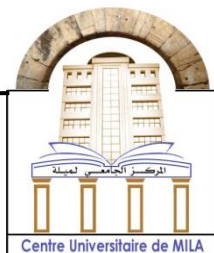


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N° Ref :.....

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences de la Nature et de la Vie

Département des Sciences Biologiques et Agricoles

Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de

Master

Domaine: Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

**Étude des potentialités thérapeutiques des
graines et de l'huile de graines de citrouille:
Un aperçu global**

Présenté par :

- GOUTAL Safa
- HAMIDACHE Souad

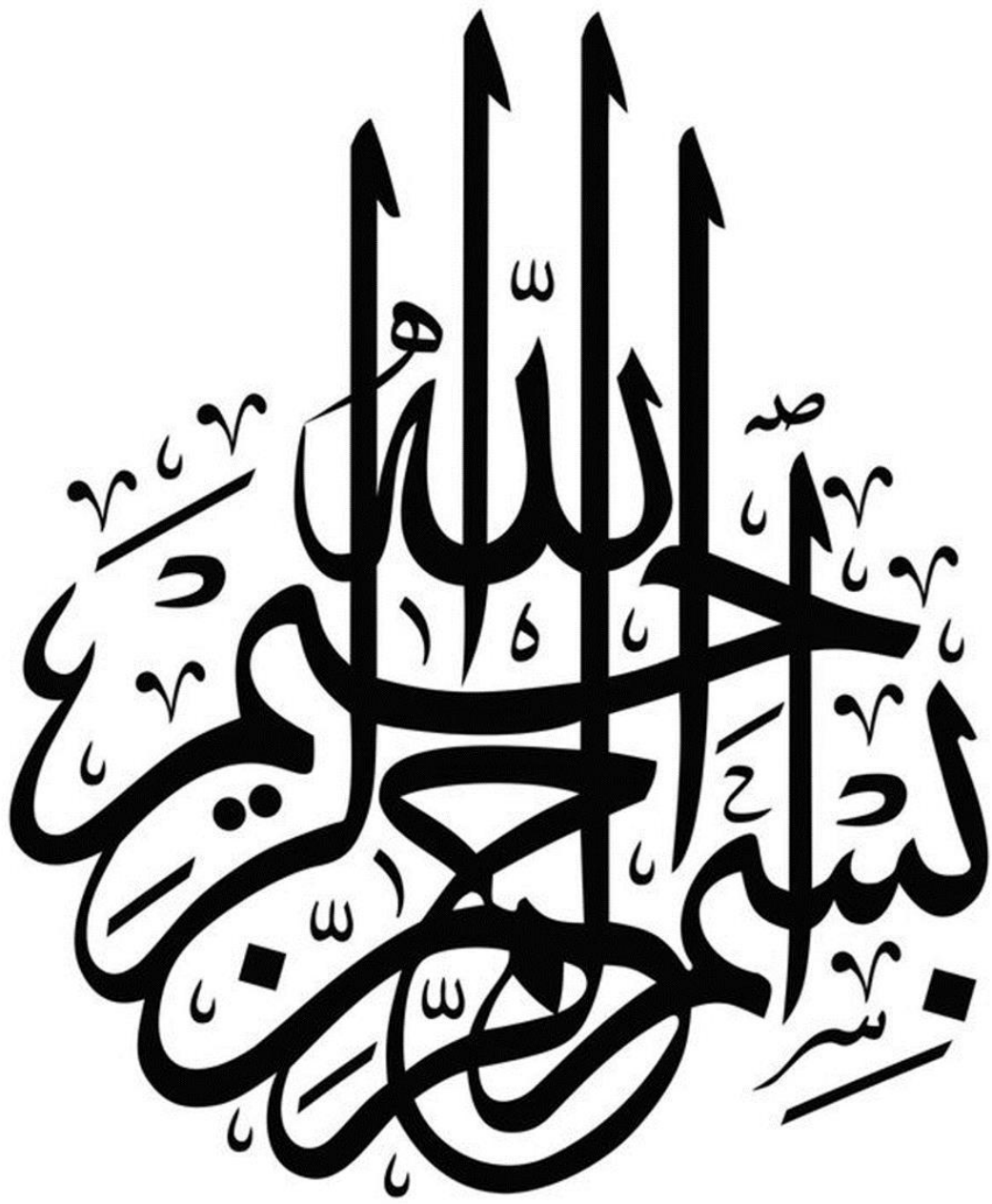
Devant le jury :

BOUHALI Imed Eddine
REFES Ines
MANALLAH Ahlem

MCB au CUAB de Mila
MCB au CUAB de Mila
MAA au CUAB de Mila

Président
Examineur
Promoteur

Année universitaire : 2024/2025





Remerciement

L'achèvement de ce mémoire de Master n'aurait pas été possible sans l'aide de plusieurs personnes à qui nous souhaitons adresser nos plus sincères remerciements.

