

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen-
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Biologie

Laboratoire de recherche

« Antibiotiques, Antifongiques : Physico-chimie, Synthèse et Activité Biologique »

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention d'un diplôme de Master

Domaine : SNV

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie

Thème

**Etude bibliographique sur quelques activités
biologiques d'*Elettaria cardamomum***

Présenté par : M^{elle} *Attia Fatima Zohra*

Soutenue devant le jury : 04 juillet 2021

Mr AZZI R.	Professeur	Président	Université de Tlemcen
M ^{me} ADIDA H.	MCB	Examinatrice	Université de Tlemcen
M ^{me} BELKACEM N.	MCB	Encadreur	Université de Tlemcen

Année Universitaire : 2020-2021

REMERCIEMENT

Avant toute chose, je remercie Allah le tout puissant, qui m'a donné la volonté, et la patience d'accomplir ce travail.

*En premier lieu je tiens à remercier chaleureusement **M^{me} Belkacem N.** maître de conférences au département de biologie, Université de Tlemcen, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour ses conseils et encouragements tout le long de la réalisation de ce mémoire.*

*Je remercie les membres du jury pour l'honneur qu'ils j'ai fait en acceptant d'évaluer et de juger ce travail, tout particulièrement **Mr Azzi R.** Professeur au département de biologie de l'université de Tlemcen en qualité de président, ainsi **Mme Adida H.** maître de conférences au département de biologie de l'université de Tlemcen qu'a examinatrice du jury.*

*Je remercie l'ensemble des enseignants de notre faculté qui ont toujours guidé de mon parcours éducatif
Enfin, je tiens également à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

Vous avez mes sincères salutations, appréciation et remerciements.

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de gratitude :

À ma chère mère pour sa tendresse, son amour, son affection, sa patience, et ses valeureux conseils durant mes années d'études.

À mon père pour son soutien, sa gentillesse, son aide et sa confiance et surtout pour sa noblesse infinie. Que Dieu les gardes en bonne santé toujours.

À mes chères sœurs et mes adorables frères pour leurs permanentes présences à mes côtés

À toute ma famille Attia

À toutes mes amies qui ont cru en moi et qui ont toujours encouragé, et avec qui j'ai passé des années inoubliables

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci

Fatima Zohra

ملخص

هذا العمل هو جزء من دراسة بيليوغرافية لثلاثة أنشطة بيولوجية (مضادة للأكسدة، مضادة للسكري ومضادة للالتهابات) للنبات الطبي (الهيل) من عائلة الزنجبيليات من جنوب آسيا. تظهر البيانات التي تم تحليلها أن مستخلص الهيل هو مصدر جيد لمضادات الأكسدة كالفينولات و الفلافونويد و في الواقع استخدام الهيل الأخضر في النظام الغذائي لا يعطي نكهة للغذاء فحسب ، بل يساعد أيضا على القضاء على الجذور الحرة، الحد من الشيخوخة الخلوية ، تنظيم نسبة السكر في الدم و يقلل من الالتهاب.

الكلمات المفتاحية: الهيل الأخضر ،نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للسكري،نشاط مضاد للالتهابات.

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude bibliographique de trois activités biologiques (antioxydante, antidiabétique et anti-inflammatoires) de la plante médicinale *Elettaria cardamomum* de la famille des zingibéracées originaire de l'Asie du sud. Les données analysées montrent que les extraits d'*E. cardamomum* révèlent une bonne source d'antioxydants y compris les composés phénoliques et les flavonoïdes. En effet l'utilisation de la cardamome verte dans l'alimentation non seulement donne de la saveur aux aliments, mais aussi aide à éliminer les radicaux libres, réduisant le vieillissement cellulaire, améliore la glycémie et réduit l'inflammation.

Mot clés : *Elettaria cardamomum*, activité antioxydante, activité antidiabétique activité anti-inflammatoire.

Abstract

This work is part of the research of three biological activities (antioxidant, antidiabetic and anti-inflammatory) of the medicinal plant *Elettaria cardamomum* of the zingiberaceae family native to South Asia. The analyzed results show that the extract of *E. cardamomum* reveals a good source of antioxidants including phenolic compounds and flavonoids, therefore exhibiting high antioxidant activity. Indeed the use of green cardamom in the diet not only gives flavor to foods, but also helps to eliminate free radicals, reducing cellular aging, improves blood sugar and reduces inflammation.

Keywords: *Elettaria cardamomum*, Antioxidant activity, antidiabetic activity, anti-inflammatory activity.

Liste des figures

Figure n°01 : Carte montrant les zones de culture de cardamome dans la région occidentale des Ghâts du sud de l'Inde	4
Figure n°02 : La plante d' <i>Elettaria cardamomum</i>	5
Figure n°03 : Les fleurs de la cardamome	6
Figure n°04 : Les fruits de la cardamome	6
Figure n°05 : Les graines et les capsules de la cardamome	7
Figure n°06 : Les variétés de cardamome	9

Liste des tableaux

Tableau n°01: Les différents cultivars de la vraie cardamome en Inde <i>E. cardamomum</i>	8
Tableau n°02 : Variation de teneur en huile essentielle des graines d' <i>E. cardamomum</i>	10
Tableau n°03 : Les activités biologiques d' <i>E. cardamomum</i>	11

Sommaire

Introduction	1
Etude bibliographique	
Chapitre I : <i>Elettaria cardamomum</i>	
1. Historique	4
2. Définition	4
3. Répartition géographique	4
4. Classification botanique	5
5. Description de la plante	5
6. Variétés d' <i>Elettaria cardamomum</i>	7
7. Culture de la cardamome	9
8. Composition chimique	9
9. Utilisation traditionnelle d' <i>E. cardamomum</i>	10
9.1. Culinaires	10
9.2. Parfumeries et cosmétiques	10
9.3. Aromathérapie	10
10. Activités biologiques de la plante <i>E. cardamomum</i>	11
Chapitre II : Quelques activités biologiques d'<i>E. cardamomum</i>	
1. Activité antioxydante et antidiabétique	15
1.1. Introduction	15
1.2. Quelques travaux sur l'activité antioxydante d' <i>E. cardamomum</i>	15
1.3. Quelques travaux sur l'activité antidiabétique d' <i>E. cardamomum</i>	20
1.4. Conclusion	23
2. Activité anti-inflammatoire	24
2.1. Introduction	24
2.2. Quelques travaux sur l'activité anti-inflammatoire d' <i>E. cardamomum</i>	24
2.3. Conclusion	31
Conclusion générale	33
Références bibliographiques	35

Introduction

Les plantes et leurs métabolites secondaires jouent un rôle crucial et important dans la vie humaine en particulier ceux qui sont utilisés en médecine traditionnelle ou comme aliments en raison de leurs propriétés curatives et nutritionnelles. Parmi ces plantes les gingembres qui sont connues dans le monde entier grâce à ses odeurs et ses goûts distinctifs. Elles sont souvent utilisées comme épices dans la cuisine mais aussi dans diverses industries (pharmaceutiques, médicales et cosmétiques) en raison de leur activité biologique prouvée (**Barbosa et al., 2017 ; Jaradat et al., 2017 ; Zhang et al., 2020**).

Elettaria cardamomum communément appelée petite cardamome est une plante vivace herbacée appartient à la famille du Zingibéracée (gingembre) populairement connue sous le nom de « Reine des épices ». Elle est la troisième épice la plus précieuse après la vanille et le safran. Les fruits et les graines de cette plante sont des sources d'épices très célèbres et coûteuses partout dans le monde. Ils ont de multiples avantages pour la santé (**Garg et al., 2016 ; Nadiya et al., 2017**).

La cardamome est riche en huiles essentielles, flavonoïdes, caroténoïdes, terpènes, acides gras, pigments, protéines, cellulose, sucres. Traditionnellement, la cardamome été utilisée pour traiter différents troubles, tels que les infections des gencives, l'asthme, les nausées, les cataractes, la sensation de brûlure, la grippe et la toux et les maladies cardiaques, digestives et rénales. Elle possède diverses activités pharmacologiques tels que: antidiabétiques, diurétiques analgésiques, insecticides, anti-inflammatoires et antioxydantes (**Aghasi et al., 2018 ; Anwar et al., 2016 ; Elguindy et al., 2016**).

Ce travail est une synthèse bibliographique de quelques activités biologiques de la plante *E. cardamomum*. Il est composé de deux chapitres :

- ✚ Le premier est consacré à une étude bibliographique sur la plante d'étude.
- ✚ Le deuxième traite quelques articles qui consistent à étudier l'activité antioxydante, antidiabétique et anti-inflammatoire de la plante d'étude.

Etude

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I :

Elettaria cardamomum

1. Historique

Le nom botanique de cardamome, *Elettaria cardamomum*, provient du mot tamoul « Elettari » pour « pierres de cardamome ». La cardamome est utilisée en Inde depuis les temps anciens où elle est mentionnée dans les anciens textes ayurvédiques indiens. L'écrivain indien Susvta (vers le XVIIIe siècle) mentionne la cardamome sous le nom Sanskrit « Ela ». Elle a grandi dans les jardins du roi de Babylone en (720 avant Jésus-Christ) (**Garbers & Scheller, 2013 ; Shah & Seth, 2010 ; Jadav & Mehta, 2018**).

2. Définition

Elettaria cardamomum est une plante herbacée à rhizome faisant partie de la famille des zingibéracées connu sous le nom de petite cardamome, cardamome verte, ou cardamome vrai cultivée en Inde dont les fruits sèches produisent l'épice du même nom (**Govindarajan et al., 1982**).

3. Répartition géographique

E. cardamomum est originaire des forêts montagneuses de l'Inde et du Sri Lanka. Elle est également cultivée en Guatemala, Thaïlande, Salvador, l'Indonésie, l'archipel malais, Vietnam, Mexique, Papouasie-Nouvelle-Guinée, Laos, Cambodge et en Tanzanie et d'autres pays. Les plus grandes régions en croissance en Inde sont le Kerala suivi par le Karnataka et le Tamil Nadu (**Cyriac & Aghasi, 2018 ; Parthasarathy & Kandiannan, 2007**), (**Fig. n°01**).

