>Origanum vulgare</i>	Feuille, Fruits et Bulbes	Oléorésine	Distillation à la vapeur	Polyphénols, flavonoides Acide rosmarinique, carnosol Capsaïcinoïdes Allicine, sulfures organiques Composés soufrés Proanthocyanidines Carvacrol, thymol	Courge musquée (Cucurbita moschata)	1%	Enrobage avec film à base de chitosan
(Forgione <i>et al.</i> , 2024)	<i>Punica granatum</i> <i>Olea europaea</i>	Peau Feuille	Extrait hydro-alcoolique Extrait aqueux	Macération (éthanol/eau 1:1, 30 min, obscurité) Extraction assistée par micro-ondes (2 min, 300 W)	Polyphénols, tanins, flavonoids Oleuropéine, hydroxytyrosol, flavonoïdes	Viande hachée de volaille et de lapin	10 mg/g 0.25 mg/g	Incorporation dans la viande, stockage à 4°C pendant 6 jours
(Ahmed <i>et al.</i> , 2014)	<i>Olea europaea</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (48h, 40°C)	Oléuropéine, verbascoside, apigénine 7-O-glucoside, lutéoline 7-O-glucoside	Crevettes (<i>Penaeus semisulcatus</i>)	0.5%, 1%, 2% (w/v)	Stockage à 4°C pendant 3h

(Andrés <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Olea europaea</i> <i>Solanum lycopersicum</i>	Peaux, grains Marc de raisin Peaux, noyaux Peaux, pépins	Extrait aqueux	Homogénéisation (60°C, 2.5h, pH 2.5-3)	Polyphénols, tanins Flavonoïdes, anthocyanes, tanins Oleuropéine, hydroxytyrosol Lycopène, caroténoïdes	Galettes de viande d'agneau	1000 mg/kg	Incorporation dans la pâte, stockage à 2°C
(Aouidi <i>et al.</i> , 2017)	<i>Olea europaea</i>	Feuilles	Extrait méthanolique	Séchage (micro-ondes 600W) + macération (MeOH:H ₂ O 4:1)	Oleuropéine, tyrosol, verbascoside, acides phénoliques	Viande hachée de bœuf crue et cuite	100-150 µg de phénols/g	Réfrigération à 4°C pendant 12 jours
(Shalaby <i>et al.</i> , 2018)	<i>Olea europaea</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération après irradiation (5, 10, 15 kGy)	Oleuropéine, hydroxytyrosol, flavonoïdes, acides phénoliques	Viande hachée de bœuf	2 et 3 ml pour 100 g de viande	Réfrigération à 5°C (3-4 semaines)
(Youssef <i>et al.</i> , 2021)	<i>Laurus nobilis</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Olea europaea</i>	feuille	Extrait aqueux Extrait hydro-alcoolique Extrait hydro-alcoolique	Séchage sous vide, broyage, infusion Macération dans une solution éthanol-eau (7:3) Macération dans éthanol pendant 48h	Flavonoïdes, phénols, alcaloïdes Phénols, caroténoïdes, flavonoïdes Oleuropéine, flavonoïdes, tyrosol, hydroxytyrosol	Filet de poulet cru	1%	Réfrigération à 4°C (16 jours)
(Sánchez-García <i>et al.</i> , 2025)	<i>Olea europaea</i>	Feuille	Extrait phénolique	Extraction assistée par solvant (éthanol + CO ₂ supercritique)	Oleuropéine, luteolin-7-glucoside, hydroxytyrosol	Filets de merlu (<i>Merluccius merluccius</i>)	706 µg d'extrait/mg de polymère PLA	Emballage actif à base de film PLA imprégné d'extrait
(Martín <i>et al.</i> , 2020)	<i>Olea europaea</i>	feuille	Extrait aqueux	Extraction assistée par micro-ondes (100°C, 2 min, pH 6)	Oleuropéine (11,59 mg/g), polyphénols (115,96 mg GAE/g), activité antioxydante (89,52 %)	Viande d'agneau	62,5 % (w/w) dans film de carraghénane	Film biodégradable en carraghénane avec extrait de feuille d'olivier

Matériel et méthodes

Chapitre III : Matériel et méthodes

Notre étude a été réalisée au sein du laboratoire d'analyse n°107 au niveau de bloc B de faculté de science de la nature et de la vie Saad Dahleb Blida 1, La lyophilisation et le test d'HPLC ont été effectués au niveau du CRAPC.

3.1. Matériel

3.1.1. Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué des feuilles séchées des plantes (*Moringa Oleifera*, *Punica Granatum*, *Olea europaea*) achetées auprès d'un marché local situé à Blida. Les feuilles séchées des plantes ont été broyées en poudre fine à l'aide d'un broyeur à épices, tamisées et conservées dans un endroit bien aéré à température ambiante et à l'abri de la lumière jusqu'au jour de l'extraction.

3.1.2. Produits chimiques

Méthanol (99%), l'hexane (99%), Acide gallique, Folin-Ciocalteu, DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle), Carbonate de sodium, eau distillée, Acide acétique.

3.2. Méthodes

3.2.1 Extractions des molécules bioactives

3.2.1.1 Procédés de Macération

30g de poudre des feuilles de chaque plante sont pesés (figure 3.1) et mis en macération (figure 3.2) dans 300 ml d'eau distillée pendant 48 h à température ambiante.

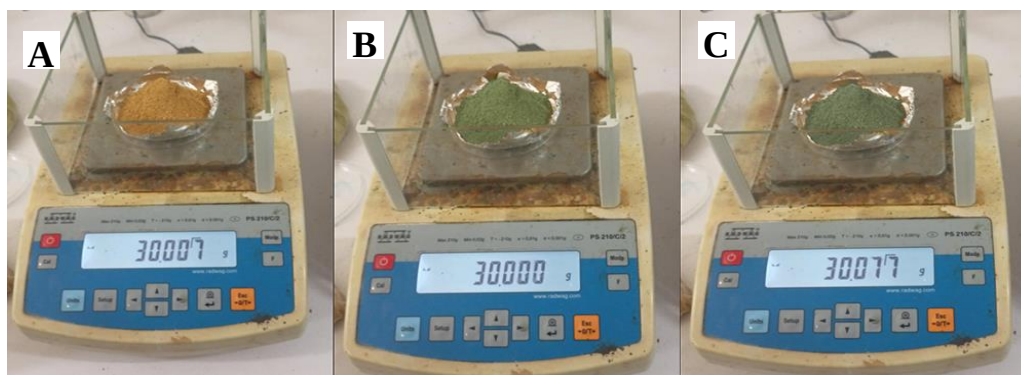


Figure 3.1 : Pesée des trois plantes (photo originale).

A : *Punica granatum*, B : *Olea europaea*, C : *Moringa oleifera*

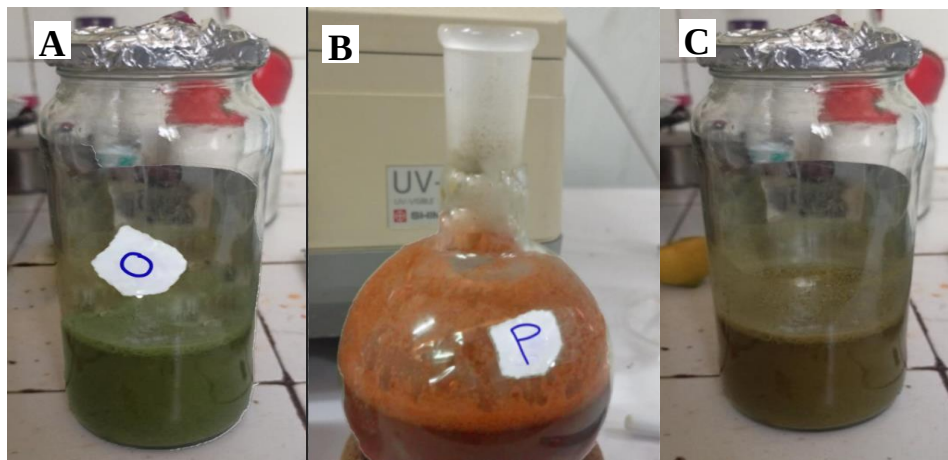


Figure 3.2 : Macération. (Photo Originale)

A : *Olea europaea*, B : *Punica granatum*, C : *Moringa oleifera*

Filtration du mélange a été réalisée à l'aide d'un papier filtre Whatman n°1 et d'un système de filtration sous-vide muni d'une pompe (figure 3.3).



Figure 3.3 : Système de filtration sous-vide à l'aide d'une pompe. (Photo Originale)



Figure 3.4 : Filtration des extraits de plantes. (Photo Originale)

A : *Olea europaea*, B : *Punica granatum*, C : *Moringa oleifera*

Le filtrat (figure 3.4) est mélangé avec 200 mL d'hexane, puis agité dans une ampoule à décanter pendant 10 minutes. Les deux phases sont ensuite été laissées au repos pendant 30 minutes afin de permettre leur séparation. À la fin, la phase aqueuse (en bas) est récupérée, tandis que la phase organique (en haut), contenant les matières grasses et la chlorophylle, est éliminée (figure

3.5). La phase aqueuse obtenue est transférée dans des flacons de 20 mL chacun, puis conservée au congélateur.

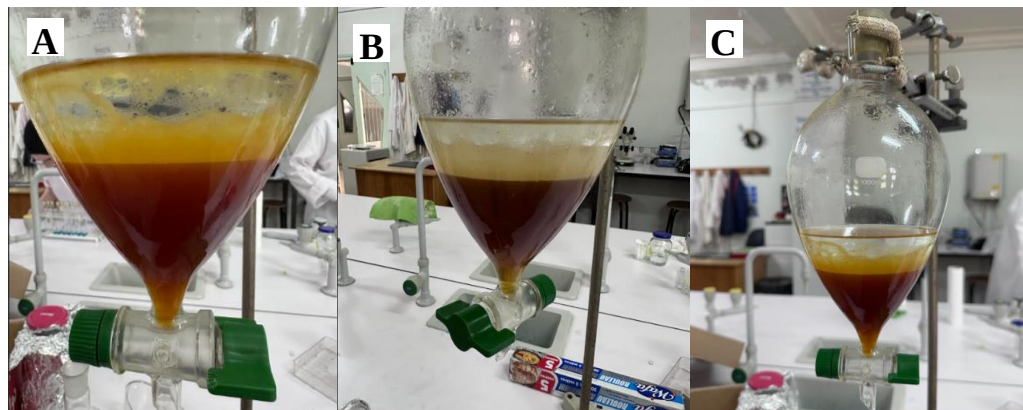


Figure 3.5 : Dégraissage des extraits de plantes par décantation. (Photo Originale)

A : *Punica granatum*, B : *Moringa oleifera*, C : *Olea europaea*

3.2.1.2. Lyophilisation des extraits de plantes :

Le principe de Lyophilisation est simple à comprendre dans la théorie car il est combiné d'une série de réactions plutôt courantes mais il est un peu difficile à comprendre dans l'application à cause de la succession de toutes réactions. On peut dire tout simplement que la lyophilisation se divise en deux phases principales, la phase de congélation et la phase de déshydratation. Cette dernière encore se divise en deux parties : étape de sublimation suivie par une étape de désorption (Toulemonde, Matthieu. Désage, 2016). Un schéma illustrant le principe de la lyophilisation est présenté à la figure 3.6. Le lyophilisateur qui a été utilisé lors de notre étude (figure 3.7) est de type CRYOSTAR® (Allemagne).

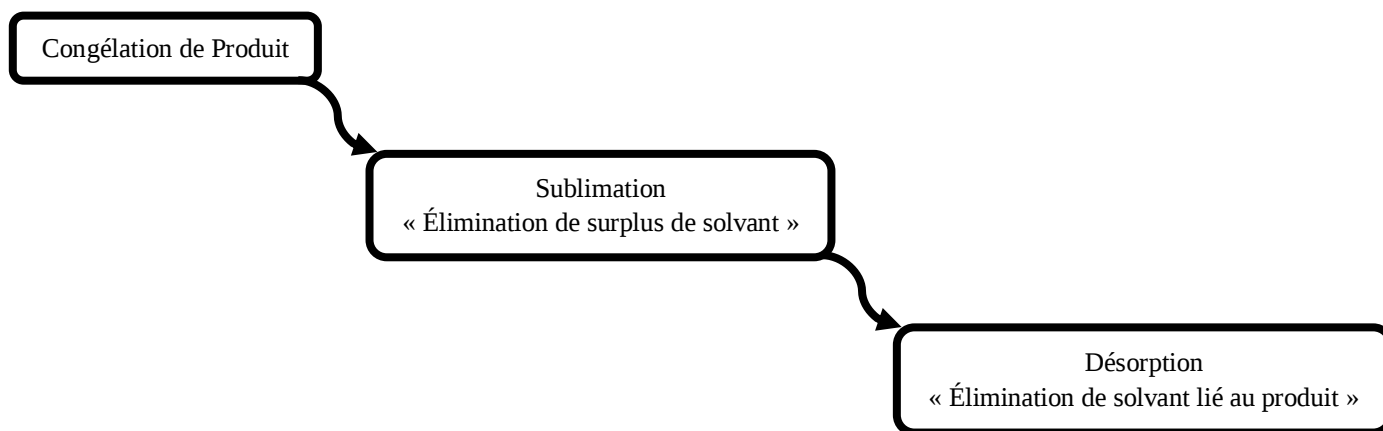


Figure 3.6 : Schéma explicatif des étapes de Lyophilisation.



Figure 3.7 : Lyophilisateur. (Photo Originale)

3.2.1.3. Calcul des rendements

Après la Lyophilisation les extraits obtenus (sous forme d'une poudre) sont récupérés. Le rendement est calculé selon la formule suivante :

$$R\% = \frac{M1}{M2} \times 100$$

M1 : Masse de l'extrait obtenu après lyophilisation en mg

M2 : Masse de matière végétale en mg

3.2.2 Préparation des solutions

3.2.2.1. Solutions d'extraits

Des solutions aqueuses des trois mélanges d'extraits de plantes (*Olea europaea*, *Moringa oleifera* et *Punica granatum*) sont préparées à une concentration de 1 mg/mL d'eau distillée pour chacun.

3.2.2.2. Solutions des mélanges d'extraits

Dans le but d'évaluer d'éventuelles synergies entre les différentes plantes sélectionnées, des solutions contenant différents mélanges des solutions d'extraits (précédemment citées dans la section 3.3.1) sont préparées, la composition de chaque solution est donnée dans le tableau 3.1.

Tableau 3.1 : Solutions des extraits et des mélanges.

N°	Nom de solution	Ratio	Composition		
			<i>Olea</i>	<i>Punica</i>	<i>Moringa</i>
1	<i>Olea</i>	-	1 mg/ml	-	-
2	<i>Punica</i>	-	-	1 mg/ml	-
3	<i>Moringa</i>	-	-	-	1 mg/ml
4	<i>Olea + Punica</i>	1 :1	1/2	1/2	-
5	<i>Olea + Moringa</i>	1 :1	1/2	-	1/2
6	<i>Punica + Moringa</i>	1 :1	-	1/2	1/2
7	<i>Olea + Punica + Moringa</i>	1 :1 :1	1/3	1/3	1/3

3.2.3 Caractérisation des extraits

3.2.3.1. Dosage des Polyphénols totaux

La méthode colorimétrique de dosage des polyphénols totaux est décrite par OTTO Folin et VINTILA Ciocalteu en 1965 (Mujic *et al.*, 2009). Elle est basée sur la réduction du réactif phosphomolybdotungstique par les composés phénoliques présents dans un échantillon. Les polyphénols réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu en milieu alcalin. Cette réaction provoque la réduction des ions molybdate (Mo^{6+}) et tungstate (W^{6+}) et la formation du complexe de molybdène et tungstène qui donne une couleur bleue dont l'intensité se diffère selon la concentration des composés phénoliques de l'échantillon. (Dieng *et al.*, 2015)

3.2.3.1.1. Procédure générale

0,5 ml de solution d'extrait aqueux (L'extrait de *Punica granatum* et les mélanges OP, PM, OPM sont dilués à 1/10 « 0,1 mg/mL » en raison de la forte concentration en composés phénoliques de *Punica granatum*) sont mélangés avec 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu à 10 % dissous dans de l'eau distillée, ensuite les échantillons sont incubés à une température ambiante pendant 5 min. Après l'incubation on ajoute 2,5 ml de carbonate de sodium à 7,5 %. Les échantillons sont ensuite incubés à 25 °C pendant 1 heure pour permettre le développement d'une couleur bleue. Le blanc contient 0,5 ml de l'eau distillé, 2,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué

dix fois) et 2,5 ml de carbonate de sodium à 7,5 %. L'absorbance est mesurée à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV Visible de type UV-1601, SHIMADZU, Japon (**Figure 3.8**).



Figure 3.8 : Spectrophotomètre UV-1601, SHIMADZU. (Photo Originale)

3.2.3.1.2. Préparation de la courbe d'étalonnage d'acide gallique

Pour quantifier les polyphénols totaux présents dans les extraits, l'acide gallique est utilisé comme un standard de référence. Une solution mère d'acide gallique est préparée dans de l'eau distillée avec une concentration de 2mg/ml. Ensuite, des dilutions successives sont réalisées pour obtenir les concentrations suivantes : 0,002 ; 0,004 ; 0,006 ; 0,008 et 0,010 mg/mL.

Ces solutions sont traitées de la même manière que les extraits à analyser : ajout du réactif de Folin–Ciocalteu, alcalinisation par le carbonate de sodium, incubation puis mesure de l'absorbance à 765 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

3.2.3.1.3. Méthode de calcul

Les valeurs d'absorbance obtenues permettent de tracer une courbe d'étalonnage **Absorbance = f([acide gallique])**, qui a servi à déterminer la concentration des polyphénols totaux dans les échantillons végétaux, exprimée en équivalent acide gallique (mg GAE/mL).

3.2.3.2. Analyse par HPLC-UV/DAD des extraits de plantes

La chromatographie liquide à haute performance (HPLC) est une technique analytique de séparation, identification et quantification des composés présents dans un mélange complexe (figure 3.8). Elle est basée sur la distribution des molécules entre deux phases :

- Une phase stationnaire (généralement une colonne remplie de silice modifiée)
- Une phase mobile (solvant ou mélange de solvants pompé à haute pression).

Les molécules du mélange sont transportées par la phase mobile à travers la colonne, où elles interagissent différemment avec la phase stationnaire selon leur polarité, taille, affinité ou hydrophobicité. Ces différences d'interaction provoquent des temps de rétention différents pour chaque composé, permettant ainsi leur séparation individuelle.

L'élution des composés est suivie en temps réel par un détecteur (UV/Visible ou bien DAD « Détecteur à Réseau de Diodes »), et le résultat est présenté sous forme de chromatogramme, où chaque pic correspond à un composé distinct. (Dong, 2006)

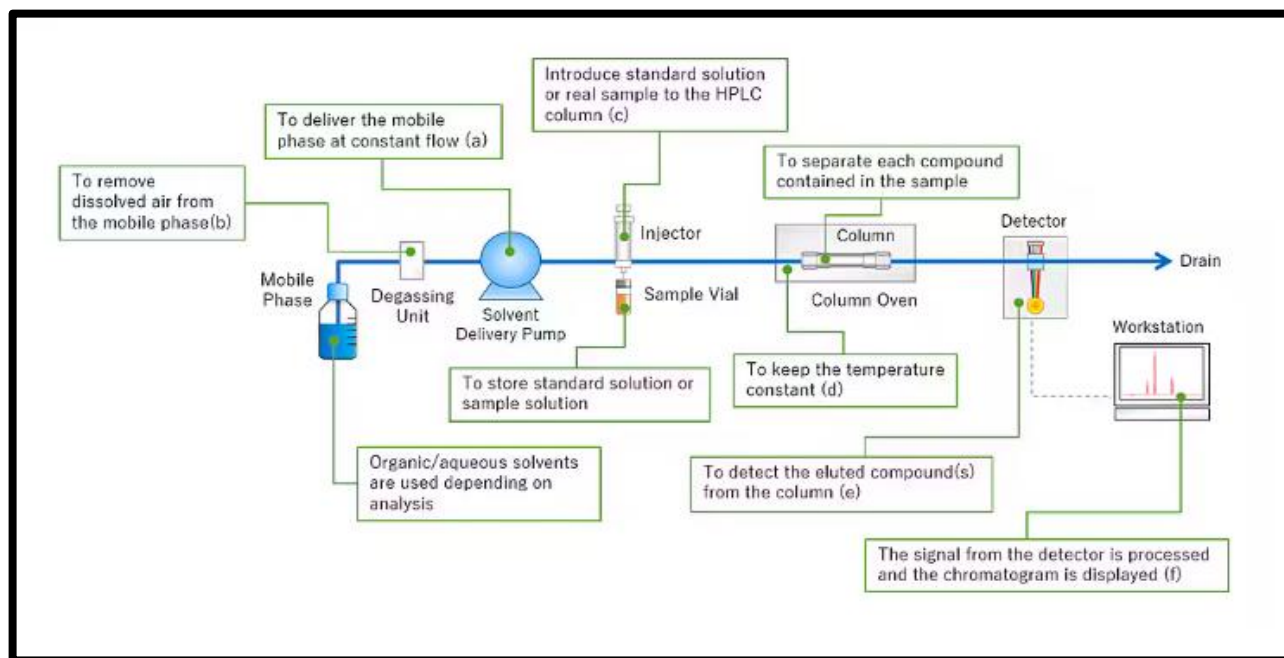


Figure 3.9 : Diagramme de flux HPLC. (SHIMADZU.fr, 2025)

3.2.3.2.1. Réalisation de l'analyse

Les extraits sont analysés à l'aide d'un système HPLC (SHIMADZU, Japon) équipé d'un détecteur à barrette de diodes (DAD), l'appareil est disponible au niveau du CRAPC (figure 3.9). Les extraits sont analysés selon une méthode développée en interne par le département de chimie analytique de l'université d'Opole, Pologne.

La colonne utilisée est une Gemini NX-C18 (Phenomenex), contenant une phase stationnaire de 3 μm , avec un diamètre interne de 3 mm et une longueur de 150 mm, accompagnée d'une pré-colonne dédiée. Le four de la colonne est maintenu à 25 °C. Le volume d'injection était de 10 μL . Les solvants d'élution sont constitués d'acide formique à 0,1 % dans l'eau (solvant A) et de méthanol (solvant B). Les analytes sont séparés selon le programme de gradient suivant (seuls les pourcentages du solvant B sont indiqués ; le reste de la phase mobile correspond au solvant A) :

- 0–8 min : gradient linéaire de 10 % à 25 % de B
- 8–16 min : étape isocratique à 25 % de B
- 16–25 min : gradient linéaire de 25 % à 45 % de B
- 25–28 min : étape isocratique à 45 % de B
- 28–45 min : gradient linéaire de 45 % à 80 % de B

L'équilibration de la colonne est réalisée en deux étapes :

- 45–46 min : gradient rapide de 100 % à 10 % de B
- 46–60 min : phase isocratique à 10 % de B

Les spectres d'absorption UV des étalons et des échantillons sont enregistrés entre 190 et 400 nm. Les longueurs d'onde de détection sont choisies individuellement pour chaque analyte, en fonction de leur maximum d'absorbance ou de valeurs proches de celui-ci.

Les standards des composés phénoliques suivants ont été utilisés pour les analyses : acide gallique, acide 3,4-dihydroxybenzoïque (3,4-DHBA), acide 4-hydroxybenzoïque (4-HBA), acide chlorogénique, acide vanillique, acide caféique, acide 3-hydroxybenzoïque (3-HBA), acide m-

hydroxybenzoïque, acide syringique, acide férulique, rutine, acide rosmarinique, acide cinnamique, acide ellagique, quercétine et chrysin.



Figure 3.10 : HPLC « SHIMADZU » au niveau du CRAPC. (Photo Originale)

3.2.3.2.2. Exploitation des chromatogrammes et identification/quantification

L'identification des composés est réalisée en se basant sur le temps de rétention et le spectre d'absorption UV. Les concentrations des analytes identifiés sont déterminées à l'aide d'une méthode de calibration externe. Les courbes d'étalonnage des standards sont établies dans une gamme de concentrations allant de 0,1 à 50 mg/L. Les résultats finaux sont exprimés en μg pour 1 g d'extrait.

3.2.4. Evaluation de l'activité antioxydante

Le dosage de l'activité antioxydante avec le DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle) est une méthode colorimétrique largement utilisée pour évaluer le pouvoir des composés d'un extrait à donner un électron ou un atome d'hydrogène pour neutraliser les radicaux libres stable « DPPH »

qui sont de couleur violet. Lorsqu'un antioxydant est présent dans un extrait, il réduit le radical DPPH en DPPH-H avec un changement de couleur de violet à jaune. Ce changement est quantifié par lecture d'absorbance à 517nm à l'aide d'un spectrophotomètre (Spectrophotomètre UV-1601, SHIMADZU, Tokyo, Japan). (Brand-Williams *et al.*, 1995)

3.2.4.1. Procédure générale

Pour l'évaluation de l'activité antioxydante, la méthode décrite initialement par Molyneux (2004), puis appliquée et précisée par Quintão, Tavares, Vieira-Filho, Souza et Santos (2013), est utilisée. Cette méthode est adaptée avec quelques modifications expérimentales selon les travaux de Nait Bachir, Zafour et Medjkane (2017).

3.2.4.1.1. Préparation des dilutions des extraits a testé

- Dilutions de *Punica granatum* : 0.008, 0.01, 0.02, 0.04 et 0.06 mg/ml.
- Dilutions de *Moringa oleifera* : 0.1, 0.2, 0.4 ,0.6 et 0.8 mg/ml.
- Dilutions d'*Olea europaea* : 0.1, 0.2, 0.4 ,0.6 et 0.8 mg/ml.
- Dilutions du mélange de *Olea europaea* + *Punica granatum* (OP) : 0.02, 0.04, 0.06 ,0.08, 0.1 et 0.2 mg/ml.
- Dilutions du mélange de *Olea europaea* + *Moringa oleifera* (OM) : 0.06, 0.08, 0.1, 0.2 et 0.4 mg/ml.
- Dilutions du mélange de *Punica granatum* + *Moringa oleifera* (PM) : 0.01, 0.02, 0.04, 0.06 ,0.08 et 0.2 mg/ml.
- Dilutions du mélange de *Olea europaea* + *Punica granatum* + *Moringa oleifera* (OPM) : 0.02, 0.04, 0.06 ,0.08, 0.1 et 0.2 mg/ml.

3.2.4.1.2. Préparation de solution de DPPH

Pour évaluer l'activité antioxydante des extraits on doit utiliser les réactif DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle). Pour ce faire, 0.004 gramme de DPPH est pesé à l'aide d'une balance analytique, puis dissous dans 100ml de méthanol pur (99%). La solution est homogénéisée à l'abri de la lumière afin d'éviter tous type de dégradation des radicaux libre DPPH. La solution obtenue présente une couleur violette intense et son absorbance est mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (Spectrophotomètre UV-1601, SHIMADZU, Tokyo, Japan)

3.2.4.1.3. Incubation des extraits avec le réactif DPPH

Après la préparation des dilutions des mélanges, 1 ml de chaque mélange est prélevé dans des tubes à essai, puis 3 ml de solution de DPPH sont ajoutés dans chaque tube. L'incubation est réalisée pendant 30 min à l'abri de la lumière. A la fin, une lecture d'absorbance est réalisée à l'aide d'un spectrophotomètre (Spectrophotomètre UV-1601) à une longueur d'onde 517 nm.

3.2.4.1.4. Méthode de calcul

L'activité antioxydante en pourcentage d'inhibition est calculée selon la formule suivante :

$$AA\% = [(A_0 - A_e) / A_0] \times 100$$

A₀ : 3ml DPPH + 1ml d'eau distillée ;

A_e : absorbance de l'échantillon testé après incubation.

3.2.4.2. Évaluation de la CI 50

3.2.4.2.1. Calcul de la CI 50

La CI₅₀ « concentration inhibitrice médiane » est la concentration d'un extrait nécessaire pour inhiber 50 % de l'activité mesurée (par exemple, l'activité des radicaux DPPH). Elle est calculée en traçant la droite de régression linéaire entre l'absorbance et les différentes concentrations des extraits testés. L'équation de cette droite ($y = ax + b$) permet d'estimer la concentration correspondant à 50 % d'inhibition en résolvant l'équation pour x, avec y = 50.

3.2.4.2.2. Calcul de l'indice de combinaison (Combination Index, CI)

L'indice de combinaison (en anglais : Combination Index, CI) est un paramètre quantitatif utilisé pour évaluer les interactions entre deux agents (par exemple, des médicaments, des extraits de plantes, ou des composés bioactifs) lorsqu'ils sont administrés simultanément. Il permet de déterminer si la combinaison des deux agents a un effet :

- Synergique (IC < 1) : la combinaison est plus efficace que l'effet attendu de l'addition des deux agents.
- Additif (IC = 1) : la combinaison a un effet équivalent à la somme des effets individuels.
- Antagoniste (IC > 1) : la combinaison est moins efficace que la somme des effets individuels.

Le calcul du CI repose souvent sur le modèle de Chou-Talalay (**Chou & Talalay, 1984**), la formule de calcul est donnée ci-dessous :

$$IC = (D_A / CI_{50 A}) + (D_B / CI_{50 B})$$

où :

D_A et D_B = concentrations des extraits A et B dans le mélange qui donnent 50 % d'effet,

$CI_{50 A}$ et $CI_{50 B}$ = CI_{50} des extraits A et B utilisés seuls.

3.2.5. Activité antimicrobienne

3.2.5.1. Les souches sélectionnées

Deux souches bactériennes sont choisies pour cette étude : *Escherichia coli* (Gram négatif) et *Listeria monocytogenes* (Gram positif). Ce choix repose sur la nécessité d'évaluer l'efficacité des extraits sur des bactéries appartenant à des groupes microbiologiques différents, afin de couvrir un spectre large d'action.

Par ailleurs, une souche fongique de *Botrytis cinerea* est testée (figure 3.11). Ce champignon phytopathogène est reconnu comme l'un des agents responsables de la pourriture grise, une maladie redoutée qui entraîne d'importantes pertes post-récolte, notamment sur les fraises et d'autres fruits à chair tendre. Sa capacité à coloniser rapidement les tissus végétaux en décomposition en fait un modèle pertinent pour évaluer l'efficacité des substances antifongiques d'origine naturelle.

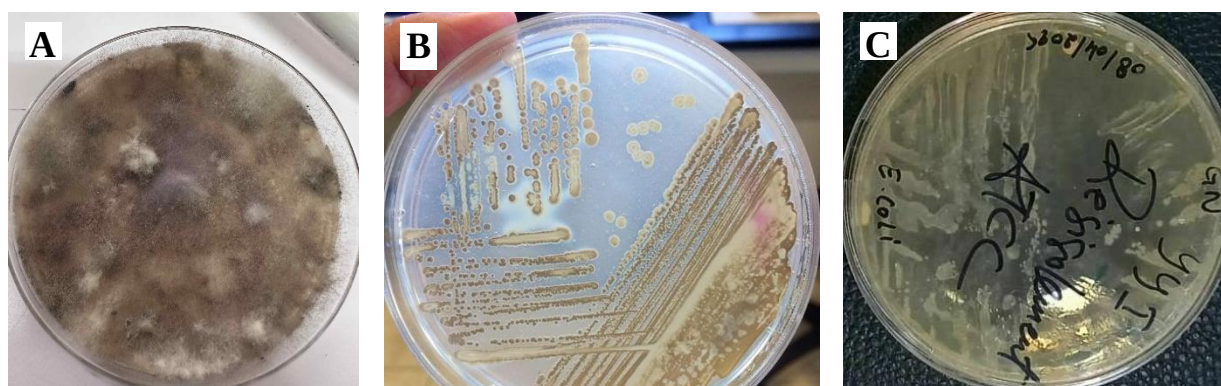


Figure 3.11 : Cultures in-vitro des 3 souches étudiés.

A : *Botrytis cinerea* sur milieu de culture Sabouraud, B : *Listeria monocytogenes* sur milieu muller hinton, C : *Echerichia coli* sur milieu muller hinton

3.2.5.2. Préparation des inoculums :

Après la réactivation des souches bactériennes sur gélose nutritive, une colonie est prélevée à l'aide d'une pipette Pasteur, puis suspendue dans de l'eau physiologique stérile. Les suspensions bactériennes sont ensuite ajustées à une densité standard (0,5 McFarland).

3.2.5.3. Méthodes de diffusion en puits

3.2.5.3.1. Protocole d'évaluation de l'activité antibactérienne

L'activité antibactérienne des extraits de plantes a été évaluée à l'aide de la méthode de diffusion en puits, en suivant les standards usuels. Deux types de souches bactériennes sont ciblées : une souche à Gram négatif : *Escherichia coli*, une souche à Gram positif : *Listeria monocytogenes*. Pour chaque souche, une suspension bactérienne est préparée et ajustée à une densité équivalente à 0,5 sur l'échelle de McFarland, correspondant à environ $1,5 \times 10^8$ UFC/mL. La suspension est ensuite ensemencée de manière homogène sur des boîtes de gélose Mueller-Hinton (MH) à l'aide d'un écouvillon stérile à usage unique.

Des puits circulaires sont creusés dans la gélose. Chaque puit est rempli avec 10 µL d'extrait de plante. Un autre puit est rempli avec une solution de gentamicine (antibiotique de référence), servant de contrôle positif.

Les boîtes sont incubées pendant 24 heures à 37 °C. À l'issue de l'incubation, le diamètre des zones d'inhibition formées autour de chaque puits est mesuré en millimètres à l'aide d'une règle ou d'un pied à coulisse.

3.2.5.3.2. Protocole d'évaluation de l'activité antifongique

L'activité antifongique des extraits de plantes est évaluée par la méthode des puits, selon un protocole similaire à celui utilisé pour l'activité antibactérienne, avec quelques modifications spécifiques aux champignons filamenteux. Le milieu de culture utilisé est la gélose Sabouraud Dextrose Agar (SDA), favorable à la croissance des champignons. L'inoculation est réalisée à l'aide d'un fragment de mycélium frais de *Botrytis cinerea*, prélevé sur une culture pure, et placé au centre de la boîte de Pétri. Des puits stériles sont creusés dans la gélose, puis remplis avec 10 µL d'extrait de plante. (Harzallah *et al.*, 2011)

3.2.5.4. Détermination de la CMI « Concentration Minimale Inhibitrice »

Un inoculum de chaque souche bactérienne est préparé dans de l'eau physiologique stérile à partir d'une culture jeune (18 à 24 h). Les suspensions sont ajustées à une densité équivalente à 0,5 sur l'échelle de McFarland, correspondant à environ $1,5 \times 10^8$ UFC/mL. Chaque extrait est soumis à une série de dilutions décroissantes : 300 mg/mL, 150 mg/mL, 75 mg/mL et 30 mg/mL, préparées dans des plaques stériles à 96 puits (figure 3.11). La préparation des plaques est réalisée sous conditions aseptiques, de la manière suivante : 90 μ L de bouillon Mueller-Hinton (MH) stérile, 10 μ L de suspension bactérienne, et 100 μ L de la dilution de l'extrait ont été ajoutés dans chaque puits. Un puit témoin négatif est préparé avec 190 μ L de bouillon MH et 10 μ L de la suspension bactérienne, sans extrait. Les plaques sont incubées à 37 °C pendant 24 heures. La croissance bactérienne est évaluée visuellement, par la présence d'une turbidité et/ou d'un culot bactérien au fond du puits. La CMI est définie comme la plus faible concentration de l'extrait ne présentant aucune croissance visible à l'œil nu (Harzallah *et al.*, 2011).

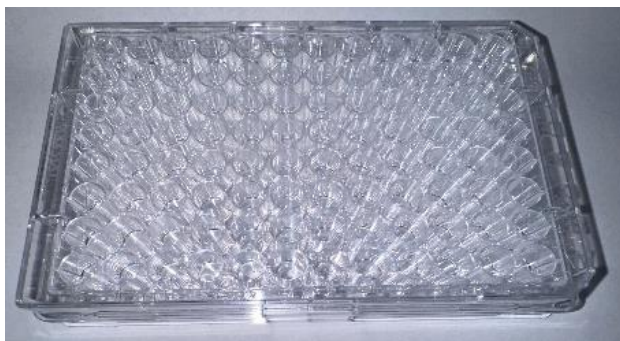


Figure 3.12 : Microplaque. (Photo Originale)

Pour l'évaluation de la CMI contre la souche fongique *Botrytis cinerea*, quelques modifications du protocole sont apportées pour l'adapter à la nature fongique de l'agent pathogène : Le milieu utilisé est le bouillon Sabouraud Dextrose (SDB) au lieu du bouillon MH. L'inoculum est préparé à partir d'un broyat de mycélium frais homogénéisé dans une solution saline stérile, avec ajustement à une densité optique équivalente à 0,5 McF. Les volumes distribués dans les puits sont similaires (90 μ L de bouillon SDB, 10 μ L de l'inoculum fongique, 100 μ L de chaque dilution d'extrait). Les plaques sont incubées à 25 °C pendant 5 à 7 jours, et la croissance fongique est évaluée par l'absence de turbidité ou de dépôt mycélien au fond des puits. La CMI a

été définie comme la plus faible concentration de l'extrait empêchant toute croissance visible de *B. cinerea* dans le puits.

3.2.5.5. Détermination de la CMB « Concentration Minimale Bactéricide » / CMF « Concentration Minimale Fongicide »

Pour déterminer la concentration minimale bactéricide (CMB), 10 µl de milieu contenu dans chaque puits sans croissance visible, sont inoculés sur des géloses MH. Après 24h d'incubation à 37°C, le nombre de bactéries survivantes est déterminé. La CMB est définie comme étant la plus faible concentration pour laquelle 99% des bactéries sont éradiquées (Magina *et al.*, 2009).

3.2.6. Etude statistique

L'analyse statistique des résultats expérimentaux de cette étude sont réalisées par l'application du test ANOVA à un facteur à l'aide du logiciel Excel-STAT pour l'analyse de la significativité des résultats, en calculant la valeur statistique p.

Résultats et Discussion

Chapitre IV : Résultats et discussion

4.1. Préparation des extraits

Le rendement d'extraction est calculé pour chaque échantillon à partir de la masse sèche obtenue. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1 : Rendement d'extraction des extraits aqueux des plantes

Plantes	<i>Olea europaea</i>	<i>Punica granatum</i>	<i>Moringa oleifera</i>
Poids après lyophilisation (g)	3.620 ± 0.06	6.515 ± 0.06	4.578 ± 0.03
Rendement (%)	12.06 ± 0.2	21.72 ± 0.19	15.26 ± 0.09

Selon Koné *et al.* (2017), les rendements d'extraction dépendent fortement de plusieurs facteurs, notamment la nature de la plante, le ratio solvant/matière, la granulométrie, et le temps de macération. Ces valeurs relativement élevées suggèrent une bonne solubilité des composés bioactifs dans l'eau, particulièrement dans le cas de *Punica granatum*. Le rendement plus faible observé pour *Olea europaea* pourrait être lié à une faible concentration en composés hydrosolubles, ce qui confirme que la nature biochimique et structurale de la plante influence directement le rendement (Koné *et al.*, 2017).

4.2. Dosage des Polyphénols totaux

La teneur de polyphénols totaux dans nos échantillons (extraits et mélanges), est calculée à partir d'une courbe d'étalonnage linéaire, établie avec des concentrations précises d'acide gallique (0.002-0.1mg/L) (Figure 4.1) comme standard de référence, dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligramme d'équivalent d'acide gallique par gramme d'extrait mgEAG/g extrait.

Lors de cette partie de l'étude, la coloration des solutions à analyser est observée, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration en polyphénols dans lesdites solutions (figure 4.2).

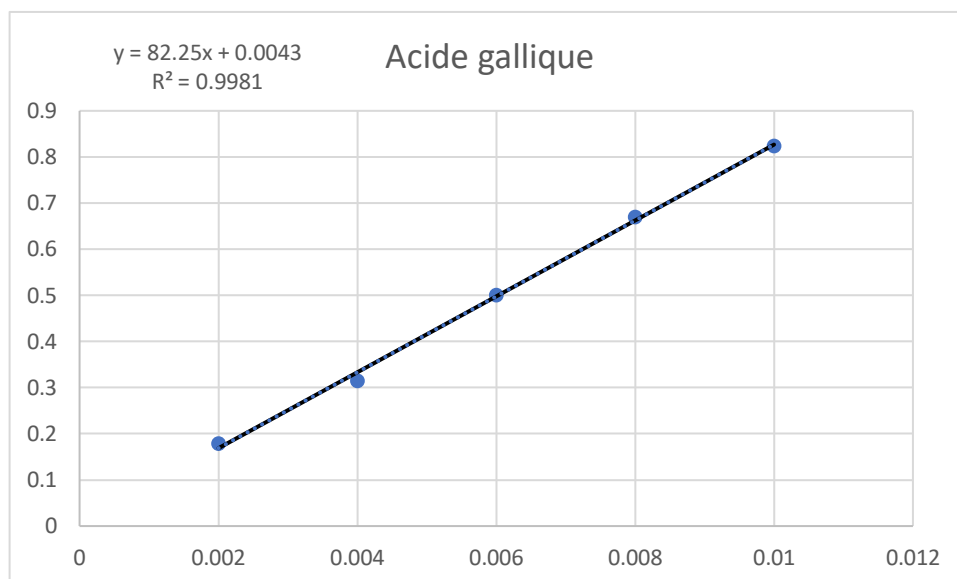


Figure 4.1 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique.

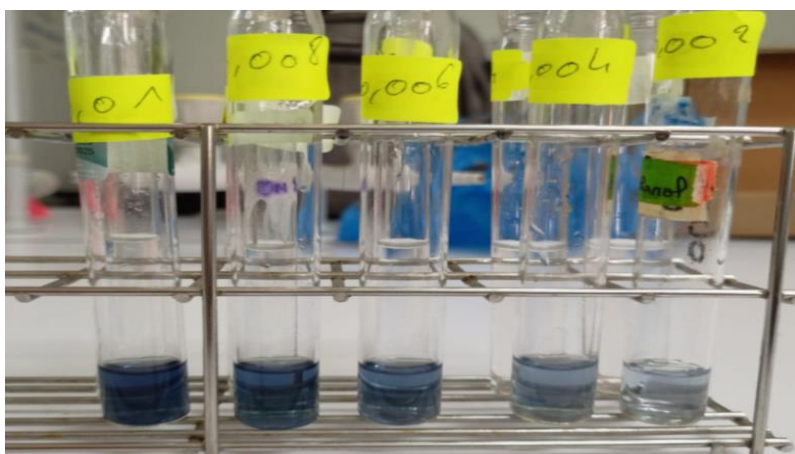


Figure 4.2 : Coloration des différentes concentrations d'acide gallique traité avec le Folin.

(Photo originale)

Le tableau 4.2 regroupe les résultats de la teneur de polyphénols totaux dans nos sept échantillons (extraits et mélanges). L'analyse des teneurs en polyphénols totaux exprimées en mg équivalents acide gallique par gramme d'extrait (mg EAG/g), révèle des variations significatives entre les extraits individuels et leurs mélanges. L'extrait de *Punica granatum* se distingue par une concentration nettement supérieure (42 mg EAG/g), Cette valeur est proche de celle rapportée par (Elfalleh *et al.*, 2012), qui ont obtenu $53,65 \pm 4,13$ mg EAG/g pour un extrait aqueux de la pelure de grenade. Cette proximité confirme la validité de notre protocole d'extraction ainsi que la

richesse naturelle de Punica en composés phénoliques, et qu'elle possède une valeur bioactive importante.

Tableau 4.2 : Résultats des dosages des polyphénols totaux.

Mélanges	Dosages des polyphénols totaux (mgEAG / g d'extrait)				Comparaison des valeurs au dosage PPT de Punica
	R1	R2	R3	Moyenne ± Erreur	
<i>Punica</i>	38.99	44.82	42.273	42.03 ± 1.69	-
<i>Moringa</i>	5.83	5.16	5.479	5.50 ± 0.19	P<0.001
<i>Olea</i>	7.57	8.07	8.53	8.06 ± 0.28	P<0.001
<i>Punica + Moringa</i>	9.47	10.14	9.41	9.68 ± 0.23	P<0.001
<i>Punica + Olea</i>	14.53	13.47	14.05	14.02 ± 0.31	P<0.001
<i>Moringa + Olea</i>	7.74	8.01	7.51	7.75 ± 0.14	P<0.001
<i>Punica + Moringa + Olea</i>	11.26	11.47	11.05	11.27 ± 0.12	P<0.001

La teneur en polyphénols totaux de l'extrait aqueux de *Olea europaea* obtenue dans notre étude est de 8,05 mg EAG/g d'extrait, ce qui représente une concentration relativement faible comparée aux valeurs généralement rapportées dans la littérature pour des extraits obtenus avec des solvants organiques. Cette faible teneur peut s'expliquer par le fait que l'extraction est réalisée uniquement avec de l'eau distillée, or il est bien établi que l'oléuropéine, principal composé phénolique des feuilles d'olivier, est très peu soluble dans l'eau. En effet, l'oléuropéine présente une solubilité significativement plus élevée dans des mélanges hydroalcooliques, avec un maximum d'extraction observé dans une solution à 70 % d'éthanol.(Papageorgiou *et al.*, 2022).

La teneur en polyphénols totaux obtenue pour l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* dans notre étude est de 5,49 mg EAG/g d'extrait. Selon Hernández-Fuentes *et al.* (2025), qui ont préparé une infusion aqueuse de feuilles de *Moringa oleifera*, la teneur en polyphénols totaux mesurée par

la méthode de Folin-Ciocalteu était de 2,56 mg/g, cette valeur est légèrement inférieure à la nôtre, mais la proximité des résultats confirme la validité de notre protocole d'extraction aqueuse.

En revanche, d'autres études ayant utilisé des solvants organiques plus efficaces comme l'éthanol à 96 %, ont rapporté des concentrations en polyphénols beaucoup plus élevées. Par exemple, Siddhuraju & Becker (2003) ont trouvé des teneurs de 30 mg EAG/g avec un extrait éthanolique. Cette différence marquée s'explique par la meilleure solubilité des composés phénoliques dans l'éthanol. (Sulastri *et al.*, 2018).

Concernant les mélanges, les résultats montrent des comportements variés (figure 4.3) :

Le mélange *Punica* + *Olea* affiche une faible synergie (14,09 mg EAG/g), par rapport aux valeur théorique attendue : 25 mg EAG/g pour une synergie parfaite.

Le mélange *Punica* + *Moringa* présente une concentration de 10,11 mg EAG/g, ce qui indique également une synergie très limitée par rapport aux valeur théorique attendue : 23.74 mg EAG/g pour une synergie parfaite

En revanche, le mélange *Moringa* + *Olea* (7,71 mg EAG/g) présente une amélioration significative par rapport aux valeur théorique attendue : 6.77 mg EAG/g pour une synergie parfaite.

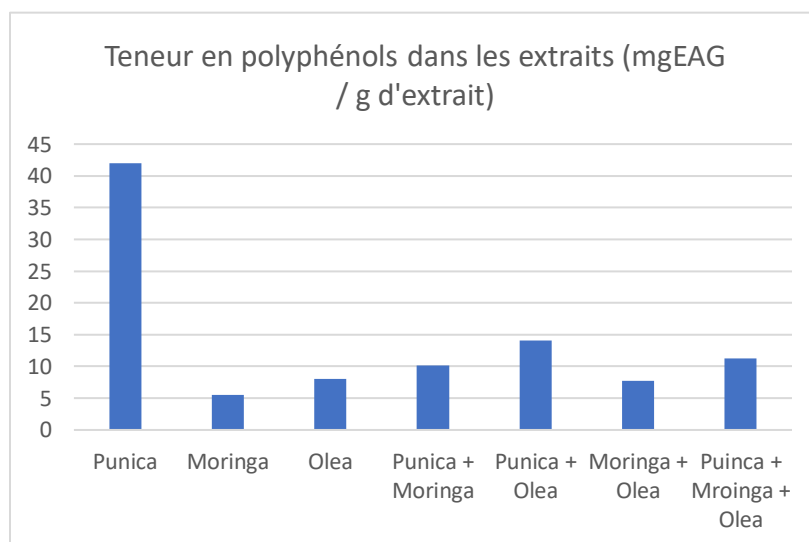


Figure 4.3 : Dosage des polyphénols totaux des extraits étudiés.