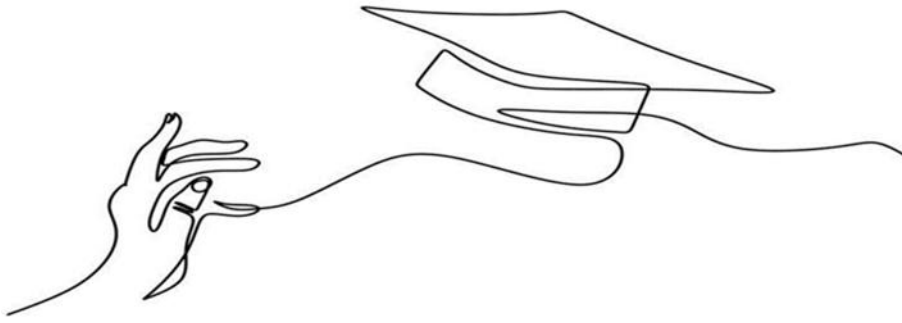
*Nous remercions tout d'abord Dieu Tout-Puissant (**Allah**) de nous avoir accordé la force, le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.*

*Nous exprimons tout particulièrement notre profonde gratitude à notre encadrante, **Dr MANALLAH Ahlem**, pour sa patience, sa disponibilité, ses précieux conseils et la qualité de son encadrement tout au long de ce travail.*

*Nous remercions également **Dr Bouhali IE.** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire.*

*Nous remercions aussi **Dr Refes I.** d'avoir accepté de faire partie du jury en tant qu'examineur.*

Enfin, nous remercions toutes les personnes qui, par leurs conseils, suggestions et encouragements, ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.



Dédicace

Avant toute chose, je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la patience et le succès pour mener à bien ce modeste travail.

À mon père, mon pilier depuis mes premiers pas dans la vie, qui a tout sacrifié pour notre bien-être

À ma mère, si patiente et dévouée, qui a veillé sur nous avec amour et abnégation

Puisse Allah vous préserver tous deux comme un soutien inébranlable, prolonger vos vies et vous récompenser pour tout le bien que vous avez fait.

À ma sœur et à mes deux frères,

À tous les membres de ma famille,

À mes chères amies,

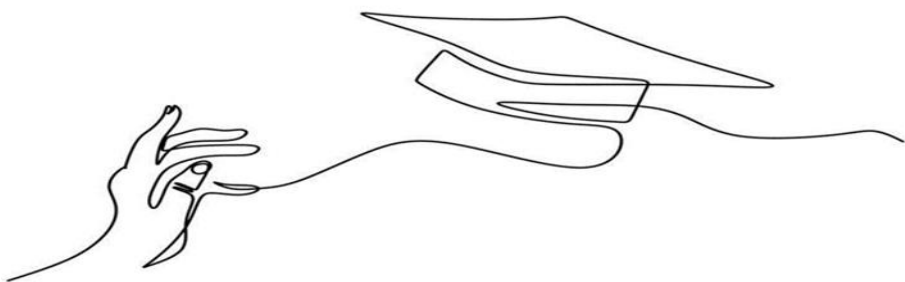
À ma grand-mère – qu'Allah lui fasse miséricorde et lui accorde une place dans Son Paradis.

À tous mes enseignants, depuis ma première année scolaire jusqu'à la fin de mon parcours universitaire.

Et à tous les responsables du Centre Universitaire Abdelhafid Boussouf

Merci.

Safa



Dédicace

À ma mère.

Tu es ma force silencieuse, mon refuge dans les tempêtes.

Celle dont l'amour ne connaît ni limite ni condition.

Tu as été ma lumière dans les moments d'ombre,

Tu as été mon espoir quand tout vacillait.

Ce travail n'aurait jamais vu le jour sans ton dévouement discret.

Tes encouragements constants et ton amour inébranlable.

Reçois ici, Maman, l'expression sincère de mon amour et de ma gratitude éternelle.

À la mémoire de mon père,

Dont le souvenir continue d'inspirer chacun de mes pas,

Puisse Dieu lui accorder Sa paix et Sa miséricorde.

À celles et ceux qui m'ont tendu la main, offert un mot, un sourire ou une prière,

Je vous adresse ma reconnaissance la plus profonde.

Et que toute louange revienne à Dieu, Maître des mondes.

Derrière chaque faille, une persévérance.

Souad

Résumé

Face aux enjeux actuels de santé publique liés aux maladies chroniques, l'exploration de ressources naturelles à potentiel thérapeutique est une voie prometteuse. Ce travail s'intéresse aux graines et à l'huile de citrouille (*Cucurbita spp.*), dans le but de mettre en évidence leur composition chimique et leurs propriétés biologiques.

Les analyses bibliographiques ont révélé une teneur élevée en acides gras insaturés, tocophérols, phytostérols, caroténoïdes, protéines et minéraux. Ces composés bioactifs confèrent aux graines et à l'huile des vertus antioxydantes, anti-inflammatoires, hypolipidémiques et antidiabétiques. D'autres études suggèrent également leur rôle protecteur contre certaines formes de cancer, de maladies cardiovasculaires et de troubles de la prostate.

Le mémoire s'articule autour de trois axes principaux : une présentation générale des *Cucurbitaceae*, l'analyse biochimique des graines et de leur huile, et enfin une revue des propriétés thérapeutiques documentées. Ce travail met en lumière le potentiel d'intégration de la citrouille dans les stratégies de prévention nutritionnelle et de phytothérapie, tout en soulignant la nécessité d'un usage raisonné face à la présence de certains composés antinutritionnels naturels.

Mots clés : *Cucurbita spp.*, Graines de citrouille, Composés bioactifs, Propriétés thérapeutiques, Phytothérapie, Maladies chroniques.