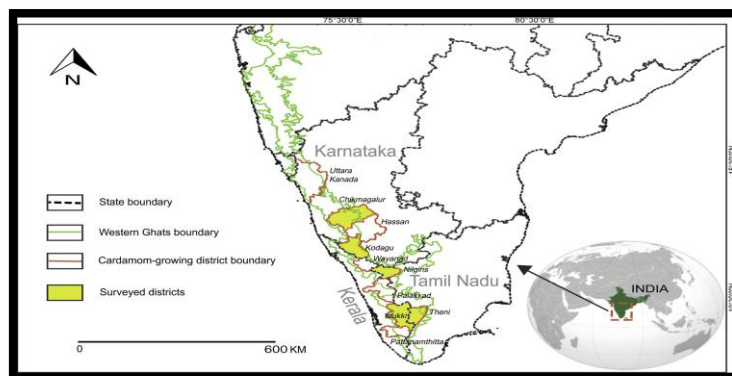


Figure n°01 : Carte montrant les zones de culture de cardamome dans la région occidentale des Ghâts du sud de l'Inde (**Kanagavel et al., 2017**).

4. Classification botanique

Le Service de conservation des ressources naturelles du département de l'Agriculture des États-Unis fournit la description taxonomique de la cardamome (*Elettaria cardamomum*) comme suit (Tambe & Gotmare, 2019) :

- Règne : *Plantæ*
- Embranchement : *Magnoliophyta*
- Classe : *Liliopsida*
- Sous-classe : *Zingiberidæ*
- Ordre : Zingibérales
- Famille : *Zingiberaceæ*
- Genre : *Elettaria Maton*
- Espèce : *Elettaria cardamomum* ; *cardamom*

5. Description de la plante

Elettaria cardamomum est une plante vivace à gros rhizomes superficiels, ramifiés, horizontaux et subligneux d'une hauteur élevée, avec un porte-greffe incliné et deux croissances aériennes distinctes les pousses de feuilles et de fleurs. Les feuilles sont disposées en deux rangées avec une gaine allongée, la plupart du temps sans tige, elles sont de couleur vert foncé, glabre et pubescent. L'inflorescence est un panicle de tête comme pointe avec beaucoup ou peu de fleurs (Govindarajan *et al.*, 1982) (Fig. n°02).



Figure n°02: La plante *Elettaria cardamomum*

<https://jardinage.ooreka.fr/plante/voir/1455/cardamome>

Dans le genre *Elettaria*, les fleurs sont des panicules à longues tiges constituées de spirales à fleurs multiples. Elles sont violette pâle ou blanches produites sous forme d'un pic vaste de 30 à 60 cm de taille (Victor Preedy, 2015) (Fig. n° 03).



Figure n°03: les fleurs de la cardamome

<https://www.flickr.com/photos/tomandlouisa/6280725561>

Les fruits sont ovoïdes ou presque globulaire, non éthiques, charnues tant qu'elles sont vertes et coriaces tant qu'elles sont sèches. Elles germent en grappes vastes, rudes ou épais (Jadav & Mehta, 2018), (Fig. n °04).



Figure n °04 : les fruits de la cardamome

<https://www.ducros.be/fr-be/le-secret-des-epices/origine/la-cardamome>

La capsule sèche est de forme ovoïde avec des lignes de crête longitudinale clairement reconnaissables et pointe de couleur verte ou jaune verdâtre (1 à 2 cm de long) elle contient environ 15 à 20 graines noires et brunes (Victor Preedy, 2015) (Fig. n°05).



Figure n°05: les graines et les capsules de la cardamome

<https://jardinage.lemonde.fr/dossier-2785-cardamome-bonne-digestion.html>

6. Variétés d'*Elettaria cardamomum*

La cardamome est classée en trois types en fonction de la nature des panicules et même la zone de culture. Selon la littérature : Malabar (panicules prostrées), Mysore (panicules droites) et Vazhukka (panicules partiellement prostrées), ce dernier hybride entre Malabar et Mysore (**Ankegowda *et al.*, 2015 ; Jose *et al.*, 2021**), (**Tabl. n°01**).

Tableau n°01 : Les différents cultivars de la cardamome en Inde *Elettaria cardamomum* (L.) Maton, var. minuscula Burkill (Poirel, 2017).

CULTIVARS	Hauteur	Feuilles	Panicules	Floraison	Capsules
Malabar	2 à 3 m	5 x 30/45 cm Glabres sur leur surface supérieure Pubescentes sur leur surface inférieure	Prostrées	Précoce Courte	10 à 20 mm Rondes ou oblongues Très côtelées Vert jaunâtre
Mysore	3 à 5 m	10 x 50 cm Glabres sur les deux faces	Droites	Tardive Longue	20 mm Allongées, triangulaires Côtelées Bien vertes
Vazhukka	3 à 5 m	Intermédiaire	Partiellement prostrées	Tardive Longue	15 mm Rondes ou oblongues Côtelées Vert pâle

Malabar : cette classe est bien acclimatée pour une altitude inférieure de 600-1000m au-dessus du niveau de la mer (Tabl. n°01). Les plantes atteignent 2-3m de hauteur à maturité. Les panicules sont carrément prostrées (Fig. n°06). Il peut fleurir même dans de faibles conditions de pluie dans le Kerala et le Tamil Nadu. Les capsules sont globalement rondes étant d'environ 18 mm de longueur (Ashokkumar *et al.*, 2020).

Mysore : cette classe est acclimatée à une altitude allant de 900 à 1200m au-dessus du niveau de la mer (Tabl. n°01). Les plantes atteignent une hauteur de 3 à 4 m à maturité. Les panicules sont complètement dressées (Fig. n°06). Il est bien adapté aux régions du Kerala et du Karnataka avec des précipitations réparties. Les capsules sont côtelées étant d'environ 21mm de longueur (Ashokkumar *et al.*, 2020).

Vazhukka : est un hybride naturel entre les types Mysore et Malabar. Il présente des aspects intermédiaires des deux. Il est bien acclimaté aux altitudes allant de 900 à 1200m au-dessus

du niveau de la mer (**Tabl. n°01**). Les plantes sont robustes avec des panicules semi-dressées (**Fig. n°06**). Les capsules sont généralement ovoïdes (**Ashokkumar et al., 2020**).

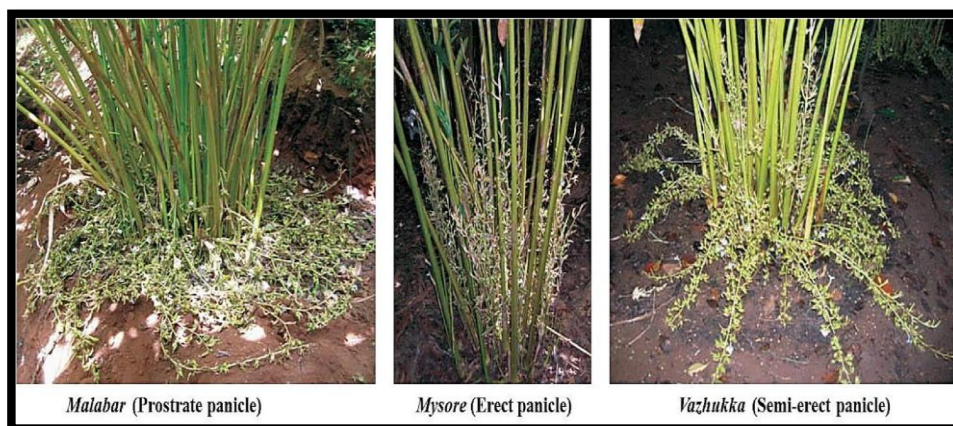


Figure n°06 : Les variétés de cardamome (**Ashokkumar et al., 2020**)

7. Culture de la cardamome

La cardamome est une plante ombragée très sensible au climat. Elle est cultivée dans les zones tropicales humides et chaudes, sur une altitude de 600 à 1200 m au-dessus du niveau de la mer avec des précipitations annuelles de 1500 à 4000 mm et une gamme de température de 10 à 35°C. Elle nécessite un sol fertile de pH acide (4,2 à 6,8) riche en humus, matière organique, potassium et en azote et faible à moyenne teneur en phosphore. La cardamome peut être propagée végétativement par division de la racine au printemps et en été ou par semis en automne (**Das, 2014 ; Dhakal et al., 2012; Kuriakose et al., 2009 ; Zakir, 2019**).

8. Composition chimique

Le dépistage phytochimique préliminaire d' *E. cardamomum* a révélé la présence de carbohydrates, flavonoïdes glucides, glycosides, phénols et triterpénoïdes. Les feuilles et les capsules contiennent des niveaux importants de phosphore, de magnésium de potassium et des métabolites importants sur le plan nutritionnel de cardamome qui comprennent les flavonoïdes (catéchine, merycétine, quercétine et kaempferol) et les caroténoïdes (lutéine et β -carotène) (**Ashokkumar et al., 2019 ; Rubab Anjum et al., 2021**).

La quantité d'huile volatile dans les graines varie selon les conditions de stockage elle peut être augmentée jusqu'à 8%. Le profilage de l'huile essentielle des graines de cardamome donnaient principalement 28,94 à 34,91% de 1,8 cinéole, 12,47 à 14,89% de α -terpinéol, 11,17-13 a 50 % de sabinene, 3,69 à 6,10 % de stérol, 1,43 à 2,97 % de le β -linalool, 1,15 à 2,42 % de α -pinène (**Murugan et al., 2019; Yashin et al., 2017**), (**Tabl. n°02**).

Tableau n°02 : Variation de teneur en huile essentielle des graines de *E.cardaomomum* (Bertile et al., 2001).

Durée et condition de conservation	% d'huile essentielle
Graines extraites à la récolte	4,8
Graines extraites de capsules stockées à l'air 14 mois	2,9
Graines extraites à la récolte conservées 6 semaines à l'air	2,4
Graines extraites à la récolte et conservées 14 mois à l'air	1,0

9. Utilisation traditionnelle d'*E. cardamomum*

9.1. Culinaires

➤ dans les plats

La cardamome est largement utilisée dans la cuisine indienne et dans les cookies allemands. Les Scandinaves utilisent encore les huiles de la cardamome pour pimenter leur pâtisserie. Les graines sont utiles comme poudre ou légumineuses entières dans les mélanges d'épices comme les currys, les aliments cuits au four et les confiseries, les produits carnés, comme saveurs dans les biscuits et les crèmes anglaises (Kumari & Rao, 2015 ; Korikanthimathm et al., 2000).