4.3. Analyse HPLC-UV/DAD des extraits

Les chromatogrammes des trois extraits analysés sont donnés dans les figures 4.4, 4.5 et 4.6, pour les trois extraits de *Punica granatum*, *Moringa oleifera* et *Olea europaea*, respectivement. Les résultats qualitatifs et quantitatifs des analyses HPLC sont présentés dans le **tableau 4.3**.

Tableau 4.3 : Composition chimique des extraits de plantes par HPLC-UV/DAD.

N°	Composé phénolique	Temps de rétention (min)	Longueur d'onde d'absorption maximale (nm)	Quantification (mg/g d'extrait)		
				<i>Punica granatum</i>	<i>Moringa oleifera</i>	<i>Olea europaea</i>
1	Acide gallique	5,173	270	34,395	1,838	-
2	3,4-DHBA	8,46	261	-	-	1,107
3	4-HBA	12,45	257	-	-	-
4	Acide chlorogénique	13,173	327	2,829	11,081	4,002
5	Acide vanillique	14,617	257	3,202	-	2,359
6	Acide caféique	15,43	327	-	15,776	-
7	3-HBA	15,5	238	1,335	7,848	5,567
8	Acide syringique	16,5	279	0,991	-	-
9	Acide férulique	24,293	327	-	5,147	2,309
10	Rutine	28,667	357	-	-	-
11	Acide rosmarinique	29,743	327	-	1,174	4,152
12	Acide cinnamique	33,607	279	-	-	1,327
13	Quercétine	35,33	372	-	-	-
14	Chrysine	41,963	270	-	-	-
Nombre des composés identifiés				5	6	7
Masse totale des composés identifiés (mg/g d'extrait)				42,754	42,866	20,825

L'analyse chromatographique par HPLC permet d'établir un profil phytochimique détaillé des extraits aqueux issus des plantes étudiées. Au total, dix composés phénoliques distincts sont identifiés, révélant une richesse métabolique remarquable centrée sur les acides phénoliques hydrosolubles. Ces composés se répartissent principalement en deux familles majeures de polyphénols :

- Acides hydroxybenzoïques : Acide gallique, Acide 3,4-dihydroxybenzoïque (3,4-DHBA), Acide 3-hydroxybenzoïque (3-HBA), Acide vanillique et Acide syringique.
- Acides hydroxycinnamiques : Acide chlorogénique, Acide caféique, Acide férulique, Acide rosmarinique et Acide cinnamique.

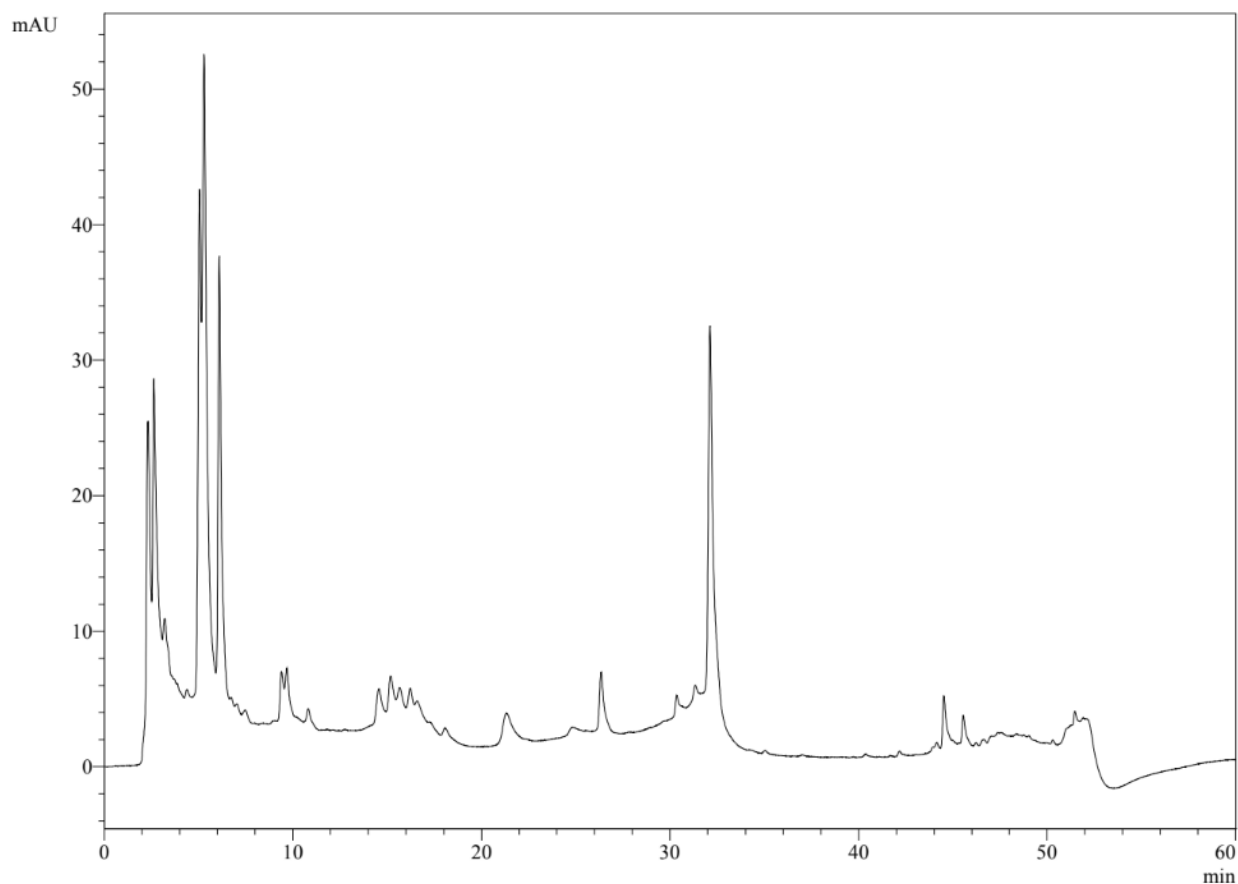
Ces métabolites, majoritairement solubles dans l'eau, sont bien connus pour leurs propriétés antioxydantes et antimicrobiennes. Leur présence en quantités quantifiables dans des extraits obtenus exclusivement par solvant aqueux est particulièrement intéressante du point de vue de la sécurité sanitaire et de la compatibilité avec des applications alimentaires, en particulier dans le domaine de la conservation naturelle des denrées périssables.

En revanche, quatre standards, dont trois standards flavonoïdiques (acide 4-hydroxybenzoïque, rutine, quercétine et chrysine) ne sont pas détectés dans les extraits. Cette absence peut s'expliquer par la nature polaire du solvant utilisé (eau), peu favorable à l'extraction de flavonoïdes aglycones ou peu hydrosolubles. En effet, les flavonoïdes présentent généralement une affinité plus élevée pour les solvants organiques intermédiaires ou mixtes (éthanol, méthanol, acétone), ce qui limite leur extraction lorsque seul un solvant vert est employé. Ainsi, bien que la technique d'extraction aqueuse restreigne l'éventail de composés extraits, elle présente des avantages considérables en termes de non-toxicité, faible coût, accessibilité et durabilité. Elle permet d'obtenir des extraits hautement concentrés en acides phénoliques bioactifs, capables de jouer un rôle essentiel dans la stabilisation oxydative des aliments et dans l'inhibition de la prolifération microbienne, deux leviers clés de la conservation naturelle.

Ce profil phénolique, combiné à une approche écologique d'extraction, ouvre des perspectives prometteuses pour le développement de formulations conservatrices naturelles, sans résidu chimique, compatibles avec les exigences des industries agroalimentaires, nutraceutiques ou biopharmaceutiques.

4.3.1. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Punica granatum*

L'analyse chromatographique par HPLC de l'extrait aqueux de *Punica granatum* (figure 4.4) permet de mettre en évidence une composition phénolique dominée par des acides hydroxybenzoïques, conférant à l'extrait un potentiel antioxydant élevé. Cinq composés phénoliques sont identifiés, représentant une concentration totale de 42,75 mg/g d'extrait.



Figures 4.4 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Punica granatum* (à 254 nm).

L'acide gallique constitue le principal composé identifié, avec une teneur de 34,39 mg/g d'extrait, soit plus de 80 % du total quantifié. Ce composé est bien documenté dans la littérature pour sa capacité antiradicalaire élevée, liée à la présence de trois groupements hydroxyles en position ortho sur le cycle aromatique, favorisant une donation d'hydrogène rapide et efficace pour piéger les radicaux libres.

D'autres acides hydroxybenzoïques sont également détectés, notamment l'acide vanillique (3,20 mg/g), l'acide 3-hydroxybenzoïque (3-HBA) (1,33 mg/g) et l'acide syringique (0,99 mg/g),

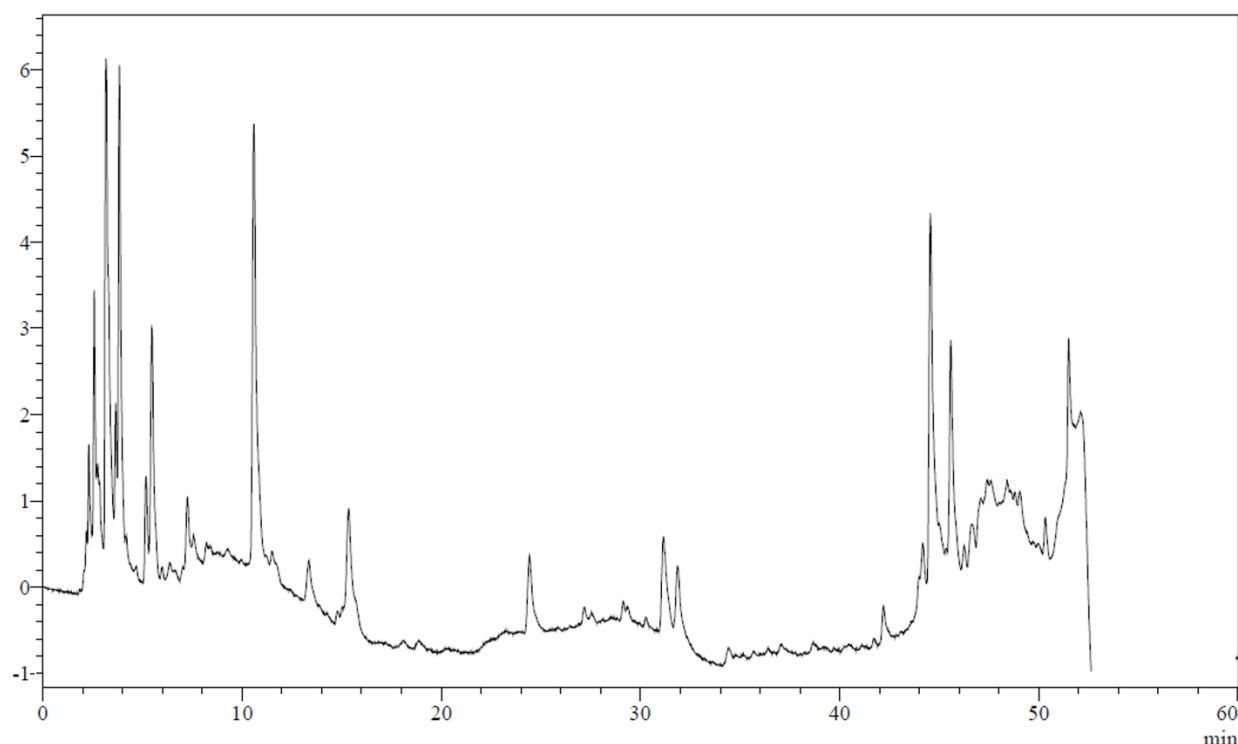
tous reconnus pour leur activité antioxydante modérée et leur stabilité dans les milieux biologiques et alimentaires. Concernant les acides hydroxycinnamiques, seule la présence de l'acide chlorogénique est mise en évidence, à une concentration de 2,83 mg/g d'extrait. Ce composé, formé par l'esterification de l'acide caféique avec l'acide quinique, est également connu pour ses propriétés antioxydantes significatives et ses effets protecteurs vis-à-vis du stress oxydatif cellulaire.

L'absence de flavonoïdes tels que la quercétine, la rutine et la chrysine peut être attribuée à la polarité élevée du solvant d'extraction (eau), qui favorise l'extraction des composés phénoliques hydrosolubles au détriment des flavonoïdes peu polaires. Ce profil est en cohérence avec plusieurs études antérieures sur *Punica granatum* ayant utilisé des extraits aqueux, notamment celles de Tianchai *et al.* (2013) et Hasmik *et al.* (2011), qui rapportent également une prédominance de l'acide gallique et une activité antioxydante élevée.

4.3.2. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Moringa oleifera*

L'analyse HPLC de l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (figure 4.5) permet d'identifier six composés phénoliques, pour une concentration totale de 42,87 mg/g d'extrait.

Contrairement à *Punica granatum*, la composition phénolique de *Moringa oleifera* se distingue par une prédominance d'acides hydroxycinnamiques, connus pour leur efficacité dans le piégeage des radicaux libres et leurs propriétés anti-inflammatoires. Le composé majoritaire est l'acide caféique, détecté à une concentration de 15,78 mg/g d'extrait. Ce composé est largement reconnu pour ses propriétés antioxydantes, notamment via son mécanisme de neutralisation des radicaux peroxy, ainsi que pour ses effets inhibiteurs sur certaines enzymes pro-oxydantes. Il est suivi par l'acide chlorogénique, présent à 11,08 mg/g, qui est un ester de l'acide caféique avec l'acide quinique. Ce composé possède une activité antioxydante documentée, mais également une capacité à moduler le métabolisme des glucides et à protéger les cellules contre le stress oxydatif. L'acide férulique, détecté à 5,15 mg/g, contribue également à l'activité antioxydante globale par sa structure méthoxylée, qui augmente sa stabilité et son efficacité contre les espèces réactives de l'oxygène. L'acide rosmarinique, présent à 1,17 mg/g, est également un acide hydroxycinnamique à double noyau aromatique, souvent associé à une forte activité radicalaire, en particulier dans les matrices végétales riches en composés volatils.



Figures 4.5 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Moringa oleifera* (à 254 nm).

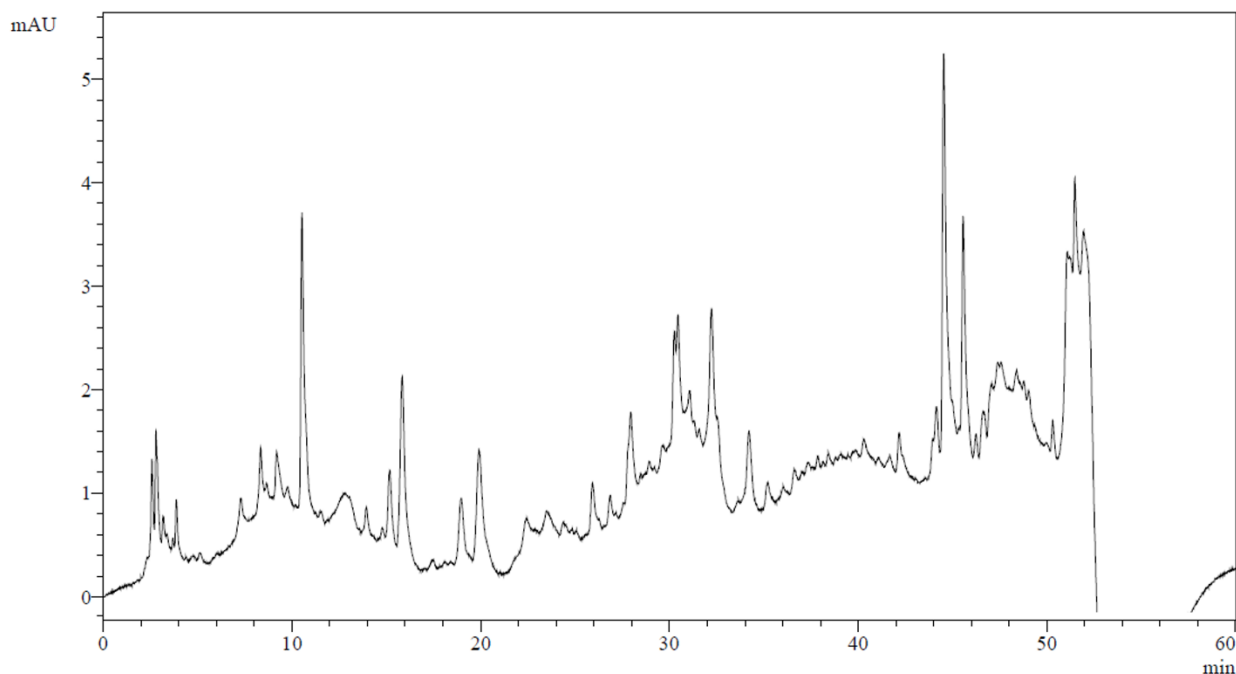
Concernant les acides hydroxybenzoïques, l'acide 3-hydroxybenzoïque (3-HBA) est détecté à une teneur relativement élevée de 7,85 mg/g, traduisant une contribution significative à l'effet antioxydant, notamment dans les systèmes aqueux. En revanche, l'acide gallique, bien que présent, est faiblement représenté (1,84 mg/g), ce qui distingue nettement le profil de *Moringa* de celui de *Punica granatum*.

Ce profil spécifique, riche en acides phénoliques hydrosolubles et principalement hydroxycinnamiques, est en accord avec d'autres études sur *Moringa oleifera* utilisant des extraits aqueux, notamment celles de Moyo *et al.* (2012) et Siddhuraju & Becker (2003), qui ont mis en évidence l'abondance d'acide caféique et chlorogénique, ainsi qu'un bon pouvoir antioxydant dans des matrices hydrophiles.

Ainsi, bien que moins concentré en acide gallique, *Moringa oleifera* présente une composition phénolique structurée et équilibrée, lui conférant un potentiel antioxydant significatif, particulièrement intéressant pour des applications biologiques ou technologiques nécessitant une protection contre le stress oxydatif.

4.3.3. Analyse HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Olea europaea*

L'analyse chromatographique HPLC de l'extrait aqueux des feuilles d'*Olea europaea* (figure 4.6) permet l'identification de sept composés phénoliques, totalisant une concentration de 20,83 mg/g d'extrait. Bien que cette teneur soit inférieure à celle observée dans les extraits de *Punica granatum* et de *Moringa oleifera*, elle traduit néanmoins une diversité structurale intéressante et un potentiel bioactif non négligeable, en lien avec les applications fonctionnelles reconnues de cette plante méditerranéenne.



Figures 4.6 : Chromatogramme HPLC-UV/DAD de l'extrait de *Olea europaea* (à 254 nm).

La composition phénolique de *Olea europaea* révèle une répartition relativement équilibrée entre acides hydroxybenzoïques et acides hydroxycinnamiques, deux sous-classes de polyphénols connues pour leur contribution à l'activité antioxydante, mais aussi pour leurs effets synergiques potentiels. Parmi les hydroxybenzoïques, l'acide 3-hydroxybenzoïque (3-HBA) est le composé le plus abondant (5,57 mg/g), suivi de l'acide vanillique (2,36 mg/g) et de l'acide 3,4-dihydroxybenzoïque (3,4-DHBA) (1,11 mg/g). Ces métabolites sont connus pour leur capacité à piéger les radicaux libres dans des environnements aqueux et à inhiber certaines enzymes pro-inflammatoires, bien qu'ils soient généralement moins réactifs que leurs homologues hydroxycinnamiques. Concernant ces derniers, trois composés majeurs ont été détectés : l'acide

chlorogénique (4,00 mg/g), l'acide férulique (2,31 mg/g) et l'acide rosmarinique (4,15 mg/g). L'acide rosmarinique, en particulier, est reconnu pour son activité antioxydante élevée et sa capacité à stabiliser les lipides dans les systèmes biologiques ou alimentaires. L'acide cinnamique, bien que faiblement dosé (1,33 mg/g), complète ce profil par sa structure aromatique stable, favorable à une certaine réactivité antiradicalaire.

La teneur modérée en composés phénoliques totaux peut s'expliquer par l'utilisation de l'eau comme solvant d'extraction, limitant l'extraction des flavonoïdes typiques de l'olive (tels que l'oléuropéine ou l'hydroxytyrosol), qui sont souvent mieux extraits par des solvants organiques ou hydro-alcooliques.

Toutefois, les composés identifiés restent pertinents d'un point de vue fonctionnel. Ces résultats sont cohérents avec les données disponibles dans la littérature, notamment les travaux de Aureli *et al.* (2008) et Ranalli *et al.* (2006), qui décrivent des profils similaires dans les extraits aqueux d'olive, en mettant en évidence un effet antioxydant modéré mais stable, particulièrement adapté à des applications alimentaires, nutraceutiques ou cosmétiques douces, où la sécurité et la biocompatibilité sont prioritaires.

Ainsi, bien que quantitativement plus faible, le profil phénolique de *Olea europaea* présente une complémentarité structurale intéressante, suggérant des applications potentielles dans des formulations synergiques, en association avec des extraits plus concentrés ou plus réactifs.

4.4. Evaluation de l'activité antioxydante

L'évaluation de l'activité antioxydante des extraits est réalisée par incubation avec la solution de DPPH, suivie d'une mesure de l'absorbance. Ce dosage spectrophotométrique repose sur la variation de l'intensité de la couleur de la solution, traduisant le passage du violet (forme radicalaire du DPPH) au jaune, en présence d'antioxydants capables de neutraliser les radicaux libres (figure 4.7).

Dans cette étude, l'activité anti-radicalaire des différents extraits est quantifiée par la détermination de la concentration inhibitrice à 50 % (CI₅₀). Les valeurs obtenues sont présentées dans le tableau 4.4.

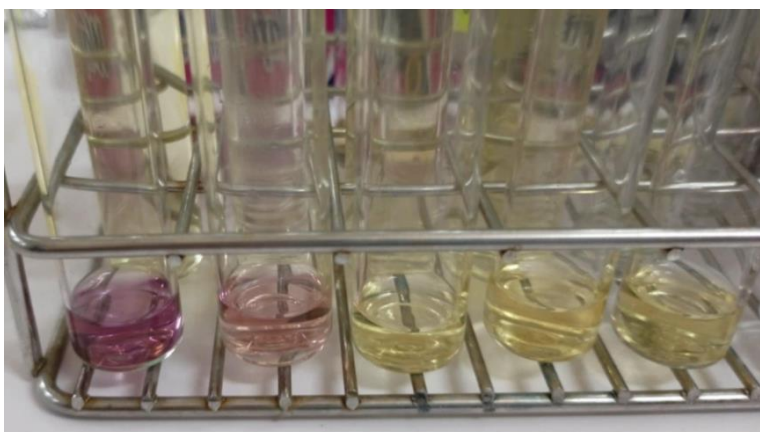


Figure 4.7 : Coloration des différentes concentrations de *Olea europaea* après incubation avec DPPH. (Photo originale)

Table 4.4 : Valeurs de l'activité antioxydante (CI 50) pour les sept échantillons et valeurs des indices de combinaison.

Echantillon	CI ₅₀ (mg/ml)	Indice de combinaison	Remarque	Comparaison des valeurs a la CI ₅₀ de <i>Punica</i>
<i>Punica</i>	0.036 ± 0.002	-	-	-
<i>Moringa</i>	0.59 ± 0.05	-	-	P<0.001
<i>Olea</i>	0.42 ± 0.02	-	-	P<0.001
<i>Punica</i> + <i>Olea</i>	0.068 ± 0.003	1,025397	Additivité	P<0.05
<i>Punica</i> + <i>moringa</i>	0.05 ± 0.08	0,736817	Synergie	P<0.05
<i>Moringa</i> + <i>Olea</i>	0.23 ± 0.07	0,468725	Synergie	P<0.001
<i>Punica</i> + <i>Olea</i> + <i>Moringa</i>	0.05 ± 0.002	0,530894	Synergie	P<0.05

Nos résultats montrent que l'extrait de *Punica granatum* possède la plus faible CI₅₀ (0,036 mg/ml), ce qui confirme son fort pouvoir antioxydant, en accord avec Mital J. *et al.* (2011), qui ont trouvé une valeur très proche (0,042 mg/ml). Cette cohérence suggère une bonne reproductibilité de l'activité antioxydante de cette espèce, quel que soit le protocole exact.

Concernant *Moringa oleifera*, notre extrait aqueux montre une CI_{50} de 0,59 mg/ml, alors que Mmabatho K. *et al.* (2023) ont trouvé une valeur plus faible (0,40 mg/ml) en utilisant un extrait éthanolique ce qui témoigne de l'efficacité des solvants organiques.

De même, l'extrait de *Olea europaea* présente dans notre étude une CI_{50} de 0,42 mg/ml, comparée à 0,33 mg/ml selon Xie P. *et al.* (2015), nos résultats restent proches et comparables, ce qui suggère que notre protocole d'extraction et de mesure de l'activité antioxydante est fiable et significatif. Cette cohérence avec les données de la littérature confirme la validité méthodologique de notre approche.

Le mélange *Punica* + *Olea* (PO) a montré une CI_{50} de 0,068 mg/mL et un indice de combinaison (CI) de 1,025 (soit $CI \approx 1$), indiquant une absence de synergie et plutôt un effet additif. En revanche, les mélanges binaires *Punica* + *Moringa* (PM), *Moringa* + *Olea* (MO), ainsi que le mélange ternaire *Punica* + *Olea* + *Moringa* (POM) ont présenté des CI_{50} respectives de 0,05 mg/mL, 0,23 mg/mL et 0,05 mg/mL, et des valeurs de CI de 0,737 ; 0,469 ; et 0,531, respectivement. Toutes ces valeurs de CI étant inférieures à 1, cela indique clairement une synergie entre les extraits dans ces mélanges. Ce résultat suggère une interaction bénéfique entre les polyphénols de la grenade (*Punica granatum*) et les flavonoïdes du *Moringa* (*Moringa oleifera*), contribuant à une meilleure efficacité antioxydante. Il est intéressant de noter que des extraits végétaux moins actifs individuellement peuvent, une fois combinés, présenter une activité antioxydante améliorée, confirmant que la synergie dépend non seulement de la puissance individuelle, mais aussi de la complémentarité biochimique entre les composés présents.

4.5. Evaluation des activités antimicrobiennes par la méthode des puits

4.5.1. Activité antibactérienne

Les résultats de l'activité antibactérienne sont donnés dans le tableau 4.5 et illustré dans la figure 4.8 (pour les extraits) et la figure 4.9 (pour les mélanges).

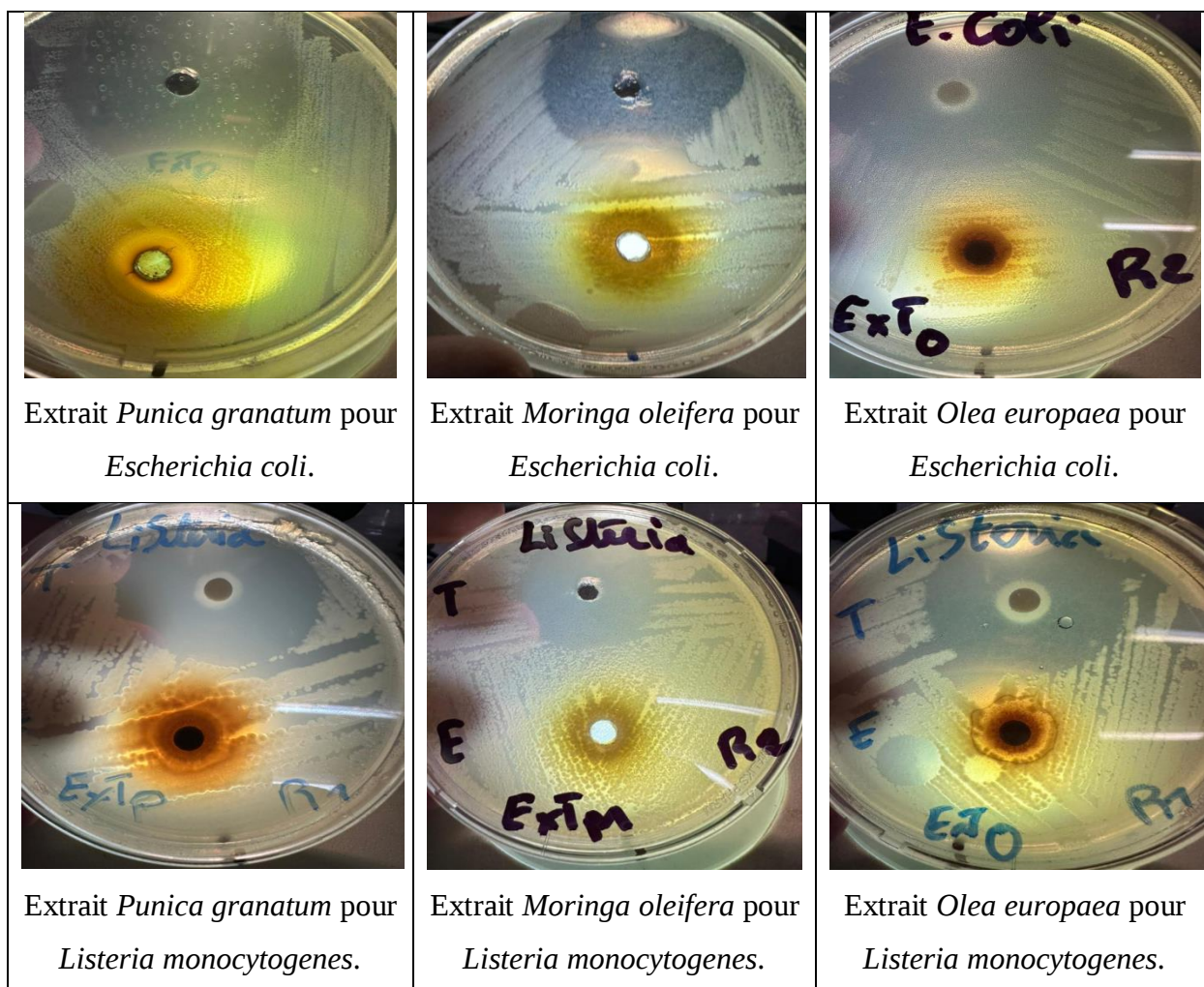


Figure 4.8 : Activité antibactérienne des trois extraits de plantes (méthode de diffusion sur disque).

L'extrait de *Punica granatum*, à une concentration de 300 mg/mL, montre la meilleure activité antimicrobienne, avec des diamètres d'inhibition de 17 mm contre *Escherichia coli* et 15 mm contre *Listeria monocytogenes*. Ces résultats sont en accord avec ceux de Tianchai N. *et al.* (2013), qui ont rapporté un effet antimicrobien de *Punica granatum* contre *E. coli* à une concentration de 207 mg/mL. De même, Hasmik H. *et al.* (2011) ont confirmé une activité significative de *Punica* contre *E. coli* et *Listeria*. Cette efficacité est probablement liée à la richesse de l'extrait en tanins, acide ellagique et autres polyphénols.

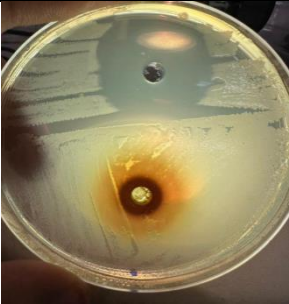
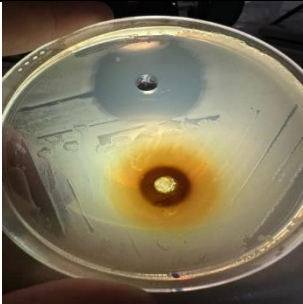
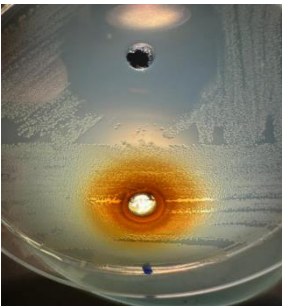
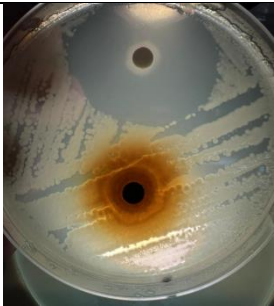
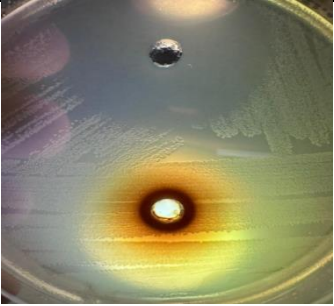
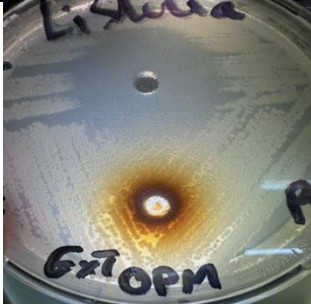
 Extrait <i>Punica</i> + <i>Moringa</i> pour <i>Escherichia coli</i>	 Extrait <i>Punica</i> + <i>Moringa</i> pour <i>L. monocytogenes</i>
 Extrait <i>Olea</i> + <i>Punica</i> pour <i>Escherichia coli</i>.	 Extrait <i>Olea</i> + <i>Punica</i> pour <i>L. monocytogenes</i> .
 Extrait <i>Olea</i> + <i>Moringa</i> pour <i>Escherichia coli</i>.	 Extrait <i>Olea</i> + <i>Moringa</i> pour <i>Listeria monocytogenes</i>
 Extrait <i>Olea</i> + <i>Moringa</i> + <i>Punica</i> pour <i>Escherichia coli</i>.	 Extrait <i>Olea</i> + <i>Moringa</i> + <i>Punica</i> pour <i>Listeria monocytogenes</i>.

Figure 4.9 : Activité antibactérienne des mélanges binaires et ternaire des trois extraits de plantes (méthode de diffusion sur disque).

L'extrait de *Olea europaea* a montré une activité plus faible comparée à *Punica granatum*, avec des diamètres de 11 mm pour *E. coli* et 13 mm pour *Listeria*. Cette activité modérée est cohérente avec les travaux de Aurelia N. *et al.* (2008), qui ont signalé un effet antimicrobien de l'olivier contre ces deux souches. Cette action pourrait être attribuée à des composés tels que l'oléuropéine et l'hydroxytyrosol, reconnus pour leurs propriétés antimicrobiennes.

Concernant *Moringa oleifera*, aucune activité antibactérienne n'est observée contre *E. coli* et *Listeria monocytogenes* (absence de zone d'inhibition). Ces résultats sont en accord avec ceux de Ckeresaqb *et al.* (1991) et de Moyo (2012), qui n'ont pas observé d'effet contre *E. coli*, ainsi que ceux de Ao *et al.* (2022) qui ont rapporté l'absence d'activité contre *Listeria*. Malgré sa richesse en flavonoïdes, l'extrait aqueux de *Moringa* semble inefficace à cette concentration contre ces bactéries.

Le mélange *Punica* + *Olea* (PO) a présenté une zone d'inhibition très faible de 6 mm, probablement due à la contribution de *Punica*. Quant aux mélanges OPM, OM et PM, aucune activité antimicrobienne n'est détectée. Ce manque d'activité peut être attribué à une dilution des composés bioactifs, notamment ceux de *Punica*, ou à la présence d'interactions antagonistes entre les composés des différentes plantes.

Tableau 4.5 : Résultats de l'activité antibactérienne (méthode de diffusion sur disque).

Echantillon	Diamètre d'inhibition (dose 300 mg/ml)	
	<i>Escherichia coli</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>
<i>Punica</i>	17 ± 1	15 ± 1
<i>Moringa</i>	-	-
<i>Olea</i>	11 ± 1	13 ± 1
<i>Punica</i> + <i>Olea</i>	6 ± 1	4 ± 1
<i>Punica</i> + <i>moringa</i>	-	-
<i>Moringa</i> + <i>Olea</i>	-	-
<i>Punica</i> + <i>Olea</i> + <i>Moringa</i>	-	-

- : Pas d'activité

4.5.2. Activité antifongique

L'activité antifongique des différents extraits contre *Botrytis cinerea* est évaluée (tableau 4.5, figure 4.10). L'extrait aqueux de *Punica granatum* est considéré comme le plus efficace, avec une zone d'inhibition de 25 mm. Ce résultat est comparé à celui rapporté par (Nawaz *et al.*, 2025), où des extraits aqueux et méthanoliques de grenade sont appliqués à différentes concentrations (25 %, 50 %, 75 % et 100 %). Dans cette étude, une inhibition croissante de la croissance fongique est observée avec l'augmentation de la concentration, l'extrait méthanolique atteignant 17 mm et l'extrait aqueux 13 mm à 100 %, ce dernier étant inférieur à notre valeur obtenue. Il est également noté que l'extrait méthanolique dépasse l'activité du clotrimazole (20 mm), antifongique de référence. Ces observations suggèrent que les composés bioactifs de *Punica granatum* sont mieux extraits dans les solvants organiques, bien qu'une efficacité supérieure soit observée dans notre extrait aqueux.

Pour *Olea europaea*, une zone d'inhibition de 11 mm est observée. Ce résultat est cohérent avec celui rapporté par (Elhrech *et al.*, 2024), où une zone d'inhibition de 16 mm est obtenue avec un extrait méthanolique à 100 %, contre 12 mm avec l'extrait aqueux. L'efficacité antifongique de cette plante est ainsi confirmée comme étant dépendante du solvant et de la concentration utilisée.

Aucune activité antifongique n'est détectée avec l'extrait aqueux de *Moringa oleifera* (absence de zone d'inhibition). Ce résultat est comparable à celui de Qessaoui *et al.* (2023), où l'extrait méthanolique de *Moringa* présente une zone d'inhibition très faible ($4,5 \pm 2,66$ mm), tandis que les extraits aqueux restent inactifs. Cependant, une activité antifongique est rapportée par (Ahmadu *et al.*, 2021) avec l'extrait éthanolique de *Moringa* : une zone d'inhibition de 12 mm est observée à partir de 100 mg/mL, atteignant 18 mm à 250 mg/mL, ce qui confirme que l'efficacité dépend fortement du solvant utilisé.

Enfin, le mélange *Punica* + *Olea* (PO) est testé et montre une activité antifongique modérée, avec une zone d'inhibition de 15 mm, inférieure à celle observée avec *Punica granatum* seul, indiquant qu'aucun effet synergique n'est obtenu.

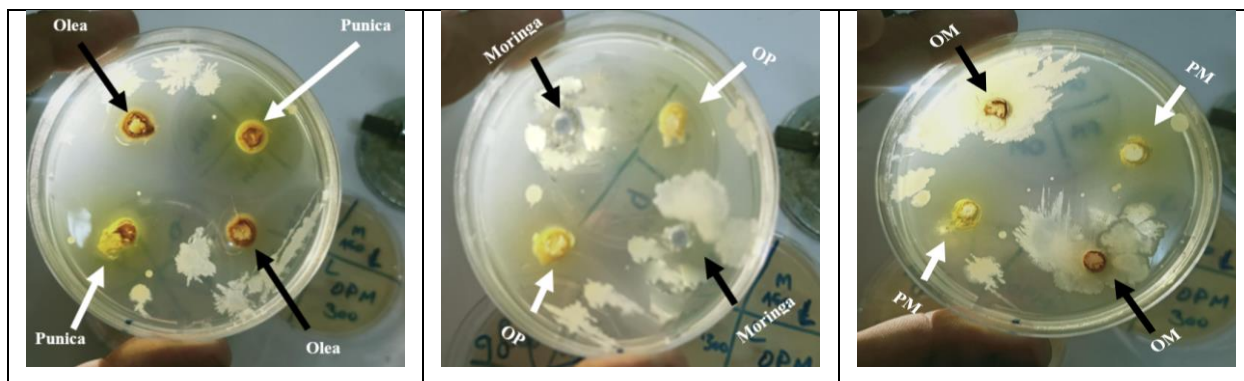


Figure 4.10 : Activité antifongique des trois extraits de plantes ainsi que de leurs mélanges binaires et ternaire (méthode de diffusion sur disque) contre *Botrytis cinerea*.

Tableau 4.6 : Résultats de l'activité antimicrobienne (méthode de diffusion sur disque).

Echantillon	Diamètre d'inhibition (dose 300 mg/ml)
	<i>Botrytis cinerea</i>
<i>Punica</i>	25 ± 1
<i>Moringa</i>	-
<i>Olea</i>	11 ± 1
<i>Punica + Olea</i>	14 ± 1
<i>Punica + moringa</i>	6 ± 1
<i>Moringa + Olea</i>	-
<i>Punica + Olea + Moringa</i>	-

- : Pas d'activité

4.6. Evaluation des CMI/CMB et CMI/CMF

Les résultats de l'activité antimicrobienne (antibactérienne et antifongique) sont donnés dans le tableau 4.6 et illustré dans la figure 4.11.

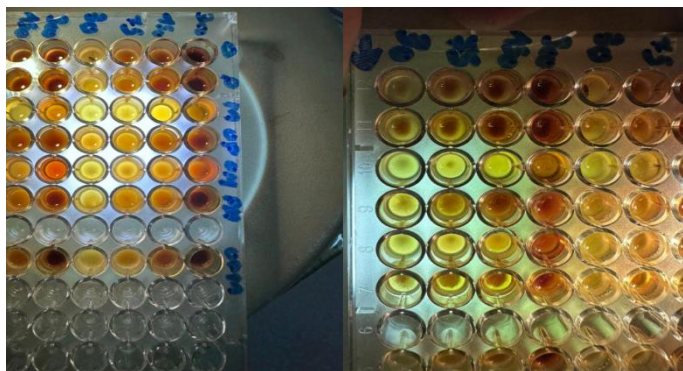


Figure 4.11 : Observation de la croissance bactérienne dans les microplaques pour le test de CMI. (Photo originale)

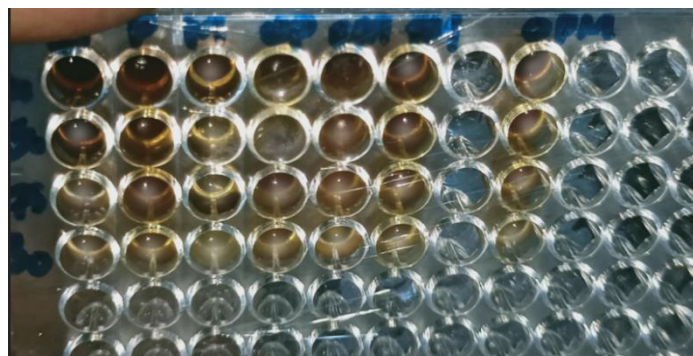


Figure 4.12 : Observation de la croissance fungique dans les microplaques pour le test de CMI. (Photo originale)

Tableau 4.7 : Résultats de l'activité antimicrobienne (méthode des CMI/CMB et CMI/CMF).

Echantillon	Souches microbiennes					
	<i>Escherichia coli</i>		<i>Listeria monocytogenes</i>		<i>Botrytis cinerea</i>	
	CMI	CMB	CMI	CMB	CMI	CMF
<i>Punica</i>	300 mg/ml	300 mg/ml	300 mg/ml	-	150 mg/ml	300 mg/ml
<i>Moringa</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Olea</i>	300 mg/ml	-	300 mg/ml	-	300 mg/ml	-
<i>Punica + Olea</i>	300 mg/ml	-	300 mg/ml	-	300 mg/ml	-
<i>Punica + moringa</i>	-	-	-	-	300 mg/ml	-
<i>Moringa + Olea</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Punica + Olea + Moringa</i>	-	-	-	-	-	-

- : Valeur > 300 mg/ml.

Une clarté du milieu, indiquant une inhibition de la croissance bactérienne, est observée dans les puits contenant les extraits de *Punica granatum* et *Olea europaea* à une concentration de 300 mg/mL, pour les deux souches bactériennes : *Listeria monocytogenes* et *Escherichia coli*. En revanche, le mélange *Punica* + *Olea* (PO) a entraîné une clarté uniquement dans les puits traités avec *E. coli*, à la même concentration. La présence d'un culot bactérien dans les puits contenant *Moringa oleifera* ainsi que les mélanges OM, OPM et PM indique une absence d'activité inhibitrice de ces extraits vis-à-vis des bactéries testées. Ces observations confirment les résultats obtenus avec la méthode de diffusion en puits : seuls *Punica*, *Olea*, et dans une moindre mesure le mélange PO, présentent une activité antimicrobienne réelle.

Concernant les résultats du test de la CMB (concentration minimale bactéricide), après 24 heures d'incubation, les observations suivantes ont été faites : L'apparition de sept colonies de *Listeria monocytogenes* traitée par *Punica granatum* (300 mg/mL) indique une activité bactériostatique. En revanche, aucune colonie d'*Escherichia coli* n'est observée après traitement par *Punica* à la même concentration, ce qui suggère un effet bactéricide.

Pour le mélange *Punica* + *Olea* (OP) : Une reprise de croissance avec plusieurs colonies de *Listeria monocytogenes*, indiquant une activité bactériostatique à 300 mg/mL. De même, la présence de colonies d'*E. coli*, suggère également une activité bactériostatique du mélange OP contre *E. coli*.

4.7. Discussion de la sélection des substances végétales pour la formulation

Les résultats obtenus dans cette étude montrent clairement que parmi les trois extraits végétaux testés (*Punica granatum*, *Moringa oleifera*, *Olea europaea*), *Punica granatum* se distingue par sa polyvalence et son efficacité supérieure dans l'ensemble des tests réalisés. Sur le plan antioxydant, cet extrait présente la valeur de CI_{50} la plus faible (0,036 mg/ml), traduisant une activité antioxydante très puissante, nettement supérieure à celle des deux autres plantes. Cette activité est renforcée par une teneur élevée en polyphénols totaux (42 mg EAG/g d'extrait), ce qui confirme sa richesse en composés bioactifs.

Du point de vue antimicrobien, *Punica granatum* montre une forte inhibition de la croissance de *E. coli* et *Listeria monocytogenes* avec des zones de 17 mm et 15 mm respectivement, tandis que *Moringa oleifera* est totalement inactif. L'efficacité de *Punica* est également confirmée

dans les tests de CMI et CMB, où une activité inhibitrice et partiellement bactéricide est observée à 300 mg/ml contre *Listeria monocytogenes* et une activité bactéricide est constatée à 300 mg/ml contre *E. coli* contrairement aux autres extraits ou mélanges.

Enfin, sur le plan antifongique, *Punica granatum* montre une zone d'inhibition de 25 mm contre *Botrytis cinerea*, la plus élevée parmi tous les extraits testés. Cette triple efficacité (antioxydante, antibactérienne et antifongique) confère à *Punica granatum* une valeur ajoutée importante dans une perspective de formulation d'un agent conservateur naturel.

Ainsi, au regard de ses performances dans l'ensemble des essais, *Punica granatum* apparaît comme le meilleur candidat pour être utilisé comme substance végétale principale dans la formulation envisagée. Son efficacité biologique constante et sa compatibilité avec des approches naturelles et durables renforcent la pertinence de ce choix.