Abstract

In light of the current public health challenges posed by chronic diseases, exploring natural resources with therapeutic potential is a promising approach. This study focuses on pumpkin seeds and pumpkin seed oil (*Cucurbita spp.*), aiming to highlight their chemical composition and biological properties.

A literature review revealed that pumpkin seeds and oil are rich in unsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, carotenoids, proteins, and minerals. These bioactive compounds impart antioxidant, anti-inflammatory, hypolipidemic, and antidiabetic properties to the seeds and oil. Other studies suggest that pumpkin seeds and oil may protect against certain forms of cancer, cardiovascular diseases, and prostate disorders.

This thesis is structured around three main areas: an overview of the *Cucurbitaceae* family, a biochemical analysis of pumpkin seeds and oil, and a review of their documented therapeutic benefits. This work emphasizes the potential of pumpkin products in preventive nutrition and phytotherapy strategies while highlighting the importance of responsible use in light of naturally occurring antinutritional compounds.

Keys words: *Cucurbita spp.*, Pumpkin seeds, Bioactive compounds, Therapeutic properties, Herbal medicine, Chronic diseases.

الملخص

في مواجهة التحديات الصحية العامة الحالية التي تفرضها الأمراض المزمنة على الصحة العامة، فإن استكشاف الموارد الطبيعية ذات الإمكانيات العلاجية يعد وسيلة واعدة. تركز هذه الدراسة على بذور وزيت اليقطين (Cucurbita spp.)، بهدف تسليط الضوء على تركيبها الكيميائي وخصائصها البيولوجية.

كشفت المراجعات الأدبية عن وجود نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة والتوكوفيرول والفيتوستيرول والكاروتينات والبروتينات والمعادن. وتمنح هذه المركبات النشطة بيولوجيًا البذور والزيوت خصائص مضادة للأكسدة ومضادة للالتهابات وخافضة للدهون ومضادة للسكري. كما تشير دراسات أخرى إلى دورها الوقائي ضد أشكال معينة من السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية واضطرابات البروستاتا.

تتمحور هذه الأطروحة حول ثلاثة محاور رئيسية: عرض عام للقرعيات، وتحليل كيميائي حيوي للبذور وزيتها، وأخيراً مراجعة للخصائص العلاجية الموثقة. يسلط هذا العمل الضوء على إمكانية دمج اليقطين في استراتيجيات الوقاية الغذائية والعلاج بالنباتات، مع التأكيد على الحاجة إلى الاستخدام المنطقي في ضوء وجود بعض المركبات الطبيعية المضادة للتغذية.

الكلمات المفتاحية: القرعيات، بذور اليقطين، المركبات النشطة بيولوجيًا، الخصائص العلاجية، العلاج بالنباتات ، الأمراض المزمنة.

Table des matières

Remerciement

Dédicace

Résumé

Abstract

ملخص

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I : Généralités sur les Cucurbitaceae

1. La famille des Cucurbitacées	5
1.1 Historique de la culture des Cucurbitacées	5
1.2 Répartition géographique des Cucurbitacées	5
1.3 Diversité taxonomique et espèces cultivées principales	6
1.4 Classification botanique	7
1.5 Morphologie générale	8
2. Valeur nutritionnelle des différentes parties des Cucurbitacées	9
3. Profil phytochimique et composés bioactifs	11
3.1 Caroténoïdes.....	12
3.2 Composés phénoliques.....	12
3.3 Autres composés bioactifs.....	12
4. Facteurs antinutritionnels et constituants toxiques.....	13
4.1 Espèces toxiques au sein des Cucurbitacées	14
5. Propriétés thérapeutiques et applications en santé humaine	14

6. Indice glycémique, charge glycémique et valeur calorique	15
7. Usages traditionnels des Cucurbitacées	17
8. Importance économique des cucurbitacées	17
9. Défis et contraintes liés à la valorisation des Cucurbitacées.....	18
10. Perspectives de valorisation et d'exploitation durable des Cucurbitacées	18

Chapitre II : Les graines et l'huile des graines de citrouille

I.1 Les graines de citrouille	21
1. Caractéristiques physiques et morphologiques	21
2. Composition chimique des graines de citrouilles.....	22
2.1 Les acides gras	22
2.2 Les acides aminés.....	23
2.3 les glucides	25
2.4 Fibers alimentaires	25
2.5 Les Minéraux.....	26
2.6 Les vitamines.....	27
2.6.1 Les tocophérols	28
2.6.2 Les caroténoïdes	29
2.7 Les composés bioactifs.....	30
3. Les utilisations des grains de citrouille	32
II. Huile des graines de citrouille.....	34
1. Caractéristiques physiques et morphologiques.....	34
2. Composition chimique des graines de citrouilles	35
2.1 Acides gras insaturés	35
2.2 Tocophérols (vitamine E)	35
2.3 Stérols végétaux et caroténoïdes.....	36
2.4 Composés phénoliques	36
3. Extraction d'huile des graines de citrouille	37