➤ dans les boissons

En Arabie Saoudite et au Proche-Orient, la cardamome est largement utilisée dans la préparation de café arabe, et comme ingrédient aromatisant dans certains théset tisanes (Baytop, 1984 ; Abu-Taweel, 2018).

9.2. Parfumeries et cosmétiques

La cardamome est considérée comme l'une des épices les plus fortes du point de vue aromatique. Elle combine l'odeur épicée et aromatique telle qu'elle est utilisée dans la fabrication de nombreux parfums et déodorants. L'huile de cardamome entre dans la fabrication de certaines crèmes, savons et autres cosmétiques (Ajmera et al., 2018 ; Jacob & Vinod, 2021 ; Misar et al., 2008).

9.3. Aromathérapie

L'huile de cardamome est également utilisée en aromathérapie comme remède digestif pour soulager les flatulences, les brûlures d'estomac, les nausées, l'indigestion et les coliques.

En raison de ses propriétés réparatrices, il est également connu pour traiter la fatigue physique et mentale (Velizar Gochev *et al.*, 2012).

10. Activités biologiques d'*E. cardamomum*

Les huiles et les extraits de cardamome ont divers effets biologiques, y compris antioxydant, anticancéreux, antibactérien et autres activités diverses (Ashokkumar *et al.*, 2020) (Tabl. n°03).

Tableau n° 03 : Activités biologiques d'*E. cardamomum*

Activités	Effets	références
Antibactérienne	Les extraits des fruits d' <i>E. cardamomum</i> sont efficaces contre plusieurs bactéries pathogènes humaines.	(Sharafati-Chaleshtor & Sharafati-Chaleshtori, 2017)
Antimicrobienne et antifongique	L'huile essentielle de cardamome verte permet d'inhiber les biofilms microbiens et les micro-organismes multi résistants.	(Zhang <i>et al.</i> , 2021)
Insecticide	L'huile essentielle d' <i>E cardamomum</i> est utilisée pour la lutte contre les insectes nuisibles dans les produits stockés.	(Abbasipour <i>et al.</i> , 2011)
Antioxydante	Les capsules et les graines de cardamome sont riches en substances antioxydantes.	(Alam <i>et al.</i> , 2019 ; Bano <i>et al.</i> , 2016; Sharafati-Chaleshtor & Sharafati-Chaleshtori, 2017; Winarsi & Yuniaty, 2019)
Hypo-lipidémique	Les suppléments de poudre de cardamome diminuent le taux total de cholestérol et de triglycérides.	(Rahman <i>et al.</i> , 2017)
Antidiabétiques	La cardamome verte riche en flavonoïdes qui contribuent à réduire la résistance a l'insuline en diminuant le stockage des tissus adipeux.	(Aghasi <i>et al.</i> , 2018 ; Ahmed <i>et al.</i> , 2017 ; Al-Yousef <i>et al.</i> , 2021 ; Cheshmeh <i>et al.</i> , 2021)
Anti-inflammatoire	Les suppléments de cardamome réduisent les biomarqueurs inflammatoires.	(Cheshmeh <i>et al.</i> , 2021 ; Daneshi-Maskooni <i>et al.</i> , 2018 ; Gomaa <i>et al.</i> , 2019 ; Nithya, 2018; Zahedi <i>et al.</i> ,

		2021)
Immuno modulatrice	L'huile essentielle de cardamome montre une efficacité dans la lutte contre la campylobactériose aiguë et la prévention de la morbidité post-Infectieuse. La cardamome peut être considérée comme un booster immunitaire pour les patients souffrant de diverses maladies virales telles que COVID-19.	(Heimesaat <i>et al.</i> , 2021) (Al-Janaby <i>et al.</i> , 2020)
Anticancéreuse	L'extrait de cardamome permet d'initier l'apoptose dans les cellules cancéreuses	(Almeer <i>et al.</i> , 2021)
Antiulcéreuse	L'essence de cardamome est un médicament anti-ulcère commun pour guérir les troubles gastro-intestinaux.	(Al-Janaby <i>et al.</i> , 2020)
Anti-hypertensive	<i>E. cardamomum</i> diminue considérablement l'hypertension artérielle (HTA).	(Jadav & Mehta, 2019)
Anti-addictive	La cardamome est utilisée contre la dépendance à la cigarette.	(Jadav&Mehta, 2019)
Anxiolytique	La quercétine d' <i>E. cardamomum</i> a des effets anxiolytiques.	(Masoumi-Ardakani <i>et al.</i> , 2017)
Anti-asthme	La cardamome est un remède précoce utilisée pour traiter la respiration terrible.	(Al-Janaby <i>et al.</i> , 2020)
Cardio-adaptogène	La cardamome a un effet protecteur contre les blessures myocardiques.	(Gazia & El-Magd, 2018)
Dermatologique	Les monoterpènes cycliques d' <i>E. cardamomum</i> augmentent la perméation de la peau pour certains médicaments.	(Jadav&Mehta, 2019)
Lésions rénales	Les propriétés antioxydantes des cardamomes réduisent les lésions rénales causées par la gentamicine.	(Elkomy <i>et al.</i> , 2015)

Dysfonctionnement Hépatique	Les suppléments de cardamome empêchent le dysfonctionnement hépatique.	(Aboubakr & Abdelazem, 2016)
Effet tonique	L'huile essentielle de cardamome stimule l'ensemble de notre système. En cas de dépression ou de fatigue.	(Jadav & Mehta, 2019)
Au niveau buccodentaire	Les huiles essentielles de cardamome désinfectent la cavité buccale de tous les germes.	(Jadav & Mehta, 2019)

*Chapitre II : Quelques
activités biologiques
d'Elettaria cardamomum*

1. Activité antioxydante et antidiabétique

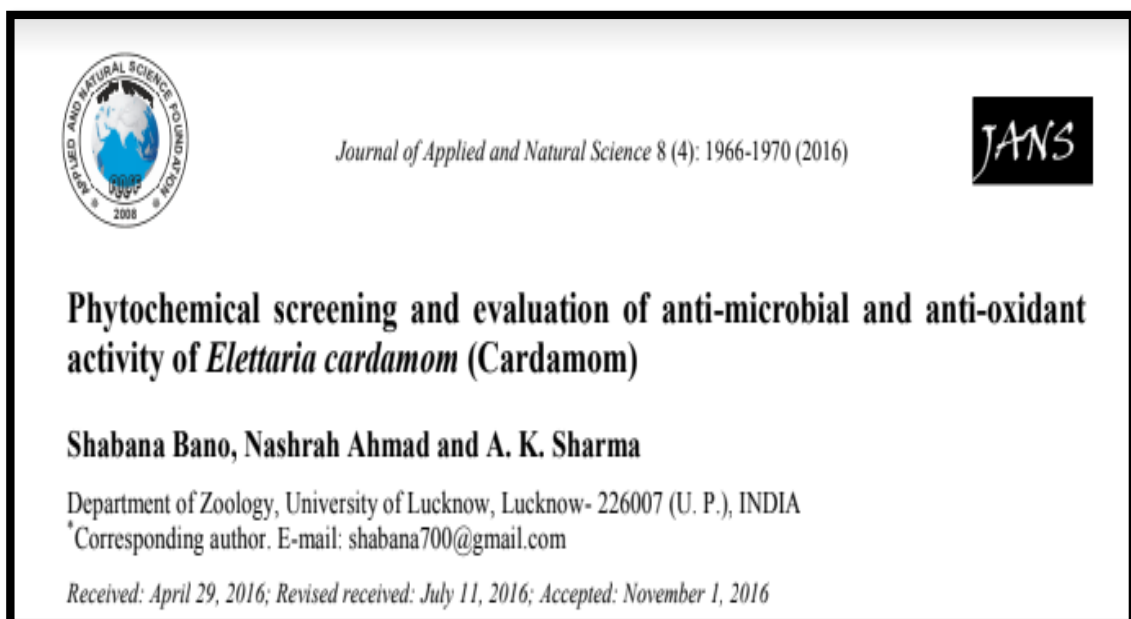
1.1. Introduction

Dans le monde entier, il ya une demande croissante d'antioxydants naturels. L'huile essentielle des fruits d'*E. cardamomum* pourrait être une source alternative de médecine antioxydante. Elle agit comme un antioxydant en aide à éliminer les radicaux libres, réduisant ainsi le vieillissement cellulaire. Le potentiel antioxydant de la cardamome est du aux composés phénoliques et flavonoïdes présents dans la plante (Abdullah *et al.*, 2017 ; Saeed *et al.*, 2014 ; Taghvaei & Jafari, 2013).

Le diabète sucré est une maladie métabolique chronique caractérisée par des niveaux élevés de sucre dans le sang. L' α -amylase et l' α -glucosidase sont des enzymes de digestion des hydrates de carbone qui peuvent diminuer de manière significative l'altitude postprandiale de la glycémie. Malgré la disponibilité d'autres options thérapeutiques, les remèdes à base de plantes ou leurs extraits sont fortement recommandés pour le traitement du diabète depuis l'Antiquité (AI-Yousef *et al.*, 2020 ; Oliveira *et al.*, 2020).

1.2. Quelques travaux sur l'activité antioxydante d'*E. cardamomum*

- 🚩 Article 01 : Criblage phytochimique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante d'*Elettaria cardamomum*
(Bano *et al.*, 2016)



➤ **Objectif**

Cette étude traite du criblage phytochimique et de l'évaluation de l'activité antioxydante de l'extrait brut méthanolique des graines d'*Elettaria cardamomum*.

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les graines d'*Elettaria cardamomum*
- **100 g** de poudre de graines de cardamome séchée a été extraite avec **1** litre du méthanol.
- L'analyse phytochimique de l'extrait méthanolique d'*E. cardamomum* a été effectuée pour détecter la présence de certains composés phytochimiques tels que les flavonoïdes, les alcaloïdes, les glycosides, les tanins, les terpénoïdes, ect.
- Le test DPPH a été utilisé pour la détermination de l'activité antioxydante de l'échantillon.

➤ **Résultats trouvés**

- L'analyse phytochimique de l'extrait méthanolique d'*E. cardamomum* a révélé la présence des terpénoïdes, des flavonoïdes et des glycosides dans l'extrait.
- Les résultats de l'activité anti radicalaire vis-à-vis du radical libre (DPPH) de l'extrait méthanolique de la cardamome à plusieurs concentrations (**25µg/l, 50µg/l, 100µg/l, 200µg/l, 400µg/l**) donnent des pourcentages d'inhibitions importants (**60,9 ; 75,3 ; 78,55 ; 79,87 ; 82,53%**), respectivement.