Conclusion et Perspectives

Conclusion générale et perspectives

Les résultats obtenus mettent en évidence des différences significatives entre les trois extraits. Sur le plan antioxydant, *Punica granatum* montre la meilleure efficacité avec une valeur de CI_{50} de 0,036 mg/ml, très inférieure à celles de *Moringa oleifera* (0,59 mg/ml) et *Olea europaea* (0,42 mg/ml). Cette activité remarquable est directement corrélée à sa haute teneur en composés phénoliques (42 mg EAG/g d'extrait), ce qui en fait un puissant piègeur de radicaux libres. Les mélanges contenant *Punica granatum* montrent également des effets synergiques notables, en particulier avec *Moringa*, réduisant davantage les valeurs de CI_{50} .

Du point de vue de l'activité antimicrobienne, les résultats confirment la supériorité de *Punica granatum*. À la concentration de 300 mg/ml, des zones d'inhibition de 17 mm contre *Escherichia coli* et de 15 mm contre *Listeria monocytogenes* sont générées, ce qui traduit une forte capacité à inhiber la croissance bactérienne. À l'inverse, *Moringa oleifera* se révèle inactive contre les deux souches testées, tandis que *Olea europaea* montre une activité plus modérée (11 mm et 13 mm respectivement). Ces résultats sont confirmés par les tests de CMI et CMB, où *Punica granatum* présente une inhibition nette à 300 mg/ml contre *E. coli* et une activité bactériostatique contre *Listeria monocytogenes*, tandis que les autres extraits ou mélanges ne montrent pas d'efficacité significative à cette concentration.

L'activité antifongique contre *Botrytis cinerea* renforce également la position de *Punica granatum* comme candidat principal. L'extrait produit une zone d'inhibition de 25 mm, contre seulement 10 mm pour *Moringa* et 15 mm pour le mélange OP. Les autres extraits et combinaisons sont inactifs. Cela montre que *Punica granatum* possède un spectre d'action plus élevé par rapport au *Moringa oleifera* et *Olea europaea*, incluant le champignon *botrytis cinerea*.

Enfin, ces résultats sont en parfaite cohérence avec la littérature scientifique. Plusieurs études antérieures confirment l'efficacité de *Punica granatum* contre des bactéries et des champignons pathogènes, ainsi que sa richesse en polyphénols à fort pouvoir antioxydant. Ce croisement entre résultats expérimentaux et données bibliographiques renforce la fiabilité de nos conclusions.

En parallèle à l'évaluation individuelle des extraits, une analyse des mélanges met en évidence des effets synergiques intéressants en termes d'activité antioxydante. En effet, les valeurs de CI_{50} expérimentales obtenues pour les mélanges *Punica* + *Moringa* (0,050 mg/ml), *Punica* + *Olea* (0,068 mg/ml), et *Punica* + *Moringa* + *Olea* (0,050 mg/ml) s'avèrent significativement inférieures aux CI_{50} théoriques calculées, indiquant une synergie entre les composés bioactifs présents dans ces extraits. Ces interactions synergiques peuvent être attribuées à la complémentarité des mécanismes d'action des polyphénols, flavonoïdes et autres antioxydants présents dans les différentes plantes. Toutefois, cette synergie n'est pas systématiquement observée dans les tests antimicrobiens ou antifongiques.

Punica granatum se révèle être la plante la plus prometteuse parmi celles testées, tant pour ses propriétés antioxydantes que pour ses activités antimicrobiennes et antifongiques. Son efficacité constante à travers les différents tests, sa richesse en composés bioactifs et sa disponibilité en tant que matière première naturelle, justifient pleinement son choix en tant qu'agent principal dans une formulation conservatrice naturelle. Ce travail constitue ainsi une base solide pour le développement d'un produit naturel de conservation, sain, efficace et durable, pouvant être valorisé dans les secteurs agroalimentaire, cosmétique ou pharmaceutique.

Les résultats obtenus dans cette étude sont prometteurs et ouvrent la voie à de futures recherches sur l'utilisation des extraits végétaux dans la conservation naturelle. *Punica granatum*, en particulier, s'est distinguée par son efficacité antioxydante, antimicrobienne et antifongique. Ces propriétés en font une candidate sérieuse pour le développement de conservateurs naturels. Des études complémentaires seront nécessaires pour valider son application dans les systèmes alimentaires réels. Cette approche s'inscrit dans une dynamique de valorisation durable et innovante.

Références Bibliographiques

Abdel-Aal, H., & Halaweish, F. (2010). Food preservative activity of phenolic compounds in orange peel extracts (*Citrus Sinensis* L.) Synthesis and Biological Study of Novel Nitric Oxide Releasing Heterocycles View project. 53, 233–240.

Abdel-Naeem, H. H. S., & Mohamed, H. M. H. (2016). Improving the physico-chemical and sensory characteristics of camel meat burger patties using ginger extract and papain. *Meat Science*, 118, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.021>

Abdin, M., Saleh, M. N., Sakr, H., El-Bana, M., Kamel, R. M., El-kholy, M. M., Fadly, E. El, & Salama, M. A. (2024). Production of novel bio-transfer films composed from polyvinyl alcohol/sodium caseinate enhanced with bonded anthocyanins from poinsettia for minced meat preservation in double sheet system. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 18(8), 6956–6972. <https://doi.org/10.1007/s11694-024-02706-4>

Abdollahzadeh, E., Rezaei, M., & Hosseini, H. (2014). Antibacterial activity of plant essential oils and extracts: The role of thyme essential oil, nisin, and their combination to control *Listeria monocytogenes* inoculated in minced fish meat. *Food Control*, 35(1), 177–183. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.004>

Abdullah, J. A. A., Perdomo, C. A. A., Núñez, L. A. H., Rivera-Flores, O., Sánchez-Barahona, M., Guerrero, A., & Romero, A. (2024). Lychee peel extract-based magnetic iron oxide nanoparticles: Sustainable synthesis, multifaceted antioxidant system, and prowess in eco-friendly food preservation. *Food and Bioproducts Processing*, 145(March), 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2024.03.007>

Abed, I. J., Ahmed, M. E., & AL-Shimmary, S. M. H. (2021). Rosemary Volatile Oil As a Preservative Agent in Some Canned Meat Foods. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, 52(1), 155–162. <https://doi.org/10.36103/IJAS.V52I1.1247>

Achar, P. N., Quyen, P., Adukwu, E. C., Sharma, A., Msimanga, H. Z., Nagaraja, H., & Sreenivasa, M. Y. (2020). Investigation of the antifungal and anti-aflatoxigenic potential of plant-based essential oils against *aspergillus flavus* in peanuts. *Journal of Fungi*, 6(4), 1–19. <https://doi.org/10.3390/jof6040383>

Achipiz, S. M., Castillo, A. E., Mosquera, S. A., Hoyos, J. L., & Navia, D. P. (2013). EFECTO DE RECUBRIMIENTO A BASE DE ALMIDÓN SOBRE LA MADURACIÓN DE LA GUAYABA (*Psidium guajava*) EFFECT OF STARCH-BASED COATING ON THE MATURATION OF GUAVA (*Psidium guajava*) EFEITO DA REVESTIMENTO À BASE DE AMIDO NO AMADURECIMENTO DE GOIABA (*Psidium guaj.* *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustria*, 2(2), 92–101.

Adesola, M. O., Akande, E. A., & Adejuyitan, J. A. (2019). The preservative effect of pawpaw (*Carica papaya*) seed extract on some selected food materials. *Haya: The Saudi Journal of Life Sciences*, 4(2), 69–77. <https://doi.org/10.21276/haya.2019.4.2.3>

Adessi, C., & Soto, C. (2005). Converting a Peptide into a Drug: Strategies to Improve Stability and Bioavailability. *Current Medicinal Chemistry*, 9(9), 963–978. <https://doi.org/10.2174/0929867024606731>

Afanas, B. (1983). Antioxydant and Chelating Properties of Flavonoid. 38.

Agustina, K. K., Sari, P. H., & Suada, I. K. (2017). Pengaruh Perendaman pada Infusa Daun Salam terhadap Kualitas dan Daya Tahan Daging Babi (THE INFLUENCE OF IMMERSION INTO INDONESIAN BAY LEAF INFUSION TO THE QUALITY AND DURABILITY OF PORK). *Buletin Veteriner Udayana*, 9(1), 34–41. <https://doi.org/10.21531/bulvet.2017.9.1.34>

- Ahmad, A., Mahmood, N., Hussain, M., Aiman, U., Al-Mijalli, S. H., Raza, M. A., & Al Jbawi, E. (2023). Improvement in oxidative stability and quality characteristics of functional chicken meat product supplemented with aqueous coriander extract. *International Journal of Food Properties*, 26(1), 855–865. <https://doi.org/10.1080/10942912.2023.2189086>
- Ahmadu, T., Ahmad, K., Ismail, S. I., Rashed, O., Asib, N., & Omar, D. (2021). Antifungal efficacy of moringa oleifera leaf and seed extracts against botrytis cinerea causing gray mold disease of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Brazilian Journal of Biology*, 81(4), 1007–1022. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.233173>
- Ahmed, A. M., Rabii, N. S., Garbaj, A. M., & Abolghait, S. K. (2014). Antibacterial effect of olive (*Olea europaea* L.) leaves extract in raw peeled undeveined shrimp (*Penaeus semisulcatus*). *International Journal of Veterinary Science and Medicine*, 2(1), 53–56. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsm.2014.04.002>
- Ahmed, M. J., Singh, Z., & Khan, A. S. (2009). Postharvest Aloe vera gel-coating modulates fruit ripening and quality of “Arctic Snow” nectarine kept in ambient and cold storage. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5), 1024–1033. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01873.x>
- Aini, R., & Mardiyarningsih, A. (2009). Pandan leaves extract (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) as a food preservative. *Jurnal Kedokteran Dan Kesehatan Indonesia*, 7(4), 166–173. <https://doi.org/10.20885/jkki.vol7.iss4.art8>
- Akarpat, A., Turhan, S., & Ustun, N. S. (2008). Effects of hot-water extracts from Myrtle, Rosemary, Nettle and Lemon balm leaves on lipid oxidation and color of beef patties during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 32(1), 117–132. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2007.00169.x>
- Aksu, M. İ., Erdemir, E., Oz, F., Turan, E., & Gürses, M. (2020). Effects of cemen paste with lyophilized red cabbage water extract on the quality characteristics of beef pastırma during processing and storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(11), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14897>
- Alberio, G. R. A., Muratore, G., Licciardello, F., Giardina, G., & Spagna, G. (2015). Aloe vera extract as a promising treatment for the quality maintenance of minimally-processed table grapes. *Food Science and Technology (Brazil)*, 35(2), 299–306. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6471>
- Al-Hatim, R. R., Al-Alnabi, D. I. B., Al-Younis, Z. K., Al-Shawi, S. G., Singh, K., Abdelbasset, W. K., & Mustafa, Y. F. (2022). Extraction of tea polyphenols based on orthogonal test method and its application in food preservation. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.70321>
- Ali Alharbi, A., Alghamdi, A. M., Talal Al-Goul, S., Allohibi, A., Baty, R. S., Qahl, S. H., & Beyari, E. A. (2024). Valorizing pomegranate wastes by producing functional silver nanoparticles with antioxidant, anticancer, antiviral, and antimicrobial activities and its potential in food preservation. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 31(1), 103880. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103880>
- Ali, H. A., Al-Hakeem, A. M., & Kadhim, Q. A. (2023). Nanoparticles of titanium dioxide with *Thymus vulgaris* extract in preserving and prolonging the shelf life of cheese. *Journal of Applied and Natural Science*, 15(3), 1212–1218. <https://doi.org/10.31018/jans.v15i3.4670>
- Al-Juhaimi, F. Y., Almusallam, I. A., Mohamed Ahmed, I. A., Ghafoor, K., & Babiker, E. E. (2020). Potential of *Acacia nilotica* fruit flesh extract as an anti-oxidative and anti-microbial agent in beef burger. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14504>

- Al-Juhaimi, F. Y., Babbain, I. A., Mohamed Ahmed, I. A., Alsawmahi, O. N., Ghafoor, K., Adiamo, O. Q., & Babiker, E. E. (2020). Assessment of oxidative stability and physicochemical, microbiological, and sensory properties of beef patties formulated with baobab seed (*Adansonia digitata*) extract. *Meat Science*, 162(November 2019), 108044. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.108044>
- Allam, A. Y., Tarighat, M. A., Abdi, G., & Roumia, A. F. (2024). Utilization of Chicory (*Cichorium intybus* L.) and Purslane (*Portulaca oleracea* L.) Leaf Extracts for the Preservation of Goat Meat Sausage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024(1). <https://doi.org/10.1155/jfpp/1857290>
- Alqurashi, R. M., & Aldossary, H. M. (2021). In vitro antioxidant and antimicrobial activity of *Moringa oleifera* leaf as a natural food preservative in chicken burgers. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 33(6), 450–457. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i6.2711>
- Alsaggaf, M. S., Moussa, S. H., & Tayel, A. A. (2017). Application of fungal chitosan incorporated with pomegranate peel extract as edible coating for microbiological, chemical and sensorial quality enhancement of Nile tilapia fillets. *International Journal of Biological Macromolecules*, 99, 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.03.017>
- Amin, R. A., & Edris, S. N. (2017). Grape Seed Extract as Natural Antioxidant and Antibacterial in Minced Beef. *PSM Biol. Res*, 2(2), 89–96.
- Amiri, S., Akhavan, H. R., Zare, N., & Radi, M. (2018). Effect of gelatin-based edible coatings incorporated with aloe vera and green tea extracts on the shelf-life of fresh-cut apple. *Italian Journal of Food Science*, 30(1), 61–74.
- Andrés, A. I., Petró, M. J., Adámez, J. D., López, M., & Timón, M. L. (2017). Food by-products as potential antioxidant and antimicrobial additives in chill stored raw lamb patties. *Meat Science*, 129, 62–70. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.013>
- Anzano, A., Ammar, M., Papaiani, M., Grauso, L., Sabbah, M., Capparelli, R., & Lanzotti, V. (2021). *Moringa oleifera* lam.: A phytochemical and pharmacological overview. In *Horticulturae* (Vol. 7, Issue 10). MDPI. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100409>
- Ao, B., Lv, J., Yang, H., He, F., Hu, Y., Hu, B., Jiang, H., Huo, X., Tu, J., & Xia, X. (2022). *Moringa oleifera* extract mediated the synthesis of Bio-SeNPs with antibacterial activity against *Listeria monocytogenes* and *Corynebacterium diphtheriae*. *LWT*, 165. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113751>
- Aoudi, F., Okba, A., & Hamdi, M. (2017). Valorization of functional properties of extract and powder of olive leaves in raw and cooked minced beef meat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(10), 3195–3203. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8164>
- Apostolidis, E., Kwon, Y. I., & Shetty, K. (2008). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by oregano, cranberry and sodium lactate combination in broth and cooked ground beef systems and likely mode of action through proline metabolism. *International Journal of Food Microbiology*, 128(2), 317–324. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.09.012>
- Aqidah, N., Rozlan, M., Fikry, N., & Pa, C. (2021). A Systematic Review: Optimization of Extracts *Psidium Guajava* L. By Using Ultrasound-Assisted with Soxhlet Extraction in Application of Food Preservation. *Progress in Engineering Application and Technology*, 2(1), 12–26.

Arabshahi-D, S., Vishalakshi Devi, D., & Urooj, A. (2007). Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their heat, pH and storage stability. *Food Chemistry*, 100(3), 1100–1105. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.11.014>

Asghar, M., Younas, M., Arshad, B., Zaman, W., Ayaz, A., Rasheed, S., Shah, A. H., Ullah, F., & Saqib, S. (2022). BIOACTIVE POTENTIAL OF CULTIVATED *Mentha arvensis* L. FOR PRESERVATION AND PRODUCTION OF HEALTH-ORIENTED FOOD. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 32(3), 835–844. <https://doi.org/10.36899/JAPS.2022.3.0484>

Ashrafi, A., Ahari, H., Asadi, G., & Mohammadi Nafchi, A. (2024). Enhancement of the quality and preservation of frozen burgers by active coating containing *Rosa canina* L. extract nanoemulsions. *Food Chemistry: X*, 23(May), 101749. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101749>

Authority, A. E. (2013). Use of yellow pigment extracted from turmeric (*Curcuma longa*) rhizomes powder as natural food preservative and colorant. 22, 56–69.

Azizkhani, M., & Tooryan, F. (2015). Antioxidant and antimicrobial activities of rosemary extract, mint extract and a mixture of tocopherols in beef sausage during storage at 4°C. *Journal of Food Safety*, 35(1), 128–136. <https://doi.org/10.1111/jfs.12166>

Baldin, J. C., Michelin, E. C., Polizer, Y. J., Rodrigues, I., de Godoy, S. H. S., Fregonesi, R. P., Pires, M. A., Carvalho, L. T., Fávaro-Trindade, C. S., de Lima, C. G., Fernandes, A. M., & Trindade, M. A. (2016). Microencapsulated jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) extract added to fresh sausage as natural dye with antioxidant and antimicrobial activity. *Meat Science*, 118, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.016>

Baptista, R. C., Horita, C. N., & Sant’Ana, A. S. (2020). Natural products with preservative properties for enhancing the microbiological safety and extending the shelf-life of seafood: A review. *Food Research International*, 127(September 2019), 108762. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108762>

Bariya, A. R., Patel, A. S., Gamit, V. V., Bhedi, K. R., & Parmar, R. B. (2018). Assessment of Antioxidant and Sensory Properties of Amla (*Embllica officinalis*) Fruit and Seed Coat Powder Incorporated Cooked Goat Meat Patties. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(07), 3306–3318. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.707.385>

Barriuso, B., Ansorena, D., Calvo, M. I., Caverro, R. Y., & Astiasarán, I. (2015). Role of *Melissa officinalis* in cholesterol oxidation: Antioxidant effect in model systems and application in beef patties. *Food Research International*, 69(1), 133–140. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.12.011>

Begum, M., Begum, M., Ahmed, S. uddin, & Akter, T. (2013). Studies on the Effectiveness of Tejpata (*Cinnamomum tamala* Nee) Leaf Extract on Dried Kachki (*Corica soborna*) Fish Preservation in Laboratory Condition. *American Journal of Food Science and Technology*, 1(3), 14–17. <https://doi.org/10.12691/ajfst-1-3-1>

Bellés, M., Alonso, V., Roncalés, P., & Beltrán, J. A. (2017). Effect of borage and green tea aqueous extracts on the quality of lamb leg chops displayed under retail conditions. *Meat Science*, 129, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.03.003>

Bellucci, E. R. B., Munekata, P. E. S., Pateiro, M., Lorenzo, J. M., & da Silva Barretto, A. C. (2021). Red pitaya extract as natural antioxidant in pork patties with total replacement of animal fat. *Meat Science*, 171(July 2020), 108284. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108284>

- Ben Akacha, B., Švarc-Gajić, J., Elhadeif, K., Ben Saad, R., Brini, F., Mnif, W., Smaoui, S., & Ben Hsouna, A. (2022). The Essential Oil of Tunisian Halophyte *Lobularia maritima*: A Natural Food Preservative Agent of Ground Beef Meat. *Life*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/life12101571>
- Bensid, A., Ucar, Y., Bendeddouche, B., & Özogul, F. (2014). Effect of the icing with thyme, oregano and clove extracts on quality parameters of gutted and beheaded anchovy (*Engraulis encrasicolus*) during chilled storage. *Food Chemistry*, 145, 681–686. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.106>
- Bhardwaj, K., & Dubey, W. (2021). Exploring potential of hydro-alcoholic extract of stem of marjoram as natural preservative against food spoilage bacteria *Bacillus cereus* and *Bacillus megaterium* in homemade mango jam. *Vegetos*, 34(4), 898–908. <https://doi.org/10.1007/s42535-021-00243-9>
- Bianchin, M., Pereira, D., dos Reis, A. S., Almeida, J. de F., Silva, L. D. da, Moura, C. de, & Carpes, S. T. (2017). Rosemary Essential Oil and Lyophilized Extract as Natural Antioxidant Source to Prevent Lipid Oxidation in Pork Sausage. *Advance Journal of Food Science and Technology*, 13(5), 210–217. <https://doi.org/10.19026/ajfst.13.5070>
- Boeira, C. P., Piovesan, N., Flores, D. C. B., Soquetta, M. B., Lucas, B. N., Heck, R. T., Alves, J. dos S., Campagnol, P. C. B., dos Santos, D., Flores, E. M. M., da Rosa, C. S., & Terra, N. N. (2020). Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* extract for application as natural antioxidant in fresh sausage. *Food Chemistry*, 319(November 2019), 126553. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126553>
- Boeira, C. P., Piovesan, N., Soquetta, M. B., Flores, D. C. B., Lucas, B. N., da Rosa, C. S., & Terra, N. N. (2018). Extraction of bioactive compounds of lemongrass, antioxidant activity and evaluation of antimicrobial activity in fresh chicken sausage. *Ciencia Rural*, 48(11). <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180477>
- Borotová, P., Čmíková, N., Galovičová, L., Vukovic, N. L., Vukic, M. D., Tvrdá, E., Kowalczewski, P. Ł., Kluz, M. I., Puchalski, C., Schwarzková, M., Bakay, L., & Kačániová, M. (2023). Antioxidant, Antimicrobial, and Anti-Insect Properties of *Boswellia carterii* Essential Oil for Food Preservation Improvement. *Horticulturae*, 9(3), 1–19. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9030333>
- Botsaris, G., Orphanides, A., Yiannakou, E., Gekas, V., & Goulas, V. (2015). Antioxidant and antimicrobial effects of *Pistacia lentiscus* L. extracts in pork sausages. *Food Technology and Biotechnology*, 53(4), 472–478. <https://doi.org/10.17113/ftb.53.04.15.4051>
- Bouarab-Chibane, L., Ouled-Bouhedda, B., Leonard, L., Gemelas, L., Bouajila, J., Ferhout, H., Cottaz, A., Joly, C., Degraeve, P., & Oulahal, N. (2017). Preservation of fresh ground beef patties using plant extracts combined with a modified atmosphere packaging. *European Food Research and Technology*, 243(11), 1997–2009. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2905-3>
- Boukhatem, M. N., Boumaiza, A., Nada, H. G., Rajabi, M., & Mousa, S. A. (2020). Eucalyptus globulus essential oil as a natural food preservative: Antioxidant, antibacterial and antifungal properties in vitro and in a real food matrix (orange fruit juice). *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(16), 1–17. <https://doi.org/10.3390/app10165581>
- Boutoia, K., García, V., Rovira, S., Ferrandini, E., Abdelkhalek, O., & López, M. B. (2013). Effect of feeding goats with distilled and non-distilled thyme leaves (*Thymus zygis* subsp. *gracilis*) on milk and cheese properties. *Journal of Dairy Research*, 80(4), 448–456. <https://doi.org/10.1017/S0022029913000459>

- Bouyahya, A., Abrini, J., Bakri, Y., & Dakka, N. (2018). Les huiles essentielles comme agents anticancéreux : actualité sur le mode d'action. *Phytothérapie*, 16(5), 254–267. <https://doi.org/10.3166/s10298-016-1058-z>
- Božik, M., Císarová, M., Tančinová, D., Kouřimská, L., Hleba, L., & Klouček, P. (2017). Selected essential oil vapours inhibit growth of *Aspergillus* spp. in oats with improved consumer acceptability. *Industrial Crops and Products*, 98, 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.11.044>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brodowska, M., Guzek, D., Godziszewska, J., Górská-Horczyk, E., Pogorzelska, E., Sakowska, A., Wojtasik-Kalinowska, I., Gantner, M., & Wierzbicka, A. (2017). Cherry (*Prunus cerasus* cv Montmorency) extract with standardised antioxidant potential as preservative for refrigerated storage of ground pork. *International Journal of Food Science and Technology*, 52(12), 2555–2563. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13541>
- Brouillard, R., & Dangles, O. (1994). Anthocyanin molecular interactions: the first step in the formation of new pigments during wine aging? *Food Chemistry*, 51(4), 365–371. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(94\)90187-2](https://doi.org/10.1016/0308-8146(94)90187-2)
- Bukar, A. (2013). Efficacy of Some Plant Aqueous Extracts and Waxes in the Preservation of Some Fruits and Vegetables. *British Journal of Applied Science & Technology*, 3(4), 1368–1379. <https://doi.org/10.9734/bjast/2014/2213>
- Caglak, E., & Karsli, B. (2023). Use of dill extracts as a natural preservative on shelf-life extension of rainbow trout croquettes during refrigerator storage. *Food Science and Nutrition*, 11(11), 7330–7340. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3658>
- Carocho, M., Heleno, S., Rodrigues, P., Barreiro, M. F., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. (2019). A novel natural coating for food preservation: Effectiveness on microbial growth and physicochemical parameters. *Lwt*, 104(December 2018), 76–83. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.031>
- Carpes, S. T., Pereira, D., de Moura, C., dos Reis, A. S., da Silva, L. D., Oldoni, T. L. C., Almeida, J. F., & Plata-Oviedo, M. V. S. (2020). Lyophilized and microencapsulated extracts of grape pomace from winemaking industry to prevent lipid oxidation in chicken pâté. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, 1–13. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11219>
- Cava, R., Nowak, E., Taboada, A., & Marin-Iniesta, F. (2007). Antimicrobial activity of clove and cinnamon essential oils against *Listeria monocytogenes* in pasteurized milk. *Journal of Food Protection*, 70(12), 2757–2763. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.12.2757>
- Chaijan, S., Panpipat, W., Panya, A., Cheong, L. Z., & Chaijan, M. (2020). Preservation of chilled Asian sea bass (*Lates calcarifer*) steak by whey protein isolate coating containing polyphenol extract from ginger, lemongrass, or green tea. *Food Control*, 118(February), 107400. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107400>
- Chang, S., Abbaspour, H., Nafchi, A. M., Heydari, A., & Mohammadhosseini, M. (2016). Iranian *Foeniculum vulgare* Essential Oil and Alcoholic Extracts: Chemical Composition, Antimicrobial, Antioxidant and Application in Olive Oil Preservation. *Journal of Essential Oil-Bearing Plants*, 19(8), 1920–1931. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2016.1238324>

- Chatrabnous, N., Yazdani, N., Tavallali, V., & Vahdati, K. (2018). Preserving quality of fresh walnuts using plant extracts. *Lwt*, 91(July 2017), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.026>
- Chaudhari, A. K., Singh, V. K., Das, S., Deepika, Prasad, J., Dwivedy, A. K., & Dubey, N. K. (2020). Improvement of in vitro and in situ antifungal, AFB1 inhibitory and antioxidant activity of *Origanum majorana* L. essential oil through nanoemulsion and recommending as novel food preservative. *Food and Chemical Toxicology*, 143, 111536. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111536>
- Chauhan, P., Das, A. K., Nanda, P. K., Kumbhar, V., & Yadav, J. P. (2018). Effect of *Nigella sativa* seed extract on lipid and protein oxidation in raw ground pork during refrigerated storage. *Nutrition and Food Science*, 48(1), 2–15. <https://doi.org/10.1108/NFS-02-2017-0031>
- Chauhan, P., Pradhan, S. R., Das, A., Nanda, P. K., Bandyopadhyay, S., & Das, A. K. (2019). Inhibition of lipid and protein oxidation in raw ground pork by *Terminalia arjuna* fruit extract during refrigerated storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(2), 265–273. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0882>
- Chauhan, S., Gupta, K. C., & Agrawal, M. (2014). Original Research Article Application of Biodegradable Aloe vera gel to control post harvest decay and longer the shelf life of Grapes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(3), 632–642.
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A. G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A. S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Chen, C., Nie, Z., Wan, C., & Chen, J. (2019). Preservation of Xinyu tangerines with an edible coating using *Ficus hirta* Vahl. Fruits extract-incorporated chitosan. *Biomolecules*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/biom9020046>
- Chen, M., Zhao, Y., & Yu, S. (2015). Optimisation of ultrasonic-assisted extraction of phenolic compounds, antioxidants, and anthocyanins from sugar beet molasses. *Food Chemistry*, 172, 543–550. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.110>
- Cheng, J. R., Liu, X. M., Zhang, Y. S., Zhang, Y. H., Chen, Z. Y., Tang, D. B., & Wang, J. Y. (2017). Protective effects of *Momordica grosvenori* extract against lipid and protein oxidation-induced damage in dried minced pork slices. *Meat Science*, 133(April), 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.238>
- Choi, J. H., Kim, J. Y., Jeong, E. T., Choi, T. H., & Yoon, T. M. (2018). Preservative effect of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze seed extract in soy sauce and its mutagenicity. *Food Research International*, 105(November 2017), 982–988. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.059>
- Choi, Y. S., Choi, J. H., Kim, H. Y., Kim, H. W., Lee, M. A., Chung, H. J., Lee, S. K., & Kim, C. J. (2011). Effect of lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf powder on the quality characteristics of chicken patties in refrigerated storage. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 31(1), 9–18. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2011.31.1.009>
- Ckeresaqb, A., Cabrera, O., Moralesb, O., Mollinedo, P., & Mendiab, P. (n.d.). Pharmacological properties of *ikforinga oZe\$era*. 1: Preliminary screening for antimicrobial activity.
- Craveiro, A. A., Matos, F. J. A., Alencar, J. W., & Plumel, M. M. (1989). Microwave oven extraction of an essential oil. *Flavour and Fragrance Journal*, 4(1), 43–44. <https://doi.org/10.1002/ffj.2730040110>

da Silva, R. P. F. F., Rocha-Santos, T. A. P., & Duarte, A. C. (2016). Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 76, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2015.11.013>

Damage, H. O. O., Yang, R., Hui, Q., Jiang, Q., Liu, S., Zhang, H., & Wu, J. (n.d.). Effect of Manitoba-Grown Red-Osier Dogwood Extracts on Recovering Caco-2 Cells from.

Das, A. K., Rajkumar, V., Nanda, P. K., Chauhan, P., Pradhan, S. R., & Biswas, S. (2016). Antioxidant efficacy of litchi (*Litchi chinensis* sonn.) pericarp extract in sheep meat nuggets. *Antioxidants*, 5(2), 1–10. <https://doi.org/10.3390/antiox5020016>

Das, A., Biswas, S., Satyaprakash, K., Bhattacharya, D., Nanda, P. K., Patra, G., Moirangthem, S., Nath, S., Dhar, P., Verma, A. K., Biswas, O., Tardi, N. I., Bhunia, A. K., & Das, A. K. (2024). Ratanjot (*Alkanna tinctoria* L.) Root Extract, Rich in Antioxidants, Exhibits Strong Antimicrobial Activity against Foodborne Pathogens and Is a Potential Food Preservative. *Foods*, 13(14). <https://doi.org/10.3390/foods13142254>

Das, S., Singh, V. K., Chaudhari, A. K., Deepika, Dwivedy, A. K., & Dubey, N. K. (2022). Co-encapsulation of *Pimpinella anisum* and *Coriandrum sativum* essential oils based synergistic formulation through binary mixture: Physico-chemical characterization, appraisal of antifungal mechanism of action, and application as natural food preservative. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 184(February). <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105066>

de Almeida, P. L., de Lima, S. N., Costa, L. L., de Oliveira, C. C., Damasceno, K. A., dos Santos, B. A., & Campagnol, P. C. B. (2015). Effect of jabuticaba peel extract on lipid oxidation, microbial stability and sensory properties of Bologna-type sausages during refrigerated storage. *Meat Science*, 110, 9–14. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.06.012>

de Carvalho, F. A. L., Lorenzo, J. M., Pateiro, M., Bermúdez, R., Purriños, L., & Trindade, M. A. (2019). Effect of guarana (*Paullinia cupana*) seed and pitanga (*Eugenia uniflora* L.) leaf extracts on lamb burgers with fat replacement by chia oil emulsion during shelf life storage at 2 °C. *Food Research International*, 125(April), 108554. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108554>

Dieng, M., Fall, A., Diatta, K., Diatta, W., & Bassene, E. (2015). Dosage des polyphénols et activité anti-oxydante de feuilles et d'inflorescences mâles de *Borassus aethiopum*, Mart. (Arecaceae). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 9(2), 1067. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v9i2.41>

do Nascimento Alves, R., Lorrane Santos Lima, T., da Silva Chaves, K., & de Albuquerque Meireles, B. R. L. (2021). Biodegradable films with *Brassica Oleracea Capitata* extract as a quality indicator in sheep meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(1). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14997>

Dong, M. W. (2006). HPLC and UHPLC for Practicing Scientists Save 30 %! Click here to find out more and order your copy using. September.

Dwivedy, A. K., Prakash, B., Chanotiya, C. S., Bisht, D., & Dubey, N. K. (2017). Chemically characterized *Mentha cardiaca* L. essential oil as plant based preservative in view of efficacy against biodeteriorating fungi of dry fruits, aflatoxin secretion, lipid peroxidation and safety profile assessment. *Food and Chemical Toxicology*, 106, 175–184. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.05.043>

El Hammadi, N., Almajano, M. P., Pastor, M. V., & Codina-Torrella, I. (2024). *Artubuts unedo* L. leaves extract as a potential ingredient for the production of active-films and the preservation of oil-in-water (O/W) emulsions from oxidation. *Lwt*, 214(November). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.117110>

Elfalleh, W. (2012). Total phenolic contents and antioxidant activities of pomegranate peel, seed, leaf and flower. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(32), 4724–4730. <https://doi.org/10.5897/jmpr11.995>

Elhrech, H., Aguerd, O., El Kourchi, C., Gallo, M., Naviglio, D., Chamkhi, I., & Bouyahya, A. (2024). Comprehensive Review of *Olea europaea*: A Holistic Exploration into Its Botanical Marvels, Phytochemical Riches, Therapeutic Potentials, and Safety Profile. In *Biomolecules* (Vol. 14, Issue 6). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/biom14060722>

El-Kased, R. F., & El-Kersh, D. M. (2022). GC–MS Profiling of Naturally Extracted Essential Oils: Antimicrobial and Beverage Preservative Actions. *Life*, 12(10), 1–14. <https://doi.org/10.3390/life12101587>

Ellouze, I., Ben Akacha, B., Mekinić, I. G., Ben Saad, R., Kačániová, M., Kluz, M. I., Mnif, W., Garzoli, S., & Ben Hsouna, A. (2024). Enhancing Antibacterial Efficacy: Synergistic Effects of Citrus aurantium Essential Oil Mixtures against *Escherichia coli* for Food Preservation. *Foods*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/foods13193093>

ElSalam, M., & Ibrahim, S. (2014). Antimicrobial Properties of 39 Essential Oils against Thirteen Food-borne Microorganisms; Efficacy and Environmental Hygiene of *Prunus armeniaca* in Raw Food Preservation under Cold Storage. *Journal of Environmental and Occupational Science*, 3(3), 162. <https://doi.org/10.5455/jeos.20140904041308>

Erkan, N., Tosun, Ş. Y., Ulusoy, Ş., & Üretener, G. (2011). The use of thyme and laurel essential oil treatments to extend the shelf life of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) during storage in ice. *Journal Fur Verbraucherschutz Und Lebensmittelsicherheit*, 6(1), 39–48. <https://doi.org/10.1007/s00003-010-0587-x>

Esrafil, Md., Ahmed, A., Akter, M., Arafin, T., Ali, Md. S., Al Reza, Md. S., Dina, P. R., & Nishi, S. H. H. (2024). Safe and Healthy Food Preservation: Efficacy of Guava Leaves and Lemon Juice Extract on Fruits and Vegetables. *Health Dynamics*, 1(8), 284–295. <https://doi.org/10.33846/hd10803>

F. Zaki, E., Aziz Nadir, A., Fouad Helmy, I. M., & Abdel Maguid, N. M. (2018). Antioxidant and Antimicrobial Effects of Lemongrass (*Cymbopogon citrates*) Oil on the Quality Characteristics of Camel Burger “Camburger” under Refrigerated Storage. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(03), 3623–3631. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2018.703.418>

Faheem, F., Liu, Z. W., Rabail, R., Haq, I. U., Gul, M., Bryła, M., Roszko, M., Kieliszek, M., Din, A., & Aadil, R. M. (2022). Uncovering the Industrial Potentials of Lemongrass Essential Oil as a Food Preservative: A Review. *Antioxidants*, 11(4), 1–21. <https://doi.org/10.3390/antiox11040720>

Fakudze, N. T., Aniogo, E. C., George, B. P., & Abrahamse, H. (2022). The Therapeutic Efficacy of *Punica granatum* and Its Bioactive Constituents with Special Reference to Photodynamic Therapy. In *Plants* (Vol. 11, Issue 21). MDPI. <https://doi.org/10.3390/plants11212820>

Falowo, A. B., Muchenje, V., Hugo, A., Aiyegoro, O. A., & Fayemi, P. O. (2017). Actividades antioxidantes de extractos de hoja de *Moringa oleifera* L. y *Bidens pilosa* L. y sus efectos en la estabilidad oxidativa de ternera cruda picada durante el almacenamiento en frío. *CYTA - Journal of Food*, 15(2), 249–256. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1243587>

Fan, X., Zhang, B., Zhang, X., Ma, Z., & Feng, X. (2023). Incorporating *Portulaca oleracea* extract endows the chitosan-starch film with antioxidant capacity for chilled meat preservation. *Food Chemistry: X*, 18(October 2022), 100662. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100662>

- Fayemi, P. O., Öztürk, I., Özcan, C., Muguruma, M., Yetim, H., Sakata, R., & Ahhmed, A. (2017). Antimicrobial activity of extracts of *Callistemon citrinus* flowers and leaves against *Listeria monocytogenes* in beef burger. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(2), 924–929. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9464-y>
- Feng, K., Feng, X., Tan, W., Zheng, Q., Zhong, W., Liao, C., Liu, Y., Li, S., & Hu, W. (2023). Development of a food preservative from sea buckthorn together with chitosan: Application in and characterization of fresh-cut lettuce storage. *Frontiers in Microbiology*, 14(March), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1080365>
- Fernandes, R. P. P., Trindade, M. A., Lorenzo, J. M., & de Melo, M. P. (2018). Assessment of the stability of sheep sausages with the addition of different concentrations of *Origanum vulgare* extract during storage. *Meat Science*, 137, 244–257. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.018>
- Fiore, A., Park, S., Volpe, S., Torrieri, E., & Masi, P. (2021). Active packaging based on PLA and chitosan-caseinate enriched rosemary essential oil coating for fresh minced chicken breast application. *Food Packaging and Shelf Life*, 29(January), 100708. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100708>
- Fonseca, A. M. A., Dias, C., Amaro, A. L., Isidoro, N., Pintado, M., Silvestre, A. J. D., & Rocha, S. M. (2020). The impact of plant-based coatings in “ROCHA” pear preservation during cold storage: A metabolomic approach. *Foods*, 9(9). <https://doi.org/10.3390/foods9091299>
- Forgione, G., De Cristofaro, G. A., Sateriale, D., Pagliuca, C., Colicchio, R., Salvatore, P., Paolucci, M., & Pagliarulo, C. (2024). Pomegranate Peel and Olive Leaf Extracts to Optimize the Preservation of Fresh Meat: Natural Food Additives to Extend Shelf-Life. *Microorganisms*, 12(7). <https://doi.org/10.3390/microorganisms12071303>
- Freitas, P. A. V., González-Martínez, C., & Chiralt, A. (2023). Active Poly (Lactic Acid) Films with Rice Straw Aqueous Extracts for Meat Preservation Purposes. *Food and Bioprocess Technology*, 16(11), 2635–2650. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03081-6>
- Gadang, V. P., Hettiarachchy, N. S., Johnson, M. G., & Owens, C. (2008). Evaluation of antibacterial activity of whey protein isolate coating incorporated with nisin, grape seed extract, malic acid, and EDTA on a turkey frankfurter system. *Journal of Food Science*, 73(8). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.00899.x>
- Gahrui, H. H., Hosseini, S. M. H., Taghavifard, M. H., Eskandari, M. H., Golmakani, M. T., & Shad, E. (2017). Lipid oxidation, color changes, and microbiological quality of frozen beef burgers incorporated with shirazi thyme, cinnamon, and rosemary extracts. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6350156>
- Galovičová, L., Borotová, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., Kunová, S., Hanus, P., Kowalczewski, P. Ł., Bakay, L., & Kačániová, M. (2022). The Potential Use of *Citrus aurantifolia* L. Essential Oils for Decay Control, Quality Preservation of Agricultural Products, and Anti-Insect Activity. *Agronomy*, 12(3), 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy12030735>
- Geraldo, D. A., Needham, P., Chandia, N., Arratia-Perez, R., Perez, G. C. M., & Villagra, N. A. (2016). Biointerface Research in Applied Chemistry preservation. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 6(6), 1612–1620.
- Ghafoor, K., Al Juhaimi, F., Özcan, M. M., Ahmed, I. A. M., Babiker, E. E., & Alsawmahi, O. N. (2021). Evaluation of the antioxidant activity of some plant extracts (rosemary, sage, and savory, summer) on

stability of moringa oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), 1–6.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.15203>

Ghanbar Soleiman Abadi, F., Bazargani-Gilani, B., Emamifar, A., & Nourian, A. (2024). Beet Root Peel Extract as a Natural Cost-Effective pH Indicator and Food Preservative in Edible Film: Shelf Life Improvement of Cold-Stored Trout Fillet. *Food Science and Nutrition*, 12(12), 10561–10575.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.4605>

Ghasemi, R., Mehdikhani, S., & Khani, M. (2024). New Food Preservation candidate Zataria multiflora endrimer Synthesis and Antimicrobial Assessment. *Archives of Razi Institute*, 79(6), 1287–1296.
<https://doi.org/10.32592/ARI.2024.79.6.1287>

Goh, H. T., Cheok, C. Y., & Yeap, S. P. (2023). Green synthesis of silver nanoparticles using banana peel extract and application on banana preservation. *Food Frontiers*, 4(1), 283–288.
<https://doi.org/10.1002/fft2.206>

Goudoum, A., Abdou, A. B., Ngamo, L. S. T., Ngassoum, M. B., & Mbofung, C. M. F. (2016). Antioxidant activities of essential oil of *Bidens pilosa* (Linn. Var. Radita) used for the preservation of food qualities in North Cameroon. *Food Science and Nutrition*, 4(5), 671–678.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.330>

Gul, P., & Bakht, J. (2015). Antimicrobial activity of turmeric extract and its potential use in food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4), 2272–2279. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1195-4>

Guran, H. S., Oksuztepe, G., Coban, O. E., & Incili, G. K. (2015). Influence of different essential oils on refrigerated fish patties produced from bonito fish (*Sarda sarda* Bloch, 1793). *Czech Journal of Food Sciences*, 33(1), 37–44. <https://doi.org/10.17221/188/2014-CJFS>

H.H. Ismaiel, G. (2023). Benefiting from the essential oil extracted from the leaves of the camphor tree (*Cinnamomum camphora* L.) as a food preservative. *International Journal of Family Studies, Food Science and Nutrition Health*, 4(2), 1–14. <https://doi.org/10.21608/ijfsnh.2022.339565>

Hamad, A., Nuritasari, A., & Hartanti, D. (2019). A combination of lemongrass and lemon basil essential oils inhibited bacterial growth and improved the shelf life of chicken fillets. *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, 24(4), 1–9.

Hamid, Z., Akbar, A., Khan, N. A., Kamran, K., & Sher, H. (2024). Bitter Apricot Seed Kernel Oil Coating for Food Preservation and Shelf-Life Extension. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2024. <https://doi.org/10.1155/2024/7404659>

Hanene Jrah Harzallah. (2012). Chemical composition, antibacterial and antifungal properties of Tunisian *Nigella sativa* fixed oil. *African Journal of Microbiology Research*, 6(22).
<https://doi.org/10.5897/ajmr11.1073>

Hashmi, M. A., Khan, A., Hanif, M., Farooq, U., & Perveen, S. (2015). Traditional uses, phytochemistry, and pharmacology of *olea europaea* (olive). In *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine* (Vol. 2015). Hindawi Publishing Corporation. <https://doi.org/10.1155/2015/541591>

Hayouni, E. A., Chraief, I., Abedrabba, M., Bouix, M., Leveau, J. Y., Mohammed, H., & Hamdi, M. (2008). Tunisian *Salvia officinalis* L. and *Schinus molle* L. essential oils: Their chemical compositions

and their preservative effects against *Salmonella* inoculated in minced beef meat. *International Journal of Food Microbiology*, 125(3), 242–251. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.005>

Hayrapetyan, H., Hazeleger, W. C., & Beumer, R. R. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. *Food Control*, 23(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.012>

Hayrapetyan, H., Hazeleger, W. C., & Beumer, R. R. (2012a). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. *Food Control*, 23(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.012>

Hayrapetyan, H., Hazeleger, W. C., & Beumer, R. R. (2012b). Inhibition of *Listeria monocytogenes* by pomegranate (*Punica granatum*) peel extract in meat paté at different temperatures. *Food Control*, 23(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2011.06.012>

Herman, R. A., Wang, J. Z., Amuzu, P., Shittu, S., Wu, F. A., & Wang, J. (2020). Evaluation of inhibitory activities of two medicinal plant extracts *Parkia biglobosa* and *Lonicera japonica* against spoilage microorganisms isolated from mulberry fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(8), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14630>

Hernández-Fuentes, G. A., Sanchez-Ramirez, C. A., Cortes-Alvarez, S. I., Rodriguez-Hernández, A., Cabrera-Medina, A. O., Moy-López, N. A., Guzman-Muñiz, J., Garza-Veloz, I., Rodriguez-Sanchez, I. P., Martinez-Fierro, M. L., Álvarez-Barajas, J. J., Cortes-Alvarez, N. Y., Ceballos-Magaña, S. G., Meza-Robles, C., & Delgado-Enciso, I. (2025a). Moringa oleifera Leaf Infusion as a Functional Beverage: Polyphenol Content, Antioxidant Capacity, and Its Potential Role in the Prevention of Metabolopathies. *Life*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/life15040636>

Hernández-Fuentes, G. A., Sanchez-Ramirez, C. A., Cortes-Alvarez, S. I., Rodriguez-Hernández, A., Cabrera-Medina, A. O., Moy-López, N. A., Guzman-Muñiz, J., Garza-Veloz, I., Rodriguez-Sanchez, I. P., Martinez-Fierro, M. L., Álvarez-Barajas, J. J., Cortes-Alvarez, N. Y., Ceballos-Magaña, S. G., Meza-Robles, C., & Delgado-Enciso, I. (2025b). Moringa oleifera Leaf Infusion as a Functional Beverage: Polyphenol Content, Antioxidant Capacity, and Its Potential Role in the Prevention of Metabolopathies. *Life*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/life15040636>

Herrero, M., Cifuentes, A., & Ibañez, E. (2006). Sub- and supercritical fluid extraction of functional ingredients from different natural sources: Plants, food-by-products, algae and microalgae - A review. *Food Chemistry*, 98(1), 136–148. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.058>

Heydari, R., Bavandi, S., & Javadian, S. R. (2015). Effect of sodium alginate coating enriched with horsemint (*mentha longifolia*) essential oil on the quality of bighead carp fillets during storage at 4°C. *Food Science and Nutrition*, 3(3), 188–194. <https://doi.org/10.1002/fsn3.202>

Hossain, M. L., Uddin, M. N., Orchy, T. N., Naher, S., Begum, M., & Haque, M. Z. (2023). Investigation on Pomegranate (*Punica granatum*) Skin as a Potentially Effective Natural Food Preservative. *International Journal of Food Science*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/1958395>

Hsieh, P. C., Mau, J. L., & Huang, S. H. (2001). Antimicrobial effect of various combinations of plant extracts. *Food Microbiology*, 18(1), 35–43. <https://doi.org/10.1006/fmic.2000.0376>

Hsouna, A. Ben, Trigui, M., Mansour, R. Ben, Jarraya, R. M., Damak, M., & Jaoua, S. (2011). Chemical composition, cytotoxicity effect and antimicrobial activity of *Ceratonia siliqua* essential oil with

preservative effects against *Listeria* inoculated in minced beef meat. *International Journal of Food Microbiology*, 148(1), 66–72. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.04.028>

Hu, Y., Qiao, J., Zhang, X., & Ge, C. (2011). Antimicrobial activity of *magnolia officinalis* extracts in vitro and its effects on the preservation of chilled mutton. *Journal of Food Biochemistry*, 35(2), 425–441. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2010.00393.x>

Huang, P. H., Chen, Y. J., Lin, Y. W., & Huang, D. W. (2024). Gelatin-kappa-carrageenan-based edible film incorporated with ethanol extracts from *Premna microphylla* Turcz leaves for preservation of sailfish fillets. *Lwt*, 208(September), 116710. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116710>

Hwang, K. E., Kim, H. W., Song, D. H., Kim, Y. J., Ham, Y. K., Lee, J. W., Choi, Y. S., & Kim, C. J. (2015). Effects of antioxidant combinations on shelf stability of irradiated chicken sausage during storage. *Radiation Physics and Chemistry*, 106, 315–319. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.08.014>

Hyun, J. E., Bae, Y. M., Yoon, J. H., & Lee, S. Y. (2015). Preservative effectiveness of essential oils in vapor phase combined with modified atmosphere packaging against spoilage bacteria on fresh cabbage. *Food Control*, 51, 307–313. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.11.030>

Ibrahium, M. I. (2010). Efficiency of pomegranate peel extract as antimicrobial, antioxidant and protective agents. *World Journal of Agricultural Sciences*, 6(4), 338–344.