3.1 Pression mécanique.....	37
3.2 Extraction par solvant (méthode Soxhlet).....	38
3.3 Techniques d'extraction émergentes.....	38
4. Usages multiples de l'huile de graines de citrouille	39
Chapitre III : Les potentialités thérapeutiques des graines et de l'huile de graines de citrouille « Cucurbita spp »	
I. Les bienfaits thérapeutiques et médicinaux des grains et de l'huile des graines de citrouille.....	42
1. Activité antioxydante	42
2. Activité anti-inflammatoire	43
3. Activité antidiabétique	45
4. Les effets cardioprotecteurs et antihyperlipidémique	47
5. Activité anticancéreuse	48
6. Effets sur l'hypertrophie bénigne de la prostate (HBP)	49
7. Propriétés antiparasitaires et anthelminthiques	50
8. Effets bénéfiques sur les troubles urinaires.....	51
9. Effets sur la croissance des cheveux et l'alopecie androgénétique.....	52
10. Effets antidépresseurs et favorisant le sommeil	53
II. Analyse et interprétation des études bibliographiques sur les graines et l'huile de graines de citrouille	54
1. Répartition des études selon le matériel utilisé et l'approche expérimentale.	54
2. Catégorisation des études en fonction de l'activité thérapeutique étudiée	56
3. Relation entre les composés bioactifs et les effets thérapeutiques	56
4. Facteurs affectant la composition chimique et l'activité thérapeutique	58
4.1 L'espèce végétale	58
4.2 Méthodes d'extraction	59
4.3 L'origine géographique et les conditions climatiques	60
5. Impact socio-économique	60

Conclusion	63
Annexe	66
Références Bibliographiques.....	70

Liste des tableaux

Tableau 1	La classification cucurbitacées.	8
Tableau 2	Composition nutritionnelle de base de la peau, des fruits et des graines de citrouille.	10
Tableau 3	Composition minérale d'écorces de citrouille, de fruits et de graines.	11
Tableau 4	Quelques propriétés physiques des graines de citrouille selon.	22
Tableau 5	Composition en acides gras des amandes de graines de courge.	23
Tableau 6	Les acides aminés présents dans les graines de citrouille.	24
Tableau 7	Profil des sucres libres (g/100 g de poids sec) des graines de courge et du tourteau de graines.	25
Tableau 8	Composition minérale des graines de <i>Cucurbita pepo</i> et des noyaux de graines de citrouilles.	27
Tableau 9	Teneur en vitamines des graines de citrouille crues (pour 100 g).	28
Tableau 10	La déférence entre les graines crues et les graines grillées et salées.	32
Tableau 11	Teneur en nutriments de l'huile de graines de citrouille.	37
Tableau 12	Des études sur l'activité anti-inflammatoire des graines et de l'huile de graines de citrouille.	44
Tableau 13	Résumé des études sur l'activité antiparasitaire et anthelminthique des graines de courge et de l'huile de graines de citrouille.	51
Tableau 14	Composés bioactifs et activités thérapeutiques associées.	57
Tableau 15	Méthodes d'extraction et leurs effets sur la composition ou l'activité des extraits de certaines études.	60

Liste des figures

Figure 1	Distribution globale des principales cultures de cucurbitacées (pastèque, melon, concombre, courges).	6
Figure 2	Arbre phylogénétique basé sur les relations phylogénétiques rapportées de 17 espèces de Cucurbitaceae. Les étoiles orange indiquent les événements WGD (CucWGD) spécifiques aux cucurbitacées. Les tribus sont énumérées à droite de l'arbre.	7
Figure 3	Parties comestibles de certaines plantes Cucurbitacées.	9
Figure 4	Quelques constituants chimiques majeurs et mineurs dans les plantes de la famille des Cucurbitaceae.	13
Figure 5	La valeur calorique des aliments sélectionnés des Cucurbitacées plantes.	16
Figure 6	Graines de citrouille décortiquées (a) et non décortiquées (b).	21
Figure 7	Structures chimiques des tocophérols et tocotriénols de la vitamine E.	29
Figure 8	Les structures des principaux caroténoïdes.	30
Figure 9	Couleur et texture de l'huile de graines de citrouille.	35
Figure 10	Effet synergique antidiabétique du polysaccharide de citrouille et de la puérarine.	45
Figure 11	Effet de la famille des cucurbitacées sur le développement des maladies cardiovasculaires.	48
Figure 12	Répartition des études selon la nature du matériau utilisé (graines, huile ou les deux).	55
Figure 13	Répartition des études selon le type d'approche expérimentale.	55
Figure 14	Répartition des études par activité thérapeutique.	56
Figure 15	Les espèces de citrouilles les plus couramment utilisés dans les études.	59
Figure 16	Quelques-uns des types de produits disponibles sur le marché mondial.	61

Liste des abréviations

ADN : Acide désoxyribonucléique.

APG: Angiosperm Phylogeny Group (classification botanique).

Ca : Calcium.

CAT : Catalase (enzyme antioxydante).

CG : Charge glycémique.

Co : Cobalt.

CRP : Protéine C-réactive (marqueur inflammatoire).

Cu : Cuivre.

CuB, CuE : Cucurbitacine B et E.

CucWGD : Duplication complète du génome des Cucurbitaceae.

°C : Degré Celsius.

DHT : Dihydrotestostérone (hormone).

DPPH : Test radicalaire pour mesurer l'activité antioxydante.

Fe: Fer.

FRAP: Ferric Reducing Antioxidant Power (test antioxydante).

GAE : Équivalent Acide Gallique.

GLP1 : Glucagon-Like Peptide 1 (hormone intestinale).

GPx : Glutathione peroxidase.

g : Gramme.

HbA1c : Hémoglobine glyquée (marqueur du diabète).

HDL : Lipoprotéines de haute densité.

HBP : Hyperplasie bénigne de la prostate.