○ **Abréviation**

- ✓ DPPH : 2,2 – diphényl-1- picrylhydrazyl.

✚ Article 02: Propriétés antibactériennes et antioxydantes *in vitro* de l'extrait d'*Elettaria cardamomum* Maton et ses effets incorporés avec du chitosane, sur le temps de stockage de la viande d'agneau (Sharafati-Chaleshtori & Sharafati Chaleshtori, 2017)

In vitro antibacterial and antioxidant properties of *Elettaria cardamomum* Maton extract and its effects, incorporated with chitosan, on storage time of lamb meat

Farhad Sharafati-Chaleshtori¹, and Reza Sharafati-Chaleshtori^{2*}

¹Medical Plants Research Center, Shahrekord University of Medical Sciences, Shahrekord, Iran

²Research Center for Biochemistry and Nutrition in Metabolic Diseases, Kashan University of Medical Sciences, Kashan, Iran

SHARAFATI-CHALESHTORI, F., R. SHARAFATI-CHALESHTORI: *In vitro* antibacterial and antioxidant properties of *Elettaria cardamomum* Maton extract and its effects, incorporated with chitosan, on storage time of lamb meat. Vet. arhiv 87, 301-315, 2017.

➤ **Objectif**

Le but de cette étude est d'évaluer l'effet des revêtements comestibles de chitosane contenant de l'extrait éthanolique d'*Elettaria cardamomum* sur l'augmentation du temps de stockage de la viande dans des conditions réfrigérées.

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les graines séchées d'*E. cardamomum*.
- **100 g** de la poudre séchée de la plante ont été mélangés avec **0,5 l** d'éthanol à 80%.
- Le potentiel antioxydant et les composés phénoliques de l'extrait éthanolique d'*E. cardamomum* ont été mesurés à l'aide d'un essai de blanchiment du β -carotène.
- Analyse des composés de l'extrait par le dosage (Folin Ciocalteu).

➤ **Résultats trouvés**

- Les résultats ont montré que l'extrait éthanolique d'*E. cardamomum* contient une quantité suffisante d'antioxydants, y compris :
 - ✓ **19,27 ± 0,02 %** de composants phénoliques (flavonoïdes et flavonols).
- La capacité antioxydante de l'extrait éthanolique d'*E. cardamomum* était **45,7 ± 7,5%**.

✚ Article 03: Exploration de l'activité antioxydante de rhizome d'*Elettaria cardamomum* comme ingrédient alimentaire fonctionnelle
(Winarsi & Yuniaty, 2019)



➤ **Objectif**

Cette étude vise à explorer les flavonoïdes, la teneur en vitamine C et en huiles essentielles du rhizome d'*E. cardamomum*.

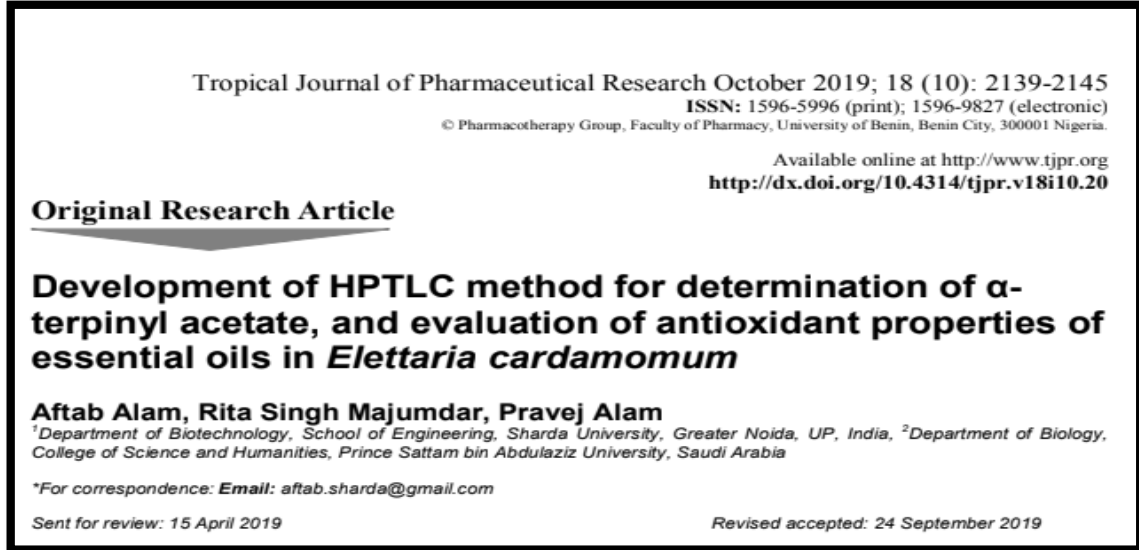
➤ **Expérimentation**

- Le rhizome de cardamome est lavé, finement tranché, séché au four à 50-60 °C, puis broyé en farine. La farine de rhizome de cardamome a été alors analysée pour détecter la présence de flavonoïdes, vitamine C et des huiles essentielles.

➤ **Résultats trouvés**

- Les résultats montrent que la teneur en flavonoïdes dans **1 g** d'extrait de rhizome de cardamome était **324,51 mg**.
- La vitamine C présente **0,73 mg/g** d'extrait de rhizome d'*E. cardamomum*.
- L'huile essentielle présente **0,22 ml/g** d'extrait de rhizome d'*E. cardamomum*.

- ✚ Article 04 : Développement d'une méthode HPTLC pour la détermination de l'acétate de α -terpinyle, et évaluation des propriétés antioxydantes des huiles essentielles dans *Elettaria cardamomum* (Alam *et al.*, 2019).



➤ **Objectif**

L'objectif de cette étude est de développer un protocole HPTLC fiable pour la quantification de l'acétate de α -terpinyle et l'évaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles d'*E. cardamomum*.

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les huiles essentielles d'*E. cardamomum*.
- Une étude comparative des huiles essentielles de différents cultivars de la plante de cardamome a été évaluée pour confirmer la contribution de l'acétate d' α -terpényle de la cardamome à l'effet antioxydant.
- HPTLC est la technique chromatographique utilisée pour quantifier les métabolites secondaires dans la plante d'étude.
- Les radicaux libres ABTS et DPPH sont utilisés pour évaluer la capacité antioxydante des huiles essentielles d'*E. cardamomum*.

➤ **Résultats trouvés**

- La méthode HPTLC révèle le rôle majeur de l'acétate d' α -terpényle dans l'efficacité antioxydante de l'huile d'*E. cardamomum*.
- La variété verte vallée d'*E. cardamomum* avait la teneur la plus élevée en l'acétate d' α -terpényle ($55,36 \pm 1,33$ %).

- La capacité inhibitrice (valeur de l'IC₅₀) pour la variété verte vallée de l'huile d'*E. cardamomum* déterminée à l'aide des méthodes DPPH et ABTS était de **378,2 et 19,87µg/ml** respectivement.
- **Abréviations**
 - ✓ ABTS: Acide 2,2-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
 - ✓ DPPH: 2,2 – diphényl-1- picrylhydrazyl
 - ✓ HPTLC: chromatographie sur couche mince haute performance

1.3. Quelques travaux sur l'activité antidiabétique d'*E. cardamomum*

- ✚ **Article 01 : Effet antidiabétique de l'extrait des feuilles de cardamome, perte de poids et hypocholestérolémique aux rats diabétiques Sprague Dawley induits par alloxane (Winarsi *et al.*, 2014).**



➤ **Objectif**

Cette étude a été prévue pour déterminer l'effet des feuilles de cardamome sur le diabète sucré.

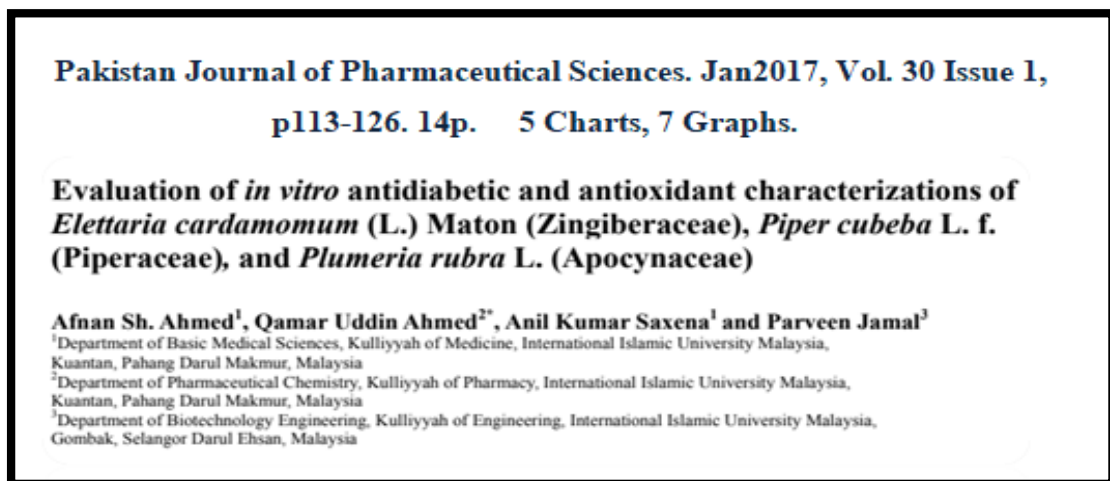
➤ **Expérimentation**

- Les feuilles de cardamome ont été préparées sous forme d'extrait à l'aide d'éthanol.
- Un groupe des rats diabétiques (diabète induit par alloxane) ont été sélectionnés puis ils ont été répartis au hasard pour recevoir l'extrait éthanolique de feuilles de cardamome pendant 7 jours (voie orale).

➤ **Résultats trouvés**

- Aucun effet indésirable causé par l'utilisation de cardamome n'a été signalé au cours de la période d'étude.
- Les résultats ont montrés une diminution significative de la concentration du glucose sanguin des rats traités par l'extrait éthanolique de feuilles de cardamome de **201,7 à 102,8 mg/dl.**
- Les résultats montrent que les feuilles de cardamome peuvent être utilisées comme un composant alimentaire fonctionnel pour le traitement du patient diabétique.