Ijarotimi, O. S., Ijarotimi, O. S., Science, F., Wong, A., Sohal, A., Brooker, P., Delcea, C., Scarlat, E., & Cotfas, L. (2008). *Nutrition & Food Science Article information* :

Irkin, R., Abay, S., & Aydin, F. (2011). Inhibitory effects of some plant essential oils against *Arcobacter butzleri* and potential for rosemary oil as a natural food preservative. *Journal of Medicinal Food*, 14(3), 291–296. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0001>

Islam, T., Afrin, N., Parvin, S., Dana, N. H., Rahman, K. S., Zzaman, W., & Islam, M. N. (2018). The impact of chitosan and guava leaf extract as preservative to extend the shelf-life of fruits. *International Food Research Journal*, 25(5), 2056–2062.

Islam, T., Islam, M. N., Zzaman, W., & Billah, M. M. (2021). Study of Antimicrobial, Antioxidant and Cytotoxicity Properties of Selected Plant Extracts for Food Preservative Applications. *International Journal of Food Studies*, 10(February), SI95–SI111. <https://doi.org/10.7455/ijfs/10.SI.2021.a8>

Jabeen, U., & Khanum, A. (2017). Isolation and characterization of potential food preservative peptide from *Momordica charantia* L. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S3982–S3989. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.06.009>

Jagtap, N. S., Wagh, R. V., Chatli, M. K., Kumar, P., Malav, O. P., & Mehta, N. (2019). Optimisation of extraction protocol for *Carica papaya* L. to obtain phenolic rich phyto-extract with prospective application in chevon emulsion system. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 71–82. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3456-8>

Jagtap, N. S., Wagh, R. V., Chatli, M. K., Malav, O. P., Kumar, P., & Mehta, N. (2020a). Chevon Meat Storage Stability Infused with Response Surface Methodology Optimized *Origanum vulgare* Leaf Extracts. *Agricultural Research*, 9(4), 663–674. <https://doi.org/10.1007/s40003-020-00464-5>

- Jagtap, N. S., Wagh, R. V., Chatli, M. K., Malav, O. P., Kumar, P., & Mehta, N. (2020b). Functional goat meat nuggets fortified with novel bioactive *Carica papaya* L. and *Origanum vulgare* extracts and storage stability thereof. *Nutrition and Food Science*, 50(2), 402–414. <https://doi.org/10.1108/NFS-12-2018-0334>
- Jamshidi, R., Afzali, Z., & Afzali, D. (2009). Chemical composition of hydrodistillation essential oil of rosemary in different origins in Iran and comparison with other countries. *Amer.Eurasian J.Agric.Enviro.Sci.*, 5(1), 78–81.
- Jati, P. Z. (2021). Pengaruh Perendaman Jus Daun Salam *Syzygium Polyanthum* (Wight) Terhadap Kandungan Asam Lemak Bebas, Total Volatile Bases Dan Antioksidan Pada Telur Asin Asap. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 4(1), 31–37. <https://doi.org/10.31004/jutin.v4i1.3113>
- Jayawardana, B. C., Liyanage, R., Lalantha, N., Iddamalgoda, S., & Weththasinghe, P. (2015). Antioxidant and antimicrobial activity of drumstick (*Moringa oleifera*) leaves in herbal chicken sausages. *Lwt*, 64(2), 1204–1208. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.028>
- Jayawardana, B. C., Warnasooriya, V. B., Thotawattage, G. H., Dharmasena, V. A. K. I., & Liyanage, R. (2019). Black and green tea (*Camellia sinensis* L.) extracts as natural antioxidants in uncured pork sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(2), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13870>
- Jia, N., Kong, B., Liu, Q., Diao, X., & Xia, X. (2012). Antioxidant activity of black currant (*Ribes nigrum* L.) extract and its inhibitory effect on lipid and protein oxidation of pork patties during chilled storage. *Meat Science*, 91(4), 533–539. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.010>
- Jin, S. K., Ha, S. R., & Choi, J. S. (2015). Effect of *Caesalpinia sappan* L. extract on physico-chemical properties of emulsion-type pork sausage during cold storage. *Meat Science*, 110, 245–252. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.003>
- Jongberg, S., Racanicci, A. M. C., & Skibsted, L. H. (2019). Mate extract is superior to green tea extract in the protection against chicken meat protein thiol oxidation. *Food Chemistry*, 300(April), 125134. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125134>
- Jovanovic, G. D., Klaus, A. S., & Niksic, M. P. (2016). Antimicrobial activity of chitosan films with essential oils against *Listeria monocytogenes* on cabbage. *Jundishapur Journal of Microbiology*, 9(9). <https://doi.org/10.5812/jjm.34804>
- Kacaniova, M., Galovicova, L., Valkova, V., Tvrda, E., Terentjeva, M., Ziarovska, J., Kunova, S., Savitskaya, T., Grinshpan, D., Stefanikova, J., Felsöciova, S., Vukovic, N., & Kowalczewski, P. L. (2021). Antimicrobial and antioxidant activities of *Cinnamomum cassia* essential oil and its application in food preservation. *Open Chemistry*, 19(1), 214–227. <https://doi.org/10.1515/chem-2021-0191>
- Kačaniová, M., Garzoli, S., Ben Hsouna, A., Bianchi, A., Kluz, M. I., Elizondo-Luevano, J. H., Ban, Z., Ben Saad, R., Mnif, W., & Haščík, P. (2024). The Potential of *Thymus serpyllum* Essential Oil as an Antibacterial Agent against *Pseudomonas aeruginosa* in the Preservation of Sous Vide Red Deer Meat. *Foods*, 13(19). <https://doi.org/10.3390/foods13193107>
- Kačaniová, M., Mellen, M., Vukovic, N. L., Kluz, M., Puchalski, C., Haščík, P., & Kunová, S. (2019). Combined effect of vacuum packaging, fennel and savory essential oil treatment on the quality of chicken thighs. *Microorganisms*, 7(5), 2–11. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7050134>

- Kadakadiyavar, P., Ambadkar, R., & Rathod, K. (2017). Assessment of Quality of Chicken Nuggets Treated with Mango Peel Extract. *International Journal of Livestock Research*, January, 1. <https://doi.org/10.5455/ijlr.20170203064726>
- Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2010). Antioxidant and antimicrobial activity of pomegranate peel extract improves the shelf life of chicken products. *International Journal of Food Science and Technology*, 45(2), 216–222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.02124.x>
- Kaneria, M. J., Bapodara, M. B., & Chanda, S. V. (2012a). Effect of Extraction Techniques and Solvents on Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Leaf and Stem. *Food Analytical Methods*, 5(3), 396–404. <https://doi.org/10.1007/s12161-011-9257-6>
- Kaneria, M. J., Bapodara, M. B., & Chanda, S. V. (2012b). Effect of Extraction Techniques and Solvents on Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum* L.) Leaf and Stem. *Food Analytical Methods*, 5(3), 396–404. <https://doi.org/10.1007/s12161-011-9257-6>
- Karpińska-Tymoszczyk, M., Draszanowska, A., & Danowska-Oziewicz, M. (2022). The Effect of Ginger Rhizome Addition and Storage Time on the Quality of Pork Meatloaf. *Foods*, 11(22). <https://doi.org/10.3390/foods11223563>
- Kashif, A. R., Naz, S., Usman, A., Javed, N., Younas, M. U., & Zahoor, A. (2024). In vitro study of antioxidant and antimicrobial potential of *Moringa oleifera* leaves as a green food preservative in chicken burger. *Journal Advances of Nutrition Science and Technology*, 4(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.15228/anst.2024.v04.i01-2.p01>
- Kaur, M., Kumar, S., Bhat, Z. F., Naqvi, Z., & Jayawardena, R. (2022). The impact of raspberry and blueberry extract on the microbial and lipid oxidative stability of calcium and chicken protein fortified composite chocolate. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(2). <https://doi.org/10.1111/jfpp.16216>
- Kedia, A., Prakash, B., Mishra, P. K., Dwivedy, A. K., & Dubey, N. K. (2015). *Trachyspermum ammi* L. essential oil as plant based preservative in food system. *Industrial Crops and Products*, 69, 104–109. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.013>
- Khajeh, M., Yamini, Y., Sefidkon, F., & Bahramifar, N. (2004). Comparison of essential oil composition of *Carum copticum* obtained by supercritical carbon dioxide extraction and hydrodistillation methods. *Food Chemistry*, 86(4), 587–591. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.09.041>
- Khaliq, G., Ramzan, M., & Baloch, A. H. (2019). Effect of Aloe vera gel coating enriched with *Fagonia indica* plant extract on physicochemical and antioxidant activity of sapodilla fruit during postharvest storage. *Food Chemistry*, 286, 346–353. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.135>
- Khan, I. A., Xu, W., Wang, D., Yun, A., Khan, A., Zongshuai, Z., Ijaz, M. U., Yiqun, C., Hussain, M., & Huang, M. (2020). Antioxidant potential of *chrysanthemum morifolium* flower extract on lipid and protein oxidation in goat meat patties during refrigerated storage. *Journal of Food Science*, 85(3), 618–627. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15036>
- Kharrat, N., Salem, H., Mrabet, A., Aloui, F., Triki, S., Fendri, A., & Gargouri, Y. (2018). Synergistic effect of polysaccharides, betalain pigment and phenolic compounds of red prickly pear (*Opuntia stricta*) in the stabilization of salami. *International Journal of Biological Macromolecules*, 111, 561–568. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.01.025>

Khazaal, S., Khalil, M. I., Osaili, T. M., Albiss, B., Al-Nabulsi, A. A., Louka, N., & El Darra, N. (2024). Valorization of sesame seed coat waste: phenolic composition, antibacterial efficacy, and nanoemulsion encapsulation for food preservation. *Frontiers in Nutrition*, 11(8). <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1405708>

Khorshidian, N., Yousefi, M., Khanniri, E., & Mortazavian, A. M. (2018). Potential application of essential oils as antimicrobial preservatives in cheese. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 45, 62–72. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.09.020>

Kieling, D. D., Delarco, M. F., & Prudencio, S. H. (2021). Lemongrass Extract as a Natural Preservative of Cooked and Shredded Chicken Breast during Storage. *Journal of Culinary Science and Technology*, 19(1), 55–66. <https://doi.org/10.1080/15428052.2019.1703235>

Kim, H. S., & Chin, K. B. (2017). Evaluation of antioxidative activity of various levels of ethanol extracted tomato powder and application to pork patties. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(2), 242–253. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.2.242>

Kim, S. J., Cho, A. R., & Han, J. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of leafy green vegetable extracts and their applications to meat product preservation. *Food Control*, 29(1), 112–120. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.05.060>

Kim, S. J., Min, S. C., Shin, H. J., Lee, Y. J., Cho, A. R., Kim, S. Y., & Han, J. (2013). Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. *Meat Science*, 93(3), 715–722. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.029>

Kim, S. Y., Kang, D. H., Kim, J. K., Ha, Y. G., Hwang, J. Y., Kim, T., & Lee, S. H. (2011). Antimicrobial Activity of Plant Extracts Against *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, and *Listeria monocytogenes* on Fresh Lettuce. *Journal of Food Science*, 76(1). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01926.x>

Kim, Y. K. (2020). Quality improvement of the chicken sausage with pepper seed (*Capsicum annuum* L.). *Current Research in Nutrition and Food Science*, 8(3), 829–836. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.3.14>

Kobus-Cisowska, J., Flaczyk, E., Rudzińska, M., & Kmiecik, D. (2014). Antioxidant properties of extracts from *Ginkgo biloba* leaves in meatballs. *Meat Science*, 97(2), 174–180. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.01.011>

Koné, K. P., Yaya, S., Bernard, C., & Lyon, U. (n.d.). \376\377\0003\000-\000\000K\000P\000F\000O\000 \000K\000o\000n\000\351\000 \000e\000t\000 \000a\000l\000,\000\000V\000o\000l\000 \0000\0004\0004\000;\000 \000\(\0002\0000\0001\0007\000\). <https://www.researchgate.net/publication/322489519>

Kontogianni, V. G., Kasapidou, E., Mitlianga, P., Mataragas, M., Pappa, E., Kondyli, E., & Bosnea, L. (2022). Production, characteristics and application of whey protein films activated with rosemary and sage extract in preserving soft cheese. *Lwt*, 155, 112996. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112996>

Krisch, J., Pardi, Z., Tserennadmid, R., Papp, T., & Vágvolgyi, C. (2010). Antimicrobial effects of commercial herbs, spices and essential oils in minced pork. *Acta Biologica Szegediensis*, 54(2), 131–134.

Külcü, D. B., Kalkan, S., & Akben, S. B. (2019). Polynomial surface fitting and artificial neural networks-based analysis of the storage days and garlic extract supplementation dependent microbial

growths in minced raw chicken meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(3), 1–14.
<https://doi.org/10.1111/jfpp.13882>

Kumar Pundir, R., Jain, P., & Sharma, C. (2010). Antimicrobial Activity of Ethanolic Extracts of *Syzygium aromaticum* and *Allium sativum* Against Food Associated Bacteria and Fungi. *Ethnobotanical Leaflets*, 14, 344–360.

Kumar, A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, C. S., & Dubey, N. K. (2008). Assessment of *Thymus vulgaris* L. essential oil as a safe botanical preservative against post harvest fungal infestation of food commodities. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9(4), 575–580.
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.12.005>

Kumar, P., Chatli, M. K., Mehta, N., Malav, O. P., Verma, A. K., Kumar, D., & Rathour, M. (2018). Antioxidant and antimicrobial efficacy of sapota powder in pork patties stored under different packaging conditions. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(3), 593–605.
<https://doi.org/10.5851/kosfa.2018.38.3.593>

Kumar, Y., Kaur, K., Shahi, A. K., Kairam, N., & Tyagi, S. K. (2017). Antilisterial, antimicrobial and antioxidant effects of pediocin and *Murraya koenigii* berry extract in refrigerated goat meat emulsion. *Lwt*, 79, 135–144. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.01.028>

Lara-Lledó, M., Olaimat, A., & Holley, R. A. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* on bologna sausages by an antimicrobial film containing mustard extract or sinigrin. *International Journal of Food Microbiology*, 156(1), 25–31. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.02.018>

Lavigne-Cruège, V., Boidron, J.-N., & Dubourdieu, D. (1993). Dosage des composés soufrés volatils légers dans les vins par chromatographie en phase gazeuse et photométrie de flamme. *OENO One*, 27(1), 1. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.1993.27.1.1181>

Lee, N. K., Jung, B. S., Na, D. S., Yu, H. H., Kim, J. S., & Paik, H. D. (2016). The impact of antimicrobial effect of chestnut inner shell extracts against *Campylobacter jejuni* in chicken meat. *Lwt*, 65, 746–750. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.09.004>

Li, J., Han, Q., Chen, W., & Ye, L. (2012). Antimicrobial activity of Chinese bayberry extract for the preservation of surimi. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(11), 2358–2365.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.5641>

Lima, E. M. F., Matsumura, C. H. S., Da Silva, G. L., Patrocínio, I. C. S., Santos, C. A., Pereira, P. A. P., Hassimotto, N. M. A., Pinto, U. M., & Da Cunha, L. R. (2022). Antimicrobial and Antioxidant Activity of Apricot (*Mimusopsis comersonii*) Phenolic-Rich Extract and Its Application as an Edible Coating for Fresh-Cut Vegetable Preservation. *BioMed Research International*, 2022, 4–6.
<https://doi.org/10.1155/2022/8440304>

Lin, Y. T., Labbe, R. G., & Shetty, K. (2005). Inhibition of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood systems using oregano and cranberry phytochemical synergies and lactic acid. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 6(4), 453–458. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2005.04.002>

Liu, S., Zhang, R., Fan, L., Ma, Y., & Xiang, Q. (2020). Effect of rosemary extract on lipid oxidation of cooked pork during simulated gastric digestion. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(4), 1735–1740. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10194>

Lizardo, R. C. M., Mabesa, L. B., Dizon, E. I., & Aquino, N. A. (2015). Functional and antimicrobial properties of bignay [*Antidesma bunius* (L.) Spreng.] extract and its potential as natural preservative in a baked product. *International Food Research Journal*, 22(1), 88–95.

Lorenzo, J. M., González-Rodríguez, R. M., Sánchez, M., Amado, I. R., & Franco, D. (2013). Effects of natural (grape seed and chestnut extract) and synthetic antioxidants (butylatedhydroxytoluene, BHT) on the physical, chemical, microbiological and sensory characteristics of dry cured sausage “chorizo.” *Food Research International*, 54(1), 611–620. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.07.064>

Lorenzo, J. M., Vargas, F. C., Strozzi, I., Pateiro, M., Furtado, M. M., Sant’Ana, A. S., Rocchetti, G., Barba, F. J., Dominguez, R., Lucini, L., & do Amaral Sobral, P. J. (2018). Influence of pitanga leaf extracts on lipid and protein oxidation of pork burger during shelf-life. *Food Research International*, 114(May), 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.07.046>

Luque de Castro, M. D., & García-Ayuso, L. E. (1998). Soxhlet extraction of solid materials: An outdated technique with a promising innovative future. *Analytica Chimica Acta*, 369(1–2), 1–10. [https://doi.org/10.1016/S0003-2670\(98\)00233-5](https://doi.org/10.1016/S0003-2670(98)00233-5)

Magina, M. D. A., Dalmarco, E. M., Wisniewski, A., Simionatto, E. L., Dalmarco, J. B., Pizzolatti, M. G., & Brighente, I. M. C. (2009). Chemical composition and antibacterial activity of essential oils of *Eugenia* species. *Journal of Natural Medicines*, 63(3), 345–350. <https://doi.org/10.1007/s11418-009-0329-5>

Mahato, N., Sharma, K., Koteswararao, R., Sinha, M., Baral, E. R., & Cho, M. H. (2019). Citrus essential oils: Extraction, authentication and application in food preservation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(4), 611–625. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1384716>

Mahmoud, E. (2017). Essential Oils of Citrus Fruit Peels Antioxidant, Antibacterial and Additive Value as Food Preservative. *Journal of Food and Dairy Sciences*, 8(2), 111–116. <https://doi.org/10.21608/jfds.2017.37135>

Mancini, S., Preziuso, G., & Paci, G. (2016). Effect of turmeric powder (*Curcuma Longa* L) and Ascorbic acid on antioxidant capacity and oxidative status in Rabbit Burgers after cooking. *World Rabbit Science*, 24(2), 121–127. <https://doi.org/10.4995/wrs.2016.4207>

Manzur, M., Luciardi, M. C., Blázquez, M. A., Alberto, M. R., Cartagena, E., & Arena, M. E. (2023). Citrus sinensis Essential Oils an Innovative Antioxidant and Antipathogenic Dual Strategy in Food Preservation against Spoilage Bacteria. *Antioxidants*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/antiox12020246>

Martillanes, S., Ramírez, R., Amaro-Blanco, G., Ayuso-Yuste, M. C., Gil, M. V., & Delgado-Adámez, J. (2020). Effect of rice bran extract on the preservation of pork burger treated with high pressure processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14313>

Martínez, L., Bastida, P., Castillo, J., Ros, G., & Nieto, G. (2019). Green alternatives to synthetic antioxidants, antimicrobials, nitrates, and nitrites in clean label Spanish Chorizo. *Antioxidants*, 8(6). <https://doi.org/10.3390/antiox8060184>

Martínez, L., Cilla, I., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2006). Effect of *Capsicum annuum* (red sweet and cayenne) and *piper nigrum* (black and white) pepper powders on the shelf life of fresh pork sausages packaged in modified atmosphere. *Journal of Food Science*, 71(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12405.x>

- Martínez-Romero, D., Alburquerque, N., Valverde, J. M., Guillén, F., Castillo, S., Valero, D., & Serrano, M. (2006). Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by Aloe vera treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1), 93–100. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.09.006>
- Martiny, T. R., Raghavan, V., de Moraes, C. C., da Rosa, G. S., & Dotto, G. L. (2020). Bio-based active packaging: Carrageenan film with olive leaf extract for lamb meat preservation. *Foods*, 9(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/foods9121759>
- Melo, A. M. de, Turola Barbi, R. C., Souza, W. F. C. de, Luna, L. C., de Souza, H. J. B., Lucena, G. L., Quirino, M. R., & de Sousa, S. (2020). Microencapsulated lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) essential oil: A new source of natural additive applied to Coalho cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.14783>
- Mexis, S. F., Chouliara, E., & Kontominas, M. G. (2012). Shelf life extension of ground chicken meat using an oxygen absorber and a citrus extract. *Lwt*, 49(1), 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.04.012>
- Mhalla, D., Bouaziz, A., Ennouri, K., Chawech, R., Smaoui, S., Jarraya, R., Tounsi, S., & Trigui, M. (2017). Antimicrobial activity and bioguided fractionation of *Rumex tingitanus* extracts for meat preservation. *Meat Science*, 125, 22–29. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.11.011>
- Mojaddar Langroodi, A., Nematollahi, A., & Sayadi, M. (2021). Chitosan coating incorporated with grape seed extract and *Origanum vulgare* essential oil: an active packaging for turkey meat preservation. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(3), 2790–2804. <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00867-0>
- Moyinoluwalogo Oduwaiye, J., Dan-Ologe, I. A., Obadipe, J. A., & Ayanshina, O. A. (2022). *Solanum Lycopersicum* Phenotypes Juice Food Preservative Potentials: Its Antimicrobial Investigation. *Journal of Medicinal Plants and By-Products*, 11(2), 239–251. <https://doi.org/10.22092/JMPB.2021.351488.1247>
- Moyo. (2012a). Antimicrobial activities of *Moringa oleifera* Lam leaf extracts. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 11(11). <https://doi.org/10.5897/ajb10.686>
- Moyo. (2012b). Antimicrobial activities of *Moringa oleifera* Lam leaf extracts. *AFRICAN JOURNAL OF BIOTECHNOLOGY*, 11(11). <https://doi.org/10.5897/ajb10.686>
- Mubarak, M., Shaija, A., & Suchithra, T. V. (2015). A review on the extraction of lipid from microalgae for biodiesel production. *Algal Research*, 7, 117–123. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2014.10.008>
- Mugahi, S. M., Aberoumand, A., & Ziaei-Nejad, S. (2022). Effects of Turmeric, Cinnamon, and Lemon Extracts on Shelf Life, Nutrients, and Preservation of Carp Fish in Cold Storage. *Journal of Food Quality*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/3502464>
- Mujic, I., Dudaš, S., Živković, J., Tomin, J., Zekovic, Z., Alibabic, V., Jukic, H., & Šahinovic, R. (2009). Determination of total phenolic compounds in cultivars of *Castanea Sativa* Mill. *Acta Horticulturae*, 815(March), 63–68. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2009.815.8>
- Mukherjee, S., Pal, S., Chakraborty, R., Koley, H., & Dhar, P. (2018). Biochemical assessment of extract from *Oxalis corniculata* L.: Its role in food preservation, antimicrobial and antioxidative paradigms using in situ and in vitro models. *Indian Journal of Experimental Biology*, 56(4), 230–243.

Mussi, F., Montalbano, S., Marzouk, B., Arru, L., Refifa, M., Marzouk, Z., Kraiem, J., Degola, F., & Buschini, A. (2021). Potential of *Citrullus colocynthis* L. Schrad. Immature Seed Extracts as Food Preservative against a Fungal Mycotoxigenic Contaminant. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/4470643>

Muthaiyan, A., Martin, E. M., Natesan, S., Crandall, P. G., Wilkinson, B. J., & Ricke, S. C. (2012). Antimicrobial effect and mode of action of terpeneless cold-pressed Valencia orange essential oil on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of Applied Microbiology*, 112(5), 1020–1033. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05270.x>

Najeeb, A. P., Mandal, P. K., & Pal, U. K. (2015). Efficacy of leaves (drumstick, mint and curry leaves) powder as natural preservatives in restructured chicken block. *Journal of Food Science and Technology*, 52(5), 3129–3133. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1316-8>

Nasrin, T. A. A., Rahman, M. A., Hossain, M. A., Islam, M. N., & Arfin, M. S. (2017). Postharvest quality response of strawberries with aloe vera coating during refrigerated storage. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(6), 598–605. <https://doi.org/10.1080/14620316.2017.1324326>

Naveena, B. M., Sen, A. R., Vaithyanathan, S., Babji, Y., & Kondaiah, N. (2008). Comparative efficacy of pomegranate juice, pomegranate rind powder extract and BHT as antioxidants in cooked chicken patties. *Meat Science*, 80(4), 1304–1308. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.06.005>

Nawaz, M., Pan, J., Liu, H., Umer, M. J., Liu, J., Yang, W., Lv, Z., Zhang, Q., & Jiao, Z. (2025). Integrated evaluation of antifungal activity of pomegranate peel polyphenols against a diverse range of postharvest fruit pathogens. *Bioresources and Bioprocessing*, 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40643-025-00874-9>

Nguyen, T. T., Thi Dao, U. T., Thi Bui, Q. P., Bach, G. L., Ha Thuc, C. N., & Ha Thuc, H. (2020). Enhanced antimicrobial activities and physiochemical properties of edible film based on chitosan incorporated with *Sonneratia caseolaris* (L.) Engl. leaf extract. *Progress in Organic Coatings*, 140(November 2019), 105487. <https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2019.105487>

Noël, T. S., Kifouli, A., Boniface, Y., Edwige, D.-A., Farid, B.-M., & Fatiou, T. (2016). Antimicrobial and physico-chemical effects of essential oils on fermented milk during preservation. *Journal of Applied Biosciences*, 99(1), 9467. <https://doi.org/10.4314/jab.v99i1.12>

Noordin, W. N. M., Shunmugam, N., Huda, N., & Adzitey, F. (2018). The effects of essential oils and organic acids on microbiological and physicochemical properties of whole shrimps at refrigerated storage. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 6(2), 273–283. <https://doi.org/10.12944/CRNFSJ.6.2.03>

Noori, S., Zeynali, F., & Almasi, H. (2018). Antimicrobial and antioxidant efficiency of nanoemulsion-based edible coating containing ginger (*Zingiber officinale*) essential oil and its effect on safety and quality attributes of chicken breast fillets. *Food Control*, 84, 312–320. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.08.015>

Nortjie, E., Basitere, M., Moyo, D., & Nyamukamba, P. (2022). Extraction Methods, Quantitative and Qualitative Phytochemical Screening of Medicinal Plants for Antimicrobial Textiles: A Review [Métodos de extracción, detección fitoquímica cuantitativa y cualitativa de plantas medicinales para textiles antimicrobianos. *Plants*, 11(15).

Nourhakeem, M., Mahir, M., Rehan, A. M., & Fauzi, N. A. M. (2023). Determination of Antioxidant Activity of *Senna Alexandrina* Leaves and *Phoenix Dactylifera* Fruits for Food Preservation. *Progress in Engineering Application and Technology*, 4(2), 984–995.

Nuamsetti, T., Dechayuenyong, P., & Tantipaibulvut, S. (2012a). Antibacterial activity of pomegranate fruit peels and arils. *ScienceAsia*, 38(3), 319–322. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2012.38.319>

Nuamsetti, T., Dechayuenyong, P., & Tantipaibulvut, S. (2012b). Antibacterial activity of pomegranate fruit peels and arils. *ScienceAsia*, 38(3), 319–322. <https://doi.org/10.2306/scienceasia1513-1874.2012.38.319>

Özalp Özen, B., & Soyer, A. (2018). Effect of plant extracts on lipid and protein oxidation of mackerel (*Scomber scombrus*) mince during frozen storage. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 120–127. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2847-6>

Ozel, M. Z., & Kaymaz, H. (2004). Superheated water extraction, steam distillation and Soxhlet extraction of essential oils of *Origanum onites*. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 379(7–8), 1127–1133. <https://doi.org/10.1007/s00216-004-2671-5>

Paladines, D., Valero, D., Valverde, J. M., Díaz-Mula, H., Serrano, M., & Martínez-Romero, D. (2014). The addition of rosehip oil improves the beneficial effect of Aloe vera gel on delaying ripening and maintaining postharvest quality of several stonefruit. *Postharvest Biology and Technology*, 92, 23–28. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.01.014>

Palmeri, R., Parafati, L., Restuccia, C., & Fallico, B. (2018). Application of prickly pear fruit extract to improve domestic shelf life, quality and microbial safety of sliced beef. *Food and Chemical Toxicology*, 118, 355–360. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.05.044>

Papageorgiou, C. S., Lyri, P., Xintaropoulou, I., Diamantopoulos, I., Zagklis, D. P., & Paraskeva, C. A. (2022). High-Yield Production of a Rich-in-Hydroxytyrosol Extract from Olive (*Olea europaea*) Leaves. *Antioxidants*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/antiox11061042>

Parafati, L., Palmeri, R., Trippa, D., Restuccia, C., & Fallico, B. (2019). Quality maintenance of beef burger patties by direct addition or encapsulation of a prickly pear fruit extract. *Frontiers in Microbiology*, 10(August). <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.01760>

Paster, N., Menasherov, M., Ravid, U., & Juven, B. (1995). Antifungal activity of oregano and thyme essential oils applied as fumigants against fungi attacking stored grain. *Journal of Food Protection*, 58(1), 81–85. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-58.1.81>

Pasukamonset, P., Kwon, O., & Adisakwattana, S. (2017). Oxidative Stability of Cooked Pork Patties Incorporated with *Clitoria ternatea* Extract (Blue Pea Flower Petal) During Refrigerated Storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12751>

Peralta, I., Marrassini, C., Filip, R., Alonso, M. R., & Anesini, C. (2018). Food preservation by *Larrea divaricata* extract: participation of polyphenols. *Food Science and Nutrition*, 6(5), 1269–1275. <https://doi.org/10.1002/fsn3.640>

Perez-Baez, A. J., Camou, J. P., Gonzalez-Aguilar, G., Lucas-Gonzalez, R., Valenzuela-Melendres, M., & Viuda-Martos, M. (2021). Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts added to Frankfurt-type sausages:

Effects on chemical, physicochemical, and sensorial properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(10), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15782>

Pérez-López, A., Chávez-Franco, S. H., Villaseñor-Perea, C. A., Espinosa-Solares, T., Hernández-Gómez, L. H., & Lobato-Calleros, C. (2014). Respiration rate and mechanical properties of peach fruit during storage at three maturity stages. *Journal of Food Engineering*, 142, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.06.007>

Perumalla, A. V. S., Hettiarachchy, N. S., Over, K., Ricke, S. C., Slavik, M. F., Gbur, E., Davis, B., & Acosta, S. (2013). Effect of partial replacement of potassium lactate and sodium diacetate by natural green tea and grape seed extracts and postpackaging thermal treatment on the growth of *Listeria monocytogenes* in hotdog model system. *International Journal of Food Science and Technology*, 48(5), 918–926. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12042>

Pimsorn, O., Kramchote, S., & Suwor, P. (2022). Effects of Aloe vera Gel Coating on Quality and Shelf Life of Lime (*Citrus aurantifolia*) Fruit During Ambient Storage. *Horticulture Journal*, 91(3), 416–423. <https://doi.org/10.2503/hortj.UTD-359>

Pires, M. A., Munekata, P. E. S., Villanueva, N. D. M., Tonin, F. G., Baldin, J. C., Rocha, Y. J. P., Carvalho, L. T., Rodrigues, I., & Trindade, M. A. (2017). The antioxidant capacity of rosemary and green tea extracts to replace the carcinogenic antioxidant (BHA) in chicken burgers. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/2409527>

Piskernik, S., Klančnik, A., Riedel, C. T., Brøndsted, L., & Možina, S. S. (2011). Reduction of *Campylobacter jejuni* by natural antimicrobials in chicken meat-related conditions. *Food Control*, 22(5), 718–724. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.11.002>

Pollini, L., Blasi, F., Ianni, F., Grispoli, L., Moretti, S., Di Veroli, A., Cossignani, L., & Cenci-goga, B. T. (2022). Ultrasound-Assisted Extraction and Characterization of Polyphenols from Apple Pomace, Functional Ingredients for Beef Burger Fortification. *Molecules*, 27(6). <https://doi.org/10.3390/molecules27061933>

Ponce, A. G., Roura, S. I., del Valle, C. E., & Moreira, M. R. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: In vitro and in vivo studies. *Postharvest Biology and Technology*, 49(2), 294–300. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.02.013>

Popescu, P. A., Palade, L. M., Nicolae, I. C., Popa, E. E., Mitelut, A. C., Drăghici, M. C., Matei, F., & Popa, M. E. (2022). Chitosan-Based Edible Coatings Containing Essential Oils to Preserve the Shelf Life and Postharvest Quality Parameters of Organic Strawberries and Apples during Cold Storage. *Foods*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/foods11213317>

Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P. K., Dwivedy, A. K., & Dubey, N. K. (2015). Assessment of chemically characterised *Rosmarinus officinalis* L. essential oil and its major compounds as plant-based preservative in food system based on their efficacy against food-borne moulds and aflatoxin secretion and as antioxidant. *International Journal of Food Science and Technology*, 50(8), 1792–1798. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12822>

Prakash, B., Mishra, P. K., Kedia, A., & Dubey, N. K. (2014). Antifungal, antiaflatoxin and antioxidant potential of chemically characterized *Boswellia carterii* Birdw essential oil and its invivo practical applicability in preservation of *Piper nigrum* L. fruits. *Lwt*, 56(2), 240–247. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.023>

- Price, A., Díaz, P., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2013a). Natural extracts versus sodium ascorbate to extend the shelf life of meat-based ready-to-eat meals. *Food Science and Technology International*, 19(5), 427–438. <https://doi.org/10.1177/1082013212455345>
- Price, A., Díaz, P., Bañón, S., & Garrido, M. D. (2013b). Natural extracts versus sodium ascorbate to extend the shelf life of meat-based ready-to-eat meals. *Food Science and Technology International*, 19(5), 427–438. <https://doi.org/10.1177/1082013212455345>
- Qi, S., Huang, H., Huang, J., Wang, Q., & Wei, Q. (2015). Lychee (*Litchi chinensis* Sonn.) seed water extract as potential antioxidant and anti-obese natural additive in meat products. In *Food Control* (Vol. 50). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.08.047>
- Qin, Y. Y., Zhang, Z. H., Li, L., Xiong, W., Shi, J. Y., Zhao, T. R., & Fan, J. (2013). Antioxidant effect of pomegranate rind powder extract, pomegranate juice, and pomegranate seed powder extract as antioxidants in raw ground pork meat. *Food Science and Biotechnology*, 22(4), 1063–1069. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0184-8>
- Quitral, V., Donoso, M. L., Ortiz, J., Herrera, M. V., Araya, H., & Aubourg, S. P. (2009). Chemical changes during the chilled storage of Chilean jack mackerel (*Trachurus murphyi*): Effect of a plant-extract icing system. *Lwt*, 42(8), 1450–1454. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.03.005>
- Rababah, T., Over, K., Hettiarachchy, N. S., Horax, R., Eswaranandam, S., Davis, B., Dickson, J., & Niebuhr, S. (2010). Infusion of plant extracts during processing to preserve quality attributes of irradiated chicken breasts over 9 months storage at -20C. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(SUPPL. 1), 287–307. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00381.x>
- Radha krishnan, K., Babuskin, S., Babu, P. A. S., Fayidh, M. A., Sabina, K., Archana, G., Sivarajan, M., & Sukumar, M. (2014). Bio protection and preservation of raw beef meat using pungent aromatic plant substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(12), 2456–2463. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6580>
- Raeisi, S., Sharifi-Rad, M., Quek, S. Y., Shabanpour, B., & Sharifi-Rad, J. (2016). Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of shallot (*Allium ascalonicum* L.) fruit and ajwain (*Trachyspermum ammi* (L.) Sprague) seed extracts in semi-fried coated rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fillets for shelf-life extension. *Lwt*, 65, 112–121. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.064>
- Rahman, M. M., Dipti, T. T., Islam, M. N., Abdullah, A. T. M., Jahan, S., Alam, M. M., & Karim, M. R. (2023). Chemical composition, antioxidant and antibacterial activity of Piper chaba stem extracts with preservative effects on storage of raw beef patties. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 30(6), 103663. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2023.103663>
- Ramawat, K. G., Dass, S., & Mathur, M. (2009). Herbal Drugs: Ethnomedicine to Modern Medicine. *Herbal Drugs: Ethnomedicine to Modern Medicine*. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-79116-4>
- Ramli, A. N. M., Manap, N. W. A., Bhuyar, P., & Azelee, N. I. W. (2020). Passion fruit (*Passiflora edulis*) peel powder extract and its application towards antibacterial and antioxidant activity on the preserved meat products. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s42452-020-03550-z>
- Ramli, S., Radu, S., Shaari, K., & Rukayadi, Y. (2017). Antibacterial activity of ethanolic extract of syzygium polyanthum L. (Salam) leaves against foodborne pathogens and application as food sanitizer. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/9024246>

- Rammal, M., Badran, A., Haidar, C., Sabbah, A., Bechelany, M., Awada, M., Hassan, K. H., El-Dakdouki, M., & Raad, M. T. (2024). *Cymbopogon winterianus* (Java Citronella Plant): A Multi-Faceted Approach for Food Preservation, Insecticidal Effects, and Bread Application. *Foods*, 13(5). <https://doi.org/10.3390/foods13050803>
- Ranalli, A., Contento, S., Lucera, L., Di Febo, M., Marchegiani, D., & Di Fonzo, V. (2006). Factors affecting the contents of iridoid oleuropein in olive leaves (*Olea europaea* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(2), 434–440. <https://doi.org/10.1021/jf051647b>
- Rasini Pirimoy, P. C., Rohadi, R., & Iswoyo, I. (2019). Penggunaan Ekstrak Etanol Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight) pada Sosis Daging Sapi untuk Penghambatan Kerusakan Oksidatif. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 11(1), 26–31. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v11i1.13473>
- Rather, S. A., Akhter, R., Masoodi, F. A., Gani, A., & Wani, S. M. (2015). Utilization of apple pomace powder as a fat replacer in goshtaba: a traditional meat product of Jammu and Kashmir, India. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 9(3), 389–399. <https://doi.org/10.1007/s11694-015-9247-2>
- Rathour, M., Angad, G., Veterinary, D., Mehta, N., Angad, G., Veterinary, D., Kumar, P., Angad, G., Veterinary, D., Malav, O. P., Angad, G., & Veterinary, D. (2019). Functional chevon rolls fortified with cinnamon bark and Aloe vera powder extracts. *Haryana Veterinarian*, 58(1), 1–5.
- Realini, C. E., Guàrdia, M. D., Díaz, I., García-Regueiro, J. A., & Arnau, J. (2014). Effects of acerola fruit extract on sensory and shelf-life of salted beef patties from grinds differing in fatty acid composition. *Meat Science*, 99, 18–24. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.08.008>
- Rehim, M. A., Zahran, H. A., & Al-Moghazy, M. (2023). Synthesis of active packaging films from *Lepidium sativum* gum/polyvinyl alcohol composites and their application in preserving cheddar cheese. *Scientific Reports*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28173-3>
- Ribeiro, A., Caleja, C., Barros, L., Santos-Buelga, C., Barreiro, M. F., & Ferreira, I. C. F. R. (2016). Rosemary extracts in functional foods: Extraction, chemical characterization and incorporation of free and microencapsulated forms in cottage cheese. *Food and Function*, 7(5), 2185–2196. <https://doi.org/10.1039/c6fo00270f>
- Rico, D., Martín-Diana, A. B., Barat, J. M., & Barry-Ryan, C. (2007). Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 18(7), 373–386. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.03.011>
- Rimini, S., Petracci, M., & Smith, D. P. (2014). The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. *Poultry Science*, 93(8), 2096–2102. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03601>
- Rodino, S., Butu, M., & Butu, A. (2019). Application of biogenic silver nanoparticles for berries preservation. *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures*, 14(3), 601–606.
- Rodríguez, G. M., Sibaja, J. C., Espitia, P. J. P., & Otoni, C. G. (2020). Antioxidant active packaging based on papaya edible films incorporated with *Moringa oleifera* and ascorbic acid for food preservation. *Food Hydrocolloids*, 103(November 2019), 105630. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.105630>
- Rubab, M., Chelliah, R., Saravanakumar, K., Barathikannan, K., Wang, M. H., & Oh, D. H. (2019). Potential application of *Brassica rapa* subsp. *pekinensis* extract on fresh beef meat during refrigeration storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(12), 1–14. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14240>

Salejda, A. M., Szmaja, A., Bobak, Ł., Zwyrzykowska-Wodzińska, A., Fudali, A., Bąbelewski, P., Bienkiewicz, M., & Krasnowska, G. (2021). Effect of *ilex x meserveae* aqueous extract on the quality of dry-aged beef. *Journal of Food Quality*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8848279>

Salem, A., Jridi, M., Abdelhedi, O., Fakhfakh, N., Nasri, M., Debeaufort, F., & Zouari, N. (2021). Development and characterization of fish gelatin-based biodegradable film enriched with *Lepidium sativum* extract as active packaging for cheese preservation. *Heliyon*, 7(10), e08099. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08099>

Sallam, K. I., Ishioroshi, M., & Samejima, K. (2004). Antioxidant and antimicrobial effects of garlic in chicken sausage. *Lwt*, 37(8), 849–855. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.04.001>

Sánchez-García, F., Machado, N. D., Tirado-Fernández, M., Cejudo-Bastante, C., Roldán, A. M., Mantell-Serrano, C., & Casas-Cardoso, L. (2025). Hake Fish Preservation Using Plant-Based Impregnated Polylactic Acid Food Films as Active Packaging. *Applied Sciences (Switzerland)*, 15(2), 1–22. <https://doi.org/10.3390/app15020643>

Savoldi, D. C., Mendonça, F. J., Vicenzi, B. G., Marchi, D. F., Marchi, J. F., Tonial, I. B., & Soares, A. L. (2021). Evaluation of traditional Brazilian sausage (linguiça calabresa) elaborated with oregano and basil extracts as natural antioxidants. *Semina: Ciências Agrárias*, 42(6), 3757–3776. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n6Supl2p3757>

Segwatibe, M. K., Cosa, S., & Bassey, K. (2023). Antioxidant and Antimicrobial Evaluations of *Moringa oleifera* Lam Leaves Extract and Isolated Compounds. *Molecules*, 28(2). <https://doi.org/10.3390/molecules28020899>

Selene Márquez-Rodríguez, A., Nevárez-Baca, S., Lerma-Hernández, J. C., Hernández-Ochoa, L. R., Nevárez-Moorillon, G. V., Gutiérrez-Méndez, N., Muñoz-Castellanos, L. N., & Salas, E. (2020). In vitro antibacterial activity of hibiscus sabdariffa l. phenolic extract and its in situ application on shelf-life of beef meat. *Foods*, 9(8), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods9081080>

Serukaluthur Balaji, A., Allahdad, Z., & Lacroix, M. (2024). Combined effect of γ -irradiation and antibacterial formulations based on natural compounds for preservation of mother's milk. *Radiation Physics and Chemistry*, 216, 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2023.111420>

Shahkoomahally, S., & Ramezani, A. (2014). Effect of Natural Aloe Vera Gel Coating Combined with Calcium Chloride and Citric Acid Treatments on Grape (*Vitis vinifera* L. Cv. Askari) Quality during Storage. *American Journal of Food Science and Technology*, 2(1), 1–5. <https://doi.org/10.12691/ajfst-2-1-1>

Shalaby, A. R., Anwar, M. M., & Sallam, E. M. (2018). Improving quality and shelf-life of minced beef using irradiated olive leaf extract. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(11), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13789>

Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2009). Antibacterial and antioxidant effects of five spice and herb extracts as natural preservatives of raw pork. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(11), 1879–1885. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3667>

Shan, B., Cai, Y. Z., Brooks, J. D., & Corke, H. (2011). Potential application of spice and herb extracts as natural preservatives in cheese. *Journal of Medicinal Food*, 14(3), 284–290. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0009>

Sharifan, A., Shafiee, M., & Tabatabaee, A. (2016). Evaluation of Antimicrobial Effect of *Cinnamomum verum* Methanolic Extract and Essential Oil: A Study on Bio-preservative in Ketchup Sauce. *Journal of Chemical Health Risks*, 6(2), 113–124.

Sharifi, A., Jahedi, S., Toori, M. A., & Khoramroz, S. S. (2014). Evaluation of Crude Sesquiterpenoid Extract of *Ganoderma reissi* as a Natural Food Preservative. *International Journal of Current Research and Academic Review*, 2(5), 1–8.