IC50 : Concentration inhibitrice à 50 %.

IG : Indice glycémique.

IL-6 : Interleukine-6 (cytokine inflammatoire).

ISI : Indice de sévérité de l'insomnie.

IU : Unité Internationale (vitamines).

K : Potassium.

Kcal : Kilocalorie.

Mg : Magnésium.

MCF-7 : Lignée cellulaire de cancer du sein humain.

mg : Milligramme.

mg/100g : Milligrammes pour 100 grammes.

mm : Millimètre.

Mn : Manganèse.

Na : Sodium.

NF- κ B : Facteur de transcription nucléaire (inflammation).

ng : Nanogramme.

NO : Monoxyde d'azote (molécule signal).

PC-3 : Lignée cellulaire de cancer de la prostate humaine.

P : Phosphore.

PSA : Antigène spécifique de la prostate.

PSQI : Indice de qualité du sommeil de Pittsburgh.

QE : Quercetin Equivalent (équivalent quercétine).

ROS : Espèces réactives de l'oxygène.

Spp. : Abréviation botanique pour 'espèces' (pluriel).

SOD : Superoxyde dismutase.

Vit E : Vitamine E.

Zn : Zinc.

% : Pourcentage.

μg : Microgramme.

Introduction

Les plantes sont une source essentielle d'aliments et de médicaments dans de nombreuses cultures à travers le monde. Parmi ces plantes, de nombreuses espèces ont des effets bénéfiques importants sur la santé. Depuis l'Antiquité, les plantes médicinales occupent une place centrale dans les pratiques thérapeutiques traditionnelles, et ces dernières années, l'intérêt qu'elles suscitent s'est accru en raison de leurs effets positifs sur la santé humaine.

La famille des *Cucurbitaceae*, et plus particulièrement le genre *Cucurbita* (qui comprend notamment les courges), est l'une des plantes les plus importantes en raison de ses nombreuses utilisations alimentaires, nutritionnelles et thérapeutiques. Bien que l'on trouve différentes espèces dans le monde entier, les plus importantes sur les plans commercial et économique sont *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* et *Cucurbita moschata* (**Medjakovic et al., 2016**). Elle est mentionnée dans le Saint Coran, dans la sourate Al-Safat (verset 146), dans l'histoire du prophète Yunus (Jonas) et dans de nombreux hadiths comme un aliment connu pour ses vertus.

Les citrouilles sont largement cultivées sur différents continents, notamment en Amérique, en Afrique du Nord, en Asie et en Europe, et sont consommées pour leur chair sucrée et riche en fibres, mais aussi pour leurs graines et leur huile, qui ont un grand potentiel thérapeutique (**Dotto et Chacha, 2020**).

Souvent négligées en tant que sous-produits, les graines de courge ont attiré l'attention de la communauté scientifique ces dernières années en raison de leur richesse en nutriments et en composés bioactifs tels que les acides gras insaturés, les tocophérols, les phytostérols, les protéines, les minéraux (zinc, magnésium) (**Dotto et Chacha, 2020**), ainsi que les composés phénoliques et les caroténoïdes qui leur confèrent une forte activité antioxydante (**Nyam et al., 2009**).

L'huile extraite de ces graines possède des propriétés particulièrement intéressantes, contenant des phytostérols, des caroténoïdes et des tocophérols qui contribuent à ses multiples propriétés médicinales (**Rabrenović et al., 2014**). Diverses études ont mis en évidence l'importance thérapeutique des graines de courge et de leur huile dans la prévention et le traitement de plusieurs maladies chroniques.

Dans le contexte du diabète, il a été démontré que les extraits de graines de citrouille améliorent la régulation de la glycémie, stimulent la sécrétion d'insuline et réduisent les dommages oxydatifs causés par l'hyperglycémie (**Syed et al., 2019**). En oncologie, certaines

recherches ont révélé que les composés bioactifs de ces graines peuvent inhiber la propagation des cellules cancéreuses, en particulier dans les cancers de la prostate, du sein et du côlon, sans interférer avec les récepteurs hormonaux (**Gossell-Williams et al., 2016**).

En outre, l'huile de graines de courge a également démontré des effets protecteurs sur la santé cardiovasculaire. Grâce à sa teneur élevée en phytostérols et en acides gras insaturés, elle permet de réduire le cholestérol LDL, d'améliorer la fonction endothéliale et de prévenir l'athérosclérose et la thrombose (**Aziz et al., 2023**).

L'objectif de cette étude est de contribuer à une meilleure compréhension de la composition chimique et des propriétés médicinales de la citrouille, de ses graines et de son huile, mais aussi de mettre en évidence l'intérêt croissant qu'elle suscite dans la phytothérapie moderne, la nutrition préventive et divers autres domaines. Ce travail se compose de trois chapitres principaux

- Le premier chapitre aborde la présentation générale de la famille des *Cucurbitaceae*, leur distribution géographique, leurs caractéristiques botaniques et leur importance économique et nutritionnelle.
- Le deuxième chapitre est consacré aux graines de courge et à leur huile, détaillant leur composition biochimique et leurs diverses utilisations.
- Le troisième chapitre est consacré aux bienfaits thérapeutiques des graines et de l'huile de courge, ainsi qu'à une revue et à une analyse des études les plus importantes mentionnées sur le sujet.