✚ Article 02 : Évaluation des caractérisations antidiabétiques et antioxydantes *in vitro* d'*Elettaria cardamomum* (L.) Maton (Zingiberaceae), *Piper cubeba* L. f. (Piperaceae), et *Plumeria rubra* L. (Apocynaceae) (Ahmed *et al.*, 2017)



➤ **Objectif**

Cette recherche vise à évaluer les effets inhibiteurs de la plante contre les enzymes α -glucosidase et α -amylase.

➤ **Expérimentation**

- L'extrait des fruits d'*E. cardamomum* a été évalué pour leur activité antioxydante à 1 mg/ml de solvant
- Le test DPPH est utilisé pour évaluer l'activité antioxydante d'*E. cardamomum*.


- L'extrait méthanolique et l'extrait aqueux des fruits d'*E. cardamomum* ont été testés pour déterminer leur inhibition de l' α -glucosidase et de l' α -amylase à **1 mg/ml** *in vitro*.

➤ **Résultats trouvés**

- Les résultats de l'activité anti radicalaire vis-à-vis du radical libre (DPPH) de l'extrait aqueux et l'extrait méthanolique de la cardamome donnent des pourcentages d'inhibition (**82,60, 72,47**), respectivement.
- Le pourcentage d'inhibition de l' α -glucosidase par l'extrait aqueux des fruits d'*E. cardamomum* était **10,41 %** tandis que l'extrait méthanolique présente une inhibition de **13,73 %**.
- Le pourcentage d'inhibition de l' α -amylase par l'extrait aqueux était **82,99 %** tandis que l'extrait méthanolique présente une inhibition de **39,93%**. L'extrait aqueux a montré de bonne activité antidiabétique *in vitro*.





✚ **Article 03 : l'activité antioxydante, le profil chimique et les essais d'inhibition de l' α -amylase de l'extrait aqueux d'*Elettaria cardamomum* (Al-Yousef *et al.*, 2021).**

Hindawi
Journal of Chemistry
Volume 2021, Article ID 5583001, 10 pages
<https://doi.org/10.1155/2021/5583001>



Research Article

Chemical Profile, *In Vitro* Antioxidant, Pancreatic Lipase, and Alpha-Amylase Inhibition Assays of the Aqueous Extract of *Elettaria cardamomum* L. Fruits

Hanan M. Al-Yousef ¹, Ali S. Alqahtani ¹, Wafaa H. B. Hassan ², Afraa Alzoubi,¹
and Sahar Abdelaziz ²

¹Department of Pharmacognosy, College of Pharmacy, King Saud University, P.O. Box 2457, Riyadh 11451, Saudi Arabia
²Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Zagazig University, Zagazig 44519, Egypt

➤ **Objectif**

Le but de cette étude est d'étudier l'extrait aqueux des fruits de cardamome utilisant UPLC-ESI-MS/MS et d'évaluer son activité antidiabétique *in vitro*.

➤ Expérimentation

- Ce travail est réalisé sur l'extrait aqueux de fruits d'*Elettaria cardamomum*.
- Les constituants polyphénoliques de l'extrait aqueux de fruits d'*E. cardamomum* ont été étudiés à l'aide d'une méthode d'UPLC-ESI-MS/MS en mode d'ionisation négatif et positif pour identifier ses constituants bioactifs liés à leurs activités antidiabétiques.
- L'analyse UPLC-MS/MS permet d'obtenir les profils chromatographiques des parties polaires des extraits.

➤ Résultats trouvés

- Les résultats ont montré que l'extrait aqueux d'*E. cardamomum* inhibe la lipase pancréatique et l'enzyme α -amylase d'une manière dépendante de la concentration comme suit : **62,25 % \pm 0,58** ($IC_{50} = 288,75 \pm 1,3 \mu\text{g/ml}$) et **70,42 % \pm 1,5** ($IC_{50} = 220,5 \pm 1,3 \mu\text{g/ml}$), respectivement.
- L'étude a indiqué que les activités biologiques étudiées de l'extrait aqueux d'*E. cardamomum* ont été attribuées à l'existence des métabolites biologiquement actifs tels que des flavonols, des acides phénoliques, des coumarines, et des anthocyanes.

○ Abréviation

- ✓ UPLC-MS/MS : chromatographie liquide ultra-performante avec spectrométrie de masse.

1.4. Conclusion

La cardamome verte est une bonne source d'antioxydants naturels où elle montre une activité antioxydante très élevée. Les potentiels antioxydants de la cardamome verte sont dus aux composés phénoliques et flavonoïdes présents dans l'épice (**Abdullah et al., 2017 ; Winarsi & Yuniaty, 2019**).

L'inhibition des enzymes digestives est considérée comme une stratégie essentielle dans la gestion de la glycémie. La cardamome est utilisée comme médecines populaires pour gérer le diabète par l'inhibition de ces enzymes digestives qui peut être attribué grâce à la présence des principaux métabolites polyphénoliques biologiquement actifs tels que les anthocyanes et les composés flavonoïdes (**Ahmed et al., 2017 ; Al-Yousef et al., 2021**).

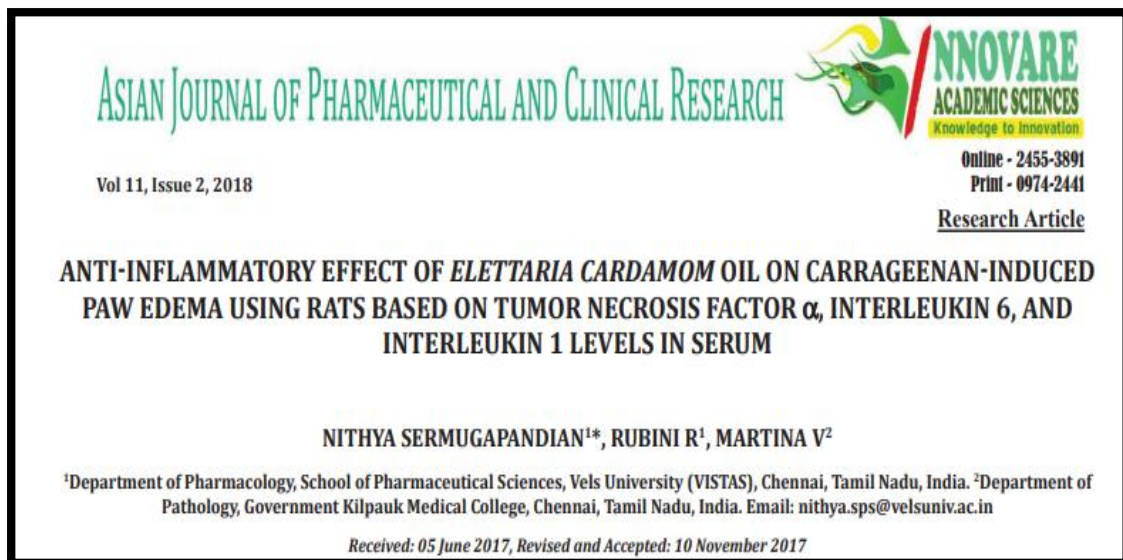
2. Activité anti-inflammatoire

2.1. Introduction

Les composés phytochimiques issus du règne végétal sont très nombreux avec une gamme variée d'activités biologiques. Certains parmi eux possèdent une activité anti-inflammatoire. Ils ont pour cibles particulières la cyclooxygénase-1 (COX-1) et (COX 2), les lipoxygénases (LOX), l'oxyde nitrique (NO), la phospholipase A2 (PLA2), etc. Ces molécules présentent un intérêt grandissant car elles offrent des avantages par rapport aux anti-inflammatoires classiques avec moins d'effets secondaires (Dhingra *et al.*, 2018; Mebirouk, 2017).

2.1. Quelques travaux sur l'activité anti-inflammatoire d'*E.cardamomum*

✚ Article 01 : Effet anti-inflammatoire d'huile d'*Elettaria cardamomum* sur l'œdème induit par le carraghénine de patte utilisant des rats basés sur le facteur de nécrose tumorale α , interleukine 6 et les niveaux d'interleukine 1 dans le sérum (Nithya, 2018)



➤ Objectif

L'étude a évalué l'effet anti-inflammatoire de l'huile d'*E.cardamomum* et le mécanisme fondamental utilisant des modèles *in vivo* d'inflammation.

➤ Expérimentation

- Ce travail est réalisé sur l'huile d'*E. cardamomum*.
- Des rats mâles, âgés de 4 à 6 semaines, pesant de **120 à 130 g** sont utilisés pour l'étude. L'étude anti-inflammatoire de l'huile d'*E. cardamomum* a été étudiée en injectant **0,1 ml** de carragénine dans la patte postérieure droite des rats. Le développement de l'inflammation aiguë a été mesuré à la fin de chaque heure.

➤ Résultats trouvés

- Les résultats de cette étude montrent que la dose de **0,175 ml/kg** de l'huile de cardamome est moins efficace que la dose de **0,280 ml/kg**.
- L'huile de cardamome a réduit les niveaux de cytokines pro-inflammatoires tels que TNF- α , IL 1 et IL6 dans le sérum.
- Les résultats de l'activité anti-inflammatoire montrent que l'huile d'*E. cardamomum* a considérablement supprimé l'œdème de patte arrière de rat induit par l'injection du carragénine qui est comparable au diclofénac.
- Le mécanisme anti-inflammatoire de l'huile de cardamome peut être lié à la réduction du TNF- α , IL1 et IL6 qui pourrait entraîner l'inhibition de l'expression COX-2 et de son produit PGE2.

○ Abréviations

- ✓ COX-2 : Cyclooxygénase-2
- ✓ IL 1 : Interleukine 1
- ✓ IL 6 : Interleukine 6
- ✓ PGE2 : prostaglandine E2
- ✓ TNF- α : Facteur de nécrose tumorale interleukine

- ✚ Article 02: La cardamome verte augmente sirtuine-1 et réduit l'inflammation chez les patients en surpoids ou obèses atteints de stéatose hépatique non alcoolique: un essai clinique randomisé contrôlé contre placebo en double aveugle (Daneshi-Maskooni *et al.*, 2018).



➤ **Objectif**

Le but de cette étude est d'évaluer les effets de la cardamome verte sur le sérum Sirtuine-1 (Sirt1), les facteurs inflammatoires, et les enzymes de foie dans les patients de poids excessif ou obèses.