Sharifi-Rad, M., Ozcelik, B., Altın, G., Daşkaya-Dikmen, C., Martorell, M., Ramírez-Alarcón, K., Alarcón-Zapata, P., Morais-Braga, M. F. B., Carneiro, J. N. P., Alves Borges Leal, A. L., Coutinho, H. D. M., Gyawali, R., Tahergorabi, R., Ibrahim, S. A., Sahrifi-Rad, R., Sharopov, F., Salehi, B., del Mar Contreras, M., Segura-Carretero, A., ... Sharifi-Rad, J. (2018). *Salvia* spp. plants-from farm to food applications and phytopharmacotherapy. *Trends in Food Science and Technology*, 80, 242–263. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.008>

Sharma, H., Mendiratta, S. K., Agarwal, R. K., Kumar, S., & Soni, A. (2017). Evaluation of anti-oxidant and anti-microbial activity of various essential oils in fresh chicken sausages. *Journal of Food Science and Technology*, 54(2), 279–292. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2461-z>

Shi, J., Xu, J., Liu, X., Goda, A. A., Salem, S. H., Deabes, M. M., Ibrahim, M. I. M., Naguib, K., & Mohamed, S. R. (2024). Evaluation of some artificial food preservatives and natural plant extracts as antimicrobial agents for safety. *Discover Food*, 4(1). <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00162-z>

Shin, D. J., Choe, J., Hwang, K. E., Kim, C. J., & Jo, C. (2019). Antioxidant effects of lotus (*Nelumbo nucifera*) root and leaf extracts and their application on pork patties as inhibitors of lipid oxidation, alone and in combination. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 383–394. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1588295>

Shindia, A., Abdel-Shafi, S., Atef, A., Osman, A., Sitohy, B., & Sitohy, M. (2024). Antibacterial activity of carrot peel HCl-ethanol extracts and its potential application in meat preservation. *Lwt*, 207(June), 116638. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116638>

Shirsath, S. R., Sonawane, S. H., & Gogate, P. R. (2012). Intensification of extraction of natural products using ultrasonic irradiations-A review of current status. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 53, 10–23. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2012.01.003>

Siddhuraju, P., & Becker, K. (2003). Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Total Phenolic Constituents from Three Different Agroclimatic Origins of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam.) Leaves. <https://doi.org/10.1021/jf020444>

Siddiqua, S., Anusha, B. A., Ashwini, L. S., & Negi, P. S. (2015). Antibacterial activity of cinnamaldehyde and clove oil: effect on selected foodborne pathogens in model food systems and watermelon juice. *Journal of Food Science and Technology*, 52(9), 5834–5841. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1642-x>

Singh, J., Pareek, S., Maurya, V. K., Sagar, N. A., Kumar, Y., Badgujar, P. C., & Fawole, O. A. (2022). Application of Aloe vera Gel Coating Enriched with Cinnamon and Rosehip Oils to Maintain Quality and Extend Shelf Life of Pomegranate Arils. *Foods*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/foods11162497>

Sirocchi, V., Caprioli, G., Cecchini, C., Coman, M. M., Cresci, A., Maggi, F., Papa, F., Ricciutelli, M., Vittori, S., & Sagratini, G. (2013). Biogenic amines as freshness index of meat wrapped in a new active

packaging system formulated with essential oils of *Rosmarinus officinalis*. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(8), 921–928. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.809706>

Sivarooban, T., Hettiarachchy, N. S., & Johnson, M. G. (2007). Inhibition of *Listeria monocytogenes* using nisin with grape seed extract on turkey frankfurters stored at 4 and 10°C. *Journal of Food Protection*, 70(4), 1017–1020. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-70.4.1017>

Šojić, B., Pavlić, B., Zeković, Z., Tomović, V., Ikonić, P., Kocić-Tanackov, S., & Džinić, N. (2018). The effect of essential oil and extract from sage (*Salvia officinalis* L.) herbal dust (food industry by-product) on the oxidative and microbiological stability of fresh pork sausages. *Lwt*, 89, 749–755. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.055>

Sood, V., Tian, W., Narvaez-Bravo, C., Arntfield, S. D., & González, A. R. (2020). Plant extracts effectiveness to extend bison meat shelf life. *Journal of Food Science*, 85(4), 936–946. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15062>

Soodsawaeng, P., Rattanamangkalanon, N., Boonthai, T., Vuthiphandchai, V., & Nimrat, S. (2022). Preservative Potential of Thai Herb Extracts Combined with Bacteriocin from *Bacillus velezensis* BUU004 for Controlling Food Spoilage and Pathogenic Bacteria in Dried Crushed Seasoned Squid. *Science and Technology Asia*, 27(1), 74–88. <https://doi.org/10.14456/scitechasia.2022.8>

Sørensen, H. P., Madsen, L. S., Petersen, J., Andersen, J. T., Hansen, A. M., & Beck, H. C. (2010). Oat (*Avena sativa*) seed extract as an antifungal food preservative through the catalytic activity of a highly abundant class i chitinase. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 160(6), 1573–1584. <https://doi.org/10.1007/s12010-009-8557-4>

Stagos, D. (2020). Antioxidant activity of polyphenolic plant extracts. *Antioxidants*, 9(1). <https://doi.org/10.3390/antiox9010019>

Stojanović-Radić, Z., Pejčić, M., Joković, N., Jokanović, M., Ivić, M., Šojić, B., Škaljac, S., Stojanović, P., & Mihajilov-Krstev, T. (2018). Inhibition of *Salmonella* Enteritidis growth and storage stability in chicken meat treated with basil and rosemary essential oils alone or in combination. *Food Control*, 90, 332–343. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.013>

Stojković, D. S., Živković, J., Soković, M., Glamočlija, J., Ferreira, I. C. F. R., Janković, T., & Maksimović, Z. (2013). Antibacterial activity of *Veronica montana* L. extract and of protocatechuic acid incorporated in a food system. *Food and Chemical Toxicology*, 55, 209–213. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2013.01.005>

Stone, L., & Peacock, J. (2015). View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk. February, 1–12.

Suada, I. K., Purnama, D. I. D., & Agustina, K. K. (2018). Infusa Daun Salam Mempertahankan Kualitas Dan Daya Tahan Daging Sapi Bali. *Buletin Veteriner Udayana*, 10(1), 100. <https://doi.org/10.24843/bulvet.2018.v10.i01.p16>

Sudjana, A. N., D’Orazio, C., Ryan, V., Rasool, N., Ng, J., Islam, N., Riley, T. V., & Hammer, K. A. (2009a). Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(5), 461–463. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2008.10.026>

Sudjana, A. N., D’Orazio, C., Ryan, V., Rasool, N., Ng, J., Islam, N., Riley, T. V., & Hammer, K. A. (2009b). Antimicrobial activity of commercial *Olea europaea* (olive) leaf extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 33(5), 461–463. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2008.10.026>

Sulastri, E., Zubair, M. S., Anas, N. I., Abidin, S., Hardani, R., Yulianti, R., & Aliyah. (2018). Total phenolic, total flavonoid, quercetin content and antioxidant activity of standardized extract of moringa oleifera leaf from regions with different elevation. *Pharmacognosy Journal*, 10(6), S104–S108. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.20>

Sulastri, E., Zubair, M. S., Anas, N. I., Abidin, S., Hardani, R., Yulianti, R., & Aliyah. (2018). Total phenolic, total flavonoid, quercetin content and antioxidant activity of standardized extract of moringa oleifera leaf from regions with different elevation. *Pharmacognosy Journal*, 10(6), S104–S108. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.20>

Talaa Al-Sudani, S. A., Al-Hafud, A. S., & Kadhim, L. A. (2024). Inhibitory Activity of Gaycyrhiza glabral's Extract Against Microorganisms and its Use to Prolonging Food Preservation Period. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1371(6), 2–11. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1371/6/062033>

Tamkutė, L., Vacekauskaitė, R., Gil, B. M., Rovira Carballido, J., & Venskutonis, P. R. (2021). Black chokeberry (*Aronia melanocarpa* L.) pomace extracts inhibit food pathogenic and spoilage bacteria and increase the microbiological safety of pork products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), 1–11. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15220>

Tanimoto, S., Kondo, R., Itonaga, S., Domen, A., & Mabuchi, R. (2020). Screening plant extracts for quality preservation of dark muscle fish flesh: A simple method. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14315>

Teklehaymanot, L. T., Nadew, T. T., & Ayele, A. T. (2024). Efficiency of potato peel extract in the preservation of cow butter. *Heliyon*, 10(24), e40949. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e40949>

Tengilimoglu-Metin, M. M., & Kizil, M. (2017). Reducing effect of artichoke extract on heterocyclic aromatic amine formation in beef and chicken breast meat. *Meat Science*, 134(2), 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.018>

The State of Food and Agriculture 2022. (2022). In *The State of Food and Agriculture 2022*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479en>

Theivendran, S., Hettiarachchy, N. S., & Johnson, M. G. (2006). Inhibition of *Listeria monocytogens* by nisin combined with grape seed extract or green tea extract in soy protein film coated on turkey frankfurters. *Journal of Food Science*, 71(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb08905.x>

Thery, T., Lynch, K. M., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2020). Isolation, characterisation and application of a new antifungal protein from broccoli seeds – New food preservative with great potential. *Food Control*, 117, 107356. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107356>

Thielmann, J., Kohnen, S., & Hauser, C. (2017). Antimicrobial activity of *Olea europaea* Linné extracts and their applicability as natural food preservative agents. In *International Journal of Food Microbiology* (Vol. 251, Issue 2016). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.03.019>

Thomas, R., Jebin, N., Saha, R., & Sarma, D. K. (2016). Antioxidant and antimicrobial effects of kordoi (*Averrhoa carambola*) fruit juice and bamboo (*Bambusa polymorpha*) shoot extract in pork nuggets. *Food Chemistry*, 190, 41–49. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.070>

Tonfack Djikeng, F., Womeni, H. M., Karuna, M. S. L., Tiencheu, B., Achidi, A. U., Linder, M., & Prasad, R. B. N. (2022). Preservative Effect of Ginger Root (*Zingiber officinale* R.) Extract in Refined

Palm Olein Subjected to Accelerated Thermal Oxidation. *Journal of Food Quality*, 2022.
<https://doi.org/10.1155/2022/3388201>

Toulemonde, Matthieu. Désage, S. (2016). *La Lyophilisation Ou Cryodessiccation*. 31.

Trisha, M. R., Deavyndra Gunawan, V., Wong, J. X., Pak Dek, M. S., & Rukayadi, Y. (2024). Antibacterial effect of ethanolic *Gnetum gnemon* L. leaf extract on food-borne pathogens and its application as a natural preservative on raw quail eggs. *Heliyon*, 10(16), e35691.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35691>

Turgut, S. S., Işıkcı, F., & Soyer, A. (2017). Antioxidant activity of pomegranate peel extract on lipid and protein oxidation in beef meatballs during frozen storage. *Meat Science*, 129, 111–119.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.02.019>

Ueda, J. M., Pedrosa, M. C., Fernandes, F. A., Rodrigues, P., Melgar, B., Dias, M. I., Pinela, J., Calhelha, R. C., Ivanov, M., Soković, M., Heleno, S. A., Carcho, M., Ineu, R. P., Ferreira, I. C. F. R., & Barros, L. (2021). Promising preserving agents from sage and basil: A case study with yogurts. *Foods*, 10(3), 1–19.
<https://doi.org/10.3390/foods10030676>

Valková, V., Ďuranová, H., Galovičová, L., Borotová, P., Vukovic, N. L., Vukic, M., & Kačániová, M. (2022). *Y. enterocolitica*. *Agronomy*, 12(1).

Valverde, J. M., Valero, D., Martínez-Romero, D., Guillén, F., Castillo, S., & Serrano, M. (2005). Novel edible coating based on Aloe vera gel to maintain table grape quality and safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(20), 7807–7813. <https://doi.org/10.1021/jf050962v>

Vargas-Ramella, M., Lorenzo, J. M., Zamuz, S., Valdés, M. E., Moreno, D., Guamán Balcázar, M. C., Fernández-Arias, J. M., Reyes, J. F., & Franco, D. (2021). The antioxidant effect of colombian berry (*Vaccinium meridionale* sw.) extracts to prevent lipid oxidation during pork patties shelf-life. *Antioxidants*, 10(8), 1–25. <https://doi.org/10.3390/antiox10081290>

Veličković, I., Živković, J., Stojković, D., Sokovic, M. D., Marin, P. D., & Grujić, S. (2021). Evaluation of Antioxidant, Antimicrobial and Potential Food Preserving Properties of *Rubus Discolor* (Rosaceae) Fruit Extracts. *Natural Product Communications*, 16(4). <https://doi.org/10.1177/1934578X211009692>

Verešová, A., Terentjeva, M., Ban, Z., Li, L., Vukic, M., Vukovic, N., Kluz, M. I., Ben Sad, R., Ben Hsouna, A., Bianchi, A., Kollár, J., Elizondo-Luévano, J. H., Čmíková, N., Garzoli, S., & Kačániová, M. (2024). Enhancing Antimicrobial Efficacy of Sandalwood Essential Oil Against *Salmonella enterica* for Food Preservation. *Foods*, 13(23). <https://doi.org/10.3390/foods13233919>

Villalobos-Delgado, L. H., González-Mondragón, E. G., Ramírez-Andrade, J., Salazar-Govea, A. Y., & Santiago-Castro, J. T. (2020). Oxidative stability in raw, cooked, and frozen ground beef using Epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.). *Meat Science*, 168(April), 108187.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108187>

Villalobos-Delgado, L. H., González-Mondragón, E. G., Salazar Govea, A. Y., Andrade, J. R., & Santiago-Castro, J. T. (2017). Potential application of epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) as natural antioxidant in raw ground pork. *Lwt*, 84, 306–313. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.05.076>

Vinatoru, M., Mason, T. J., & Calinescu, I. (2017). Ultrasonically assisted extraction (UAE) and microwave assisted extraction (MAE) of functional compounds from plant materials. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 97, 159–178. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.09.002>

Vodnar, D. C. (2012). Inhibition of *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 on ham steak by tea bioactive compounds incorporated into chitosan-coated plastic films. *Chemistry Central Journal*, 6(1), 2–7. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-74>

Wagh, R. V., & Chatli, M. K. (2017). Response surface optimization of extraction protocols to obtain phenolic rich antioxidant from sea buckthorn and their potential application into model meat system. *Journal of Food Science and Technology*, 54(6), 1565–1576. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2588-6>

Wagh, R. V., Chatli, M. K., Ruusunen, M., Puolanne, E., & Ertbjerg, P. (2015). Effect of various phyto-extracts on physico-chemical, colour, and oxidative stability of pork frankfurters. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(8), 1178–1186. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0752>

Wahyudi, V. A., Aini, A. N., Puspita, D., & Dewi, A. R. K. (2021). The Bay Leaves Active Compounds and Its Lipid Oxidative Inhibition Activity in Bulk Cooking Oil. *PLANTA TROPIKA: Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 9(1), 71–81. <https://doi.org/10.18196/pt.v9i1.7143>

Wang, W., Zhao, D., Xiang, Q., Li, K., Wang, B., & Bai, Y. (2021). Effect of cinnamon essential oil nanoemulsions on microbiological safety and quality properties of chicken breast fillets during refrigerated storage. *Lwt*, 152(136). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112376>

Wang, X., Chang, G., Xu, Y., Li, Z., Du, X., Yang, Y., Jiang, Z., Ni, H., & Li, Q. (2023). Effect of phytol isolated from edible red alga (*Bangia fusco-purpurea*) on tyrosinase inhibition and its application on food preservation. *Lwt*, 185(December 2022), 115146. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115146>

Wang, Y. Z., Wang, S. Y., Fu, S. G., Yang, D. J., Yu, Y. S., Chen, J. W., & Chen, Y. C. (2019). Effects of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) extracts and dry ice on the physicochemical stability of omega-3 fatty-acid-fortified surimi-like meat products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(8), 3843–3851. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9606>

Weerakkody, N. S., Caffin, N., Dykes, G. A., & Turner, M. S. (2011). Effect of antimicrobial spice and herb extract combinations on *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus*, and spoilage microflora growth on cooked ready-to-eat vacuum-packaged shrimp. *Journal of Food Protection*, 74(7), 1119–1125. <https://doi.org/10.4315/0362-028X.JFP-11-052>

Wei, N., Pan, Z., Ning, Y., Liu, W., Wen, X., Yang, C., & Wang, L. (2024). Cassia Seed Gum Films Incorporated with Partridge Tea Extract as an Edible Antioxidant Food Packaging Film for Preservation of Chicken Jerky. *Polymers*, 16(8). <https://doi.org/10.3390/polym16081086>

Wong, J. X., Ramli, S., & Chen, S. N. (2021). Assessment of toxic effect of *Centella asiatica* extract and its application as natural preservative in fresh-cut mango, pear and cabbage. In *Journal of Food Processing and Preservation* (Vol. 45, Issue 10). <https://doi.org/10.1111/jfpp.15824>

Xi, Y., Sullivan, G. A., Jackson, A. L., Zhou, G. H., & Sebranek, J. G. (2012). Effects of natural antimicrobials on inhibition of *Listeria monocytogenes* and on chemical, physical and sensory attributes of naturally-cured frankfurters. *Meat Science*, 90(1), 130–138. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.06.013>

Xie, P. jun, Huang, L. xin, Zhang, C. hong, & Zhang, Y. lei. (2015). Phenolic compositions, and antioxidant performance of olive leaf and fruit (*Olea europaea* L.) extracts and their structure-activity relationships. *Journal of Functional Foods*, 16, 460–471. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.05.005>

- Ye, L., Wang, H., Duncan, S. E., Eigel, W. N., & O'Keefe, S. F. (2015). Antioxidant activities of Vine Tea (*Ampelopsis grossedentata*) extract and its major component dihydromyricetin in soybean oil and cooked ground beef. *Food Chemistry*, 172, 416–422. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.090>
- Yerlikaya, P., Gokoglu, N., & Topuz, O. K. (2010). Use of natural plant extracts in batter coating of shrimp and their effects on the quality of shrimp during frozen storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 34(1), 127–138. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2008.00355.x>
- Yerlikaya, S., & Şen Arslan, H. (2021). Antioxidant and chemical effects of propolis, sage (*Salvia officinalis* L.), and lavender (*Lavandula angustifolia* Mill) ethanolic extracts on chicken sausages. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(6), 1–8. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15551>
- Youssef, E., Saad, S. M., Hassan, M. A., & Ibrahim, H. M. (2021). Assessment of The Effects of Selected Plant Extracts on Quality Indices and Shelf Life of Raw Chilled Chicken Meat. *Benha Veterinary Medical Journal*, 40(1), 146–151. <https://doi.org/10.21608/bvmj.2021.61181.1334>
- Yuan, W., & Yuk, H. G. (2018). Antimicrobial efficacy of *Syzygium antisepticum* plant extract against *Staphylococcus aureus* and methicillin-resistant *S. aureus* and its application potential with cooked chicken. *Food Microbiology*, 72, 176–184. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2017.12.002>
- Yulian Tumbariski, A., Tumbariski, Y., Petrova, N., Ivanov, I., Petkova, N., Ivanova, P., Yanakieva, V., Vasilev, K., & Mihalev, K. (2023). Food Science and Applied Biotechnology Assessment of the bioactivity, preservation potential and sensory acceptance of a propolis extract applied in a functional fruit-herbal beverage. *Food Science and Applied Biotechnology*, 2023(2), 320–330.
- Yuste, J., & Fung, D. Y. C. (2002). Inactivation of *Listeria monocytogenes* Scott A 49594 in apple juice supplemented with cinnamon. *Journal of Food Protection*, 65(10), 1663–1666. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-65.10.1663>
- Zahid, M. A., Choi, J. Y., Seo, J. K., Parvin, R., Ko, J., & Yang, H. S. (2020). Effects of clove extract on oxidative stability and sensory attributes in cooked beef patties at refrigerated storage. *Meat Science*, 161(October 2019), 107972. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107972>
- Zaki, F. E. (2018). Incorporation of fenugreek seed powder in the manufacturing of rabbit sausage and its effects on the quality properties during frozen storage. *Journal of Advances in Food Science & Technology*, 5(1), 8–14.
- Zamani Faradonbeh, M., Barzegar, H., Hojjati, M., Alizadeh Behbahani, B., & Taki, M. (2024). Active packaging coating based on *Ocimum basilicum* seed mucilage and *Hypericum perforatum* extract: Preparation, characterization, application and modeling the preservation of ostrich meat. *Applied Food Research*, 4(2), 100524. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100524>
- Zamuz, S., López-Pedrouso, M., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Domínguez, H., & Franco, D. (2018). Application of hull, bur and leaf chestnut extracts on the shelf-life of beef patties stored under MAP: Evaluation of their impact on physicochemical properties, lipid oxidation, antioxidant, and antimicrobial potential. *Food Research International*, 112, 263–273. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.053>
- Zeng, W. C., He, Q., Sun, Q., Zhong, K., & Gao, H. (2012). Antibacterial activity of water-soluble extract from pine needles of *Cedrus deodara*. *International Journal of Food Microbiology*, 153(1–2), 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.10.019>

Zhang, H. F., Yang, X. H., & Wang, Y. (2011). Microwave assisted extraction of secondary metabolites from plants: Current status and future directions. *Trends in Food Science and Technology*, 22(12), 672–688. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.07.003>

Zhang, H., Peng, X., Li, X., Wu, J., & Guo, X. (2017). The application of clove extract protects chinesestyle sausages against oxidation and quality deterioration. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 37(1), 114–122. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2017.37.1.114>

Zhang, J., Si, G., Zou, J., Fan, R., Guo, A., & Wei, X. (2017). Antimicrobial Effects of Silver Nanoparticles Synthesized by *Fatsia japonica* Leaf Extracts for Preservation of Citrus Fruits. *Journal of Food Science*, 82(8), 1861–1866. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13811>

Zhang, X., Deyong, L. I., Meng, Q., Cui, H. E., & Liping, R. E. N. (2016). Effect of mulberry leaf extracts on color, lipid oxidation, antioxidant enzyme activities and oxidative breakdown products of raw ground beef during refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, 39(3), 159–170. <https://doi.org/10.1111/jfq.12187>

Annexes

Tableau de l'état de l'art :

Référence	Plante	Partie utilisé	Type d'extraits	Méthode d'extraction	Molécules extraites	Type d'aliment conserver	Dose	Méthode de conservation	Efficacité	Mécanisme d'action
(S. J. Kim, Cho, <i>et al.</i> , 2013)	<i>Pimpinella brachycarpa</i> (Kom.) Nakai <i>Aralia elata</i> Seem	Feuilles	Extrait éthanolique 70%	Macération et filtration, évaporation sous vide	Phénols, flavonoïdes, terpènes, limonène, humulène Acides phénoliques (protocatéchuique, caféique, p-coumarique)	Viande (patties de bœuf)	0.1% et 0.5% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 12 jours	Retarde l'oxydation lipidique et la croissance bactérienne Plus efficace que le Chamnamul contre oxydation et bactéries	Interaction avec les membranes bactériennes, inhibition enzymatique Inhibition des enzymes bactériennes, chélation des ions métalliques
(Al-Hatim <i>et al.</i> , 2022)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Feuilles	Extrait polyphénolique	Extraction assistée par micro-ondes (MAE)	Catéchines (EGCG, ECG, EGC, EC), flavonoïdes	Viande (patties de bœuf, porc, poisson)	200-400 mg/kg	Réfrigération et irradiation	Retarde l'oxydation lipidique, inhibe la croissance bactérienne	Interaction avec membranes bactériennes, chélation des métaux
(Thielman <i>et al.</i> , 2017)	<i>Olea europaea</i> L. (Olivier)	Feuilles et fruits	Extrait phénolique	Extraction par solvant (méthanol, éthanol)	Hydroxytyrosol, oleuropéine, acide élenolique	Mayonnaise, laitue, viande, poisson, saucisses fermentées	0.1-3%	Réfrigération, marinade, trempage	Retarde l'oxydation, inhibe bactéries pathogènes (Salmonella, Staphylococcus, Listeria)	Interaction avec membranes bactériennes, chélation des métaux
(Mahato <i>et al.</i> , 2019)	<i>Citrus sp.</i> (Agrumes)	Écorces	Huile essentielle	Pression à froid, hydrodistillation, distillation à la vapeur, extraction par micro-ondes	Limonène, citral, pinène, myrcène, terpinène, linalool	Fruits, légumes, viandes, poissons, produits transformés	/	Réfrigération, emballages antimicrobiens, films comestibles, nanoémulsions	Inhibe la croissance des bactéries pathogènes (Listeria, Salmonella, E. coli), retarde l'oxydation	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Islam <i>et al.</i> , 2021)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé) <i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Psidium guajava</i> (Goyavier) <i>Carica papaya</i> (Papaye) <i>Sonneratia apetala</i> (Keora) <i>Avicennia alba</i> (Baen) <i>Allium cepa</i> (Oignon)	Feuilles Bulbes	Extrait éthanol-méthanol	Macération, filtration, évaporation sous vide	Composés soufrés (allicine) Polyphénols, flavonoïdes	Tomates	0.5%	Enrobage des tomates	Fortement antibactérien contre E. coli, P. aeruginosa, S. typhi, S. pyogenes	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique

(Peralta <i>et al.</i> , 2018)	<i>Larrea divaricata</i>	Feuilles	Extrait aqueux standardisé en NDGA	Infusion (10 min à 7,5%), macération, filtration, lyophilisation	Nor-dihydroguaiaietic acid (NDGA), flavonoïdes, polyphénols	Œufs et protéines du lait	0.1, 1.0, 10 mg/ml	/	Forte activité antioxydante, inhibition de la formation d'AGEs dans les œufs cuits, protection contre la dénaturation des protéines	Neutralisation des radicaux libres, inhibition de la lipoperoxydation et de la glycation avancée des protéines
(Shan <i>et al.</i> , 2011)	<i>Cinnamomum burmannii</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Syzygium aromaticum</i> <i>Punica granatum</i> <i>Vitis vinifera</i>	Écorce, Feuille, Boutons floraux et Pépins	Extrait éthanolique (80%)	Macération (24h à température ambiante), filtration	Cinnamaldéhyde, polyphénols Thymol, carvacrol, polyphénols Eugénol, polyphénols Ellagitannins, acide gallique Proanthocyanidines, catéchines	Fromage (cheddar)	40 mg/ml	Trempage du fromage dans l'extrait pendant 1 min, stockage à température ambiante (23°C)	Inhibe <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Salmonella enterica</i> , réduit l'oxydation lipidique Activité antibactérienne plus faible comparée aux autres extraits	Déstabilisation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique Altération des membranes bactériennes, chélation des ions métalliques
(Bouarab-Chibane <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> <i>Camellia sinensis</i> <i>Vitis vinifera</i> <i>Prunus domestica</i> <i>Gaillac red wine</i>	Écorces Feuilles Pépins Chair Liquide fermenté	Extrait éthanolique Extrait commercial de Raisin Extrait sec obtenu par évaporation sous vide de Vin rouge	Macération dans l'acétate d'éthyle et l'éthanol, évaporation sous vide	Ellagitannins, acide gallique Polyphénols, catéchines Proanthocyanidines	Viande hachée de bœuf	10 g/kg	Atmosphère modifiée (70% O ₂ , 20% CO ₂ , 10% N ₂), stockage à 4°C pendant 12 jours	Retarde fortement l'oxydation lipidique et la variation de couleur, inhibe la croissance des coliformes	Antioxydant puissant, stabilisation des pigments de la viande
(Rammal <i>et al.</i> , 2024)	<i>Cymbopogon winterianus</i>	Feuilles	Extrait éthanolique (95%)	Séchage à l'ombre, broyage pour la poudre ; hydrodistillation pour l'huile essentielle	Citronellal (32.6%), geraniol (25.9%), citronellol (17.5%)	Pain	2%	Ajout de poudre dans la pâte, stockage à température ambiante dans un sac en nylon	Augmente la durée de conservation du pain à 6 jours (contre 3 jours pour le pain témoin) en réduisant la croissance fongique	Activité antifongique et antioxydante, inhibition de la croissance des moisissures

(Alqurashi & Aldossary , 2021)	Moringa oleifera	Feuilles	Extrait polyphénolique et poudre entière	Macération dans 80 % de méthanol, filtration, évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes	Burgers de poulet	0.5 %, 1 %, 2 %	Stockage réfrigéré à 4°C pendant 6 jours	Réduction significative de la croissance bactérienne (E. coli, Staphylococcus), augmentation de la durée de conservation	Antioxydant puissant, inhibition de la croissance microbienne
(Esrafil <i>et al.</i> , 2024)	Psidium guajava (Goyavier)	Feuilles	Extrait aqueux (0,5% GLE bouilli)	Ébullition à 80°C pendant 3h, évaporation à 70°C	Polyphénols, flavonoïdes	Fruits et légumes (amla, banane, raisins, haricots, aubergine, tomate)	0,5%	Trempege ou pulvérisation sur les fruits et légumes, stockage à température ambiante	Retarde la perte d'humidité, réduit la charge microbienne, préserve la vitamine C	Antioxydant, inhibition de la croissance bactérienne et fongique
(Hossain <i>et al.</i> , 2023)	Punica granatum (Grenade)	Écorces	Extraits aqueux (froid et chaud) et méthanolique (70%)	Infusion à froid (7 jours, 4°C), Soxhlet pour l'eau chaude (12h), Soxhlet pour méthanol (12h)	Ellagitannins , acide gallique, polyphénols	Poisson (Ompok pabda)	10 mg/ml	Trempege du poisson dans l'extrait pendant 2h, stockage à température ambiante (24h)	Retarde la dégradation du poisson, réduit les niveaux de TVN, inhibe E. coli, S. aureus, S. Typhi, B. megaterium, B. subtilis	Inhibition de la croissance bactérienne, activité antioxydante
(A. Das <i>et al.</i> , 2024)	Alkanna tinctoria L. (Ratanjot)	Racines	Extrait éthanolique et aqueux (MAHW)	Extraction par micro-ondes (MAHW) et extraction éthanolique	Butanoic acid, arnebin 7, diisooctyl pthalate	Boulettes de viande de poulet	1% (10 mg/g) et 2.5% (25 mg/g)	Stockage réfrigéré à 4°C pendant 20 jours	Inhibe Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Salmonella Typhimurium, Escherichia coli, prévient l'oxydation lipidique	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique, activité antioxydante
(Aini & Mardiyani ngsih, 2009)	Pandanus amaryllifolius Roxb. (Feuilles de Pandan)	Feuilles	Extrait aqueux	Macération dans l'eau pendant 5 jours, filtration, concentration par évaporation	Tanins, alkaloides, flavonoïdes, saponines, polyphénols	Gâteau traditionnel (Putu Ayu)	15%	Trempege ou incorporation dans la pâte, stockage à température ambiante	Réduction de la charge bactérienne et fongique, inhibition de la croissance des moisissures	Altération des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Mukherjee <i>et al.</i> , 2018)	Oxalis corniculata L.	Feuilles	Extrait méthanolique riche en flavonoïdes	Macération dans 80% méthanol/eau, filtration, évaporation sous vide, lyophilisation	Rutin, p-hydroxybenzoic acid, ferulic acid	Poisson (Pampus argenteus)	0.15 mg polyphénols/extrait	Trempege du poisson, stockage à 10°C	Inhibe S. aureus sur poisson réfrigéré, réduit l'oxydation	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique, antioxydant

(Thery <i>et al.</i> , 2020)	<i>Brassica oleracea var. italica</i> (Brocoli)	Graines	Protéine antifongique soluble dans l'eau (BoNap)	Précipitation au sulfate d'ammonium, chromatographie échangeuse d'ions et filtration sur gel	Protéine de type napin (BoNap), 15 kDa	Céréales (grains d'orge)	60 mg/ml	Trempeage des grains contaminés, stockage à 28°C pendant 1 semaine	Inhibe la germination des spores de <i>Fusarium culmorum</i> , <i>Penicillium expansum</i>	Perturbation des membranes fongiques, inhibition enzymatique
(S. Y. Kim <i>et al.</i> , 2011)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Boutons floraux	Extrait éthanolique (70%)	Macération à température ambiante pendant 12h, filtration	Eugénol, acétate d'eugényle	Laitue fraîche	1%, 5%, 10%	Trempeage des feuilles de laitue, stockage à 4°C pendant 7 jours	Inhibe <i>Salmonella Typhimurium</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>Listeria monocytogenes</i>	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Abdel-Aal & Halaweish, 2010)	<i>Citrus sinensis</i> (Orange douce)	Écorces	Extrait éthanolique (95%)	Macération, filtration, évaporation sous vide, lyophilisation	Flavonoïdes (rutin), phénols (acide tannique)	Huile de soja	400, 800, 1200, 1600 ppm	Mélangé à l'huile, stockage à 65°C pendant 7 jours	Retarde l'oxydation lipidique, meilleure protection à 1600 ppm	Neutralisation des radicaux libres, inhibition de la peroxydation lipidique
(Irkin <i>et al.</i> , 2011)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Huile essentielle	Extraction commerciale	Phénols diterpéniques (rosmanol, carnosol, rosmariquinone)	Viande hachée cuite	0.25 % et 0.5%	Mélange dans la viande hachée, stockage à 4°C pendant 7 jours	0.5% inhibe totalement <i>Arcobacter butzleri</i> après 4 jours	Altération des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Jabeen & Khanum, 2017)	<i>Momordica charantia L.</i> (Margose)	Graines	Peptide antibactérien purifié	Extraction aqueuse en tampon PBS, précipitation au sulfate d'ammonium (75%), chromatographie sur gel Sephadex G-100	Peptide de ~10 kDa	Viande hachée	40 µg	Mélangé à la viande hachée, stockage à 4°C	Réduction de la charge bactérienne de <i>S. aureus</i> . (52.88%)	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Valková <i>et al.</i> , 2022)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Citronnelle)	Feuilles	Huile essentielle (commerciale)	Hydrodistillation à la vapeur	Citral (61.5%), Geraniol (6.6%), 1,8-cinéole (6.4%)	Pain, carotte, céleri	62.5, 125, 250, 500 µL/L	Application en phase vapeur dans l'emballage alimentaire	100% inhibition des <i>Penicillium</i> spp. sur céleri à 500 µL/L	Perturbation des membranes microbiennes, inhibition de la formation de biofilm
(Sørensen <i>et al.</i> , 2010)	<i>Avena sativa</i> (Avoine)	Graines	Extrait aqueux	Incubation des graines mouluées dans l'eau (16h, 400 g/L), filtration, centrifugation	Chitinase de classe I (34 kDa), thaumatin-like proteins, β-1,3-glucanase, permatin	Pain de seigle	2 µL/cm²	Pulvérisation sur le pain, stockage à 25°C pendant 7 jours	Inhibition de <i>Penicillium roqueforti</i> pendant 4 jours	Dégradation du chitin fongique, inhibition des spores

(Carocho <i>et al.</i> , 2019)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Extrait aqueux	Infusion à 100°C pendant 5 min, filtration, lyophilisation	Acide rosmarinique , acides phénoliques, flavonoïdes	Jambon cuit	0.5% (w/v)	Enrobage avec iota-carraghénane, stockage à 5°C pendant 15 jours	Réduction significative de la charge microbienne comparé au film plastique	Inhibition de la croissance bactérienne et antioxydant
(Manzur <i>et al.</i> , 2023)	<i>Citrus sinensis</i> (Orange douce)	Écorces	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Limonène (92.39%), β-myrcène, α-pinène	Jus d'orange frais	0.025 %, 0.05 %, 0.1%	Ajout direct dans le jus, stockage à 4°C	Réduction de la charge microbienne, inhibition de l'oxydation	Perturbation des membranes bactériennes, activité antioxydante
(Boukhate m <i>et al.</i> , 2020)	<i>Eucalyptus globulus</i>	Feuilles et petites branches	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	1,8-cinéole (94.03%), α-pinène, γ-terpinène	Jus d'orange Orangina	0.8 - 4 µL/mL	Ajout au jus + traitement thermique (70°C, 2 min), stockage à température ambiante	Inhibition complète à 4 µL/mL après 2 jours	Perturbation des membranes des levures, inhibition enzymatique
(Ponce <i>et al.</i> , 2008)	<i>Olea europaea</i> (Olive) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) <i>Capsicum frutescens</i> (Capsicum) <i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Allium cepa</i> (Oignon) <i>Vaccinium oxycoccus</i> (Canneberge) <i>Origanum vulgare</i> (Origan)	Feuille, Fruits et Bulbes	Oléorésine	Distillation à la vapeur	Polyphénols, flavonoïdes Acide rosmarinique , carnosol Capsaïcinoïdes Allicine, sulfures organiques Composés soufrés Proanthocyanidines Carvacrol, thymol	Courge musquée (Cucurbita moschata)	1%	Enrobage avec film à base de chitosan	Inhibe <i>Listeria monocytogenes</i> , réduit l'oxydation Forte activité antioxydante , inhibition de <i>L. monocytogenes</i>	Altération des membranes bactériennes, inhibition enzymatique Antioxydant puissant, inhibition enzymatique Inhibition de la croissance bactérienne
(Kacaniov a <i>et al.</i> , 2021)	<i>Cinnamomum cassia</i> (Cannelle de Chine)	Écorce	Huile essentielle	Hydrodistillation	Cinnamaldéhyde (61.6%), trans-4-méthoxycinnamaldéhyde (13.8%), cinnamyl acétate (5.35%), acide cinnamique hydroxylé (4.12%)	Pain, carotte, pomme de terre, patate douce, pomme	125, 250, 500 µL/L (phase vapeur)	Application en phase vapeur sur l'aliment	Inhibition totale des <i>Penicillium</i> spp. sur pain à 500 µL/L	Perturbation des membranes bactériennes et fongiques.

(Asghar <i>et al.</i> , 2022)	<i>Mentha arvensis L.</i> (Menthe des champs)	Feuilles	Extrait aqueux, méthanolique, fermenté	Macération (eau distillée, méthanol, fermentation avec <i>Lactobacillus plantarum</i>)	Menthol, flavonoïdes, quinones, terpénoïdes	Viande de poulet	250 mg/mL	Trempage des morceaux de viande (2h), stockage à 4°C pendant 30 jours	Inhibition de la croissance bactérienne, réduction de l'oxydation lipidique	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition de la formation de biofilms
(Gul & Bakht, 2015)	<i>Curcuma longa</i> (Curcuma)	Rhizomes	Extrait aqueux, méthanolique, n-hexane, chloroforme	Macération 7 jours avec agitation quotidienne	Curcuminoïdes, turmérone, curcunone	Plat cuisiné (poulet + pommes de terre)	1% et 2%	Incorporation dans l'aliment + autoclave 121°C (5 min)	Prolonge la conservation jusqu'à 90 jours avec autoclave	Perturbation des membranes bactériennes et fongiques, inhibition enzymatique
(Mussi <i>et al.</i> , 2021)	<i>Citrullus colocynthis L.</i> (Coloquinte)	Graines immatures	Extrait organique (PE, CHL, EA, AC, MET)	Soxhlet (pétrole éther, chloroforme, acétate d'éthyle, acétone, méthanol)	Flavonoïdes, alcaloïdes, terpènes	Produits céréaliers	10 - 500 µg/mL	Incorporé aux céréales pour limiter la contamination par <i>Aspergillus flavus</i>	Inhibition de la production d'aflatoxines de 50 à 70% selon l'extrait	Altération du métabolisme des mycotoxines, perturbation des membranes fongiques
(Abdullah <i>et al.</i> , 2024)	<i>Litchi chinensis</i> (Litchi)	Peau	Extrait aqueux	Macération (24h, eau distillée)	Polyphénols, flavonoïdes, caroténoïdes	Raisins	7 mg de nanoparticules/30 mL d'eau	Enrobage avec film bioplastique à base de banane	Réduction de la perte en eau de 9.3% (jour 3) et 19.7% (jour 6) contre 18.2% et 34.8% pour le témoin	Antioxydant puissant, effet barrière contre l'évaporation
(Kashif <i>et al.</i> , 2024)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Extrait polyphénolique (MOPE) et poudre entière (WMOP)	Macération (80% éthanol) et séchage à l'air	Polyphénols, flavonoïdes, antioxydants	Burger de poulet	1% et 2%	Incorporation dans le burger, stockage à 4°C pendant 7 jours	Réduction des bactéries et augmentation de la durée de conservation	Inhibition de la croissance bactérienne, effet antioxydant
(Ben Akacha <i>et al.</i> , 2022)	<i>Lobularia maritima</i>	Partie aérienne	Huile essentielle	Hydrodistillation	Benzyl alcool, linalool, terpinen-4-ol, globulol	Viande hachée de bœuf	0.019 %, 0.038 %, 0.076 %	Stockage sous vide à 4°C pendant 14 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et ralentissement de la prolifération microbienne	Altération des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Borotová <i>et al.</i> , 2023)	<i>Boswellia carterii</i> (Encens)	Résine	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	α-pinène (37.0%), α-limonène (19.8%), p-cymène (6.3%)	Carotte	500 µL/L (vapeur)	Incubation pendant 7 jours à 37°C pour les bactéries et 25°C pour les champignons	65.14 - 93.67% d'inhibition bactérienne sur carotte	Altération des membranes bactériennes et inhibition de la formation de biofilms

(Forgione <i>et al.</i> , 2024)	<i>Punica granatum</i> (Grenade) <i>Olea europaea</i> (Olivier)	Peau Feuille	Extrait hydro-alcoolique Extrait aqueux	Macération (éthanol/eau 1:1, 30 min, obscurité) Extraction assistée par micro-ondes (2 min, 300 W)	Polyphénols, tanins, flavonoids Oleuropéine, hydroxytyrosol, flavonoïdes	Viande hachée de volaille et de lapin	10 mg/g 0.25 mg/g	Incorporation dans la viande, stockage à 4°C pendant 6 jours	Réduction significative de la croissance bactérienne et ralentissement de l'oxydation des lipides Fort pouvoir antioxydant, préservation des lipides et stabilité du pH	Formation de complexes avec protéines bactériennes, réduction du gradient de pH membranaire Neutralisation des radicaux libres, chélatage des métaux
(S. J. Kim, Min, <i>et al.</i> , 2013)	<i>Petasites japonicus</i> (Butterbur) <i>Brassica oleracea</i> var. <i>italica</i> (Brocoli) <i>Chrysanthemum coronarium</i> (Couronne de marguerite) <i>Cucurbita moschata</i> (Potiron) <i>Pimpinella brachycarpa</i> (Chamnamul) <i>Aralia elata</i> (Fatsia) <i>Allium tuberosum</i> (Ciboule chinoise) <i>Brassica campestris</i> var. <i>chinensis</i> <i>Glycine max</i> (Soja) <i>Acanthopanax sessiliflorum</i> (Acanthopanax)	Feuilles	Extrait aqueux et éthanolique (70%)	Macération (70% éthanol ou eau chaude)	Polyphénols, flavonoids Chlorophylle, caroténoïdes, flavonoids Phénols, chlorophylle Caroténoïdes, flavonoids Phénols, flavonoids Polyphénols Sulfures organiques Chlorophylle, phénols Isoflavones Phénols, flavonoïdes	Viande hachée de bœuf	0.1% et 0.5%	Incorporation dans la viande, stockage à 4°C pendant 12 jours	Inhibe l'oxydation lipidique, conserve la couleur	Antioxydant puissant Neutralisation des radicaux libres
(Talaa Al-Sudani <i>et al.</i> , 2024)	<i>Glycyrrhiza glabra</i> (Régliasse)	Racines	Extrait aqueux	Macération dans eau bouillante, filtration, évaporation sous vide	Glycyrrhizine, flavonoïdes, coumarone, saponines	Muffins	20%	Incorporation dans la pâte avant cuisson, stockage à 4°C pendant 22 jours	Inhibition des bactéries pathogènes et allongement de la durée de conservation des muffins	Altération des membranes bactériennes, inhibition enzymatique

(Zamani Faradonbeh <i>et al.</i> , 2024)	<i>Ocimum basilicum</i> (Basilic) <i>Hypericum perforatum</i> (Millepertuis)	Graine (mucilage) Feuilles	Polysaccharides Extrait éthanolique	Macération (eau, 50°C, pH 7, centrifugation) Macération (éthanol 96%)	Polysaccharides, fibres solubles Hyperforine, hypericine, flavonoïdes	Viande d'autruche	0,5 - 2,5%	Enrobage comestible et stockage à 4°C pendant 9 jours	Ralentit la prolifération bactérienne et la perte d'humidité Réduction significative de la croissance bactérienne et conservation des propriétés sensorielles de la viande	Formation d'une barrière protectrice, contrôle de la diffusion d'oxygène Altération des membranes bactériennes, libération de substances bioactives
(Sharifi-Rad <i>et al.</i> , 2018)	<i>Salvia spp.</i> (Sauge)	Feuilles	Huile essentielle, extrait méthanolique	Hydrodistillation, macération (méthanol 80%)	1,8-cinéole, α -thujone, β -thujone, borneol, camphre	Viande hachée, hamburgers, bouillon de poulet	0.1% - 1%	Incorporation directe, stockage réfrigéré	Réduction significative des bactéries pathogènes et oxydation retardée	Perturbation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique, effet antioxydant
(A. Kumar <i>et al.</i> , 2008)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuilles	Huile essentielle	Hydrodistillation	Thymol, carvacrol, p-cymène, limonène, α -pinène	Produits céréaliers stockés	0.6 - 0.7 μ L/mL	Fumigation des denrées stockées	Inhibition totale de la croissance fongique et de la production d'aflatoxines	Désorganisation des membranes fongiques, inhibition des enzymes responsables de la production de mycotoxines
(J. Zhang <i>et al.</i> , 2017)	<i>Fatsia japonica</i>	Feuilles	Extrait aqueux (biosynthèse d'AgNPs)	Macération (eau distillée, 60°C, 24h)	Polysaccharides, saponines, glycosides triterpénoides (utilisés pour la synthèse de nanoparticules d'argent)	Fruits d'agrumes (<i>Citrus</i>)	50 - 100 μ g/mL	Application des AgNPs sur les fruits, stockage à 25°C pendant 2 semaines	Inhibition complète de la pourriture des agrumes causée par <i>P. italicum</i>	Endommagement des membranes cellulaires fongiques, fuite du cytoplasme, mort cellulaire
(Kumar Pundir <i>et al.</i> , 2010)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle) <i>Allium sativum</i> (Ail)	Boutons floraux Bulbe	Extrait éthanolique	Macération (95% éthanol, 24h)	Eugénol, acétate d'eugényle, caryophyllène Allicine, diallyl sulfide, ajoène	Produits de boulangerie (pain, gâteaux, pâtisseries)	5 - 20 mg/mL 10 - 20 mg/mL	Incorporation dans la pâte	Inhibition bactérienne et fongique jusqu'à 100% Effet antimicrobien modéré, meilleure efficacité contre <i>B. subtilis</i>	Désorganisation des membranes bactériennes, inhibition enzymatique Altération des membranes bactériennes, inhibition des enzymes respiratoires

(Arabshahi-D <i>et al.</i> , 2007)	<i>Moringa oleifera</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (6 h)	Ascorbate, α-tocophérol, β-carotène, polyphénols	Huile de tournesol, acide linoléique	1.5 mg/mL	Stockage à 5°C et 25°C, test de stabilité thermique et pH	83% inhibition de la peroxydation lipidique	Antioxydant, prévention de l'oxydation lipidique
(Veličković <i>et al.</i> , 2021)	<i>Rubus discolor</i>	Fruits	Extraits méthanolique, éthanolique, acétonique et aqueux	Macération ultrasonique (24h)	Phénols totaux (52.7-186.8 mg GAE/g), flavonoïdes (3.5-7.0 mg QE/g), anthocyanines (11.1-28.2 mg/g), cyanidine-3-glucoside (18.4-32.2 mg/g)	Yaourt	1.2-5.0 mg/mL	Stockage au froid (4°C)	Inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> dans le yaourt	Antioxydant, antimicrobien (Gram+ > Gram-)
(Kedia <i>et al.</i> , 2015)	<i>Trachyspermum ammi</i>	Fruits	Huile essentielle	Hydrodistillation	Cymène (76.27%), Thymol (13.30%), dl-Limonène (3.23%), 1,8-Cinéole (2.58%), γ-Terpinène (1.68%)	Blé, pois chiches	0.8 µL/mL	Stockage hermétique à 10-46°C et RH 30-90%	Inhibition complète d' <i>A. flavus</i> et d'aflatoxine B1 dans le blé et les pois chiches	Altération de la membrane fongique, réduction de l'ergostérol, fuite d'ions essentiels (Ca ²⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺)
(Rahman <i>et al.</i> , 2023)	<i>Piper chaba</i>	Tige	Extraits méthanolique et éthanolique	Macération (5 jours)	Catéchine hydrate, vanilline, acide syringique, quercétine, acide caféique, acide chlorogénique, rutine, acide tannique	Pâties de bœuf	0.2 % (extrait éthanolique)	Réfrigération à 4°C ± 1°C	Préservation des patties de bœuf pendant 33 jours, réduction de l'oxydation lipidique	Antioxydant, antimicrobien (Gram+ et Gram-)
(Lin <i>et al.</i> , 2005)	<i>Origanum vulgare</i> <i>Vaccinium macrocarpon</i>	Feuilles Fruits	Extrait aqueux	Macération	Acide rosmarinique	Fruits de mer (poisson, crevettes)	0.1 mg/mL phénols totaux	Réfrigération à 4°C	Inhibition de <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	Destruction de la membrane cellulaire bactérienne et augmentation de la sensibilité à l'acide
(Radhakrishnan <i>et al.</i> , 2014)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle) <i>Cinnamomum cassia</i> (Cannelle) <i>Origanum vulgare</i> (Origan)	Boutons floraux Écorce Feuilles Graines	Extrait aqueux	Soxhlet (80-90°C, 5h)	Eugénol, Cinnamaldéhyde, Carvacrol, thymol, Allyl isothiocyanate, Synergie des phénols et huiles essentielles	Viande de bœuf crue	/	Réfrigération à 4°C	Inhibition des bactéries pathogènes et ralentissement de l'oxydation lipidique sur 15 jours	Altération membranaire et inhibition des enzymes bactériennes