Les objectifs principaux de ce mémoire sont donc les suivants :

- identifier et caractériser les composés bioactifs présents dans les graines de courge et l'huile de graines.
- analyser les effets pharmacologiques potentiels de ces produits sur les principales maladies chroniques.
- Mettre en évidence les perspectives de développement thérapeutique dans le cadre de la nutrition fonctionnelle ou de la médecine complémentaire.

Chapitre 01:

Généralités sur les Cucurbitaceae



1. La famille des Cucurbitacées :

Depuis des milliers d'années, l'humanité a utilisée diverses ressources trouvées dans son environnement afin de traiter et de soigner toutes sortes de maladies (Lee, 2004).

La famille des Cucurbitacées a suscité un intérêt croissant ces dernières années, en raison de la popularité des régimes alimentaires à base de plantes et de l'adoption d'aliments fonctionnels riches en composés bioactifs. Les cucurbitacées comprennent des plantes telles que la citrouille (*Cucurbita*), la pastèque (*Citrullus*), le melon (*Cucumis melo*) et le concombre (*Cucumis sativus*), représentant une grande diversité botanique et nutritionnelle (Karas et Borecka, 2025).

Ces plantes sont consommées sous forme de fruits et légumes, mais aussi de graines et de sous-produits issus de la transformation, souvent négligés, comme les écorces, les fleurs ou les tourteaux. Grâce à leur richesse en nutriments essentiels, acides gras, fibres, vitamines et minéraux, les cucurbitacées jouent un rôle potentiel dans la prévention de maladies chroniques et dans l'amélioration de la santé humaine (Mohamed et al., 2022 ; Stefan et al., 2020).

1.1. Historique de la culture des Cucurbitacées :

Les cucurbitacées sont parmi les premières plantes à avoir été domestiquées en Amérique. Des preuves archéologiques suggèrent une domestication remontant à environ 6 000 ans avant J.-C., notamment au Mexique, avec l'apparition de variétés à fruits doux (Zinash et Woldetsadik, 2013).

L'usage des courges à travers l'histoire est documenté sur plusieurs continents : en Amérique du Nord et du Sud, en Afrique, en Inde, et jusqu'en Polynésie. Cette plante a occupé une place centrale dans l'agriculture traditionnelle grâce à sa capacité d'adaptation et à sa diversité (Kates, 2017).

1.2. Répartition géographique des Cucurbitacées :

Les cucurbitacées possèdent une vaste répartition géographique, principalement concentrée dans les régions tropicales et subtropicales, bien que certaines variétés soient également présentes dans des zones tempérées (Zachariah et al., 2024).

Elles sont cultivées et consommées à travers le monde, notamment en Afrique, en Asie du Sud-Est, en Amérique centrale et du Sud, ainsi qu'à Madagascar (Schmidt et al., 2020 ; Avinash Rai, 2017).

D'après les données les plus récentes, près de 90 % des espèces de cucurbitacées sont regroupées dans trois grandes zones : le continent africain et Madagascar, l'Amérique centrale et du Sud, ainsi que l'Asie du Sud-Est, y compris la Malaisie (Figure 01).

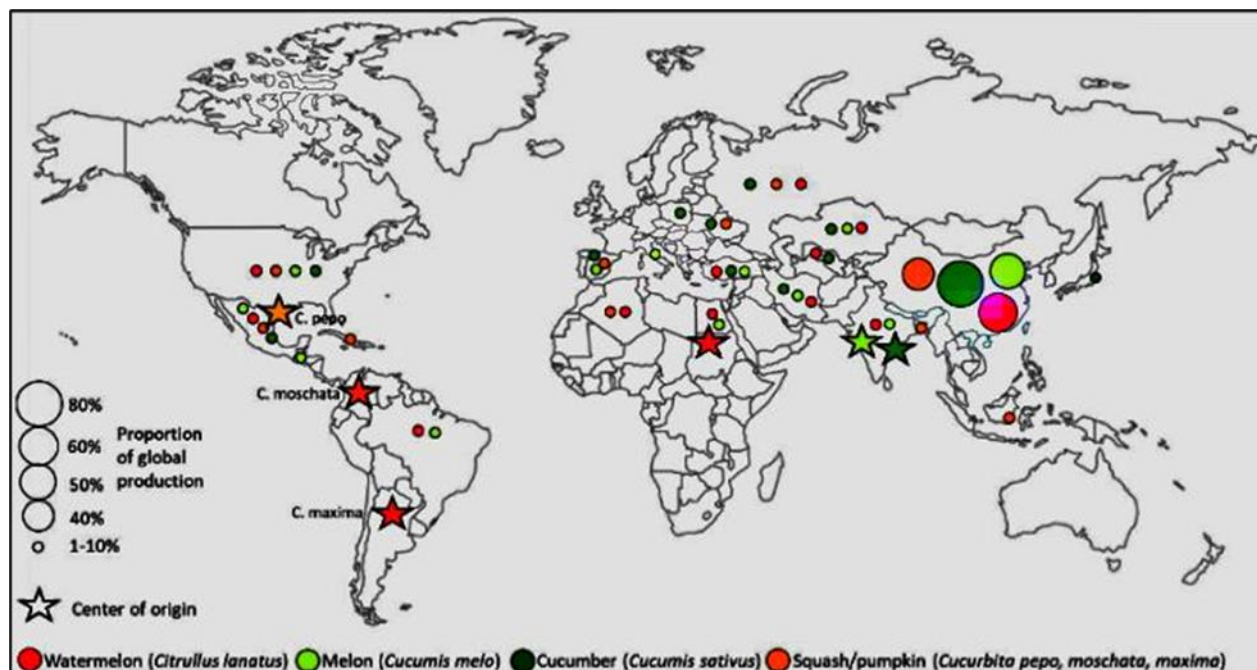


Figure 1: Distribution globale des principales cultures de cucurbitacées (pastèque, melon, concombre, courges) (Zheng et al., 2018).