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les capsules de cardamome verte.
- Quatre-vingt-sept patients ont été divisés aléatoirement en deux groupes:
 - ✓ Groupe 1 : (l'intervention) traitement par la cardamome (n = 43).
 - ✓ Groupe 2 : (placebo) traitement par un placebo (n = 44).
- L'intervention consiste à prendre deux capsules de cardamome de **500 mg** trois fois par jour avec les repas pendant 3 mois.
- La Sirt1, TNF- α , CRP, IL-6, ALT, et AST ont été mesurés avant et après l'expérience.

➤ **Résultats trouvés**

- En comparaison du placebo, la cardamome verte a augmenté de manière significative le Sirt1 et aussi elle a diminué CRP élevée, TNF- α , IL-6, et ALT.

- Les résultats démontrent que La cardamome verte permet d'améliorer les biomarqueurs liés à la stéatose hépatique, y compris l'inflammation, ALT, et Sirt1 chez les patients en obèses.
- **Abréviations**
 - ✓ ALT: Transaminase d'Alanine
 - ✓ CRP : protéine C réactive
 - ✓ IL 6 : l'interleukine-6
 - ✓ ST: Transaminase d'Aspartate
 - ✓ Sirt1: Sirtuine1
 - ✓ TNF- α : Facteur-alpha de nécrose tumorale

Article 03 : L'extrait d'*Elettaria cardamomum* riche en terpénoïdes prévient les altérations de type Alzheimer induites chez les rats diabétiques via l'inhibition de l'activité GSK3 β , le stress oxydatif et les cytokines pro-inflammatoires (Gomaa *et al.*, 2019).



➤ **Objectif**

Une partie cette recherche vise à évaluer les effets anti-inflammatoires d'*E. cardamomum* sur des rats diabétiques.

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les fruits en poudre d'*E. cardamomum*.
- Des rats avec diabète de type 2 (DT2) ont été soumis à l'administration d'extrait d'*E. cardamomum* pendant 8 semaines.
- L'analyse biochimique et la détermination d'expression de gène ont été exécutées chez les rats traités.

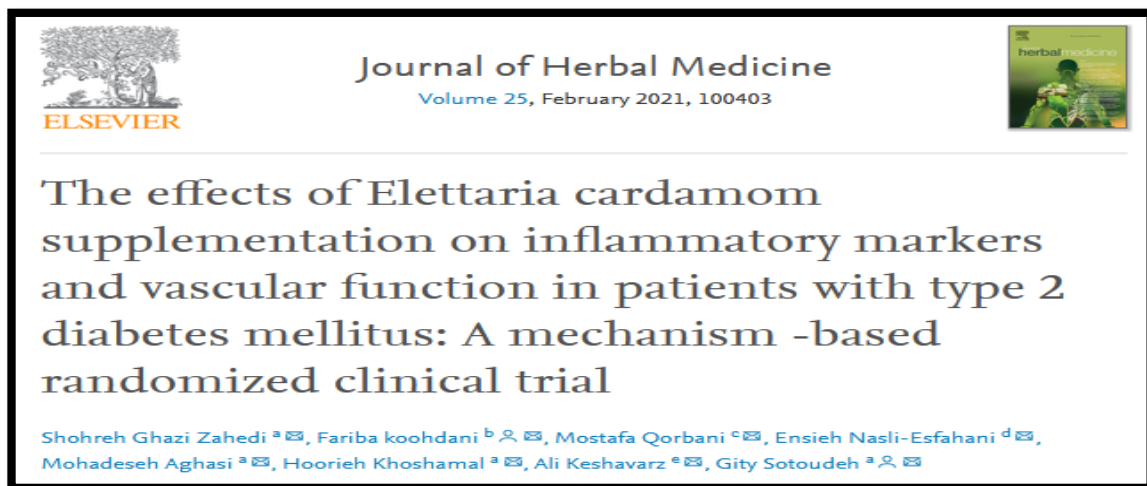
➤ **Résultats trouvés**

- Les animaux traités par l'extrait d'*E. cardamomum* ont montrés une réduction significative de la neuroinflammation et une diminution de la dégénération neuronale. Ceci a été évident par la diminution de la production de TNF- α pro-inflammatoire et IL1 β .
- Ces résultats peuvent également souligner les effets anti-inflammatoires et suppresseurs des cytokines de l'extrait EC dans le cerveau de rat avec DT2.

○ **Abréviations**

- ✓ DT2 : Diabète de type 2
- ✓ IL1 β : Interleukine-1 beta.
- ✓ TNF- α : Facteur de nécrose tumorale- α .

✚ **Article 04 : Les effets des suppléments d'*Elettaria cardamomum* sur les marqueurs inflammatoires et la fonction vasculaire chez les patients atteints de diabète sucré de type 2: Un essai clinique randomisé basé sur un mécanisme (Ghazi Zahedi *et al.*, 2021)**



➤ **Objectif**

Le but de cette étude est d'étudier l'effet des suppléments de cardamome sur les marqueurs inflammatoires de sérum et les molécules d'adhérence dans les patients avec un diabète de type 2 (DT2).

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur les suppléments de cardamome verte.

- Dans un essai clinique randomisé quatre-vingt-trois patients diabétiques en surpoids ou obèses de type 2 ont été répartis aléatoirement en deux groupes
- L'intervention : (**n = 41**)
- Groupe de placebo (**n = 42**).
- L'intervention et les groupes placebo ont reçu **3 g** de poudre de fruits ou de biscuits verts broyés de cardamome pendant 10 semaines respectivement.
- Les marqueurs inflammatoires et les niveaux de molécules d'adhérence de sérum des deux groupes ont été mesurés avant et après l'expérience.

•

➤ **Résultats trouvés**

- L'analyse montre une diminution significative des niveaux de sérum de molécules d'adhésion cellulaire VCAM (**- 223,9 ng/ml**), d'ICAM (**- 72,5 ng/ml**), d'E-sélectine (**- 1,71 ng/ml**) et d'IL-6 (**- 0,37 Pg/ml**) dans le groupe de cardamome comparé au groupe de placebo.
- Les résultats ont suggérés que le supplément de cardamome a amélioré les niveaux de sérum des molécules d'adhérences et il a réduit un nombre important de biomarqueurs inflammatoires dans des patients de DT2.

○ **Abréviations**

- ✓ DT2 : Diabète de type 2
- ✓ ICAM : Molécules d'adhésion intercellulaire
- ✓ VCAM : Molécules d'adhésion des cellules vasculaires

✚ Article 05 : La cardamome verte et le régime hypocalorique peuvent diminuer l'expression des gènes inflammatoires chez les femmes obèses atteintes du syndrome des ovaires poly kystiques (PKOS), un essai clinique randomisé en double aveugle (Cheshmeh *et al.*, 2021).

Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity Green cardamom plus low calorie diet can decrease inflammatory genes expression among obese women with poly cystic ovarian syndrome, a double blind randomized clinical trial --Manuscript Draft--		
Manuscript Number:		
Full Title:	Green cardamom plus low calorie diet can decrease inflammatory genes expression among obese women with poly cystic ovarian syndrome, a double blind randomized clinical trial	
Article Type:	Original Article	
Funding Information:	Deputy for Research and Technology, Kermanshah University of Medical Sciences (990412)	Miss Shima Moradi

➤ **Objectif**

Le procès clinique randomisé, à double anonymat, contrôlé par le placebo actuel a été conduit pour évaluer les effets du supplément vert de la cardamome sur le niveau de sérum des marqueurs inflammatoires et leur expression de gène parmi les femmes obèses avec syndrome des ovaires poly kystiques (PCOS).

➤ **Expérimentation**

- Ce travail est réalisé sur le supplément de cardamome verte.
- **194** femmes obèses de PKOS ont été aléatoirement divisées en deux groupes étudiés comprenant l'intervention avec la cardamome verte de **3 g/jour (n=99)** et les groupes de placebo (**n=95**).
- Les hormones d'androgène et les facteurs inflammatoires TNF- α , IL-6, et CRP ont été évalués avant et après l'intervention.

➤ **Résultats trouvés**

- Les résultats ont prouvés que le sérum TNF- α , IL-6, et CRP ont été sensiblement diminués après l'intervention avec la cardamome verte plus le régime à faible teneur en calories. En outre, le niveau d'expression des gènes de TNF- α et de CRP a été sensiblement diminué dans les groupes d'intervention.
- Les résultats de l'étude ont montrés que l'administration de la cardamome verte de **3 g/jour** a été liée à une amélioration des cytokines inflammatoires dans les femmes obèses. En plus, l'expression des gènes inflammatoires a été significativement régulée après avoir consommé le supplément de cardamome verte.

○ Abréviations

- ✓ PKOS : Syndrome des ovaires poly kystiques.
- ✓ TNF- α : Facteur-alpha de nécrose de tumeur.

2.3. Conclusion

La cardamome verte est riche en polyphénols et flavonoïdes tels que la lutéine, l'anthocyanine et la quercétine, qui confèrent à la plante ses propriétés anti-inflammatoires. Le mécanisme anti-inflammatoire de cardamome lié à la réduction du TNF- α , IL1, IL6 et CRP qui pourrait entraîner l'inhibition de l'expression de COX-1 et COX-2 et des autres marqueurs inflammatoires (**Cheshmeh *et al.*, 2021 ; Daneshi-Maskooni *et al.*, 2017 ; Nithya, 2018**).

Conclusion générale

Depuis l'Antiquité, les plantes ont été utilisées pour leurs propriétés médicinales. L'utilisation de plantes médicinales est une partie importante du système de médecine traditionnelle et moderne. Dans le présent travail, nous avons choisi la plante d'*Elettaria cardamomum* pour ses nombreuses propriétés biologiques, pharmacologiques et médicinales.

L'analyse et le traitement de certains articles scientifique, nous a permis de constaté que la cardamome est une plante riche en molécules bioactives (polyphénols, flavonoïdes, flavonols, anthocyanes, ect.) ce qui lui confère une bonne source d'antioxydants vis-à-vis du stress oxydatif et le vieillissement cellulaire.