	<i>Brassica nigra</i> (Moutarde noire)									
(S. Das <i>et al.</i> , 2022)	<i>Coriandrum sativum</i> (Coriandre) <i>Pimpinella anisum</i> (Anis)	Graines	Huile essentielle encapsulée dans du chitosane	Hydrodistillation Nanoencapsulation	Linalool (72.51%), Geranyl acetate (7.10%) Anéthole (41.41%), Estragole (19.51%), Fenchone (16.89%)	Riz	0.06 µL/mL	Stockage pendant 1 an à 25-30°C, HR 30-80%	Prévention complète de la croissance fongique et de la production d’aflatoxine B1	Altération de la membrane fongique, inhibition enzymatique, réduction du méthylglyoxal
(Khazaal <i>et al.</i> , 2024)	<i>Sesamum indicum</i>	Enveloppe de graines (coque)	Extrait méthanolique Nanoémulsion (extrait encapsulé dans du chitosane)	Bain-marie (74°C, 17,5 min) Nanoencapsulation	Catéchine, acide gallique, quercétine, acide p-coumarique, acide caféique, acides gras (acide oléique, acide palmitique, acide stéarique)	Lait	100 mg/mL 3%, 7%, 10% (v/v)	Réfrigération à 4°C et 10°C	Réduction de la croissance bactérienne en lait sur 7 jours	Altération de la membrane bactérienne, inhibition enzymatique, fuite d'ions essentiels Meilleure pénétration cellulaire et stabilité du composé actif
(Authority , 2013)	<i>Curcuma longa</i>	Rhizome	Pigment jaune (extrait oléorésine)	Extraction avec acétone et hexane (2:3 v/v)	Curcumine (50-60%), déméthoxycurcumine (20-30%), bisdéméthoxycurcumine (7-20%)	Huile de soja, filet de poulet	0.2% dans l'huile, 3% dans le poulet	Stockage à 4°C pour le poulet, accélération de l’oxydation à 65°C pour l’huile	Augmente la stabilité oxydative de l'huile de soja, prolonge la conservation du poulet jusqu’à 39 jours avec irradiation	Antioxydant, antimicrobien , inhibition de la peroxydation lipidique
(Ellouze <i>et al.</i> , 2024)	<i>Citrus aurantium</i>	Feuilles (EO1) Fleurs (EO2) Branches (EO3)	Huile essentielle	Hydrodistillation	Linalool, Linalyl acetate , α -terpineol Nerolidol Geranyl acetate	Poulet cru	0.624 % (w/v) “EO1” 0.846 % (w/v) “EO2” 0.378 % (w/v) “EO3” 0.420 % (w/v)	Réfrigération à 4°C	Inhibition de <i>E. coli</i> , augmentation de la durée de conservation du poulet	Altération de la membrane bactérienne

							“mélange”			
(Rodríguez <i>et al.</i> , 2020)	<i>Carica papaya</i>	Purée de fruit	Film comestible	Séchage (déshydrateur, four, température ambiante)	Pectine, acide ascorbique, flavonoïdes de <i>Moringa oleifera</i>	Poires fraîches minimisées	6% d'acide ascorbique ou 6% de <i>M. oleifera</i>	Réfrigération à 8°C	Ralentissement du brunissement enzymatique des poires, conservation améliorée	Antioxydant, barrière contre l'oxygène
(Hsouna <i>et al.</i> , 2011)	<i>Ceratonia siliqua</i>	Gousses	Huile essentielle	Hydrodistillation	Nonadécane, hénéicosane, naphthalène, acide hexadécanoïque, camphre, nérolidol, farnésol 3	Viande hachée	0.1 - 0.4 mg/g	Réfrigération à 7°C pendant 10 jours	Inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella enteritidis</i> , <i>B. cereus</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Altération de la membrane bactérienne, inhibition enzymatique
(Fonseca <i>et al.</i> , 2020)	<i>Pyrus communis</i>	Fruit entier	Revêtement comestible (pectine + extraits végétaux)	Dissolution + chauffage (60°C)	Pectine, polyphénols des feuilles d'arbousier et de marc de pomme	Poires Rocha	Pectine (3%), Arbutus unedo (9.5 mg/mL), marc de pomme (16 mg/mL)	Réfrigération en atmosphère contrôlée (-0.5°C, 0.5% O ₂ , 0.4% CO ₂) et normale (2°C)	Réduction du brunissement enzymatique et maintien des caractéristiques organoleptiques sur 4 mois	Barrière contre l'oxygène, réduction des processus oxydatifs
(A. M. Ahmed <i>et al.</i> , 2014)	<i>Olea europaea</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (48h, 40°C)	Oléuropéine, verbascoside, apigénine 7-O-glucoside, lutéoline 7-O-glucoside	Crevettes (<i>Penaeus semisulcatus</i>)	0.5%, 1%, 2% (w/v)	Stockage à 4°C pendant 3h	Réduction significative des bactéries aérobies et coliformes, effet dose-dépendant	Altération de la membrane bactérienne
(Wong <i>et al.</i> , 2021)	<i>Centella asiatica</i>	Plante entière	Extrait éthanolique	Macération (7 jours, 95% éthanol)	Phénols, flavonoïdes	Mangue, poire, chou	250 mg/mL	Réfrigération à 4°C et stockage à 22°C	Réduction du brunissement des fruits et légumes, faible effet antimicrobien	Antioxydant, inhibition du brunissement enzymatique

(Shan <i>et al.</i> , 2009)	<i>Cinnamomum burmannii</i> (Cannelle) <i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Eugenia caryophyllata</i> (Clou de girofle) <i>Punica granatum</i> (Grenade) <i>Vitis vinifera</i> (Pépins de raisin)	Écorce Feuilles Boutons floraux Écorce de fruit Graines	Extrait éthanolique	Macération (24h, 800 mL/L éthanol)	Cinnamaldéhyde, proanthocyanidines, catéchines Thymol, carvacrol Eugénol, gallate, hydrolysables tannins Acide gallique, hydrolysables tannins acide caféique,	Porc cru	100 mL/extrait par 25g de viande	Stockage à 20°C, suivi sur 9 jours Inhibition bactérienne et réduction de l'oxydation lipidique améliore la stabilité de la couleur	Altération de la membrane bactérienne, inhibition des enzymes pro-oxydantes
(Naveena <i>et al.</i> , 2008)	<i>Punica granatum</i>	Jus (arilles) Pelure (rind)	Jus frais Extrait aqueux (poudre)	Pressage + filtration Séchage (60°C, 48h) + infusion	Tannins, anthocyanines, flavonoids Tannins, flavonoïdes	Patties de poulet	10 mg équivalent phénoliques / 100 g viande	Réfrigération à 4°C pendant 15 jours Réduction des TBARS de 1.272 mg à 0.203 mg malonaldéhyde/kg (meilleure que BHT)	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique
(Realini <i>et al.</i> , 2014)	<i>Malpighia emarginata</i>	Fruit entier	Extrait aqueux	Macération (0.15% w/w)	Vitamine C, flavonoïdes	Steaks hachés de bœuf	0.15 % w/w	Atmosphère modifiée (80% O ₂ :20% CO ₂) à 4°C Prolongation de la conservation de 3 jours, amélioration de la stabilité de la couleur et des lipides	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et de la décoloration

(Khorshidian <i>et al.</i> , 2018)	<i>Ocimum gratissimum</i> <i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Syzygium aromaticum</i> <i>Mentha spicata</i> <i>Origanum vulgare</i> <i>Thymus vulgaris</i>	Feuilles Et Écorce	Huile essentielle	/	Thymol, γ -terpinène, p-cymène Cinnamaldéhyde, eugénol, linalool Eugénol / Carvacrol Thymol	Fromage Wagashi Fromage Lighvan Fromage faible en gras Fromage frais de brebis	200-1000 mg/L 200-1000 mg/L 2.5-20 μ g/g 2-2.5 % (v/w) 1.5-2.5 % (w/w) 4-8 μ L/mL	Ajout d'huile après drainage et salage Ajout d'huile essentielle, stockage à 4 ou 14°C Enrobage nanoémulsion contenant l'huile	Réduction de la croissance mycélienne, activité fongistatique Inhibition des moisissures (<i>A. terreus</i> et <i>S. brevicaulis</i> plus sensibles)	Interaction avec l'enveloppe cellulaire, perturbation de la membrane et synthèse d'ergostérol Inhibition d'ATPase, inhibition des enzymes Modification des acides gras membranaires, inhibition de transport ionique et ATPase
(Piskernik <i>et al.</i> , 2011)	Rosmarinus officinalis	Feuilles	Extrait lyophilisé	Hydrodistillation + lyophilisation	Acide carnosique, carnosol	Viande de poulet	0.20 mg/mL	Réfrigération à 8°C	Réduction de <i>C. jejuni</i> en combinaison avec la congélation (-20°C)	Altération de la membrane bactérienne, réduction de la viabilité cellulaire
(Hyun <i>et al.</i> , 2015)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym-1) <i>Origanum vulgare</i> (Origan-1) <i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass-1) <i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass-2)	Feuilles	Huile essentielle	Distillation	Thymol (52.9%), p-Cymène (34.0%) Carvacrol (68.5%), Thymoquinone (12.1%) α -Citral (40.8%), β -Citral (32.0%) α -Citral (46.05%), β -Citral (37.64%)	Chou frais	10 à 20 disques imprégnés (10 μ L/disque)	MAP (100% CO ₂ , 4°C, 21 jours) Inhibition totale des bactéries après 14 jours de stockage	Inhibition de la croissance bactérienne et maintien de la fraîcheur du chou Inhibition totale des bactéries après 14 jours de stockage	Perturbation de la perméabilité membranaire
(Yuste & Fung, 2002)	Cinnamomum zeylanicum	Écorce	Poudre de cannelle	Séchage et broyage	Cinnamaldéhyde, eugénol	Jus de pomme pasteurisé	0.1 - 0.3% (w/v)	Stockage à 5°C et 20°C	Élimination complète de <i>L. monocytogenes</i> après 1h de stockage	Perturbation de la membrane bactérienne et inhibition de croissance

(Cava <i>et al.</i> , 2007)	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> <i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Écorce Feuilles Boutons floraux	Huile essentielle	Distillation	Écorce: Cinnamaldéhyde (67%), Eugénol (4%) Feuilles: Cinnamaldéhyde (4%), Eugénol (77%) Eugénol (86%), Cinnamaldéhyde (<0.1%)	Lait pasteurisé demi-écrémé	3000 ppm (7°C), 4000 ppm (35°C)	Réfrigération (7°C, 14 jours) et incubation (35°C, 24h)	Réduction de <i>L. monocytogenes</i> mais moins efficace que l'écorce	Perturbation de la membrane bactérienne, inhibition enzymatique Altération de la perméabilité membranaire
(Jagtap <i>et al.</i> , 2019)	<i>Carica papaya L.</i>	Feuilles	Extrait éthanolique optimisé	Macération (200 rpm, 15 min, 60% éthanol, 65°C)	Polyphénols, flavonoïdes, myricétine, acides phénoliques (acide caféique, chlorogénique, férulique), alcaloïdes (carpaine, pseudocarpaine)	Émulsion de chevon	0.10 %, 0.25 %, 0.50 % (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours	Inhibition de la peroxydation lipidique, amélioration de la couleur et de la stabilité microbiologique	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique, activité antimicrobienne modérée
(Jagtap <i>et al.</i> , 2020)	<i>Carica papaya L.</i> <i>Origanum vulgare</i>	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération + évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes, acides phénoliques (caféique, chlorogénique, férulique), alcaloïdes (carpaine, pseudocarpaine) Carvacrol, thymol, flavonoïdes	Nuggets de viande de chèvre	0.5% (w/w) 1.0% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 20 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et de la charge microbienne, maintien de la texture et de la couleur amélioration des propriétés sensorielles	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique, effet antimicrobien modéré
(Jagtap <i>et al.</i> , 2020)	<i>Origanum vulgare</i>	Feuilles	Extrait éthanolique optimisé	Macération (200 rpm, 10 min, 60% éthanol, 75°C)	Carvacrol, thymol, polyphénols, flavonoïdes	Émulsion de chevon	0.25 %, 0.5 %, 1.0% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et de la charge microbienne, amélioration des propriétés sensorielles	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique, effet antimicrobien modéré

(P. Chauhan <i>et al.</i> , 2019)	<i>Terminalia arjuna</i>	Fruit	Extrait aqueux et hydroalcoolique	Macération (27°C, 8h, 400 rpm) + centrifugation	Polyphénols (11.04-16.53 mg GAE/g), flavonoïdes	Porc haché cru	1% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, amélioration de la couleur et de l'odeur	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et protéique
(Rathour <i>et al.</i> , 2019)	<i>Aloe vera</i> <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle)	Feuilles Écorce	Extrait éthanolique	Macération (90% éthanol, 65°C, 15 min) Macération (90% éthanol, 60°C, 9h)	α -tocophérol, caroténoïdes, ascorbique, flavonoïdes, tannins Cinnamaldéhyde, eugénol, acide cinnamique	Roulés de chèvre (chevon rolls)	0.4% 0.25%	Incorporation dans la pâte, stockage à 4°C	Augmente la conservation et la stabilité des produits carnés Améliore la conservation des produits carnés et réduit l'oxydation	Antioxydant puissant, inhibition du stress oxydatif Altération des membranes bactériennes, inhibition des enzymes oxydatives
(Y. Kumar <i>et al.</i> , 2017)	<i>Murraya koenigii</i> (Feuilles de curry) + Pédiocine	Baies	Extrait aqueux	Macération (eau distillée, 4°C, 24h)	Alcaloïdes, flavonoïdes, phénols	Émulsion de viande de chèvre	1% (10 mg/g)	Incorporation dans la viande, stockage à 4°C pendant 9 jours	Inhibition de <i>Listeria innocua</i> , ralentissement de l'oxydation lipidique	Désorganisation des membranes bactériennes, activité antioxydante
(Bellés <i>et al.</i> , 2017)	<i>Borago officinalis</i> (Bourrache) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Graines Feuilles	Extrait aqueux	Infusion à 65°C pendant 45 min	Acide rosmarinique, acide syringique, acide sinapique Catéchines, flavones, anthocyanes, acides phénoliques	Côtelettes d'agneau	0.5%, 5%, 10% 0.005%, 0.05%, 0.5%, 5%	Pulvérisation, stockage sous atmosphère modifiée à 4°C	Prolonge la durée de conservation de 8 à 11 jours	Activité antioxydante, inhibition de l'oxydation lipidique

(Andrés <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> (Grenade) <i>Vitis vinifera</i> (Raisin) <i>Olea europaea</i> (Olivier) <i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate)	Peaux, grains Marc de raisin Peaux, noyaux Peaux, pépins	Extrait aqueux	Homogénéisation (60°C, 2.5h, pH 2.5-3)	Polyphénols, tanins Flavonoïdes, anthocyanes, tanins Oleuropéine, hydroxytyrosol Lycopène, caroténoïdes	Galettes de viande d'agneau	1000 mg/kg	Incorporation dans la pâte, stockage à 2°C Réduction de l'oxydation lipidique et la charge microbienne Effet antioxydant et antimicrobien significatif Inhibition de l'oxydation lipidique et réduction de la croissance microbienne Effet modéré sur l'oxydation lipidique	Altération des membranes bactériennes Neutralisation des radicaux libres, inhibition des enzymes bactériennes Blocage du stress oxydatif, perturbation des bactéries Absorption des radicaux libres
(Fernandes <i>et al.</i> , 2018)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan)	Feuilles	Extrait hydroalcoolique	Macération (acétone : eau : acide acétique, 70:28:2, 45°C)	Polyphénols, flavonoïdes, acides phénoliques	Saucisses de mouton	4964.51 mg/kg (N1), 6630.98 mg/kg (N2), 8038.20 mg/kg (N3)	Incorporation dans la pâte, stockage sous vide à 20°C Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, meilleure stabilité sensorielle	Inhibition des radicaux libres et réduction de la dégradation des protéines et lipides
(P. Kumar <i>et al.</i> , 2018)	<i>Achras zapota</i> (Sapota)	Peau séchée	Poudre de sapota	Séchage au four à 12% d'humidité, broyage	Polyphénols (quercitrine, myricitrine, catéchines, gallic acid)	Galettes de porc	4%	Incorporation dans la pâte, stockage sous atmosphère modifiée (4°C, 42 jours) Réduction du stress oxydatif et de la charge microbienne	Inhibition de l'oxydation lipidique, perturbation des membranes bactériennes
(Wagh & Chatli, 2017)	<i>Hippophae rhamnoides L.</i>	Graines	Extrait méthanolique	Macération (60% MeOH, 55°C, 20 min)	Polyphénols, flavonoïdes	Porc haché cru	0.3% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours Réduction de l'oxydation lipidique et de la charge microbienne, amélioration de la couleur et de l'odeur	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et protéique
(Wagh <i>et al.</i> , 2015)	<i>Hippophae rhamnoides</i> (Argousier)	Graines Graines Feuilles	Extrait méthanolique	Macération (60% MeOH, 55°C, 20 min)	Polyphénols, flavonoids Proanthocyanidines, catéchines	Frankfurters de porc	0.30 % (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 20 jours Argousier : Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique, maintien de	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et protéique

	<i>Vitis vinifera</i> (Pépins de raisin) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert) <i>Trigonella foenum-graecum</i> (Fenugrec) <i>Acacia catechu</i> (Acacia)	Graines Écorce			Catéchines, épicatechines Saponines, polyphenols Catéchines, flavonoïdes		0.10 % (w/w) 0.03 % (w/w) 0.12 % (w/w) 0.10 % (w/w)		la couleur et amélioration de la qualité sensorielle (Acacia) : Deuxième meilleure inhibition de l'oxydation lipidique après l'argousier	Antioxydant, réduction de l'oxydation lipidique Antioxydant limité Inhibition de l'oxydation lipidique Antioxydant puissant
(Qi <i>et al.</i> , 2015)	<i>Litchi chinensis Sonn.</i>	Graine	Extrait aqueux	Ultrason + macération (60°C, 10h)	Polyphénols (306 mg/g), saponines (186 mg/g)	Viande hachée crue	0.1% , 0.5% , 1.0% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 15 jours	Réduction de l'oxydation lipidique, amélioration de la qualité sensorielle	Antioxydant puissant, inhibition de l'oxydation lipidique
(Thomas <i>et al.</i> , 2016)	<i>Averrhoa carambola</i> (Kordoi) <i>Bambusa polymorpha</i> (Bambou)	Fruit Partie intérieure tendre des jeunes pousses de bambou	Jus frais Extrait aqueux	Pressage et filtration Broyage et filtration	Polyphénols, flavonoïdes, saponines, vitamine C Polyphénols, flavonoïdes, stéroïdes, minéraux	Nuggets de porc	4% (w/w) 6% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 35 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et retardement de la croissance microbienne Réduction plus forte de la charge bactérienne et meilleure stabilité sensorielle	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique, effet antimicrobien
(Pasukam onset <i>et al.</i> , 2017)	<i>Clitoria ternatea</i> (Pois papillon)	Pétales	Extrait aqueux	Infusion et lyophilisation	Anthocyanines, flavonoïdes (ternatins A1, A2, B1, B2, D1, D2), kaempférol, acide p-coumarique	Galettes de porc cuites	0.02 %, 0.04 %, 0.08 %, 0.16 % (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 12 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, amélioration de la couleur et de la qualité sensorielle	Antioxydant puissant, inhibition de l'oxydation lipidique et protéique
(Botsaris <i>et al.</i> , 2015)	<i>Pistacia lentiscus</i> (Lentisque)	Fruits et Feuilles	Extrait méthanolique	Macération + ultrason (20 min)	Polyphénols, flavonoïdes, acides phénoliques	Saucisses de porc	300 mg/kg	Réfrigération à 4°C pendant 20 jours	Fruit : Inhibition de l'oxydation lipidique et réduction du rancissement Feuilles : Inhibition de l'oxydation	Antioxydant puissant, effet antimicrobien modéré

									lipidique et stabilisation du pH	
(Baldin <i>et al.</i> , 2016)	<i>Myrciaria cauliflora</i> (Jabuticaba)	Peaux et graines	Extrait aqueux microencapsulé	Macération + évaporation + spray drying	Anthocyanines (cyanidine-3-glucoside), polyphénols	Saucisses fraîches de porc	2% et 4% (w/w)	Réfrigération à 1°C pendant 15 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et de la charge microbienne	Antioxydant puissant, inhibition de la croissance microbienne
(Jin <i>et al.</i> , 2015)	<i>Caesalpinia sappan L.</i> (Bois de sappan)	Bois (Cœur)	Extrait aqueux	Macération à chaud (80°C, 6h) + filtration	Brésilines, polyphénols, flavonoïdes	Saucisses de porc de type émulsion	0.05%, 0.1%, 0.2% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 4 semaines	Inhibition de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur	Antioxydant puissant, effet antimicrobien modéré
(H. S. Kim & Chin, 2017)	<i>Lycopersicon esculentum</i> (Tomate)	Fruits	Extrait éthanolique (50-75%)	Macération à froid (24h, 4°C) + filtration	Gallic acid, catéchine, lycopène, flavonoïdes	Galettes de porc	0.5%, 1.0% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 14 jours	Inhibition de l'oxydation lipidique et réduction de la charge bactérienne	Antioxydant puissant, effet antimicrobien modéré
(Cheng <i>et al.</i> , 2017)	<i>Momordica grosvenori</i> (Fruit de Luo Han Guo)	Fruit	Extrait aqueux	Ultrason (200 W, 80°C, 2h) + évaporation	Mogrosides (34.93%), flavonoïdes, vitamine C	Tranches de porc séché	7%, 10%, 15% (w/w)	Emballage sous vide, température ambiante, 21 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, stabilisation de la couleur	Antioxydant puissant, inhibition de la peroxydation lipidique et protéique
(Bianchin <i>et al.</i> , 2017)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Extrait lyophilisé Huile essentielle	Macération (éthanol 80%, 40°C, 60 min) + lyophilisation Hydrodistillation (110°C, 4h)	Acide rosmarinique, carnosol, flavonoids Camphène, α-pinène, 1,8-cinéole, camphor, β-caryophyllène	Saucisses de porc	0.2% (w/w)	Congélation à -15°C pendant 49 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et stabilisation de la qualité sensorielle Réduction de l'oxydation lipidique, mais moins efficace que l'extrait lyophilisé	Antioxydant puissant, inhibition de la peroxydation lipidique Huile essentielle : effet antioxydant faible que l'extrait lyophilisé
(de Almeida <i>et al.</i> , 2015)	<i>Myrciaria jaboticaba</i> (Jabuticaba)	Peau	Extrait éthanolique	Macération (95% éthanol, 12:1, 1h) + évaporation	Anthocyanines, flavonoïdes, tanins	Saucisses de type Bologne	0.25%, 0.5%, 0.75%, 1% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 35 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur	Antioxydant puissant, effet antimicrobien non significatif

(Vargas-Ramella <i>et al.</i> , 2021)	<i>Vaccinium meridionale Sw.</i> (Colombian Berry)	Fruit entier	Extrait éthanolique	Macération (50:50 éthanol/eau, 3 jours) + lyophilisation	Anthocyanines (cyanidine), flavonoïdes (quercétine, kaempférol), acides phénoliques	Galettes de porc	250, 500, 750 mg/kg	Atmosphère modifiée (80% O2, 20% CO2), réfrigération (2°C, 9 jours)	Réduction significative de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur	Antioxydant puissant
(H. Zhang <i>et al.</i> , 2017)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Boutons floraux	Extrait éthanolique	Macération (95% éthanol, 12h, 100 rpm) + évaporation	Eugénol, β-caryophyllène, polyphénols	Saucisses chinoises	0.25 %, 0.5% , 1%, 2% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 21 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, stabilisation de la texture et de la couleur	Antioxydant puissant, inhibition de l'oxydation lipidique et protéique
(Brodowska <i>et al.</i> , 2017)	<i>Prunus cerasus</i> (Cerise acide)	Fruit (lyophilisé)	Extrait aqueux	Macération (dilution dans eau)	Polyphénols (20-40 mg GAE/kg), anthocyanines	Galettes de porc	20 mg/kg, 40 mg/kg	Réfrigération sous vide à 4°C, 8 jours	Réduction de l'oxydation lipidique, stabilisation de la couleur	Antioxydant puissant, prévention de la dégradation des lipides
(Martínez <i>et al.</i> , 2019)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) <i>Citrus sinensis</i> (Orange douce) <i>Malpighia emarginata</i> (Acerola) <i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Beta vulgaris</i> (Betterave)	Feuilles Écorce Fruit Bulbe Feuilles Feuilles	Extrait aqueux Extrait aqueux Extrait aqueux Poudre Poudre Poudre	Macération Macération Macération Séchage et broyage Séchage et broyage Lyophilisation	Acide rosmarinique , carnosol Hespéridine, flavonoïdes Vitamine C, flavonoïdes, anthocyanines Allicine, composés soufrés Carvacrol, thymol, acide rosmarinique Nitrates, anthocyanines	Chorizo espagnol	200 ppm 200 ppm 100 ppm 3 g/kg 3 g/kg 3000 ppm	Séchage et stockage sous vide	Meilleure activité antioxydante et antimicrobienne Amélioration de la couleur et de la stabilité oxydative Activité antioxydante et antimicrobienne efficace Effet synergique avec les autres extraits	Antioxydant puissant, inhibition microbienne
(Bellucci <i>et al.</i> , 2021)	<i>Hylocereus polyrhizus</i> (Pitaya rouge)	Pulpe	Extrait aqueux	Champs électriques pulsés (5000 V, 10 Hz, 200 pulses, 20s)	Polyphénols, betacyanines	Galettes de porc	250, 500, 1000 mg/kg	Réfrigération à 2°C pendant 18 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, amélioration de la couleur	Antioxydant puissant, stabilisation de la couleur

(Villalobos-Delgado <i>et al.</i> , 2017)	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (Épazote)	Feuilles et fleurs	Infusion aqueuse Extrait éthanolique	Chauffage à 40°C, 1h Macération dans l'éthanol, agitation et centrifugation	Flavonoïdes, acide citrique, kaempférol, quercétine, acides phénoliques Flavonoïdes, quercétine, p-coumaric, kaempférol-3-O-rutinoside	Viande de porc hachée crue	50 mL/kg	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et amélioration de la couleur Réduction plus importante de l'oxydation lipidique et stabilisation de la charge microbienne	Antioxydant puissant, activité antimicrobienne modérée
(Shin <i>et al.</i> , 2019)	<i>Nelumbo nucifera</i> (Lotus)	Racine Feuille Mélange	Extrait éthanolique (50%)	Macération (12h, 20°C) + filtration	Polyphénols, flavonoïdes, tanins Acide ascorbique, caroténoïdes, flavonoïdes, tocophérols Mélange des composés	Galettes de porc	1% (w/w) 1% (w/w) 0.5% racine + 0.5% feuille	Réfrigération à 4°C pendant 10 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur Meilleure efficacité antioxydante que la racine Réduction de l'oxydation lipidique comparable à 1% feuille seule	Antioxydant puissant, chélateur de métaux Antioxydant puissant, effet réducteur et piègeur de radicaux libres Effet synergique dans le mélange
(Lorenzo <i>et al.</i> , 2018)	<i>Eugenia uniflora</i> L. (Pitanga)	Feuilles	Extrait hydroéthanolique (40:60)	Ultrasons (45 min) + agitation (80°C, 30 min)	Acides hydroxycinnamiques, tyrosol, flavonoïdes	Burgers de porc	250, 500, 1000 mg/kg	Réfrigération à 2°C sous atmosphère modifiée (80% O ₂ , 20% CO ₂)	Réduction oxydation lipidique et protéique	Antioxydant puissant, effet antimicrobien modéré
(Savoldi <i>et al.</i> , 2021)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Ocimum basilicum</i> (Basilic) Origan + Basilic	Feuilles	Extrait hydroalcoolique	Macération (70% éthanol, 24h) + lyophilisation	Acide rosmarinique, carvacrol, thymol Acide rosmarinique, eugénol, flavonoids Mélange de composés	Saucisse brésilienne	0.05 %, 0.075 %, 0.1% (w/w)	Réfrigération sous vide à 4°C, 53 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur Bonne activité antioxydante mais inférieure à l'origan Mélange : Meilleure efficacité antioxydante, comparable au BHT	Antioxydant puissant, action synergique avec le basilic Antioxydant, action complémentaire avec l'origan

(Jayawardana <i>et al.</i> , 2019)	<i>Camellia sinensis L.</i> (Thé noir) <i>Camellia sinensis L.</i> (Thé vert)	Feuilles	Extrait aqueux	Infusion à 80°C, 5 min	Polyphénols, théaflavines, théarubigine Polyphénols, catéchines, épigallocatec hine gallate (EGCG)	Saucisses de porc non traitées	0.05 %, 0.10 %, 0.20 %, 0.30 %	Réfrigération à 4°C pendant 5 jours	Réduction de l'oxydation lipidique Meilleure activité antioxydante que le thé noir	Antioxydant puissant
(Liu <i>et al.</i> , 2020)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Extrait éthanolique (80%)	Macération (2h, agitation) + évaporation	Polyphénols (carnosol, acide rosmarinique)	Porc cuit	12.5, 25, 50, 100 mg/kg	Simulation de digestion gastrique (180 min)	Réduction significative de l'oxydation lipidique	Antioxydant puissant, inhibition des radicaux libres
(Tamkutė <i>et al.</i> , 2021)	<i>Aronia melanocarpa</i> (Aronie noire)	Marc de baies	Extrait hydroéthanolique (EtOH 83°C) + extrait aqueux	Extraction liquide pressurisée (PLE) après dégraissage CO ₂ supercritique	Procyanidines, anthocyanes, acides phénoliques	Viande de porc hachée, burgers, jambon cuit	2% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 16 à 40 jours	Inhibition significative de <i>L. monocytogenes</i> , <i>P. putida</i> , <i>B. thermosphacta</i>	Antimicrobien puissant, inhibition de la croissance bactérienne
(Perez-Baez <i>et al.</i> , 2021)	<i>Hibiscus sabdariffa L.</i> (Roselle)	Calices séchés	Extrait aqueux	Macération (87°C, 10 min) + filtration et congélation	Anthocyanines (delphinidine-3-O-sambubioside, cyanidine-3-O-sambubioside), acides organiques	Saucisse de type Francfort	2%, 4%, 6%, 8%	Réfrigération à 4°C	Réduction du taux de nitrites résiduels de 20% à 8% d'extrait	Réaction avec les nitrites, mais effet pro-oxydant
(Martillanes <i>et al.</i> , 2020)	<i>Oryza sativa L.</i> (Son de riz)	Son	Extrait hydroéthanolique	Extraction liquide pressurisée	γ-Oryzanol, acides phénoliques (p-coumarique, férulique)	Burgers de porc	0.5%, 1%, 2%	Réfrigération à 4°C sous vide pendant 21 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique	Antioxydant puissant
(Azizkhani & Tooryan, 2015)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) <i>Mentha longifolia</i> (Menthe)	Feuilles	Extrait hydroéthanolique Extrait méthanolique	Macération (éthanol 70%) Extraction Soxhlet (72h)	Acide rosmarinique, carnosol, flavonoids Polyphénols, flavonoids	Saucisses de bœuf	250 mg/kg 62 mg/kg	Réfrigération à 4°C pendant 25 jours	Réduction des bactéries <i>Enterobacteriaceae</i> Meilleure inhibition microbienne et réduction	Antioxydant et antimicrobien Antimicrobien modéré Mélange : Antioxydant

					Mélanges des composés		250 mg/kg + 62 mg/kg		de l'oxydation lipidique	puissant et antimicrobien
(Boeira <i>et al.</i> , 2020)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Citronnelle)	Feuilles	Extrait hydroalcoolique	Macération + évaporation sous vide	Citral, myrcène, acides phénoliques, flavonoïdes	Saucisses de poulet	0.5% , 1.0% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 42 jours	Inhibition de l'oxydation lipidique, réduction de la croissance bactérienne	Antioxydant puissant, antimicrobien modéré
(Gahruie <i>et al.</i> , 2017)	<i>Zataria multiflora</i> (Thym de Shiraz) <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles Écorce Feuilles	Extrait aqueux	Infusion (100°C, 5 min)	Carvacrol, thymol, p-cymène Cinnamaldéhyde, eugénol, coumarines Acide rosmarinique , carnosol	Burgers de bœuf congelés	22 mL/kg 73 mL/kg 28 mL/kg	Stockage à -18°C pendant 60 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique Meilleure activité antioxydante et stabilisation microbienne Bonne inhibition de l'oxydation lipidique et protéique	Antioxydant et antimicrobien Antioxydant puissant, effet antimicrobien Antioxydant puissant
(Barriuso <i>et al.</i> , 2015)	<i>Melissa officinalis</i> (Mélisse)	Feuilles	Extrait aqueux lyophilisé	Infusion (100°C, 30 min)	Acide rosmarinique , polyphénols	Steaks hachés de bœuf	65 µg/g, 150 µg/g	Cuisson au four à 185°C	Aucune inhibition significative de l'oxydation lipidique ou du cholestérol	Antioxydant faible en conditions réelles
(Falowo <i>et al.</i> , 2017)	<i>Moringa oleifera</i> (Moringa) <i>Bidens pilosa</i>	Feuilles	Macération (48h, 25°C) + évaporation sous vide	Macération (48h, 25°C) + évaporation sous vide	Flavonoïdes, acides phénoliques, tocophérols Flavonoïdes, acides phénoliques, caroténoïdes Mélange des composés	Viande de bœuf hachée	0.5 g/kg, 1 g/kg 0.5 g/kg, 1 g/kg 1 g/kg (0.5 g/kg de chaque)	Réfrigération à 4°C pendant 6 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et maintien du pH Meilleure stabilité oxydative comparée aux extraits seuls	Antioxydant puissant Effet synergique antioxydant
(Ye <i>et al.</i> , 2015)	<i>Ampelopsis grossedentata</i> (Vine Tea)	Feuilles et tiges séchées Purifié à partir de Vine Tea	Extrait hydroéthanolique (74%) Extrait purifié	Macération à 65°C, 30 min + filtration	Dihydromyricétine (flavanonol), polyphénols Dihydromyricétine	Viande de bœuf hachée cuite	200 ppm	Réfrigération à 4°C pendant 14 jours	Inhibition de l'oxydation lipidique (TBARS) Effet similaire à	Antioxydant puissant

				Chromatographie préparative	(>64% dans l'extrait)				Vine Tea et BHA sur l'oxydation lipidique	
(Turgut <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> (Grenade)	Écorce (pelure)	Extrait aqueux concentré et lyophilisé	Infusion à 100°C puis lyophilisation	Tanins hydrolysables, anthocyanes, flavonoïdes	Boulettes de viande de bœuf	0.5% et 1.0%	Congélation à -18°C pendant 6 mois	Réduction significative de l'oxydation lipidique et protéique	Antioxydant puissant, inhibition des radicaux libres
(Abdel-Naeem & Mohamed , 2016)	<i>Zingiber officinale</i> (Gingembre) Papain	Rhizome Extrait purifié	Extrait aqueux frais Dissolution en eau Mélange des extraits	Macération (eau, 1-2 min) + filtration Mélange enzymatique	Protéases, antioxydants phénoliques Enzymes protéolytiques Mélange des composés	Burgers de chameau	7% 0.01% 5% gingembre + 0.005% papain	Congélation à -18°C pendant 3 mois	Amélioration de la tendreté, stabilisation lipidique Forte action sur le collagène, amélioration de la tendreté	Protéolyse des fibres musculaires, effet antioxydant Dégradation du collagène et des protéines musculaires
(Salejda <i>et al.</i> , 2021)	<i>Ilex × meserveae</i> (Houx hybride)	Feuilles	Extrait aqueux	Infusion à 100°C pendant 10 min	Chlorogénique, rutine, polyphénols	Bœuf maturé à sec	0.5% , 1.0% , 2.0% (w/v)	Réfrigération à 4°C pendant 21 jours	Réduction significative de l'oxydation lipidique	Antioxydant puissant
(Aouidi <i>et al.</i> , 2017)	<i>Olea europaea</i> (Olivier)	Feuilles	Extrait méthanolique	Séchage (micro-ondes 600W) + macération (MeOH:H ₂ O 4:1)	Oleuropéine, tyrosol, verbascoside , acides phénoliques	Viande hachée de bœuf crue et cuite	100-150 µg de phénols/g	Réfrigération à 4°C pendant 12 jours	Réduction de l'oxydation lipidique (TBARS) et de la formation de métmyoglobine	Antioxydant puissant, stabilisation de la couleur
(Pollini <i>et al.</i> , 2022)	<i>Malus sp.</i> (Pomace de pomme)	Pomace séchée et lyophilisée	Extrait hydroalcoolique (50:50)	Extraction assistée par ultrasons (UAE)	Quercétine, acide chlorogénique, phloridzine	Burgers de bœuf	4% et 8%	Réfrigération à 4°C pendant 96 h	Amélioration de la teneur en fibres et en phénols, effet antioxydant	Antioxydant puissant
(Parafati <i>et al.</i> , 2019)	<i>Opuntia ficus-indica</i> (Figue de Barbarie)	Fruits (pulpe)	Extrait aqueux	Lyophilisation + dilution 1:2	Bétalaïnes (bétacyanine , bétaxanthine), flavonoïdes	Burgers de bœuf	5% (v/v)	Réfrigération à 4°C pendant 8 jours	Réduction de la croissance bactérienne (<i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Pseudomonas spp.</i>) et retard de l'oxydation lipidique	Antimicrobien et antioxydant puissant

(Palmeri <i>et al.</i> , 2018)	<i>Opuntia ficus-indica</i> (Figue de Barbarie)	Fruits (pulpe)	Extrait aqueux	Lyophilisation + dilution 1:2	Polyphénols, bétalaïnes (bétacyanine, bétaxanthine)	Bœuf tranché	5% (v/w)	Réfrigération à 4°C pendant 8 jours	Réduction de la croissance bactérienne (<i>Enterobacteriaceae</i> , <i>Pseudomonas spp.</i>) et retard de l'oxydation lipidique	Antimicrobien et antioxydant puissant
(Zamuz <i>et al.</i> , 2018)	<i>Castanea sativa</i> (Châtaignier)	Feuilles Coques (hulls) Bogues (burs)	Extrait aqueux	Macération (eau acidifiée, 90 min, 25°C) Hydrolyse sous pression (130°C) Hydrolyse sous pression (220°C)	Acides phénoliques (acide gallique, vanillique), quercétine, rutine Tanins, phénols libres, acides cinnamiques Gallic acid, syringic acid, p-coumaric acid	Steaks hachés de bœuf (MAP)	250, 500, 1000 ppm	Réfrigération à 2°C pendant 18 jours	Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique Réduction significative de la formation de méthyoglobine Inhibition de l'oxydation lipidique plus efficace que BHT	Antioxydant puissant Stabilisation de la couleur Antioxydant puissant
(Sood <i>et al.</i> , 2020)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Extrait en poudre	Mélangé à l'eau (0.08%) Mélangé à l'eau (0.05%)	Carvacrol, thymol, terpinène Acide rosmarinique, carnosol, carnosique	Steaks de bison	0.08 % 0.05 %	Réfrigération à 4°C sous emballage PVC	Amélioration de la couleur et réduction de l'oxydation lipidique Effet antioxydant mais moins efficace que l'origan	Stabilisation du myoglobine, antioxydant Antioxydant, stabilisation lipidique
(Villalobos-Delgado <i>et al.</i> , 2020)	<i>Chenopodium ambrosioides</i> (Épazote)	Feuilles séchées	Extrait aqueux (AE) Extrait éthanolique (ETHE)	Infusion à 40°C pendant 1 h Macération dans l'éthanol (1:20, 10 min)	Acide benzoïque, acide citrique, quercétine, kaempférol Acide benzoïque, flavonoïdes, acide ascorbique, acide fumarique	Bœuf haché cru, cuit et surgelé	50 mL/kg	Réfrigération à 4°C (9 jours), congélation à -18°C (90 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur Effet antioxydant mais goût oxydé en viande cuite	Antioxydant puissant
(Al-Juhaimi, Almusallam, <i>et al.</i> , 2020)	<i>Acacia nilotica</i>	Pulpe du fruit	Extrait aqueux	Macération (3.75:1 w/v), agitation 6h, autoclave 121°C	Acide gallique, catéchine, quercétine, rutine	Burgers de bœuf	0.5%, 1%, 2%	Réfrigération à 4°C pendant 14 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et de la	Antioxydant et antimicrobien

									croissance bactérienne	
(Al-Juhami, Babbain, <i>et al.</i> , 2020)	<i>Chenopodium ambrosioides</i> L. (Épazote)	Plante entière	Extrait aqueux (AE) Extrait éthanolique (ETHE) Extrait aqueux (AE)	Infusion à 40°C, filtration Macération dans éthanol, filtration Infusion à 40°C, filtration	Acides organiques Flavonoïdes (kaempférol, quercétine) + acides organiques Acides organiques	Viande hachée de bœuf crue Viande hachée de bœuf cuite Burgers de bœuf congelés	50 mL/kg	Réfrigération à 4°C pendant 9 jours Réfrigération à 4°C pendant 9 jours Congélation à -18°C pendant 90 jours	Inhibition de l'oxydation lipidique Réduction de l'oxydation lipidique mais intensité oxydée plus forte Meilleure stabilité de la couleur	Antioxydant puissant Antioxydant mais effet négatif sur le goût Stabilisation du myoglobine
(Zahid <i>et al.</i> , 2020)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Boutons floraux	Extrait aqueux	Extraction par reflux à 90°C pendant 6h	Eugénol, eugényl acétate, tanins, sesquiterpènes	Steaks hachés de bœuf cuits	0.1% (w/w)	Réfrigération à 4°C pendant 10 jours	Réduction significative de l'oxydation lipidique et protéique	Antioxydant puissant
(Fayemi <i>et al.</i> , 2017)	<i>Callistemon citrinus</i>	Feuilles et fleurs	Méthanolique et hydrométhanolique	Macération et lyophilisation	/	Burger de bœuf	1% et 2%	Réfrigération (4°C, 6 jours) et congélation (-18°C, 3 mois)	Inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> , plus efficace à 2% de CL	Action antimicrobienne des composés phénoliques sur la paroi bactérienne
(Amin & Edris, 2017)	<i>Vitis vinifera</i> (Grape Seed)	Graines	Extrait hydroalcoolique	/	Polyphénols, flavonoïdes, proanthocyanidines	Viande hachée de bœuf	50, 200 et 1000 mg/kg	Réfrigération à 4°C	Réduction significative du pH, de l'oxydation lipidique (TBARS) et du nombre total de bactéries (TBC)	Neutralisation des radicaux libres ; Antibactérien : action des polyphénols sur la paroi bactérienne
(Selene Márquez-Rodríguez <i>et al.</i> , 2020)	<i>Hibiscus sabdariffa</i> (Roselle)	Calices séchés	Extrait phénolique brut, fractions aqueuses et organiques	Extraction liquide-liquide et SPE	Polyphénols, acides phénoliques, flavonoïdes, anthocyanines	Steak de bœuf	500 mg/L (in situ)	Réfrigération à 4°C pendant 15 jours	Inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. cereus</i>	Synergie des composés phénoliques perturbant la membrane bactérienne
(Aksu <i>et al.</i> , 2020)	<i>Brassica oleracea</i> var. <i>capitata</i> f. <i>rubra</i> (Chou rouge)	Feuilles (sans feuilles extérieures)	Extrait aqueux lyophilisé	Homogénéisation, filtration, évaporation sous vide, lyophilisation	Anthocyanines, polyphénols	Pastirma (viande séchée de bœuf)	0.8%, 1.0%, 1.2%	Réfrigération à 4°C pendant 150 jours	Réduction de l'oxydation lipidique et du pH, amélioration de la couleur et des	Activité antioxydante des anthocyanines et polyphénols

									propriétés sensorielles	
(Rubab <i>et al.</i> , 2019)	<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>pekinensis</i> (Chou chinois)	Feuilles séchées	Extrait au chloroforme	Macération (37°C, 24 h) + centrifugation	Acide benzenedicarboxylique, composés phénoliques	Viande de bœuf crue	1.5% et 2%	Réfrigération à 4°C (16 jours)	Inhibition de <i>E. coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhimurium</i>	Altération de la paroi bactérienne via les composés phénoliques
(Shalaby <i>et al.</i> , 2018)	<i>Olea europaea</i> (Olivier)	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération après irradiation (5, 10, 15 kGy)	Oleuropéine, hydroxytyrosol, flavonoïdes, acides phénoliques	Viande hachée de bœuf	2 et 3 ml pour 100 g de viande	Réfrigération à 5°C (3-4 semaines)	Inhibition de <i>Bacillus cereus</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. typhimurium</i>	Action antimicrobienne et antioxydante des polyphénols, stabilisation de la couleur et réduction de l'oxydation lipidique
(Ijarotimi <i>et al.</i> , 2008)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé vert) <i>Ficus carica</i> (Figue) <i>Capsicum annum</i> (Piment rouge)	Feuilles Fruits	Extrait aqueux Pâte broyée Pâte broyée	Infusion, filtration Broyage direct Broyage direct	Catéchines, polyphénols Polyphénols, flavonoids Caroténoïdes, capsaïcinoïdes, flavonoïdes	Galettes de poulet	400 mg/kg 4% 10%	Réfrigération à 4°C (21 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique, amélioration de la stabilité microbiologique Effet antioxydant, amélioration de la stabilité microbiologique	Activité antioxydante et antimicrobienne Action des polyphénols contre l'oxydation et la croissance bactérienne Inhibition des radicaux libres et action antibactérienne des composés bioactifs
(Hwang <i>et al.</i> , 2015)	<i>Artemisia princeps</i> (Mugwort)	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (50% éthanol, 24 h)	Polyphénols, vitamines A, B1, B2, C	Saucisse de poulet	0.2% seul ou avec 0.05% d'acide ascorbique	Réfrigération à 4°C (4 semaines)	Retarde l'oxydation lipidique et réduit les niveaux de nitrite résiduel	Action des polyphénols comme antioxydants et réduction des nitrites via l'acide ascorbique
(Kadakadi yavar <i>et al.</i> , 2017)	<i>Mangifera indica</i> (Mangue)	Pelures	Extrait aqueux	Séchage (50°C, 48 h), broyage, macération à chaud	Polyphénols, flavonoïdes, vitamine C	Nuggets de poulet	0.25%, 0.50%,	Réfrigération à 4°C	Activité antioxydante, augmentation de la	Neutralisation des radicaux libres et réduction de