1.3. Diversité taxonomique et espèces cultivées principales :

Les Cucurbitacées comprennent plusieurs espèces domestiquées toutes diploïdes ($2n = 40$) (Ferriol et Picó, 2008 ; Schaefer et Renner, 2010). Ce groupe comprend une grande variété de légumes et de fruits. Les légumes les plus connus de ce groupe sont le concombre (*Cucumis sativus*), courgettes, citrouille (dont principalement *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima*, *Cucurbita moschata*, et *Cucurbita argyrosperma*), courge cireuse (*Benincasa hispida*), gourde (*Lagenaria siceraria*), courge amère (*Momordica charantia*), courge faîtière (*Luffa acutangula*), courge éponge (*Luffa cylindrica*), chayotte (*Sechium edule*), et la courge serpent (*Trichosanthes anguina*) et parmi les fruits, le melon (*Cucumis melo*), concombre cornu (*Cucumis metuliferus*), pastèque (*Citrullus lanatus*), et luo-hanguo (*Siraitia grosvenorii*) (Yiblet, 2023). La plupart des espèces appartenant à cette famille sont cultivées pour leur valeur alimentaire, médicinale ou artisanale (Ferriol et Picó, 2008 ; Schaefer et Renner, 2010).

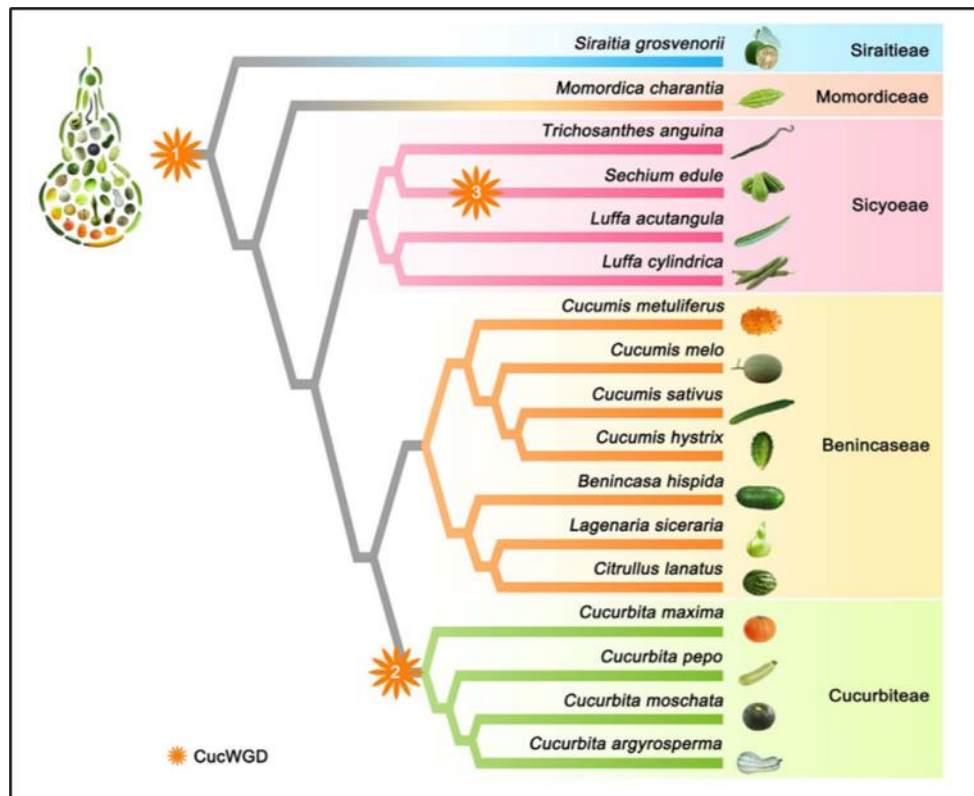


Figure 2 : Arbre phylogénétique basé sur les relations phylogénétiques rapportées de 17 espèces de *Cucurbitaceae*. Les étoiles orange indiquent les événements WGD (CucWGD) spécifiques aux cucurbitacées. Les tribus sont énumérées à droite de l'arbre (Ma et al., 2022).

1.4. Classification botanique :

Les Cucurbitacées appartiennent à l'ordre des Cucurbitales. Elles regroupent environ 960 espèces réparties dans 115 genres. Ce sont des plantes généralement monoïques ou dioïques, rampantes ou grimpantes, produisant des fleurs unisexuées de couleur jaune ou orangée (Karas et Borecka, 2025)

Elles sont cultivées depuis plus de 3000 ans, avec des origines remontant à l'Asie de l'Ouest (Mukherjee et al., 2023). La majorité des espèces poussent dans les régions tropicales et subtropicales, bien qu'on retrouve certaines variétés dans des zones tempérées (Zachariah et al., 2024).