Il ressort également que les extraits des fruits (graines) d'*E. cardamomum* ont une capacité antidiabétique et anti-inflammatoire puissante, dont les résultats ont montré que la consommation régulière de cardamome aide à améliorer la glycémie chez les patients atteints de diabète ce qui justifie l'utilisation de cette plante médicinale comme compléments alimentaires dans la prévention du diabète sucré, ainsi que la réduction des facteurs inflammatoire chez les patients atteints d'inflammation. Cependant malgré ces nombreux effets de la cardamome, cette herbe ne doit pas être prise en excès car ses effets secondaires ne sont pas encore connus.

Références
bibliographiques

1. **Abbasipour, H., Mahmoudvand, M., Rastegar, F., & Hosseinpour, M. H. (2011).** Fumigant toxicity and oviposition deterrence of the essential oil from cardamom, *Elettaria cardamomum*, against three stored-product insects. *Journal of Insect Science*, *11*(1).
2. **Abdullah, Asghar, A., Butt, M. S., Shahid, M., and Huang, Q. (2017).** Evaluating the antimicrobial potential of green cardamom essential oil focusing on quorum sensing inhibition of *Chromobacterium violaceum*. *J. Food Sci. Technol.* *54*, 2306–2315. Doi: 10.1007/s13197-017-2668-7.
3. **Aboubakr, M., & Abdelazem, A. M. (2016).** Hepatoprotective effect of aqueous extract cardamom against gentamicin induced hepatic damage in rats. *Int J Basic Appl Sci*, *5*(1).
4. **Abu-Taweel, G. M. (2018).** Cardamom (*Elettaria cardamomum*) perinatal exposure effects on the development, behavior and biochemical parameters in mice offspring. *Saudi journal of biological sciences*, *25*(1), 186-193.
5. **Ahmed, A. S., Ahmed, Q. U., Saxena, A. K., & Jamal, P. (2017).** Evaluation of in vitro antidiabetic and antioxidant characterizations of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton (*Zingiberaceae*), *Piper cubeba* L. f. (*Piperaceae*), and *Plumeria rubra* L. (*Apocynaceae*). *Pakistan journal of pharmaceutical sciences*, *30*(1).
6. **Alam, A., Majumdar, R. S., & Alam, P. (2019).** Systematics evaluations of morphological traits, chemical composition, and antimicrobial properties of selected varieties of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton. *Natural Product Communications*, *14*(12), 1934578X19892688.
7. **Al-Janaby, S., Al-Musawi, N., Alrubaei, H., & Al-Kufaishi, A. (2020).** Healthy effect of cardamom in the mammalian: a review
8. **Almeer, R. S., Alnasser, M., Aljarba, N., & AlBasher, G. I. (2021).** Effects of Green cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton) and its combination with cyclophosphamide on Ehrlich solid tumors. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, *21*(1), 1-13.
9. **Al-Yousef, H. M., Alqahtani, A. S., Hassan, W. H., Alzoubi, A., & Abdelaziz, S. (2021).** Chemical Profile, In Vitro Antioxidant, Pancreatic Lipase, and Alpha-Amylase Inhibition Assays of the Aqueous Extract of *Elettaria cardamomum* L. Fruits. *Journal of Chemistry*.

10. **Ankegowda SJ, Biju CN, Jayashree E, Prasath D, Praveena R, Senthil Kumar CM. (2015).** Srinivasan V. Cardamom. ICAR- Indian Institute of Spices Research, Kozhikode, 1-26.
11. **Anwar, F., Abbas, A., Alkharfy, K.M., Gilani, A.-U.-H. (2016).** Cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton) Oils; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, and ISBN 9780124166448.
12. **Ashokkumar, K., Murugan, M., Dhanya, M. K., & Warkentin, T. D. (2020).** Botany, traditional uses, phytochemistry and biological activities of cardamom [*Elettaria cardamomum* (L.) Maton]—A critical review. *Journal of ethnopharmacology*, 246, 112244
13. **Bano, S., Ahmad, N., & Sharma, A. K. (2016).** Phytochemical screening and evaluation of anti-microbial and anti-oxidant activity of *Elettaria cardamom* (Cardamom). *Journal of Applied and Natural Science*, 8(4), 1966-1970.
14. **Barbosa, G.B., Jayasinghe, N.S., Natera, S.H.; Inutan, E.D.; Peteros, N.P., Roessner, U. (2017).** From common to rare Zingiberaceae plants—a metabolomics study using GC-MS. *Phytochemistry*, 140, 141–150.
15. **Baytop T. (1984).** Türkiye’de Bitkilerile Tedavi, İstanbul Üniv. Eczacılık Fak. Yayınları, (3255).
16. **Bertile .B, coll .A, (2001).** Les plantes tropicales a épices anthropologie du développement au sahel ; oxford.
17. **Cheshmeh, S., Elahi, N., Ghayyem, M., Mosayebi, E., Moradi, S., Pasdar, Y., & Tahmasebi, S. (2021).** Effects of Green Cardamom Supplementation on Obesity and Diabetes Gene Expression among Obese Women with Polycystic Ovary Syndrome; a Double Blind Randomized Controlled Trial.
18. **Cyriac, A., Aghasi, M., Ghazi-Zahedi, S., Koohdani, F., Siassi, F., Nasli-Esfahani, E.; Keshavarz, A., Qorbani, M., Khoshamal, H., Salari-Moghaddam, A., et al. (2018).** The effects of green cardamom supplementation on blood glucose, lipids profile, oxidative stress, sirtuin-1 and irisin in type 2 diabetic patients: A study protocol for a randomized placebo-controlled clinical trial. *BMC Complement Altern. Med*, 18, 18.
19. **Daneshi-Maskooni, M., Keshavarz, A., Mansouri, S., Qorbani, M., Alavian, M., Badri-Fariman, M., Jazayeri-Tehrani, A., Sotoudeh G (2017).** The effects of green cardamom on blood glucose indices, lipids, inflammatory factors, paraxonase-1,

- sirtuin-1, and irisin in patients with nonalcoholic fatty liver disease and obesity: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 18(1):1–9.
20. **Das, P. C. (2014).** *Spice crops production technology*. Scientific Publishers
21. **Dhakai, B., Pinard, M. A., Gunatilleke, I. N., Gunatilleke, C. S., Weerasinghe, H. M., Dharmaparakrama, A. L. S., & Burslem, D. F. (2012).** Impacts of cardamom cultivation on montane forest ecosystems in Sri Lanka. *Forest Ecology and Management*, 274, 151-160.
22. **Dhingra, A.K., Chopra, B., Bonthagarala, B. (2018).** Natural Anti-Inflammatory Agents: Recent Progress and Future Perspectives. *Annals of Pharmacology and Pharmaceutics*, 3(5); 1158.
23. **Elkomy, A., Aboubakr, M., & Elsawaf, N. (2015).** Renal protective effect of cardamom against nephrotoxicity induced by gentamicin in rats. *Benha Veterinary Medical Journal*, 29(2), 100-105.
24. **Garbers, C. and J. Scheller. (2013).** Interleukin-6 and interleukin-11: same but different, *Biological chemistry*. De Gruyter, 394(9), pp. 1145–1161.
25. **Garg, G., Sharma, S., Dua, A., and Mahajan, R. (2016).** Antibacterial potential of polyphenol rich methanol extract of Cardamom (*Amomum subulatum*). *J. Innov. Biol.* 3, 271–275.
26. **Gazia, M. A., & El-Magd, M. A. (2018).** Ameliorative effect of cardamom aqueous extract on doxorubicin-induced cardiotoxicity in rats. *Cells Tissues Organs*, 206(1-2), 62-72.
27. **Ghazi Zahedi, S., Qorbani, M., Nasli-Esfahani, E., Aghasi, M., Khoshamal, H., Keshavarz, A., & Sotoudeh, G. (2021).** The effects of Elettaria cardamom supplementation on inflammatory markers and vascular function in patients with type 2 diabetes mellitus: A mechanism-based randomized clinical trial.
28. **Gomaa, A. A., Makboul, R. M., El-Mokhtar, M. A., Abdel-Rahman, E. A., Ahmed, I. A., & Nicola, M. A. (2019).** Terpenoid-rich Elettaria cardamomum extract prevents Alzheimer-like alterations induced in diabetic rats via inhibition of GSK3 β activity, oxidative stress and pro-inflammatory cytokines. *Cytokine*, 113, 405-416.
29. **Govindarajan, V.S., Shanthi, N., Raghuveer, K.G., Lewis, Y.S., Stahl, W.H. (1982).** Cardamom - production, technology, chemistry, and quality. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 16, 229–326.
28. **AI-Yousef, W. H. Hassan, S. Abdelaziz, M., Amina, R. Adel, and M. A. El-Sayed. (2020).** UPLC-ESI-MS/MS profile and antioxidant, cytotoxic, antidiabetic, and

antiobesity activities of the aqueous extracts of three different Hibiscus Species, Journal of Chemistry, Article ID 6749176, 17 pages.

30. **Oliveira, A., Fernandes, N. Brás, N. Mateus, V. de Freitas, and I. Fernandes. (2020).** “Anthocyanins as antidiabetic agents-in vitro and in silico approaches of preventive and therapeutic effects,” *Molecules*, vol. 25, no. 17, p. 3813.
31. **Heimesaat, M. M., Mousavi, S., Weschka, D., & Bereswill, S. (2021).** Anti-Pathogenic and Immune-Modulatory Effects of Peroral Treatment with Cardamom Essential Oil in Acute Murine Campylobacteriosis. *Microorganisms*, 9(1), 169.
32. **Jacob, J., & Vinod, B. (2021).** A critical review on the plants used for the treatment of ulcer in Kerala. *Bulletin of Faculty of Pharmacy, Cairo University*.
33. **Jadav, K. D., & Mehta, B. M. (2019).** Cardamom: Chemistry, Medicinal Properties, Applications in Dairy and Food Industry: A Review. *Research & Reviews: Journal of Dairy Science and Technology*, 7(3), 9-19.
34. **Jose, S., Mathew, M. K., Anisha, C. S., Sasidharan, S., & Rao, Y. S. (2021).** Development of an ISSR based SCAR marker to identify small cardamom Malabar (prostrate panicle) variety (*Elettaria cardamomum* Maton.).
35. **Kanagavel, A., Parvathy, S., Nirmal, N., Divakar, N., & Raghavan, R. (2017).** Do frogs really eat cardamom? Understanding the myth of crop damage by amphibians in the Western Ghats, India. *Ambio*, 46(6), 695-705.
36. **Korikanthimath, V. S., Prasath, D., & Rao, G. (2000).** Medicinal properties of cardamom *Elettaria cardamomum*. *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 22, 683-685.
37. **Kumari, O. S., & Rao, N. B. (2015).** Phyto chemical analysis of *Elettaria cardamomum* leaf extract. *World Journal of Pharmaceutical Sciences*, 4(1), 1414-1418.
38. **Kuriakose, G., Sinu, P. A., & Shivanna, K. R. (2009).** Domestication of cardamom (*Elettaria cardamomum*) in Western Ghats, India: divergence in productive traits and a shift in major pollinators. *Annals of Botany*, 103(5), 727-733.
39. **Aghasi, S. Ghazi-Zahedi, F. Koohdani et al. (2018).** The effects of green cardamom supplementation on blood glucose, lipids profile, oxidative stress, sirtuin-1 and irisin in type 2 diabetic patients: a study protocol for a randomized placebo-controlled clinical trial, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, vol. 18, no. 1, pp. 1–6.
40. **Rahman, M.Z. Alam, A. Ulla, F.A. Farzana Sumi, N. Subhan, T. Khan, et al., (2017)** .Cardamom powder supplementation prevents obesity, improves glucose