				(100°C, 1h), filtration			0.75 %		teneur en phénols, amélioration de la texture et de la palatabilité	l'oxydation lipidique
(Yuan & Yuk, 2018)	<i>Syzygium antisepticum</i>	Feuilles	Extrait Acétone:M éthanol:Eau (2:2:1)	Macération 24h, filtration, évaporation sous vide	β- caryophyllèn e, polyphénols	Poulet cuit	2, 8 et 32 mg/ mL	Réfrigératio n à 4°C et 10°C	Inhibition de <i>S. aureus</i> et MRSA	Perturbation de la membrane bactérienne
(Carpes <i>et al.</i> , 2020)	<i>Vitis labrusca L.</i>	Bagaço de raisin (peaux, graines, tiges, pulpe)	Extrait lyophilisé et microencap sulé	Extraction éthanolique (80%) à 40°C pendant 60 min	Acide gallique, acide caféique, acide vanillique, acide férulique, acide coumarique, trans- resvératrol	Pâté de poulet	3 mg/g	Réfrigératio n (4°C, 42 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique	Activité antioxydante des polyphénols
(Kharrat <i>et al.</i> , 2018)	<i>Opuntia stricta</i> (Figuier de Barbarie rouge)	Fruits entiers	Extrait éthanol-eau (70/30 v/v)	Macération, filtration, évaporation sous vide, lyophilisatio n	Betalaines, polysacchari des (galactose, rhamnose, acide galacturoniq ue), polyphénols, flavonoïdes	Salami	2.5%	Réfrigératio n à 4°C (30 jours)	Inhibition de <i>Bacillus cereus</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>Staphylococ cus aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella enterica</i> , <i>Enterobacter cloacae</i>	Désorganisati on de la membrane bactérienne et inhibition de l'oxydation lipidique
(Pires <i>et al.</i> , 2017)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Feuilles	Extrait éthanolique Extrait aqueux	Macération Infusion, filtration	Phénols diterpénique s, acide carnosique, acide rosmarinique Catéchines, flavonoïdes	Burger de poulet	18.6 mg/k g et 480 mg/k g 10 mg/k g et 38 mg/k g	Congélation (-18°C, 120 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique, comparable à BHA Effet antioxydant, mais moins efficace que le romarin	Neutralisation des radicaux libres et stabilisation de la couleur Inhibition de l'oxydation lipidique
(Boeira <i>et al.</i> , 2018)	<i>Cymbopogon citratius</i> (Citronnelle)	Feuilles	Extrait hydroalcool ique	Macération (70% éthanol, 20 min)	Citral, myrcène, polyphénols, flavonoïdes	Saucisse de poulet	0.5% et 1.0%	Réfrigératio n à 4°C (42 jours)	Inhibition des bactéries aérobies mésophiles et psychrotroph es	Désorganisati on de la membrane bactérienne et inhibition de l'oxydation lipidique
(Y. Z. Wang et al., 2019)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles	Extrait éthanolique	Macération (80% éthanol) + ultrasonicati	Carnosol, acide rosmarinique , flavonoïdes	Surimi enrichi en acides gras oméga-3	200 mg/k g d'hui	Réfrigératio n (4°C, 14 jours) et congélation	Réduction de l'oxydation lipidique et	Activité antioxydante des polyphénols et exclusion

				on (50°C, 30 min)			le de lin	(-20°C, 60 jours)	stabilisation des protéines	de l'oxygène grâce à la glace sèche
(Lee <i>et al.</i> , 2016)	<i>Castanea crenata</i> (Châtaignier japonais)	Écorce interne	Extrait éthanolique	Macération (60°C, 24h), filtration, évaporation sous vide	Polyphénols (532.96 mg GAE/100 g), flavonoïdes (12.28 mg QE/100 g)	Poulet	1 et 2 mg/g	Réfrigération à 4°C et incubation à 42°C	Inhibition de <i>Campylobacter jejuni</i> (réduction de 2–8 log CFU/g)	Désorganisation de la membrane bactérienne, inhibition de l'adhésion intestinale
(Al-Juhaimi, Almusallam, <i>et al.</i> , 2020)	<i>Acacia nilotica</i> (Gommier rouge)	Graines	Extrait aqueux	Macération, filtration, lyophilisation	Catéchine, acide gallique, flavones, polyphénols	Chicken patties	50, 100, 150 mg/100 mL	Réfrigération à 4°C (15 jours)	Inhibition des bactéries Gram-positives, réduction de l'oxydation lipidique	Désorganisation de la membrane bactérienne et activité antioxydante
(Kaur <i>et al.</i> , 2022)	<i>Rubus idaeus</i> (Framboise) <i>Vaccinium corymbosum</i> (Myrtille)	Fruits	Extrait aqueux et alcoolique Extrait aqueux	Macération et filtration	Anthocyanines, flavonoïdes, polyphénols	Chocolat enrichi en protéines de poulet et calcium	1%, 2%, 3%	Réfrigération à 4°C (6 mois)	Amélioration de la stabilité lipidique et microbiologique Réduction de la peroxydation lipidique et meilleure stabilité sensorielle	Inhibition de l'oxydation lipidique et des bactéries par les polyphénols Action antioxydante des anthocyanines et flavonoïdes
(S. Yerlikaya & Şen Arslan, 2021)	Propolis <i>Salvia officinalis</i> (Sauge) <i>Lavandula angustifolia</i> (Lavande)	Propolis Feuilles Feuilles et fleurs	Extrait éthanolique	Macération (5% et 10%) Macération (65°C, 1h) Macération (65°C, 1h)	Polyphénols, flavonoïdes, phénols totaux Carnosol, acide carnosique, flavonoids Polyphénols, flavonoïdes	Saucisses de poulet	5% et 10%	Réfrigération à 4°C (10 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique, réduction du pH Effet antioxydant, augmentation de la stabilité de l'humidité Effet antioxydant modéré, maintien de la couleur	Neutralisation des radicaux libres et stabilisation des lipides Inhibition de l'oxydation lipidique Stabilisation oxydative des lipides
(Külcü <i>et al.</i> , 2019)	<i>Allium sativum</i> (Ail)	/	Extrait aqueux	Distillation à l'eau	Allicine, Diallyl sulfide, Diallyl trisulfide	Viande de poulet hachée	0.5%, 1%, 1.5%, 2%	Réfrigération à 4°C, sous vide	Inhibition de la croissance microbienne (levures, <i>S. aureus</i> , coliformes, bactéries mésophiles et	Inhibition de la synthèse de l'ADN, protéines et partiellement de l'ARN

									psychrophiles)	
(Bariya <i>et al.</i> , 2018)	<i>Emblica officinalis</i> (Amla)	Fruit et enveloppe de la graine	Extrait aqueux	Infusion (10 g de poudre dans 100 ml d'eau bouillante pendant 1h)	Polyphénols, flavones, tanins, vitamine C, acide gallique, acide ellagique, quercétine	Galettes de viande de chèvre cuites	10 ml d'extrait de fruit et 15 ml d'extrait d'enveloppe de graine	Emballage sous vide, réfrigération (4±1°C)	Ralentit l'oxydation lipidique et améliore la conservation jusqu'à 21 jours	Activité antioxydante et antimicrobienne grâce aux polyphénols et flavonoïdes
(Rather <i>et al.</i> , 2015)	<i>Malus domestica</i> (Pomme)	Résidus de jus (poudre de marc de pomme)	Poudre séchée	Séchage (50°C, 48 h), broyage	Polyphénols (quercétine, phloridzine), fibres (pectine)	Goshtaba (boulettes de viande traditionnelles)	1%, 3%, 5%	Réfrigération à 4°C	Amélioration de la texture, réduction de l'oxydation lipidique	Piégeage des radicaux libres par les polyphénols et stabilisation de la structure des protéines
(P. Chauhan <i>et al.</i> , 2018)	<i>Nigella sativa</i> (Cumin noir)	Graines	Extrait aqueux et hydroalcoolique (éthanol-eau 60:40)	Macération, filtration, centrifugation	Polyphénols, flavonoïdes, thymoquinone	Viande de porc hachée	1.5%	Réfrigération à 4°C (9 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, meilleure stabilité sensorielle	Inhibition des radicaux libres et réduction de la peroxydation lipidique
(Jia <i>et al.</i> , 2012)	<i>Ribes nigrum</i> (Cassis)	Fruits	Extrait éthanolique	Macération (40% éthanol, 2h, 35°C)	Anthocyanines, polyphénols, flavonoïdes	Pâties de porc	5, 10, 20 g/kg	Réfrigération à 4°C (9 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique et protéique, stabilisation de la couleur	Neutralisation des radicaux libres et protection des protéines et lipides
(Martínez <i>et al.</i> , 2006)	<i>Capsicum annuum</i> (Piment doux et Cayenne) <i>Piper nigrum</i> (Poivre noir et blanc)	Fruits	Poudre séchée	Séchage, broyage	Capsaïcinoïdes, caroténoïdes (capsanthine, capsorubine), flavonoïdes Pipérine, monoterpènes, polyphénols	Saucisses de porc	0.1%, 0.5%, 2% 0.1%, 0.5%, 1%	Atmosphère modifiée (80% O ₂ + 20% CO ₂) à 2°C (16 jours) Atmosphère modifiée (80% O ₂ + 20% CO ₂) à 2°C (16 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique, amélioration de la couleur Retarde la décoloration et l'oxydation lipidique	Antioxydant, réduction de l'oxydation lipidique, préservation de la couleur Action antioxydante et antimicrobienne
(Zaki, 2018)	<i>Trigonella foenum-graecum</i> (Fenugrec)	Graines	Poudre séchée	Séchage (55-60°C), broyage	Polyphénols, fibres solubles	Saucisses de lapin	5%, 10%, 15%	Congélation à -18°C (3 mois)	Réduction de l'oxydation lipidique, amélioration des	Action antioxydante et stabilisation de la structure des protéines

									propriétés sensorielles	
(Karpínska-Tymoszczyk <i>et al.</i> , 2022)	<i>Zingiber officinale</i> (Gingembre)	Rhizome	Extrait brut (gingembre frais râpé)	Râpage et incorporation directe dans la viande	Gingerols, shogaols, zingerone	Pain de viande de porc	1% et 2%	Réfrigération à 4°C (21 jours)	Réduction significative de l'oxydation lipidique, amélioration de la texture	Neutralisation des radicaux libres et stabilisation des lipides
(Kobus-Cisowska <i>et al.</i> , 2014)	<i>Ginkgo biloba</i>	Feuilles vertes et jaunes	Extraits aqueux, acétoniques et éthanoliques	Infusion, extraction par solvant, macération	Polyphénols, phénols, flavonols	Boulettes de viande de porc	500 ppm	Réfrigération sous vide (4 ± 1 °C, 21 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique et du cholestérol	Antioxydation
(Özalp Özen & Soyer, 2018)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé vert) <i>Vitis vinifera</i> (Raisin) <i>Punica granatum</i> (Grenade)	Feuilles Graines Pelures	Extrait aqueux	Infusion, filtration	Catéchines, polyphenols Catéchine, épicatechine, acide gallique Anthocyanines, polyphénols	Chair de maquereau	100 ppm équivalent phénoliques	Congélation à -18°C (6 mois)	Pro-oxydant, moins efficace contre l'oxydation lipidique Réduction de l'oxydation lipidique et protéique Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique et protéique	Chelation des métaux, neutralisation des radicaux libres Inhibition des réactions d'oxydation des lipides Scavenging des radicaux libres et stabilisation des protéines
(Khan <i>et al.</i> , 2020)	<i>Chrysanthemum morifolium</i>	Fleurs	Extrait méthanolique (70%)	Macération (24h), filtration, évaporation, lyophilisation	Flavonoïdes, acide rosmarinique, acide caféique, quercétine	Pâties de viande de chèvre	0.1% et 0.2%	Réfrigération à 4°C (9 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique	Neutralisation des radicaux libres, réduction du pH et de l'activité de l'eau
(Y. S. Choi et al., 2011)	<i>Nelumbo nucifera</i> (Lotus)	Feuilles	Poudre séchée	Séchage, broyage	Polyphénols, acides organiques (tartarique, malique, citrique), tanins, alcaloïdes	Pâties de poulet	0.1%, 0.2%, 0.4%	Réfrigération à 4°C (28 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique et des protéines, amélioration de la stabilité sensorielle	Neutralisation des radicaux libres et réduction du pH
(A. K. Das <i>et al.</i> , 2016)	<i>Litchi chinensis</i> (Litchi)	Péricarpe (peau)	Extrait aqueux	Macération dans eau bouillante (1h), filtration	Polyphénols, flavonoïdes, anthocyanines	Nuggets de viande de mouton	1% et 1.5%	Réfrigération à 4°C (12 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique et stabilisation sensorielle	Neutralisation des radicaux libres et inhibition de la peroxydation lipidique

(X. Zhang <i>et al.</i> , 2016)	<i>Morus alba</i> (Mûrier blanc)	Feuilles	Extrait hydroalcoolique (eau/éthanol)	Macération, filtration, évaporation	Flavonoïdes, polyphénols, anthocyanines	Viande de bœuf hachée	100, 500, 1000 µg/g	Réfrigération à 4°C (312 h)	Inhibition de l'oxydation lipidique et augmentation des enzymes antioxydantes	Neutralisation des radicaux libres, stabilisation des phospholipides
(Akarpata <i>et al.</i> , 2008)	<i>Myrtus communis</i> (Myrte) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin) <i>Urtica dioica</i> (Ortie) <i>Melissa officinalis</i> (Mélisse)	Feuilles	Extrait aqueux (infusion)	Macération 15 min dans l'eau chaude, filtration	Polyphénols, flavonoids Polyphénols, diterpènes, acide rosmarinique Polyphénols, flavonoids Polyphénols, flavonoïdes	Boulettes de bœuf	10%	Congélation à -20°C (120 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique, préservation de la couleur Bonne inhibition de l'oxydation lipidique, effet légèrement inférieur à la myrte Effet antioxydant modéré Effet antioxydant modéré, moins efficace que la myrte et le romarin	Antioxydant, protection des pigments Antioxydant, stabilisation lipidique Neutralisation des radicaux libres Action antioxydante douce
(Qin <i>et al.</i> , 2013)	<i>Punica granatum</i> (Grenade)	Écorce (peau) Jus Graines (poudre)	Extrait hydroalcoolique (80% éthanol) Liquide brut Extrait hydroalcoolique (80% éthanol)	Macération (40°C, 24h), filtration, évaporation sous vide Extraction directe du fruit pressé Macération (40°C, 24h), filtration, évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes, anthocyanines Anthocyanines, polyphénols Polyphénols, flavonoïdes, tanins	Viande de porc hachée	20 mg équivalent phénoliques/100 g viande	Réfrigération à 4°C (12 jours)	Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique et microbienne Bonne inhibition de l'oxydation lipidique Effet antioxydant inférieur à l'écorce et au jus	Piégeage des radicaux libres et réduction des bactéries Antioxydant naturel Réduction modérée de l'oxydation lipidique
(Mancini <i>et al.</i> , 2016)	<i>Curcuma longa</i> (Curcuma)	Rhizome	Poudre séchée	Séchage et broyage	Curcumine, curcuminoïdes	Burgers de lapin	3.5%	Réfrigération à 4°C (7 jours), puis cuisson	Réduction de l'oxydation lipidique, effet antioxydant supérieur à l'acide ascorbique	Neutralisation des radicaux libres et inhibition de la peroxydation lipidique

									après cuisson	
(Lorenzo <i>et al.</i> , 2013)	<i>Vitis vinifera</i> (Raisin) <i>Castanea sativa</i> (Châtaigne)	Graines Feuilles	Extrait hydroalcoolique (éthanol/eau 1:1) Extrait aqueux acidifié	Macération (60°C, 2.5 h), filtration, lyophilisation Macération (25°C, 90 min), filtration, ultrafiltration	Polyphénols, flavonoids Acide gallique, acide ellagique, polyphénols	Saucisse sèche (<i>chorizo</i>)	1 g/kg	Affinage 48 jours à 12°C et 75-80% HR	Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique et stabilisation de la couleur Bonne inhibition de l'oxydation lipidique, mais inférieure au raisin	Neutralisation des radicaux libres, réduction des peroxydes lipidiques Chelation des métaux et inhibition de la peroxydation lipidique
(Xi <i>et al.</i> , 2012)	<i>Vaccinium macrocarpon</i> (Canneberge)	Poudre de fruit	Extrait brut (poudre)	Séchage, broyage	Polyphénols, anthocyanines, acides organiques	Saucisse type frankfurter	1%, 2%, 3%	Réfrigération à 4°C (49 jours)	Inhibition de la croissance de <i>Listeria monocytogenes</i> (réduction de 5.3 log CFU/g avec 3%)	Acidification du milieu et effet antimicrobien des polyphénols
(Jayawardana <i>et al.</i> , 2015)	<i>Moringa oleifera</i> (Moringa)	Feuilles	Poudre séchée	Séchage à l'air, broyage	Polyphénols, flavonoïdes, caroténoïdes, acide ascorbique	Saucisses de poulet	0.25%, 0.5%, 0.75%, 1%	Réfrigération à 4°C (5 semaines)	Réduction de l'oxydation lipidique, inhibition microbienne (<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i>)	Neutralisation des radicaux libres et réduction du pH
(Gadang <i>et al.</i> , 2008)	<i>Vitis vinifera</i> (Raisin)	Graines	Extrait hydroalcoolique (80% éthanol)	Macération, filtration, évaporation sous vide	Polyphénols, flavonoïdes	Saucisses de dinde (<i>Frankfurters</i>)	0.5%, 1%, 2%, 3%	Réfrigération à 4°C (28 jours)	Inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> O157:H7 et <i>Salmonella typhimurium</i>	Désorganisation de la membrane bactérienne et réduction du pH
(Price <i>et al.</i> , 2013)	<i>Vitis vinifera</i> (Raisin) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Graines Feuilles	Extrait hydroalcoolique (80% éthanol) Extrait hydroalcoolique (80% éthanol)	Macération, filtration, évaporation	Polyphénols, flavonoids Catéchines, flavonoïdes	Boulettes de porc (<i>meatballs</i>)	300 mg/kg	Réfrigération à 4°C (16 jours)	Inhibition de l'oxydation lipidique et microbienne, meilleure que l'ascorbate Réduction de l'oxydation lipidique, comparable au raisin	Neutralisation des radicaux libres et réduction de l'oxydation du cholestérol Chelation des métaux et inhibition des radicaux libres

(Lara-Lledó <i>et al.</i> , 2012)	<i>Brassica juncea</i> (Moutarde orientale) <i>Sinapis alba</i> (Moutarde jaune)	Graines	Extrait aqueux	Autoclavage , macération, filtration	Glucosinolates (sinigrin)	Saucisse de Bologne	3%, 5%, 6% dans un film antimicrobien	Réfrigération sous vide à 4°C (70 jours)	Réduction significative de <i>Listeria monocytogenes</i> , élimination complète après 52 jours	Conversion des glucosinolates en isothiocyanates antimicrobiens
(de Carvalho <i>et al.</i> , 2019)	<i>Paullinia cupana</i> (Guarana) <i>Eugenia uniflora</i> (Pitanga)	Graines Feuilles	Extrait hydroéthanolique (40:60 eau/éthanol)	Ultrasons (45 min), agitation (80°C, 30 min), filtration, lyophilisation	Polyphénols	Burgers d'agneau	250 mg/kg	Réfrigération à 2°C (18 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique et protéique, conservation de la couleur Meilleure inhibition de l'oxydation lipidique et protéique que le guarana, maintien de la couleur plus longtemps	Neutralisation des radicaux libres et inhibition de la formation des produits d'oxydation Réduction de l'oxydation du fer de la myoglobine, ralentissement de la formation des composés volatils oxydés
(Šojić <i>et al.</i> , 2018)	<i>Salvia officinalis</i> (Sauge)	Poussière d'herbe (résidu industriel)	Huile essentielle et extrait	Hydrodistillation (SEO) et extraction au fluide supercritique (SE)	α -thujone, camphre, eucalyptol, viridiflorol, épirosmanol	Saucisses de porc fraîches	0.05, 0.075 , 0.1 μ L/g	Réfrigération à 3 $\pm$ 1°C, emballage plastique	Réduction de l'oxydation lipidique et de la croissance microbienne	Activité antioxydante et antimicrobienne grâce aux monoterpènes et diterpènes
(Stojanović-Radić <i>et al.</i> , 2018)	<i>Ocimum basilicum</i> (Basilic) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Parties aériennes Feuilles et fleurs	Huile essentielle	Hydrodistillation	/	Viande de poulet crue et cuite	2.5 mg/ml, 5.0 mg/ml	Réfrigération (4°C) et température ambiante (18°C)	Inhibition de <i>Salmonella Enteritidis</i> et flore microbienne	Effet antimicrobien grâce aux composés phénoliques
(W. Wang <i>et al.</i> , 2021)	<i>Cinnamomum sp.</i> (Cannelle)	Huile essentielle	Nanoémulsion	Sonication avec chitosan et pectine	Cinnamaldéhyde (80.9%), eugénol, linalool, α -pinène	Filets de poitrine de poulet	0.25 %, 1.0% , 2.0%	Réfrigération à 4°C	Inhibition microbienne et ralentissement de l'oxydation lipidique	Effet antimicrobien grâce aux composés phénoliques et activité antioxydante
(Ahmad <i>et al.</i> , 2023)	<i>Coriandrum sativum</i> (Coriandre)	Feuilles	Extrait aqueux	Macération à l'eau (1:10) + évaporation sous vide	Polyphénols, limonène, géraniol, linalool	Galettes de poulet cuites	1%	Réfrigération (4°C)	Retarde l'oxydation lipidique et ralentit la croissance microbienne	Activité antioxydante et antimicrobienne
(Mexis <i>et al.</i> , 2012)	<i>Citrus sp.</i> (Agrumes)	Extrait commercial (Citrox®)	Extrait aqueux	Non précisé (contient acide citrique, acide malique,	Flavonoïdes, anthocyanines, coumarines	Viande de poulet hachée	0.1 ml/100 g, 0.2 ml/100 g	Réfrigération (4°C)	Prolonge la durée de conservation de 2 jours seul et de 5 jours en combinaison	Effet antimicrobien et antioxydant via acidification et perturbation

				acide ascorbique)					avec un absorbeur d'oxygène	des membranes bactériennes
(Sirocchi <i>et al.</i> , 2013)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Parties aériennes	Huile essentielle	Hydrodistillation	1,8-cinéole (36.2%), camphre (16.4%), α -pinène, borneol	Viande de poulet	4% (w/w) dans un emballage actif	Réfrigération (4°C)	Réduction de la formation des amines biogéniques et de la croissance bactérienne	Activité antimicrobienne et antioxydante
(Fiore <i>et al.</i> , 2021)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Huile essentielle	Nano-émulsion dans un film actif (PLA + chitosan/caséinate)	Mélange dans chitosan-caseinate, homogénéisation ultrasonique	/	Viande de poulet hachée	1% et 2% d'huile essentielle dans le film	Réfrigération (4°C) sous atmosphère modifiée (80% CO ₂ , 20% N ₂)	Réduction de l'oxydation lipidique, diminution des composés volatils et maintien de la couleur jusqu'à 14 jours	Activité antioxydante et antimicrobienne
(Najeeb <i>et al.</i> , 2015)	<i>Moringa oleifera</i> (Drumstick) <i>Mentha spicata</i> (Menthe verte) <i>Murraya koenigii</i>	Feuilles	Poudre	Séchage à l'air + séchage à chaud (50°C) + broyage	/	Restructuré chicken block	1%	Réfrigération (7±1°C)	Réduction de la charge microbienne et amélioration de la durée de conservation jusqu'à 20 jours	Activité antimicrobienne et antioxydante
(Kačániová <i>et al.</i> , 2019)	<i>Foeniculum vulgare</i> (Fenouil) <i>Satureja hortensis</i> (Sarriette d'été)	Graines Feuilles	Huile essentielle	Hydrodistillation	trans-anéthol (32.8%) Carvacrol (45.2%), γ -terpinène (30.5%)	Cuisses de poulet	0.2% v/w	Réfrigération (4°C) sous vide	Réduction des bactéries totales et des entérobactéries, conservation prolongée à 16 jours	Activité antimicrobienne et antioxydante
(Sallam <i>et al.</i> , 2004)	<i>Allium sativum</i> (Ail)	Bulbe (frais, poudre, huile)	Extrait brut (ail frais), poudre séchée, huile essentielle	Râpage pour l'ail frais, broyage pour la poudre, distillation à la vapeur pour l'huile	Composés soufrés (allicine, diallyl sulfide, diallyl trisulfide)	Saucisse de poulet	20-50 g/kg (frais), 6-15 g/kg (poudre), 0.06-0.15 g/kg (huile)	Réfrigération à 3°C (21 jours)	Réduction de l'oxydation lipidique et inhibition de la croissance microbienne (<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i>)	Inhibition des radicaux libres et perturbation des membranes bactériennes

(Noori <i>et al.</i> , 2018)	<i>Zingiber officinale</i> (Gingembre)	Rhizome	Huile essentielle	Hydrodistillation (4 h)	α -zingibérène (24.96%), β -sesquiphellandrène (12.74%)	Filets de poulet	3% et 6% (nanoémulsion)	Réfrigération à 4°C (12 jours)	Inhibition de la croissance bactérienne (<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella typhimurium</i>), effet antioxydant faible	Perturbation des membranes bactériennes et réduction des radicaux libres
(Jongberg <i>et al.</i> , 2019)	<i>Ilex paraguariensis</i> (Maté) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Feuilles	Extrait aqueux-éthanolique (75/25, v/v) Extrait aqueux-éthanolique	Extraction par macération	Acide chlorogénique, acide caféique, rutine, catéchine et dérivés inconnus Épigallocatechine-3-gallate (EGCG), gallocatechine-3-gallate (GCG), épicatechine-3-gallate (ECG), catéchine, épicatechine	Viande de poulet	0,01 - 0,5% 0,5%	Emballage sous vide (50 g par paquet) et congélation à -20°C	Bonne protection contre l'oxydation des thiols Effet pro-oxydant	Protection dose-dépendante contre la perte des thiols, selon l'initiateur d'oxydation Induction de la polymérisation des protéines par formation de liaisons covalentes protéines-phénols

(Tanimoto <i>et al.</i> , 2020)	<i>Ginkgo biloba</i> <i>Tamarindus indica</i> <i>Camellia sinensis</i> (Oolong) <i>Psidium guajava</i> (Goyave) <i>Aspalathus linearis</i> (Rooibos)	Feuille (Tous le reste) Rhizome (Camellia sinensis (Oolong))	Extrait aqueux/éthanolique	/	Flavonoïdes, terpènes Polyphénols Curcuminoïdes Phénols, flavonoïdes Polyphénols	Chair de poisson (Yellowtail DM)	10 mg/10g	Stockage sur glace (3 jours)	Forte Très forte Moyenne Forte forte	Réduction de l'oxydation lipidique et des volatiles Antioxydant modéré Réduction de l'oxydation lipidique et des volatiles Inhibition des réactions oxydatives
(Khaliq <i>et al.</i> , 2019)	<i>Aloe vera</i> <i>Fagonia cretica</i>	Gel Plante entière (sauf racine)	Gel Extrait méthanolique	Extraction du gel des feuilles Macération dans du méthanol 80%	Phénols, flavonoïdes, ascorbique, glycosides (<i>Fagonia cretica</i>)	Sapodilla (fruit)	50% (gel dilué eau distillé) ou 100% (gel pure) 1% dans Aloe vera	Revêtement comestible	Moyenne forte	Barrière physique contre l'humidité et l'oxygène Antioxydant, antimicrobien, renforce la barrière physique
(Lima <i>et al.</i> , 2022)	<i>Mimusops comersonii</i>	Pulpe, Graine	Extrait alcoolique	Extraction méthanolique	Myricétine-3-glucoside, Quercétine-3-glucoside, Kaempférol-3-glucoside	Pommes et pommes de terre Baroa (minimally processed)	9% du revêtement comestible était composé d'extrait phénolique de la pulpe de <i>Mimusops comersonii</i>	Revêtement comestible	forte	Antioxydant, antibactérien, empêche le brunissement enzymatique
(Rababah <i>et al.</i> , 2010)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Feuilles	Extrait aqueux	Infusion à chaud (1:10, 10 min)	Catéchine, épicatechine, épigallocatechine, épigallocatechine gallate	Poitrine de poulet (irradiée et non irradiée)	3 000 - 6 000 ppm	Infusion dans la viande avant irradiation et congélation (-20°C, 9 mois)	Très forte	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et des radicaux libres
(Alsaggaf <i>et al.</i> , 2017)	<i>Punica granatum</i> L. (Grenade)	Peau (écorce)	Extrait éthanolique	Macération dans éthanol 70%	Punicalagine, flavonoïdes, tanins	Filets de tilapia (Nile tilapia)	0,5 - 2%	Revêtement comestible à base de chitosane	Très forte	Antimicrobien, antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique et de la croissance microbienne
(Chatrabnous <i>et al.</i> , 2018)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuilles	Extrait éthanolique	Soxhlet (éthanol)	Eugénol, Thymol, Carvacrol,	Noix fraîches (<i>Juglans regia</i>)	25-100 mg/L	Immersion dans une solution aqueuse	Très forte	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique

					Acides phénoliques					
(Mahmoud, 2017)	<i>Citrus aurantifolia</i> (Citron vert)	Écorce (peau)	Huile essentielle	Hydrodistillation	Limonène (40.16%), β- Pinène (19.55%), α- Citral (8.13%)	Sardine	2 µL / 100 µL TSB	Stockage à 4°C pendant 6 jours	forte	Antibactérien, antioxydant, inhibition de la croissance microbienne et de l'oxydation lipidique
(Apostolidis <i>et al.</i> , 2008)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Vaccinium macrocarpon</i> (Canneberge)	Feuilles fruits	Extrait phénolique soluble dans l'eau	/	Acide rosmarinique , Carvacrol, Thymol Acide ellagique, Proanthocyanidines	Viande hachée cuite	750 ppm (avec Canneberge) 750 ppm (avec Origan)	Stockage à 4°C pendant 10 jours	forte	Antibactérien, inhibition de Antibactérien, inhibition de <i>Listeria monocytogenes</i> <i>Listeria monocytogenes</i>
(Trisha <i>et al.</i> , 2024)	<i>Gnetum gnetum</i> <i>L.</i>	feuille	Extrait éthanolique	Macération 7 jours (éthanol 95%)	Phytol (38.76%), Vitamine E, Coniferyl alcool, Acides gras, Flavonoïdes	Œufs de caille	0.05 - 5%	Trempe et stockage à 4°C et 25°C pendant 30 jours	forte	Antimicrobien contre <i>Bacillus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , antioxydant
(Chaijan <i>et al.</i> , 2020)	<i>Zingiber officinale</i> (Gingembre) <i>Cymbopogon citrat</i> (Citronnelle) <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Rhizome Parties aériennes feuille	Extrait phénolique	Infusion aqueuse (1:10, 2h à 45°C)	Polyphénols Isoorientine, Isoscoparine , Acides phénoliques Catéchines, Epigallocatechine gallate (EGCG)	Filet de bar d'Asie	200 ppm	Revêtement comestible (WPI)	Très forte Moyenne forte	Antioxydant, antimicrobien , inhibition de l'oxydation lipidique et protéique
(Mhalla <i>et al.</i> , 2017)	<i>Rumex tingitanus</i>	feuille	Extrait éthanolique et fraction acétate d'éthyle	Macération (éthanol/eau 80%) + fractionnement	Luteoline, Flavonoïdes, Phénols	Viande hachée de bœuf	10, 20, 30 mg/g	Incorporation dans la viande	Très forte	Antibactérien contre <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i>
(Galovičová <i>et al.</i> , 2022)	<i>Citrus aurantifolia</i> (Citron vert)	Écorce (peau)	Huile essentielle	Pression à froid	α- Phellandrene (48.5%), p- Cymène (16.5%), α- Pinène (12.6%)	Pomme, poire, pomme de terre, chou- rave	62.5 - 500 µL/L	Phase vapeur (stockage en boîte scellée)	Très forte	Antibactérien contre bactéries Gram- et Gram+, antifongique, inhibition de l'oxydation
(Ribeiro <i>et al.</i> , 2016)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	feuille	Extrait aqueux et hydroéthanolique	Infusion (eau bouillante) et macération (éthanol/eau 80:20)	Acide rosmarinique , Acide caféique, Flavonoïdes	Cottage cheese	0.1 g / fromage	Incorporation directe et microencapsulation	Très forte	Antioxydant, prévient l'oxydation lipidique

(Sharifan <i>et al.</i> , 2016)	<i>Cinnamomum verum</i> (Cannelle)	écorce	Huile essentielle , Extrait méthanolique	Hydrodistillation (huile) / Macération (méthanol 95%)	Cinnamaldéhyde, Eugénol, Tanins, Flavonoïdes	Ketchup sauce	1000-1500 µg/mL (huile essentielle), 8000-12000 µg/mL (extrait méthanolique)	Incorporation directe dans la sauce	Très forte	Antibactérien contre <i>E. coli</i> , <i>Pseudomonas aeruginosa</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , inhibition de la croissance bactérienne en stockage
(ElSalam & Ibrahim, 2014)	<i>Prunus armeniaca</i> (Abricot)	Noyau (graine)	Huile essentielle	Hydrodistillation	/	Viande hachée, volaille, blé, tomate	125 - 2000 µg/mL	Pulvérisation ou trempage	Très forte	Antibactérien contre <i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>Salmonella</i> , antifongique contre <i>Aspergillus</i> , <i>Fusarium</i>
(X. Wang <i>et al.</i> , 2023)	Bangia fusco-purpurea (Algue rouge)	Algue entière	Extrait éthanolique	Macération (éthanol 95%)	Phytol (97% de pureté)	Pommes, poires, pommes de terre	8 - 128 µg/mL	Incorporation dans des homogénats (homogénats c'est purée de pommes, poires et pommes de terre)	Très forte	Inhibiteur de tyrosinase, antioxydant, anti-brunissement
(Stone & Peacock, 2015)	Citrus hystrix	feuille	Extrait aqueux	Homogénéisation et sonication suivies de filtration et évaporation	/	Sticky rice cake	0.65%, 1.26%, 1.82% (w/w)	Conservation à température ambiante (28 jours)	Inhibition de <i>Penicillium sp.</i> (33.53%) et <i>Aspergillus nidulans</i> (40.22%)	Antifongique : inhibition de la croissance des champignons

(Ali Alharbi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Punica granatum</i>	Déchets (peaux, membranes)	Extrait aqueux	Macération aqueuse (50°C, 45 min) + Réduction avec AgNO ₃	Polyphénols (ellagitannins, flavonoïdes)	Mandarine (<i>Citrus reticulata</i>)	1-2% dans un revêtement fonctionnel	Revêtement comestible à base de gomme arabique et peptides	Très forte	Antimicrobien : perturbation de la membrane cellulaire et inhibition enzymatique
(Stojković <i>et al.</i> , 2013)	<i>Veronica montana</i>	Parties aériennes	Extrait aqueux	Macération 48h à température ambiante	Acide protocatéchique	Fromage frais	0.75 - 3 mg/mL	Incorporation de extrait (Inhibiteur de <i>Listeria monocytogenes</i> dans le fromage frais)	forte	
(Rodino <i>et al.</i> , 2019)	<i>Tagetes patula</i> <i>Calendula officinalis</i>	fleurs	Extrait aqueux	Infusion chaude (10:1)	Polyphénols	Myrtilles, mûres	/	Revêtement aux nanoparticules d'argent (AgNPs)	forte	Action antimicrobienne et antifongique
(Hu <i>et al.</i> , 2011)	<i>Magnolia officinalis</i>	écorce	Extrait éthanolique	Reflux à 50% éthanol	Magnolol, honokiol	Viande de mouton	1 - 6%	Trempage de la viande + stockage sous film plastique à 7°C	Très forte	Inhibition des bactéries pathogènes et antioxydant
(Feng <i>et al.</i> , 2023)	<i>Hippophae rhamnoides</i>	feuille	Extrait éthanolique	Extraction assistée par ultrasons	Flavonoïdes (rutin, kaempférol, quercétine, isorhamnétine, prunétine)	Laitue fraîche coupée	0.5 - 2 mg/mL	Revêtement de chitosan et flavonoïdes	forte	Perturbation de la membrane bactérienne et inhibition de l'oxydation
(Verešová <i>et al.</i> , 2024)	<i>Santalum album</i>	bois	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	(Z)- α -santalol (57.1%), (Z)- β -santalol (20.3%)	Carottes sous vide	1%	Trempage des carottes sous vide + stockage à 4°C	Très forte	Antibactérien, antibiofilm contre <i>Salmonella enterica</i>
(Quitral <i>et al.</i> , 2009)	<i>Origanum vulgare</i> <i>Rosmarinus officinalis</i>	feuille	Extrait aqueux	Infusion à chaud (60 g/L)	Acide rosmarinique, thymol, carvacrol Origanum vulgare	Maquereau chilien (<i>Trachurus murphyi</i>)	/	Conservation par glace infusée	forte	Antioxydant et antimicrobien

					(carnosol, carnosique Rosmarinus officinalis					
(Herman <i>et al.</i> , 2020)	<i>Parkia biglobosa</i> <i>Lonicera japonica</i>	Gousses fleurs	Extrait aqueux	Macération 24h (50g/500 mL)	Flavonoïdes, saponines, glycosides Phénols, flavonoïdes, glycosides	Mûres (<i>Morus rubra</i>)	400 mg/mL	Trempage des fruits dans une solution d'enrobage	Forte Moyenne	Antimicrobien : inhibition de la croissance bactérienne
(Sánchez-García <i>et al.</i> , 2025)	<i>Olea europaea</i>	Feuille	Extrait phénolique	Extraction assistée par solvant (éthanol + CO ₂ supercritique)	Oléuropéine, luteolin-7-glucoside, hydroxytyrosol	Filets de merlu (<i>Merluccius merluccius</i>)	706 µg d'extrait/mg de polymère PLA	Emballage actif à base de film PLA imprégné d'extrait	forte	Inhibition de l'oxydation et limitation de la croissance microbienne
(Bensid <i>et al.</i> , 2014)	<i>Syzygium aromaticum</i> <i>Origanum glandulosum</i> <i>Thymus vulgaris</i>	Boutons floraux (<i>Syzygium aromaticum</i>) Feuille (<i>Origanum glandulosum</i> , <i>Thymus vulgaris</i>)	Extrait éthanolique	Macération 24h (1:5)	Eugénol (antioxydant, antimicrobien) (<i>Syzygium aromaticum</i>) Carvacrol, thymol(<i>Origanum glandulosum</i> , <i>Thymus vulgaris</i>)	Anchois (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0.02% (w/v)	Conservation par glace infusée	forte	Inhibition des bactéries aérobies et retard de l'oxydation lipidique Réduction des bactéries psychrotrophes et des composés volatils basiques Effet antimicrobien et conservation sensorielle améliorée
(Abdin <i>et al.</i> , 2024)	<i>Euphorbia pulcherrima</i>	feuille	Extrait anthocyannique	Macération (80% éthanol, pH 4)	Cyanidine, malvidine, pétunidine, delphinidine	Viande hachée	0.8% dans un film en PVA/sodium caséinate	Film de bio-transfert appliqué sur la viande	forte	Antioxydant et antimicrobien
(Abed <i>et al.</i> , 2021)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Composés phénoliques (eugénol, acide rosmarinique)	Viande en conserve	2000 µg/mL	Trempage des morceaux de viande	Très forte	Inhibition bactérienne contre <i>B. cereus</i>
(Chaudhari <i>et al.</i> , 2020)	<i>Origanum majorana</i>	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Terpinen-4-ol (28.92%), α-terpineol, linalool	Maïs (<i>Zea mays</i>)	1.0 (nanocapsulé)	Nanoémulsion de chitosan pulvérisée sur les grains de maïs	Très forte	Inhibition fongique et antimycotoxigène (AFB1)

(Shindia <i>et al.</i> , 2024)	<i>Daucus carota</i>	Pelures	Extrait éthanolique acidifié (HCl)	Macération 24h dans 5% HCl-éthanol	β-carotène (1.5 mg/g), flavonoïdes, phénols	Viande hachée	40 - 100	Incorporation dans la viande hachée	forte	Inhibition bactérienne et antioxydante
(do Nascimen to Alves <i>et al.</i> , 2021)	<i>Brassica oleracea capitata</i>	feuille	Extrait éthanolique	Macération 24h dans 70% éthanol (pH 2)	Anthocyanines (cyanidine, delphinidine, pétunidine)	Viande de mouton	5 - 15% dans un film biodégradable	Film indicateur de pH appliqué sur la viande	forte	Indicateur de qualité via changement de couleur
(Prakash <i>et al.</i> , 2015)	<i>Rosmarinus officinalis</i>	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	α-pinène (22.25%), 1,8-cinéole (18.20%), camphre (12.35%)	Poivre noir (<i>Piper nigrum</i>)	1.5 µL/mL	Fumigation et stockage en conteneur hermétique	Très forte	Inhibition des moisissures et réduction des aflatoxines
(Begum <i>et al.</i> , 2013)	<i>Cinnamomum tamala</i>	feuille	Extrait éthanolique (70%)	Macération 72h	Polyphénols, flavonoïdes	Poisson séché (<i>Corica soborna</i>)	/	Trempage des poissons dans l'extrait	forte	Inhibition bactérienne et antifongique
(Ueda <i>et al.</i> , 2021)	<i>Salvia officinalis</i> <i>Ocimum basilicum</i>	feuille	Extrait hydroéthanolique (80:20, v/v)	Extraction assistée par ultrasons	Acide rosmarinique, flavonoïdes	Yaourt	30 mg/kg	Incorporation dans le yaourt	forte	Antioxydant et antimicrobien
(Freitas <i>et al.</i> , 2023)	<i>Oryza sativa</i> (paille de riz)	paille	Extrait aqueux	Extraction assistée par ultrasons et eau subcritique (SWE)	Acides phénoliques (ferulique, gallique, protocatéchique, <i>p</i> -coumarique)	Viande de porc	6% en film PLA	Emballage sous vide en PLA actif	forte	Antioxydant et antimicrobien
(Hayouni <i>et al.</i> , 2008)	<i>Salvia officinalis</i> <i>Schinus molle</i>	Parties aériennes baies	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	α-phellandène (35.86%), β-phellandène (29.3%), β-pinène (15.68%)	Viande hachée de bœuf	0.1 - 3%	Incorporation directe et combinaison avec NaCl	Très forte forte	Antibactérien contre <i>Salmonella</i> et effet synergie avec le sel Antibactérien et effet synergique avec NaCl
(Ibrahim, 2010)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait éthanolique	Macération 24h dans éthanol	Polyphénols (867 mg/g), punicalagine, ellagitannins	Huile de tournesol	400 - 800 ppm	Incorporation dans l'huile	Très forte	Antimicrobien et antioxydant
(Nguyen <i>et al.</i> , 2020)	<i>Sonneratia caseolaris</i>	feuille	Extrait éthanolique	Macération 24h dans 90% éthanol	Flavonoïdes (luteolin, luteolin-7-O-β-glucoside), tannins, saponines	Bananes	1 - 3% en film chitosan	Film comestible appliqué sur les bananes	forte	Antibactérien et retardateur de mûrissement
(Hsieh <i>et al.</i> , 2001)	<i>Corni Fructus</i> + <i>Cinnamomum cassia</i> + <i>Allium tuberosum</i>	Fruits + Écorce + Feuilles	Extraits éthanoliques	Macération dans 95% éthanol à 50°C	Tannins, cinnamaldéhyde, allicine	Dumplings, jus de goyave, thé vert et noir	0.1 - 0.2%	Incorporation dans les aliments	Très forte	Inhibition bactérienne et antifongique

(J. H. Choi <i>et al.</i> , 2018)	<i>Camellia sinensis</i>	graines	Extrait éthanolique (40%)	Macération dans éthanol à 40%	Théasaponine E1, assamsaponine A et B	Sauce soja	100 - 1000	Incorporation directe dans la sauce soja	forte	Antifongique (anti-levure)
(Goh <i>et al.</i> , 2023)	<i>Musa spp</i>	peau	Extrait aqueux	Macération à 80°C, filtration sous vide	Polyphénols, pectines, flavonoïdes	bannas	1:1 (avec Na-CMC)	Revêtement comestible à base de Na-CMC + AgNPs	forte	Antifongique et retardateur de mûrissement
(Siddiqua <i>et al.</i> , 2015)	<i>Cinnamomum cassia</i> (Cannelle) <i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Écorce Boutons floraux	Huile essentielle	Extraction à la vapeur	Cinnamaldéhyde (99.75%) Eugénol (85.08%)	Soupe d'orge, suspension de chou, jus de pastèque	500 - 5000	Incorporation dans les aliments	Très forte	Antibactérien
(Raeisi <i>et al.</i> , 2016)	<i>Allium ascalonicum</i> <i>Trachyspermum ammi</i>	Fruits graines	Extrait éthanolique (85%)	Macération 24h à température ambiante	Thymol, carvacrol, monoterpènes	Filets de truite arc-en-ciel semi-frite	1.5 - 3%	Enrobage comestible, stockage à 4°C	Forte Très fortes	Antioxydant et antibactérien
(El Hammadi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Arbutus unedo</i>	feuille	Extrait éthanolique (60% EtOH - 40% eau)	Macération 6h à température ambiante	Arbutine, épicatechine, acide gallique, acide férulique	Émulsions huile-dans-eau (O/W)	5 - 10%	Incorporation directe ou en film actif	forte	Antioxydant contre l'oxydation lipidique
(Kontogianni <i>et al.</i> , 2022)	<i>Rosmarinus officinalis</i> <i>Salvia officinalis</i>	feuille	Extrait aqueux	Infusion à 100°C, lyophilisation	Acide rosmarinique, carnosol (Rosmarinus officinalis) Acide rosmarinique, salvianolique K (Salvia officinalis)*	Fromage frais	2%	Film actif en protéines de lactosérum (WPC)	Forte Très fortes	Antioxydant et antimicrobien
(Kanatt <i>et al.</i> , 2010)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait aqueux	Reflux 2x1h dans l'eau, lyophilisation	Polyphénols, ellagitannins	Produits de poulet (Chicken lollipop & Chicken chilly)	0.1 - 0.5%	Incorporation directe dans la recette	Très forte	Antimicrobien et antioxydant
(P. Yerlikaya <i>et al.</i> , 2010)	<i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate) <i>Vitis vinifera</i> (Pépins de raisin)	Bulbe Fruits pépins	Extrait en poudre	/	Composés soufrés (allicine)	Crevettes panées	6%	Enrobage de pâte à frire, stockage à -20°C	Très forte	Antimicrobien, prévention de la détérioration
					Lycopène, caroténoïdes				Forte	Antioxydant, amélioration de la couleur
					Procyanidines, polyphénols				Très forte	Antioxydant, retard de l'oxydation lipidique

(Hamid <i>et al.</i> , 2024)	<i>Prunus armeniaca</i>	noyau	Huile végétale	Soxhlet, extraction à l'éthanol	Acides gras, polyphénols	Pommes	0.7 - 1.5%	Revêtement comestible (huile pure ou film FFS)	Très forte	Antifongique et antibactérien
(Fan <i>et al.</i> , 2023)	<i>Portulaca oleracea</i>	Parties aériennes	Extrait éthanolique	Macération et évaporation sous vide	Phénols, flavonoïdes, acides organiques, oméga-3	Viande réfrigérée	0.15 - 0.45%	Film actif en chitosane-amidon	Très forte	Antioxydant, inhibition de l'oxydation lipidique
(Theivendran <i>et al.</i> , 2006)	<i>Vitis vinifera</i>	Pépins	Extrait aqueux	/	Épicatéchine, catéchines, acide gallique	Frankfurters de dinde	1%	Film actif en protéines de soja	forte	Antimicrobien contre <i>Listeria monocytogenes</i>
(Lizardo <i>et al.</i> , 2015)	<i>Antidesma bunius</i>	fruits	Extrait éthanolique (80% EtOH)	Macération 60 min à 60°C	Polyphénols, anthocyanines	Muffins	5 - 15%	Incorporation dans la pâte	forte	Antimicrobien et antioxydant
(Bukar, 2013)	<i>Parkia biglobosa</i>	Gousses	Extrait aqueux	Macération 7 jours à 60°C	Tannins, flavonoïdes, saponines	Tomates, poivrons, oranges	5 - 10 mg/mL	Lavage quotidien des fruits	Très forte	Antimicrobien et retardateur de maturation
	<i>Guiera senegalensis</i>	Feuilles			Alcaloïdes, phénols				Forte	Antimicrobien
	<i>Balanites aegyptiaca</i>	Feuilles			Saponines, flavonoïdes				moyenne	Antimicrobien modéré
(Goudoum <i>et al.</i> , 2016)	<i>Bidens pilosa</i>	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	α -Pinène (14.7%), β -Ocimène (12.8%), ϵ -Caryophyllène (13.5%)	Grains stockés	1 - 20	Mélange aux grains stockés	forte	Antioxydant et répulsif contre les insectes
(Nourhakem <i>et al.</i> , 2023)	<i>Senna alexandrina</i>	feuille	Extrait phénolique	Soxhlet (méthanol, éthanol)	Composés phénoliques, flavonoïdes (apigénine, quercétine, lutéoline, catéchines)	Pain maison	/	Application directe sur le pain	forte	Activité antioxydante (scavenging DPPH, FTIR détecte groupes -OH)
(Teklehaymanot <i>et al.</i> , 2024)	<i>Solanum tuberosum</i> (Pomme de terre)	Pelure	Extrait phénolique	Macération à l'éthanol (3 jours, agitation)	Acides phénoliques (acide chlorogénique, acide gallique, acide caféique, acide protocatéchique), flavonoïdes, tanins	Beurre de vache	0,2 % et 0,3 %	Incorporation dans le beurre, stockage à 20°C et 45°C	Très forte	Antioxydant, réduction de l'oxydation lipidique et de la croissance microbienne
(Li <i>et al.</i> , 2012)	<i>Myrica rubra</i> (Chinese bayberry)	Résidu de fruits (pomace)	Extrait éthanolique (NB : N-butanol, EA : éthyl acétate)	Macération (95% éthanol, 3h, 50°C, lyophilisation)	Polyphénols, flavonoïdes	Surimi (Collichthys)	1 g/kg	Incorporation dans le surimi, stockage à 20°C	Très fort	Bris des membranes bactériennes, inhibition de <i>S. marcescens</i> ,