- intolerance, inflammation and oxidative stress in liver of high carbohydrate high fat diet induced obese rats, *Lipids Health Disease*, 16, 151.
41. **Masoumi-Ardakani, Y., Mahmoudvand, H., Mirzaei, A., Esmailpour, K., Ghazvini, H., Khalifeh, S., & Sepehri, G. (2017).** The effect of *Elettaria cardamomum* extract on anxiety-like behavior in a rat model of post-traumatic stress disorder. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 87, 489-495.
 42. **Mebirouk R. (2017).** Recherche et évaluation des activités biologiques de trois extraits d'*Helixaspera* (aqueux, hydro alcoolique et organique) : Activités anti-inflammatoire, anti tumorale et antiangiogénique. Thèse de Doctorat. Université des frères Mentouri Constantine, Algérie, 172 p.
 43. **Misar, R. Bhagat, A.M. (2008).** Mujumdar, Antidiarrhoeal activity of *Acacia nilotica* Wild. Bark methanol extract, *Hindustan Antibiot. Bull.* 50, 14-20
 44. **Murugan, M., Dhanya, M. K., Ashokkumar, K., Thiravidamani, S., and Raj, S. (2019).** Changes of enzyme activities and phytochemical constituents in small cardamom capsules caused by the infestation of thrips, *Sciothrips cardamomi* (Ramk.). *Res. J. Biotechnol.* 14, 113–116.
 45. **Jaradat, A. Zaid, F. Hussein, M. Zaqzouq, H. Aljammal, and O. Ayesh. (2017).** Anti-lipase potential of the organic and aqueous extracts of ten traditional edible and medicinal plants in Palestine; a comparison study with orlistat," *Medicines*, vol. 4, no. 4, p. 89.
 46. **Elguindy, G. A. Yacout, E. F. El Azab, and H. K. Maghraby. (2016).** Chemoprotective effect of *Elettaria cardamomum* against chemically induced hepatocellular carcinoma in rats by inhibiting NF- κ B, oxidative stress, and activity of ornithine decarboxylase," *South African Journal of Botany*, vol. 105, pp. 251–258.
 47. **Nadiya F, Anjali N, Thomas J, Gangaprasad A, Sabu KK. (2017).** Transcriptome profiling of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton (small cardamom). *Genom Data*, 11: 102-103.
 48. **Nithya, S. (2018).** Anti-inflammatory effect of *Elettaria cardamom* oil on carrageenan-induced paw edema using rats based on tumor necrosis factor α , interleukin 6, and interleukin 1 levels in serum
 49. **Parthasarathy VA, Kandiannan K. Cardamom. (2007).** In Horticulture– vegetable science vegetables, tuber & spice crops – spices and condiments. Calicut: Indian Institute of Spice Research (ICAR): 36-50.

50. **Poirel, C. (2017).** La cardamome: de l'Inde à l'officine (Doctoral dissertation, Université de Lorraine).
51. **Rubab Anjum, K. M., Sivakumari, K., Rajesh, S., Mangaladevi, S. R., & Kayalvizhi, S. (2021).** Phytochemical profiling of selected spices (Ferula asafoetida, Piper nigrum, Elettaria cardamomum, Cinnamomum aromaticum and Syzygium aromaticum) extract.
52. **Saeed, A., Sultana, B., Anwar, F., Mushtaq, M., Alkharfy, K.M., Gilani, A.H., 2014.** Antioxidant and antimutagenic potential of seeds and pods of green cardamom (*Elettaria cardamomum*). *Int. J. Pharm.* 10, 461–469.
53. **Shah BN, Seth AK. (2010).** Textbook of pharmacognosy and phytochemistry. New Delhi: Elsevier.
54. **Sharafati-Chaleshtor, F., & Sharafati-Chaleshtori, R. (2017).** In vitro antibacterial and antioxidant properties of *Elettaria cardamomum* Maton extract and its effects, incorporated with chitosan, on storage time of lamb meat. *Veterinarski arhiv*, 87(3), 301-315.
55. **Sim, S., Tan, S. K., Kohlenberg, B., & Braun, N. A. (2019).** Amomum tsao-ko—Chinese Black Cardamom: Detailed Oil Composition and Comparison with Two Other Cardamom Species. *Natural Product Communications*, 14(7)
56. **Taghvaei M, Jafari SM. (2013).** Application and stability of natural antioxidants in edible oils in order to substitute synthetic additives. *J Food Sci Technol*, 52(3): 1272-1282.
57. **Tambe, M. E. A., & Gotmare, S. (2019).** Chemical characterization of three cardamom oils (*Elettaria cardamomum*) by GCMS.
58. **Velizar Gochev, Tanya Girova, Ivanka Stoilova, Teodora Atanasova, Neno Nenov, Veselin Stanchev and Albena Soyanova. (2012).** Low temperature extraction of essential oil bearing plants by liquefied gases. 7. Seeds from cardamom (*Elettaria cardamomum* (L.) Maton), *Journal of Bio Science and Biotechnology*, 1(2): 135 – 139.
59. **Winarsi, H., & Yuniaty, A. (2019).** Antioxidant Exploration in Cardamom Rhizome Potential as a Functional Food Ingredient. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 217, No. 1, p. 012019). IOP Publishing.
60. **Winarsi, H., Sasongko, N. D., Purwanto, A., & Nuraeni, I. (2014).** Effect of cardamom leaves extract as antidiabetic, weight lost and hypocholesterolemic to

- alloxan-induced Sprague Dawley diabetic rats. *International Food Research Journal*, 21(6), 2253.
61. **Yashin, A., Yashin, Y., Xia, X., and Nemzer, B. (2017).** Antioxidant activity of spices and their impact on human health: a review. *Antioxidants* 6:70. doi: 10.3390/antiox6030070
62. **Zahedi, S. G., Qorbani, M., Nasli-Esfahani, E., Aghasi, M., Khoshamal, H., Keshavarz, A., & Sotoudeh, G. (2021).** The effects of *Elettaria cardamom* supplementation on inflammatory markers and vascular function in patients with type 2 diabetes mellitus: A mechanism-based randomized clinical trial. *Journal of Herbal Medicine*, 25, 100403.
63. **Zakir, M. (2019).** Review on Breeding Method and Achievements of Cardamom (*Elettaria cardamomum* Maton) and Future Prospects.
64. **Zhang, H., Seck, H. L., & Zhou, W. (2021).** Inactivation of *Salmonella* Typhimurium, *Escherichia coli* O157: H7, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in cardamom using 150 KeV low-energy X-ray. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 67, 102556.
65. **Zhang, L., Liang, X., Ou, Z.; Ye, M., Shi, Y.; Chen, Y., Zhao, J., Zheng, D., Xiang, H. (2020).** Screening of chemical composition, antiarthritis, antitumor and antioxidant capacities of essential oils from four Zingiberaceae herbs. *Ind. Crop. Prod.*, 149, 112342.

Résumé

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une étude bibliographique de trois activités biologiques (antioxydante, antidiabétique et anti-inflammatoires) de la plante médicinale *Elettaria cardamomum* de la famille des zingibéracées originaire de l'Asie du sud. Les données analysées montrent que les extraits d'*E. cardamomum* révèlent une bonne source d'antioxydants y compris les composés phénoliques et les flavonoïdes. En effet l'utilisation de la cardamome verte dans l'alimentation non seulement donne de la saveur aux aliments, mais aussi aide à éliminer les radicaux libres, réduisant le vieillissement cellulaire, améliore la glycémie et réduit l'inflammation.

Mot clés : *Elettaria cardamomum*, activité antioxydante, activité antidiabétique activité anti-inflammatoire.

Abstract

This work is part of the research of three biological activities (antioxidant, antidiabetic and anti-inflammatory) of the medicinal plant *Elettaria cardamomum* of the zingiberaceae family native to South Asia. The analyzed results show that the extract of *E. cardamomum* reveals a good source of antioxidants including phenolic compounds and flavonoids, therefore exhibiting high antioxidant activity. Indeed the use of green cardamom in the diet not only gives flavor to foods, but also helps to eliminate free radicals, reducing cellular aging, improves blood sugar and reduces inflammation.

Keywords: *Elettaria cardamomum*, Antioxidant activity, antidiabetic activity, anti-inflammatory activity.

ملخص

هذا العمل هو جزء من دراسة ببيوغرافية لثلاثة أنشطة بيولوجية (مضادة للأكسدة، مضادة للسكري ومضادة للالتهابات) للنبات الطبي (الهيل) من عائلة الزنجبيليات من جنوب آسيا. تظهر البيانات التي تم تحليلها أن مستخلص الهيل هو مصدر جيد لمضادات الأكسدة كالفينولات و الفلافونويد و في الواقع استخدام الهيل الأخضر في النظام الغذائي لا يعطي نكهة للغذاء فحسب بل يساعد أيضا على القضاء على الجذور الحرة، الحد من الشيخوخة الخلوية ، تنظيم نسبة السكر في الدم و يقلل من الالتهاب.

الكلمات المفتاحية: الهيل الأخضر ، نشاط مضاد للأكسدة، نشاط مضاد للسكري، نشاط مضاد للالتهابات.