										<i>P. aeruginosa, M. luteus, S. aureus, E. coli</i>
(Martiny <i>et al.</i> , 2020)	<i>Olea europaea</i> (Olivier)	feuille	Extrait aqueux	Extraction assistée par micro-ondes (100°C, 2 min, pH 6)	Oleuropéine (11,59 mg/g), polyphénols (115,96 mg GAE/g), activité antioxydante (89,52 %)	Viande d'agneau	62,5 % (w/w) dans film de carraghénane	Film biodégradable en carraghénane avec extrait de feuille d'olivier	Très forte	Antibactérien contre <i>E. coli</i> , antioxydant, réduction de la croissance des psychrophiles en stockage réfrigéré
(Moyinol uwalogo Oduwaiye <i>et al.</i> , 2022)	<i>Solanum lycopersicum</i> (Tomate)	Jus de fruits lyophilisé	Extraits organiques (éthanol, acétate d'éthyle, pétrole éther, acétone)	Macération (48h, solvants variés)	Composés phénoliques, alcaloïdes, antioxydants	Viande (bœuf)	10 % (w/w)	Application sur la viande, stockage à 28°C	Moyenne à forte	Inhibition des bactéries Gram-positives (<i>Staphylococcus aureus, Bacillus subtilis</i>), faible effet sur Gram-négatifs
(Wei <i>et al.</i> , 2024)	<i>Mallotus furetianus</i> (Partridge tea)	feuille	Extrait aqueux	Infusion (80°C, 2h, filtration)	Acides phénoliques, flavonoïdes, coumarines	Viande séchée (chicken jerky)	2.5% (w/w)	Film comestible à base de gomme de cassia	Très forte	Activité antioxydante, réduction de l'oxydation lipidique et amélioration de la conservation de la viande
(Allam <i>et al.</i> , 2024)	<i>Cichorium intybus</i> (Chicorée) <i>Portulaca oleracea</i> (Pourpier)	feuille	Extrait aqueux	Macération (100 % eau, 24h, agitation)	Flavonoïdes, inuline, acides phénoliques Flavonoïdes, alcaloïdes, vitamines A, C, E	Saucisses de viande de chèvre	0,2 % (w/w)	Incorporation dans la saucisse, stockage à 4°C pendant 40 jours	Forte moyenne	Réduction de l'oxydation lipidique, inhibition des bactéries Gram-positives Réduction de l'oxydation lipidique, activité antimicrobienne plus faible que la chicorée
(Dwivedy <i>et al.</i> , 2017)	<i>Mentha cardiaca</i> (Menthe Scotch Spearmint)	Parties aériennes	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger, 4h)	Carvone (61.62%) , limonène, myrcène, 1,8-cinéole, β-bourbonène	Fruits secs (pistaches, noix, raisins secs, etc.)	/	Incorporation directe dans les fruits secs		Antifongique contre <i>A. flavus</i> , réduction de l'aflatoxine B1, perturbation de la membrane fongique (perte d'ions

										Ca ²⁺ , K ⁺ , Mg ²⁺)
(Ghafoor <i>et al.</i> , 2021)	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Parties aériennes	Extrait méthanolique	Soxhlet (6h)	Phénols, flavonoïdes, carnosol, acide rosmarinique	Huile de graines de moringa	0.1%, 0.3%, 0.5%	Mélangé à l'huile, stockage à 60°C	Très forte	Retarde l'oxydation lipidique, réduit la peroxydation et l'acidité libre
	<i>Salvia aucheri</i> (Sauge)				Phénols, flavonoïdes, acide rosmarinique				Forte	Réduit l'oxydation lipidique, mais moins efficace que le romarin
	<i>Satureja hortensis</i> (Sarriette d'été)				Phénols, flavonoïdes				moyenne	Retarde légèrement l'oxydation lipidique, mais moins efficace que romarin et sauge
(Noël <i>et al.</i> , 2016)	<i>Xylopi aethiopica</i>	feuilles	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	/	Lait fermenté	/	Ajout d'huile essentielle dans le lait fermenté, stockage à température ambiante	Très forte	Inhibition des bactéries lactiques, coliformes et <i>S. aureus</i> , meilleure conservation du lait. Activité antimicrobienne significative mais inférieure à <i>X. aethiopica</i>
	<i>Pimenta racemosa</i>								forte	
(S. Ramli et al., 2017)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Salam)	feuille	Extrait éthanolique	Macération (éthanol absolu, 7 jours, filtration, évaporation)	Polyphénols, flavonoïdes	Raisins frais	0.50% - 5%	Solution de lavage pour désinfection	Très forte	Destruction de la membrane bactérienne, réduction des bactéries pathogènes sur les raisins
(Sharifi <i>et al.</i> , 2014)	<i>Ganoderma reissi</i>	Champignon	Extrait sesquiterpénoïde	Extraction par chloroforme et méthanol	Sesquiterpénoïdes	Milieux alimentaires (lait, jus de tomate, jus	0.1 % - 0.2 %	Mélangé aux aliments et incubé	Très forte	Inhibition de <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>A. niger</i> , comparable

						d'ananas, farine de blé)				au benzoate de sodium
(Ghanbar Soleiman Abadi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Beta vulgaris</i> (Betterave rouge)	peau	Extrait éthanoliq ue	Macératio n (70% éthanol, 24h, agitation)	Betalaines (betacyanine , betaxanthine), polyphénols, flavonoïdes	Filets de truite arc-en-ciel	0,1% - 0,2%	Incorporat ion dans un film comestibl e à base de chitosan et polyvinyl alcool, stockage au froid (4°C)	Très forte	Antioxydant (DPPH scavenging 43,02%), indicateur de pH, inhibition de l'oxydation et croissance microbienne
(Aqidah <i>et al.</i> , 2021)	<i>Psidium guajava</i> L. (Goyave)	feuille	Extrait éthanoliq ue	Ultrasons + Soxhlet (60°C, 35 min ultrasons, 45°C Soxhlet)	Flavonoïdes (quercétine), polyphénols (40.50 mg GAE/g)	Viande crue (poulet)	0.1 % - 0.5 %	Incorporat ion dans la viande, stockage à 4°C	Très forte	Inhibition de <i>S. aureus</i> et <i>E. coli</i> , amélioration de la conservation de la viande
(Paster <i>et al.</i> , 1995)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Coridothymus capitatus</i> (Thym)	Partie aerienne	Huile essentielle	Distillatio n à la vapeur (2.5h)	Carvacrol (54 %), thymol (5 %) Thymol (41 %), carvacrol (4 %)	Grains stockés (blé)	3.0 - 4.0 µL/L	Fumigatio n pendant 24h	Très forte forte	Fongicide puissant, inhibition des spores et mycélium, destruction des membranes fongiques Inhibition des spores, moins efficace que l'origan
(Salem <i>et al.</i> , 2021)	<i>Lepidium sativum</i> (Cresson alénois)	graine	Extrait éthanoliq ue	Macératio n (24h, 37°C, agitation, filtration, évaporatio n)	Flavonoïdes, polyphénols (40.50 mg GAE/g)	Fromage (Ricotta)	20 µg/mL	Incorporat ion dans un film comestibl e à base de gélatine de poisson, stockage à 4°C	forte	Inhibition de la croissance bactérienne, protection contre l'oxydation et amélioration de la conservation du fromage
(Huang <i>et al.</i> , 2024)	<i>Premna microphylla Turcz</i>	feuille	Extrait éthanoliq ue	Macératio n (95 % éthanol, 24h, agitation)	Polyphénols, flavonoïdes, proanthocya nidines	Filets de poisson (voilier)	5%, 10%, 15%	Incorporat ion dans un film comestibl e à base de gélatine-carraghé nane, stockage à 4°C	forte	Inhibition bactérienne, réduction de l'oxydation et stabilisation du pH pendant 12 jours
(Islam <i>et al.</i> , 2018)	<i>Psidium guajava</i> (Goyave)	feuille	Extrait aqeux	Infusion à chaud (80°C, 3h)	Flavonoïdes, tannins, polyphénols,	Banane, carambole, tomate	0.5%	Pulvérisati on sur les fruits,	forte	Retarde la détérioration des fruits,

					quercétine, saponines, alcaloïdes			stockage à 25°C et 85% HR		réduit le pourcentage de maladies, maintient la texture et la couleur
(Chang <i>et al.</i> , 2016)	<i>Foeniculum vulgare</i> (Fenouil)	graines	Huile essentielle , extraits éthanolique et méthanolique	Hydrodistillation (Clevenger, 3h) pour l'huile essentielle , Soxhlet pour les extraits	Trans-anéthole (55.98%) , estragole, limonène, fenchone, flavonoïdes	Huile d'olive	0.02%	Incorporation dans l'huile, stockage accéléré à 70°C	Très forte	Inhibition bactérienne et fongique, effet antioxydant supérieur au BHA, mais inférieur au BHT
(Bhardwaj & Dubey, 2021)	<i>Origanum majorana</i> (Marjolaine)	tige	Extrait hydro-alcoolique	Macération (éthanol 70% : eau 30%, 72h, filtration, évaporation)	Flavonoïdes, polyphénols, acides gras (hexadécanoïque, octadécénoïque)	Confiture de mangue	6.75 - 18.75 mg/mL	Incorporation dans la confiture, stockage à 28 ± 2°C pendant 30 jours	forte	Rupture des membranes bactériennes, inhibition enzymatique et perturbation des voies métaboliques
(Kačániová <i>et al.</i> , 2024)	<i>Thymus serpyllum</i> (Thym sauvage)	Tiges fleuries	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	Thymol (18.8%) , carvacrol (17.4%), o-cymène (15.4%), géraniol (10.7%)	Viande de cerf sous vide	1 %	Mélangé à l'huile et appliqué sur la viande sous vide, stockage à 4°C pendant 7 jours	Très forte	Inhibition de <i>P. aeruginosa</i> , antibiofilm, altération de la membrane bactérienne et des protéines
(Abdollahzadeh <i>et al.</i> , 2014)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Thymol, carvacrol	Viande de poisson hachée	0.4%, 0.8%, 1.2%	Mélangé à la viande, stockage à 4°C	Très forte	Rupture des membranes bactériennes, inhibition enzymatique
(Chen <i>et al.</i> , 2019)	<i>Ficus hirta</i> Vahl. (Hairy Fig)	fruits	Extrait aqueux	Extraction assistée par ultrasons (UAE)	Pinocembrin-7-O-β-D-glucoside (Flavonoïde)	Mandarines <i>Xinyu</i>	6.25 g/500 mL	Incorporation dans un film comestible à base de chitosane, stockage à 5°C pendant 90 jours	Très forte	Inhibition de <i>Penicillium italicum</i> , réduction de la respiration et de la perte d'eau, renforcement des enzymes protectrices
(Mugahi <i>et al.</i> , 2022)	<i>Curcuma longa</i> (Curcuma)	Rhizome	Extrait alcoolique	Soxhlet (70% éthanol)	Acides phénoliques (acide protocatéchique, acide folique)	Filet de poisson (Carpe)	1.5%	Immersion des filets, stockage à 4°C pendant 12 jours	Forte	Inhibition de l'oxydation lipidique et de la croissance bactérienne
	<i>Cinnamomum verum</i> (Cannelle)	Ècorce	Extrait méthanolique	Macération à froid (1:10, 24h)	Acides phénoliques (acide gallique,				Forte	Désorganisation des membranes bactériennes,
	<i>Citrus limon</i> (Citron)	Jus de citron	Extrait aqueux	/					moyenne	

					acide caféique, acide férulique) Flavonoïdes, acides organiques, limonène					inhibition enzymatique Acidification du milieu, inhibition partielle des bactéries
(Ali <i>et al.</i> , 2023)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	feuille	Extrait éthanoli- que	Macératio n (70% éthanol, 4h)	Flavonoïdes, phénols, thymol, carvacrol	Fromage frais	80 mg/mL (TVLE), 4 mg/mL (TiO ₂)	Incorporat ion dans le fromage, stockage à 5°C pendant 21 jours	Très forte	Synergie antimicrobien ne, perturbation des membranes bactériennes, réduction de <i>Brucella melitensis</i>
(Soodsaw aeng <i>et al.</i> , 2022)	<i>Cymbopogon citrat</i> (Lemongrass) <i>Capsicum frutescens</i> (Chili Spur Pepper)	Tiges fruits	Extrait éthanoli- que	Macératio n à froid (95% éthanol, 72h)	Citral (géraniel + néral), limonène Cinnamic acid, m- coumaric acid	Calmar séché	80, 160, 320 mg/mL	Applicatio n directe, stockage à températu re ambiante pendant 28 jours	forte	Inhibition des bactéries de détérioration, réduction du <i>Bacillus cereus</i> Inhibition des bactéries pathogènes, agglutination cellulaire
(Tonfack Djikeng <i>et al.</i> , 2022)	<i>Zingiber officinale</i> (Gingembre)	Rhizome	Extrait méthanoli- que	Macératio n (48h, 50°C)	Gingerol, shogaol, acide férulique	Huile de palme (palm olein)	200, 600, 1000, 1400, 1800	Stockage en four à 180°C pendant 6 jours	Très forte	Antioxydant puissant, protection contre l'oxydation thermique, stabilisation des acides gras
(Yulian Tumbarisk i <i>et al.</i> , 2023)	<i>Mentha piperita</i> (Menthe poivrée) <i>Zingiber officinale</i> (Gingembre) <i>Propolis</i>	Feuille Rhizome rèsine	Infusion (décoction) Jus frais Extrait éthanoli- que	Macératio n à chaud Extraction mécaniqu e Macératio n 70% éthanol (72h)	Rosmarinic acid, menthol, menthone Gingerols, shogaols, polysacchari des Flavonoïdes, acides phénoliques	Boisson fonctionnel le (jus de pomme)	100 mL/L 10 mL/L 2 mL/L	Stockage à 4°C pendant 42 jours	Forte Forte Très forte	Antioxydant et antibactérien, préserve la stabilité du produit Activité antimicrobien ne et antioxydante, inhibition des bactéries pathogènes Inhibe la croissance microbienne, retarde l'oxydation

(Mojaddar Langroodi <i>et al.</i> , 2021)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan)	Feuilles séchées	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Carvacrol (52.3%), thymol (24.2%), p-cymène (12.3%)	Poitrine de dinde	1% (v/v) dans un revêtement de chitosane	Stockage à 4°C pendant 20 jours	Très forte	Inhibition microbienne et retard de l'oxydation lipidique, amélioration de la conservation sensorielle
(Rehim <i>et al.</i> , 2023)	<i>Lepidium sativum</i>	graines	Extrait aqueux	Macération à froid (eau)	Rutin, acides phénoliques (sinapique, férulique, p-hydroxybenzoïque), catéchine	Fromage cheddar	Film à base de PVA-LSE	Enrobage avec un film actif, stockage à 4°C pendant 4 semaines	Très forte	Antioxydant et antimicrobien, inhibition des bactéries pathogènes et prévention de l'oxydation lipidique
(A. N. M. Ramli <i>et al.</i> , 2020)	<i>Passiflora edulis</i> (Fruit de la passion)	Peau du fruit	Extrait aqueux	Macération à froid (1:3, filtration, évaporation)	Flavonoïdes (quercétine), phénols (acide gallique, acide sinapique), saponines	Viande (marinade)	6% p/p	Viande marinée, stockage à 4°C pendant 9 jours	Très forte	Antioxydant et antibactérien, inhibition de <i>E. coli</i> , <i>Serratia</i> , <i>S. aureus</i>
(El-Kased & El-Kersh, 2022)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Thymol (17.4%), eucalyptol (24.3%), γ -terpinene (15.2%)	Jus de pomme	Selon MIC	Ajout à des jus pasteurisés, stockage à température ambiante	Très forte	Désintégration des membranes bactériennes et fongiques
	<i>Mentha viridis</i> (Menthe verte)				Carvone (42.5%), eucalyptol (17.4%), dihydrocarveol (13.0%)				Forte	Inhibition enzymatique et destruction membranaire
	<i>Mentha longifolia</i> (Menthe longue)				Carvone, piperitone				Moyenne	Désorganisation des protéines membranaires
	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)				Camphre, 1,8-cinéole, α -pinène				Faible	Effet antimicrobien limité
	<i>Lavandula dentata</i> (Lavande)	Fleurs (<i>Lavandula dentata</i> (Lavande))		Hydrodistillation (tous les restes)	Linalool, acétate de linalyle				Faible	Perturbation des membranes bactériennes
	<i>Origanum majorana</i> (Origan)				Carvacrol, thymol, γ -terpinene				Moyenne	Désintégration des biofilms
	<i>Cymbopogon citratus</i> (Citronnelle)				Carvacrol, thymol, γ -terpinene				Très forte	
	<i>Eucalyptus globulus</i> (Eucalyptus)				Geranial (36.35%),				forte	

					Neral (35.00%) Eucalyptol, α -pinène, β -myrcène					et inhibition enzymatique Désorganisation membranaire
(Adesola <i>et al.</i> , 2019)	<i>Carica papaya</i> (Papaye)	graines	Extrait aqueux, pétroléther, n-hexane	Macération	Flavonoïdes, phénols (acide gallique, acide sinapique), saponines	Akara (beignets), poisson frit, lait de soja, lait de vache	1%	Incorporation et stockage à 4°C pendant 4 jours	Très forte	Antimicrobien et antioxydant, inhibition des bactéries et champignons
(Caglak & Karsli, 2023)	<i>Anethum graveolens</i> (Aneth)	Feuilles fraîches	Extrait aqueux (infusion) et distillé	Infusion (1:5, 30 min) et distillation	Flavonoïdes, phénols, carvone, d-limonène	Croquettes de truite arc-en-ciel	1.45%	Stockage à 2°C pendant 61 jours	Très forte	Antioxydant et antimicrobien, réduction de la charge bactérienne et ralentissement de l'oxydation lipidique
(Prakash <i>et al.</i> , 2014)	<i>Boswellia carterii</i> (Encens)	Écorce (résine)	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	Phényl éthyl alcool (12.31%), Benzoate de benzyle (13.44%), d-3-Carène (5.60%)	<i>Piper nigrum</i> (poivre noir)	1.75 mL/mL	Fumigation en stockage (conteneurs plastiques)	Très forte	Réduction de l'ergostérol membranaire, inhibition de l'aflatoxine B1
(Ashrafi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Rosa canina</i> (Églantier)	Fruits (sans graines)	Extrait hydroalcoolique (nanoémulsion)	Macération 30:70 éthanol/eau	Acide gallique, ellagique, resvératrol, apigénine, kaempférol, anthocyanes, catéchine, procyanidines, quercétine, caroténoïdes (β -carotène, lycopène), vitamine C	Burgers de bœuf et dinde	10%, 20%, 40%	Enrobage actif à base de gomme de chia, stockage à -18°C pendant 90 jours	Très forte	Antioxydant et antimicrobien, inhibition de l'oxydation lipidique et de la croissance microbienne
(H.H. Ismaiel, 2023)	<i>Cinnamomum camphora</i> (Camphrier)	feuille	Huile essentielle	Hydrodistillation (Clevenger)	d-Camphre (26.71%), Menthol (8.52%), Eucalyptol (8.44%), Methyl salicylate (26.54%)	Pain (Fino bread) et fromage blanc	0.11 - 0.33 mg	Application directe et stockage à 25°C	Très forte	Inhibition bactérienne et fongique, perturbation membranaire
(Zeng <i>et al.</i> , 2012)	<i>Cedrus deodara</i> (Cèdre de l'Himalaya)	Aiguilles (feuilles)	Extrait aqueux	Macération à froid (24h)	Acide shikimique	Jus de tomate frais	0.05 - 0.1% (w/v)	Stockage à 37°C pendant 15 jours	Très forte	Désintégration de la membrane bactérienne, fuite du cytoplasme

(Ghasemi <i>et al.</i> , 2024)	<i>Zataria multiflora</i> (Thym persan)	Parties aériennes	Huile essentielle (nano-formulation dendrimérique)	Hydrodistillation (Clevenger)	Thymol (22.23%), Carvacrol (46.52%), p-Cymène (2.13%), γ-Terpinène (6.84%)	Mayonnaise	1500 µg/mL	Stockage à 4°C pendant 4 mois	Très forte	Désintégration membranaire, inhibition du métabolisme bactérien
(Popescu <i>et al.</i> , 2022)	Chitosan + Graine de raisin (Vitis vinifera) Chitosan + Hippophae rhamnoides (Argousier)	/	Huile essentielle intégrée à un film de chitosan	Chitosan de poids moléculaire moyen et élevé, acide ascorbique/acétique Polyphénols, acide ascorbique	Polyphénols, flavonoïdes, tanins Fraises et pommes	Fraises et pommes 2% chitosan + 7.5% HE	2% chitosan + 7.5% HE	Stockage à 4°C et 8°C, emballage en PET	Très forte Très forte	Film protecteur, inhibition microbienne, ralentissement de l'oxydation Action antimicrobienne et antioxydante, réduction de la respiration des fruits
(M. J. Ahmed <i>et al.</i> , 2009)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Dilution 2.5 g/L d'eau	Mucilage, polysaccharides, composés phénoliques	Nectarine (<i>Prunus persica</i> cv. 'Arctic Snow')	Immersion 5 min	Stockage à 20°C et 0°C (3-6 semaines)	Très forte	Réduction de la respiration et de l'éthylène, ralentissement de la maturation et de la perte de poids
(S. Chauhan <i>et al.</i> , 2014)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Extraction et pasteurisation (70°C, 45 min)	Mucilage, polysaccharides, phénols, saponines	Raisins verts (<i>Thompson, Sharad</i>)	1%, 5%, 10%	Stockage à 15°C, 40 jours	Très forte	Inhibition des moisissures et bactéries, retard de la maturation et du flétrissement
(Pimsorn <i>et al.</i> , 2022)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Extraction, filtration et dilution (10-50%)	Mucilage, polysaccharides, phénols	Citrons verts (<i>Citrus aurantiifolia</i> cv. 'Pan')	10%, 20%, 30%, 40%, 50%	Stockage à température ambiante (29 ±1°C, 74 ±5% RH, 16 jours)	Très forte	Réduction du jaunissement, retard de la maturation, barrière contre la perte d'eau
(Paladines <i>et al.</i> , 2014)	<i>Aloe vera</i> + <i>Rosa rubiginosa</i> (huile d'égphantier)	Gel	Revêtement comestible	Extraction, filtration, ajout de 2% ou 10% d'huile d'égphantier	Mucilage, polysaccharides, acides gras (oléique, linoléique, linolénique)	Pêches, nectarines, prunes, cerises	2%, 10%	Stockage à 20°C, 6 jours	Très forte	Réduction de la respiration et de l'éthylène, retard du mûrissement et de la perte de poids
(Guran <i>et al.</i> , 2015)	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym) <i>Syzygium aromaticum</i>	Huile essentielle	essence	Distillation à la vapeur	Thymol, Carvacrol Eugénol	Galettes de poisson Bonito	880 µl/kg de galette 2.65 µl/kg de galette	Réfrigération (4°C)	Moyenne Forte	Antimicrobienne et antioxydant

	(Clou de girofle) <i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)				Carnosol, Acide rosmarinique		8.5 ml/kg de galette		Très forte	
(Achipiz <i>et al.</i> , 2013)	<i>Aloe vera</i> + <i>Solanum tuberosum</i> (Pomme de terre) + <i>Copernicia cerifera</i> (Cire de carnauba)	gel et amidon	Revêtement comestible	Filtration, dilution, mélange thermique	Polysaccharides, phénols, cires	Goyaves (<i>Psidium guajava</i>)	2%, 3%, 4% d'amidon	Stockage à 19°C, 77.75% HR, 20 jours	Très forte	Réduction du métabolisme respiratoire, inhibition de la perte de poids et de la dégradation des vitamines
(Valverde <i>et al.</i> , 2005)	<i>Aloe vera</i> + Chitosan	Gel + biopolymère	Revêtement comestible	Extraction aqueuse d'Aloe vera, dilution de chitosan (0.05%-1%)	Polysaccharides, mucilage, chitine, chitosane	Pistaches fraîches (<i>Pistacia vera</i>)	50%-100% Aloe vera, 0.05%-1% Chitosan	Stockage à 4°C, 1 mois	Très forte	Réduction de la perte d'humidité, inhibition des moisissures, ralentissement de l'oxydation des lipides
(Shahkoo mahally & Ramezani an, 2014)	<i>Aloe vera</i> + Chlorure de calcium + Acide citrique	gel	Revêtement comestible	Extraction aqueuse, dilution 1:3	Polysaccharides, mucilage, calcium, antioxydants	Raisins de table (<i>Vitis vinifera</i> cv. Askari)	Aloe vera + 2% CaCl ₂ , 1% Ac. citrique	Stockage à 4°C, 85% RH, 35 jours	Très forte	Réduction du métabolisme respiratoire, inhibition du brunissement et de la perte d'eau
(Krisch <i>et al.</i> , 2010)	<i>Thymus vulgaris</i> Thym <i>Origanum majorana</i> Marjolaine <i>Allium cepa</i> Oignon <i>Allium sativum</i> Ail	Feuilles séchées et huile essentielle Feuilles séchées et huile essentielle Bulbe frais et séché Bulbe frais et séché	Infusion et hydrodistillation	Infusion et hydrodistillation	Thymol, Carvacrol Terpinènes, Carvacrol Composés soufrés, Quercétine Allicine, Diallyl sulfide	Viande de porc hachée	1% (poudre) ou 0.5% (HE) 1% (poudre) ou 0.5% (HE) 2% (poudre ou frais) 2% (poudre ou frais)	Stockage à 5°C, 72h	Forte Très forte Moyenne forte	Inhibition bactérienne et antioxydant Désintégration des membranes bactériennes Effet antimicrobien limité Action bactéricide contre <i>E. coli</i>
(Boutoial <i>et al.</i> , 2013)	<i>Thymus zygis subsp. gracilis</i> (Thym rouge)	Feuilles distillées et non distillées	Complément alimentaire pour chèvres laitières	Distillation des feuilles pour l'extrait, mélange dans la ration alimentaire	Thymol, Carvacrol, Polyphénols	Lait et fromage de chèvre (<i>Murcia al Vino</i>)	10-20% feuilles distillées, 3.75-7.5% feuilles non distillées	Stockage du fromage à 11°C, 82% HR, 45 jours	forte	Inhibition de l'oxydation lipidique, enrichissement en polyphénols
(Nasrin <i>et al.</i> , 2017)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Extraction, pasteurisation	Polysaccharides, phénols, mucilage	Fraises (<i>Fragaria × ananassa</i>)	100% AV gel	Réfrigération (6±1°C, 50±5%)	Très forte	Réduction de la respiration, inhibition des moisissures,

				ion (70°C, 45 min)				RH), 15 jours		maintien de la fermeté et de l'humidité
(Erkan <i>et al.</i> , 2011)	<i>Laurus nobilis</i> (Laurier)	Feuilles	Huile essentielle	Distillation à la vapeur Pressage à froid (<i>Citrus limon</i> (Citron))	1,8-cinéole, α -pinène	Truite arc-en-ciel fumée sous vide	1%	Stockage à 2°C sous vide, 7 semaines	Très forte (<i>Laurus nobilis</i> (Laurier)) Forte (tous le reste)	Bactéricide et antioxydant
	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Romarin)	Feuilles			Carnosol, acide rosmarinique					Antioxydant et inhibiteur de croissance bactérienne
	<i>Nigella sativa</i> (Cumin noir)	Graines			Thymoquinone, p-cymène					Désintégration membranaire
	<i>Citrus limon</i> (Citron)	Zeste			Limonène, β -pinène					Antioxydant et inhibition enzymatique
(Sharma <i>et al.</i> , 2017)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Bourgeons	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	Eugénol, Acétate d'eugényle	Saucisses de poulet fraîches	0.25%	Réfrigération (4°C, 20 jours)	Très forte Moyenne Forte Très forte	Désintégration membranaire bactérienne
	<i>Ocimum sanctum</i> (Basilic sacré)	Feuille			Méthyl chavicol, Linalool		0.125%			Effet antibactérien limité
	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuille			Thymol, Carvacrol		0.125%			Inhibition enzymatique et rupture de la paroi cellulaire
	<i>Cinnamomum cassia</i> (Cassia)	ecorce			Cinnamaldéhyde, Acide cinnamique		0.25%			Désorganisation de la structure cellulaire bactérienne
(Singh <i>et al.</i> , 2022)	<i>Aloe vera</i> + <i>Cinnamomum verum</i> (Cannelle) + <i>Rosa canina</i> (Églantier)	Gel et huiles essentielles	Revêtement comestible	Extraction aqueuse d'Aloe vera, huiles essentielles obtenues par distillation	Polysaccharides, phénols, huiles essentielles (Cinnamaldéhyde, Acides gras insaturés)	Arilles de grenade (<i>Punica granatum</i> cv. 'Bhagwa')	10%-20% Aloe vera + 0.25%-0.50% huile essentielle	Réfrigération (5 $\pm$ 1°C, 95 $\pm$ 2% HR, 15 jours)	Très forte	Réduction de la respiration, maintien des phénols et inhibition microbienne
(Alberio <i>et al.</i> , 2015)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Extraction du gel (Aloe vera Extra, Zuccari, Italie)	Polysaccharides, phénols, mucilage	Raisins de table (<i>Vitis vinifera</i> cv. 'Sugar Dne', 'Victoria', 'Black Magic')	Immersion dans Aloe vera pur	Réfrigération (4°C, 15 jours)	Très forte	Réduction de la respiration, inhibition enzymatique (PPO, PME, β -GAL), ralentissement du brunissement et de la maturation
(Amiri <i>et al.</i> , 2018)	<i>Aloe vera</i> + <i>Camellia sinensis</i> (Thé vert)	Gel et extrait aqueux	Revêtement comestible	Extraction aqueuse, concentration à 45°C	Polysaccharides, phénols, catéchines	Pommes (<i>Malus domestica</i>)	50%, 100%, 150% Aloe vera	Réfrigération (4°C, 16 jours)	Très forte	Réduction de la respiration, inhibition du brunissement

						cv. 'Red Delicious')	+ 5%, 10%, 15% thé vert			enzymatique, limitation de la croissance microbienne
(Martínez-Romero <i>et al.</i> , 2006)	<i>Aloe vera</i>	gel	Revêtement comestible	Gel d'Aloe vera pur dilué 1:3 avec eau distillée	Polysaccharides, phénols, mucilage	Cerises douces (<i>Prunus avium</i> cv. 'StarKing')	Immersion 5 min	Réfrigération (1°C, 95% HR, 16 jours)	Très forte	Réduction de la respiration, inhibition du ramollissement, ralentissement du brunissement et inhibition fongique
(Melo <i>et al.</i> , 2020)	<i>Cymbopogon flexuosus</i> (Lemongrass)	Huile essentielle	Microencapsulée (MEO)	Distillation à la vapeur	α -citral, β -citral	Fromage Coalho	0.25%	Microencapsulation par spray-drying	forte	Action antimicrobienne des citrals
(F. Zaki <i>et al.</i> , 2018)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass)	Huile essentielle	/	Hydrodistillation	Géranial (44.76%), Néral (30.87%), Myrcène (7.59%)	Burger de chameau	1%	Stockage au froid (4°C)	forte	Activité antimicrobienne et antioxydante
(Heydari <i>et al.</i> , 2015)	<i>Mentha longifolia</i> (Horsemint)	Parties aériennes	Huile essentielle	Hydrodistillation	Terpénoïdes, phénols	Filets de carpe à grosse tête	0.5% et 1%	Enrobage à l'alginate de sodium, stockage à 4°C	forte	Antimicrobienne et antioxydant, réduit l'oxydation lipidique et limite la croissance bactérienne
(Geraldo <i>et al.</i> , 2016)	<i>Zataria multiflora</i> Boiss	Huile essentielle	Nanoliposome	Distillation à la vapeur	Thymol (53.2%), Carvacrol (12.4%)	Filets de truite arc-en-ciel	1%, 2%, 4%	Enrobage avec nanoliposomes, stockage à 4°C	Très forte	Antimicrobienne et antioxydant, inhibe la croissance bactérienne et l'oxydation lipidique
(Noordin <i>et al.</i> , 2018)	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle) <i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Citrus aurantifolia</i> (Citron vert)	Huile essentielle	infusion	/	Cinnamaldéhyde Composés soufrés Composés citriques	Crevettes entières	2.5 ml/L 25 ml/L 12.5 ml/L	Trempage, stockage à 4°C	Forte Moyenne faible	Perturbation des membranes bactériennes Inhibition bactérienne modérée Effet antimicrobien limité
(Hamad <i>et al.</i> , 2019)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass) <i>Ocimum × africanum</i> (Basilic citronné)	Partie aérienne	Huile essentielle	Distillation à la vapeur et à l'eau	Geranyl acetate, geraniol, citronellal Estragole, linalool, β -caryophyllène	Filets de poulet	1:1 % v/v	Réfrigération (5 ± 2°C)	Très forte Très forte	Inhibition bactérienne, altération des membranes cellulaires Effet synergique, action

										antibactérienn e renforcée
(Pedrós-Garrido, S <i>et al.</i> , 2019)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass) <i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Thymus vulgaris</i> (Thym) <i>Allium sativum</i> (Ail) <i>Citrus limon</i> (Citron)	Huile essentielle	/	/	Citral Carvacrol, thymol Thymol Composés soufrés Composés citriques	Saumon, cabillaud	0.1-0.4% 0.2% 0.2-0.4% 0.2-0.4% >0.8%	Immersion, stockage à 5°C	Très forte Très forte Forte moyenne	Perturbation des membranes bactériennes Altération de la membrane cellulaire et inhibition enzymatique Effet antimicrobien par déstabilisation membranaire Inhibition bactérienne modérée Effet antimicrobien limité
(Rasini Primoy <i>et al.</i> , 2019)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Feuilles de Salam)	feuille	Extrait éthanolique	Macération (éthanol 70%)	Flavonoïdes, tanins, eugénol, citral	Saucisses de bœuf	500-1500	Stockage à température ambiante	Très forte	Inhibition de l'oxydation lipidique, activité antioxydante
(Jati, 2021)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Feuilles de Salam)	feuille	jus	Infusion et filtration	Phénols, flavonoïdes, tanins	Œufs de canard salés fumés	25-100%	Trempage avant fumage	forte	Inhibition de l'oxydation des lipides, effet antimicrobien
(Serukalut hur Balaji <i>et al.</i> , 2024)	<i>Origanum vulgare</i> (Origan) <i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass) <i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle) <i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Huile essentielle	/	/	Carvacrol, thymol Citral Cinnamaldéhyde Eugénol	Lait maternel congelé	625 2500/5000 1250-2500 2500	γ-Irradiation + formulation antimicrobienne	Forte Moyenne Forte moyenne	Perturbation des membranes bactériennes Effet antibactérien modéré Désorganisation de la membrane cellulaire Effet antibactérien modéré
(Wahyudi <i>et al.</i> , 2021)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Feuilles de Salam)	feuille	Extrait acétonique fractionné à l'acétate d'éthyle	Macération 3x24h	Cyclohexanol, galactose, fructose, pyran, furan, morpholine	Huile de cuisson en vrac	0.8%	Stockage à température ambiante	forte	Inhibition de l'oxydation des lipides, augmentation de la stabilité de l'huile
(Faheem <i>et al.</i> , 2022)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass)	Parties aériennes	Huile essentielle	Distillation à la vapeur	Citral (>45%), myrcène,	Fruits, légumes, viandes,	Variable selon l'aliment	Nanoencapsulation, films	Très forte	Perturbation des membranes

					linalool, limonène	produits laitiers		comestibl es, microému lsions		cellulaires, inhibition enzymatique, effet antioxydant
(Suada <i>et al.</i> , 2018)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Feuilles de Salam)	feuille	extrait aqueux	Décoction	Tanins, flavonoïdes, huiles essentielles	Viande de bœuf (Bali)	5-15%	Trempage pendant 20 min, stockage à température ambiante	forte	Inhibition de la croissance bactérienne, réduction de l'oxydation lipidique
(Kieling <i>et al.</i> , 2021)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass)	feuille	Extrait hydro-éthanolique	Macération avec éthanol 95% et filtration	Composés phénoliques (acides phénoliques, flavonoïdes, tanins)	Blanc de poulet cuit et effiloché	1%	Conditionnement sous vide, stockage à 4°C	forte	Inhibition de l'oxydation lipidique, stabilisation physico-chimique du produit
(Agustina <i>et al.</i> , 2017)	<i>Syzygium polyanthum</i> (Feuilles de Salam)	feuille	extrait aqueux	Décoction (90-100°C, 15 min)	Huiles essentielles, flavonoïdes, tanins	Viande de porc (loin)	5-15%	Trempage (15 min), stockage à température ambiante (28°C)	forte	Stabilisation du pH, maintien de la couleur et de la texture, inhibition de l'oxydation lipidique
(Achar <i>et al.</i> , 2020)	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Bourgeons	Huile essentielle	/Eugénol (83.25%)	/	Arachides	500-2000	Incorporation dans l'aliment	Très forte	Perturbation de la morphologie cellulaire, inhibition de la production d'aflatoxines
	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuille		Thymol			1000		Forte	Inhibition de la croissance fongique
	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass)	Feuille		Citral			2000		Forte	Inhibition de la croissance fongique
	<i>Cinnamomum verum</i> (Cannelle)	ecorce		Cinnamal déhyde			2000		forte	Effet antifongique et inhibition de la production d'aflatoxines
(Božik <i>et al.</i> , 2017)	<i>Cymbopogon citratus</i> (Lemongrass)	Feuille	Huile essentielle en phase vapeur	Hydrodistillation	Citral (40%)	avoine	125-500	Vaporisation dans un contenant fermé	Très forte	Inhibition de la croissance fongique et de la sporulation
	<i>Origanum vulgare</i> (Origan)	Feuille			Carvacrol (70%)				Très forte	Désorganisation de la membrane cellulaire
	<i>Thymus vulgaris</i> (Thym)	Feuille			Thymol (44%)				Très forte	
	<i>Syzygium aromaticum</i> (Clou de girofle)	Bourgeons							Forte	Effet antifongique puissant,

	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> (Cannelle) <i>Zingiber officinale</i> (Gingembre)	Écorce Rhizome			Eugénol (78%) Cinnamaldéhyde (72%) Zingibérène (32%)				Forte moyenne	inhibition de la sporulation Perturbation des membranes fongiques Inhibition de la croissance fongique Effet antifongique modéré
(Vodnar, 2012)	<i>Camellia sinensis</i> (Thé vert) <i>Camellia sinensis</i> (Thé noir)	feuille	Extrait aqueux	Infusion à 100°C	EGCG, EGC, ECG, EC, C, CA	Steak de jambon sous vide	2-4%	Film plastique en chitosane, stockage à 4°C	Très forte forte	Inhibition de la croissance de <i>Listeria monocytogenes</i>
(Price <i>et al.</i> , 2013)	<i>Thé vert</i> (TCE) <i>Pépins de raisin</i> (GSE)	Feuille Pépins	Extrait hydro-soluble	/	Catéchines, flavonoïdes Procyanidines, tanins	Boulettes de viande de porc	300 mg/kg de viande	Réfrigération à 4°C (16 jours)	Très forte forte	Inhibition de l'oxydation lipidique et activité antimicrobienne
(Weerakkody <i>et al.</i> , 2011)	<i>Alpinia galanga</i> Galanga <i>Rosmarinus officinalis</i> Romarin <i>Eucalyptus staigerana</i> Lemon iron bark Mélange	Rhizome, feuilles	Extraits hydro-alcooliques (éthanol) et hexane pour galanga	Cryobroyage et extraction par solvant	/	Crevettes cuites prêtes à manger	5 mg/ml galanga + 10 mg/ml romarin + 2.5 mg/ml lemon iron bark 5 mg/ml galanga + 10 mg/ml romarin	Emballage sous vide, stockage à 4°C et 8°C (16 jours)	Moyenne moyenne	Inhibition de la croissance des bactéries d'altération, réduction de l'oxydation lipidique Inhibition de la croissance des bactéries d'altération, réduction de l'oxydation lipidique
(Sivarooan <i>et al.</i> , 2007)	Pépins de raisin (GSE) Pépins de raisin (GSE) + Nisine	Pépins Pépins + Bactériocine	Extrait hydro-alcoolique (1%) Extrait hydro-alcoolique + peptide antimicrobien	/	Épicatéchine, catéchine, acide gentisique, acide syringique Épicatéchine, catéchine, acide gentisique, acide syringique + Nisine	Saucisses de dinde	1% GSE seul ou combiné avec 6,400 IU de nisine 1% GSE + 6,400 IU de nisine	Stockage sous vide à 4°C et 10°C (28 jours)	Moyenne Très forte	Liaison aux protéines de la paroi cellulaire, altération de la membrane cytoplasmique Synergie entre la perturbation de la membrane (GSE) et l'inhibition de

										la synthèse de la paroi bactérienne (nisine)
(Jovanovic <i>et al.</i> , 2016)	Huile essentielle de menthe huile essentielle de thym	/	Film composite	Dissolution dans l'acide acétique (1%)	Polysaccharides (chitosane) Polysaccharides + composés de l'huile de menthe Polysaccharides + composés de l'huile de thym	Chou râpé	Film de chitosane 0.5%, 1% et 2% 0.5% chitosane + 0.2% huile de menthe 0.5% chitosane + 0.2% huile de thym	Stockage à 4°C (6 jours)	Forte Très forte Très forte	Liaison aux membranes bactériennes, perturbation de la transcription de l'ARN et des protéines Effet synergique du chitosane et des huiles essentielles contre <i>Listeria monocytogenes</i> Effet synergique du chitosane et des huiles essentielles contre <i>Listeria monocytogenes</i>
(Hayrapetyan <i>et al.</i> , 2012)	<i>Punica granatum</i> Grenade	écorce	Extrait méthanolique	Extraction avec 80% méthanol, puis solvant (méthanol /éthanol/eau)	Acide gallique, acide ellagique, tanins ellagiques	Pâté de viande	7.5% v/v (24.7 mg/ml de PE3)	Stockage à 4°C, 7°C et 12°C (46 jours)	Très forte à 4°C, moyenne à 7-12°C	Désorganisation de la membrane bactérienne, chélation des nutriments, inhibition enzymatique
(Cadet. M <i>et al.</i> , 2013)	<i>Punica granatum</i>	peau	Extrait méthanolique	Extraction avec 80% méthanol	Polyphénols, acide gallique, acide ellagique, tanins	Pâté de viande	7.5% v/v (24.7 mg/ml)	Réfrigération à 4°C, 7°C et 12°C (46 jours)	Très forte à 4°C, moyenne à 7-12°C	Désorganisation de la membrane bactérienne, chélation des nutriments, inhibition enzymatique
(Perumalla <i>et al.</i> , 2013)	<i>Camellia sinensis</i> <i>Vitis vinifera</i> Mélange	Feuille Pépins Feuilles + Pépins	Extrait hydro-alcoolique	/	Catéchines, flavonoïdes Procyanidines, flavonoïdes Catéchines, flavonoïdes, procyanidines	Hot-dogs (poulet et dinde)	0.35% GTE (remplacement partiellement conservateurs chimiques) 0.22% GSE	Stockage sous vide à 4°C (28 jours)	Forte Forte Très forte	Altération de la membrane bactérienne, inhibition enzymatique Altération de la membrane bactérienne, inhibition enzymatique

							0.35% GTE + 0.22% GSE			Effet combiné sur la perméabilité membranaire et la régulation enzymatique
(Rimini <i>et al.</i> , 2014)	<i>Thymus vulgaris</i> <i>Citrus sinensis</i>	Feuilles (thym), zeste (orange)	Huile essentielle	Hydrodistillation	Thymol, carvacrol, limonène, γ -terpinène, myrcène	Poulet mariné (filet et ailes)	0.05% v/v d'un mélange 1:1 (thym + orange)	Réfrigération à -18°C (12 et 90 jours)	Très forte (réduction de l'oxydation lipidique)	Piégeage des radicaux libres, inhibition de l'oxydation des lipides
(Tengilimoglu-Metin & Kizil, 2017)	<i>Crataegus spp</i>	fruits	Extrait aqueux	/	Polyphénols		0.5% et 1%	Cuisson à la poêle et au four à 150, 200 et 250°C	Très forte	Inhibition de la formation des amines hétérocycliques (HAAs) lors de la cuisson
(Youssef <i>et al.</i> , 2021)	<i>Laurus nobilis</i> <i>Moringa oleifera</i> <i>Olea europaea</i>	feuille	Extrait aqueux Extrait hydro-alcoolique Extrait hydro-alcoolique	Séchage sous vide, broyage, infusion Macération dans une solution éthanol-eau (7:3) Macération dans éthanol pendant 48h	Flavonoïdes, phénols, alcaloïdes Phénols, caroténoïdes, flavonoïdes Oleuropéine, flavonoïdes, tyrosol, hydroxytyrosol	Filet de poulet cru	1%	Réfrigération à 4°C (16 jours)	Très forte Forte moyenne	Inhibition de l'oxydation lipidique et réduction de croissance bactérienne Effet antimicrobien et antioxydant grâce aux polyphénols Effet antimicrobien et inhibition de l'oxydation des lipides
(Y. K. Kim, 2020)	<i>Capsicum annuum L</i>	graines	Poudre et huile	Broyage, macération avec huile d'olive (1:5)	Capsaïcinoïdes, acides gras (linoléique, oléique)	Saucisses de poulet	1% poudre + 7% huile	Réfrigération à 4°C (14 jours)	forte	Réduction de l'oxydation lipidique, amélioration du goût et de la texture

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة سعد دحلب البليدة 1



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Saad Dahlab Blida-1



Faculté des Sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie

Mémoire de Master

Spécialité : Biochimie

**Développement d'une formulation filmogène pour la conservation des
aliments à base d'extraits de plantes : *Oléa europea*, *Punica granatum* et
Moringa oleifera.**

Par

ELMAIZI Merouane Abderezak
CHIKH Sid ahmed

Devant le jury compose de :

Mme HAMZI.W
Mme Tobal.S
Mr Nait Bachir.Y

Maitre de conférences A
Maitre Assistant A
Maitre de conférences A

USDB1
USDB1
USDB1

Présidente
Examinatrice
Promoteur

Soutenu le 13/07/2025

2024-2025