Sur le plan botanique, les cucurbitacées sont des dicotylédones appartenant à l'ordre des Cucurbitales. La classification traditionnelle, fondée sur des critères morphologiques et anatomiques, est notamment représentée par celle de Cronquist (Cronquist, 1988).

Une étude phylogénétique récente confirme cette appartenance au sein des dicotylédones rosidées et fournit un cadre à jour pour comprendre les relations évolutives à l'intérieur de la famille (Newton et Eggli, 2022). Situe les cucurbitacées de la manière suivante :

Tableau 1 : la classification cucurbitacées (Newton et Eggli, 2022).

Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Angiospermes
Branche	Dicotylédones vraies
Ordre	Cucurbitales
Famille	Cucurbitaceae

1.5. Morphologie générale :

Les cucurbitacées sont caractérisées par une tige creuse souvent couverte de poils, des feuilles palmées, des vrilles, et des fruits de formes très variées. Le fruit, souvent une baie appelée péponide, présente une grande diversité de taille, de forme et de couleur. Les graines, riches en huile et en protéines, sont également comestibles et valorisées dans plusieurs applications (Yaroszyska et al., 2023).

Leur diversité morphologique, incluant des fruits charnus, des graines oléagineuses, et des fleurs comestibles, en fait une ressource précieuse pour la nutrition humaine (Salehi et al., 2019).

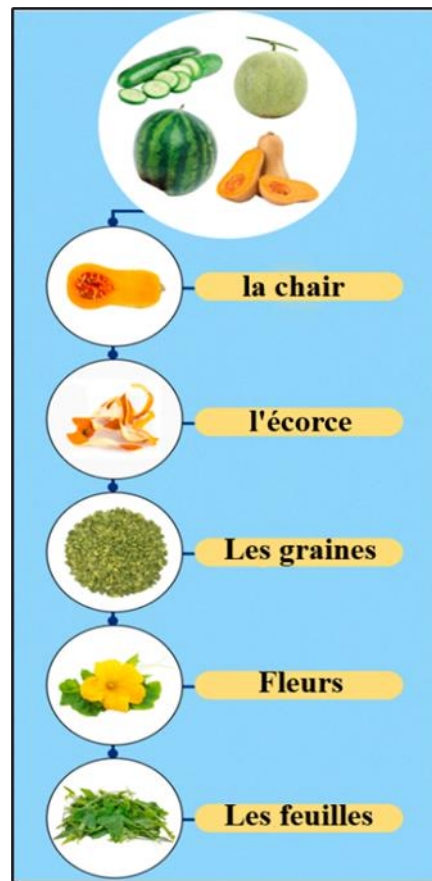


Figure 3 : Parties comestibles de certaines plantes Cucurbitacées (**Borecka et Karas, 2025**).

2. Valeur nutritionnelle des différentes parties des Cucurbitacées :

Les parties comestibles des Cucurbitacées chair, écorce, graines, fleurs et feuilles présentent une composition nutritionnelle variée. En général, la chair est riche en eau et en glucides simples, tandis que les graines contiennent des teneurs élevées en protéines (25–37 %) et en lipides (35–50 %). Les pelures, souvent négligées, sont sources de fibres alimentaires (jusqu'à 41 %) et de minéraux. Les fleurs et les feuilles apportent des protéines, des glucides complexes et divers micronutriments (**Batool et al., 2022**).

Même les sous-produits issus de la transformation des Cucurbitacées (tourteaux d'huile, pelures, graines non consommées) présentent une richesse insoupçonnée en nutriments et composés fonctionnels. Les tourteaux de graines, notamment ceux de courge, sont riches en protéines, fibres et minéraux, et peuvent être valorisés en nutrition humaine ou animale. Les pelures contiennent également des caroténoïdes et des polyphénols en concentrations notables (**Peričin et al., 2009**).

La famille des Cucurbitacées renferme une diversité de composés bioactifs, notamment des triterpénoïdes, des saponines, des glycosides cardiaques, des caroténoïdes, des stérols, des

alcaloïdes, et des polysaccharides, qui confèrent à ces plantes des propriétés thérapeutiques variées (Ab Azid et al., 2018 ; Jeffrey, 2021 ; Mukherjee et al., 2018 ; Ajuru et Nmomo, 2022).

Tableau 2 : Composition nutritionnelle de base de la peau, des fruits et des graines de citrouille

Composants (%)	Citrouille (<i>C. moschata</i> , <i>C. pepo</i> , <i>C. maxima</i>)				Melon (<i>C. melo</i>)			Concombre (<i>C. sativus</i>)			Références
	Pulpe	Peau	Graines	Fleurs	Pulpe	Peau	Graines	Pulpe	Peau	Graines	
Carbohydrates	2.62–48.40	4.37–20.68	6.37–37.9	3.02–3.90	7.56	54.80	50.2	52.70	33.70	50.10	(Mallek-Ayadi, S et al., 2022) (Niyi, OH et al., 2019) (Salehi, B et al., 2019) (Zia, S et al., 2019) (Tzortzakis, N et al., 2021) (Tzortzakis, N et al., 2018) (Silva, M.A et al., 2020) (Mohd, A.M et al., 2016)
Protéines	0.20–15.50	0.92–23.95	14.31–38.0	1.14–1.50	1.78–1.80	2.95	2.63	15.90	26.50	38.88	
Lipides	0.04–0.42	0.31–6.57	21.9–54.9	0.21–0.33	0.03–1.26	8.89	15.4	0.13	1.44	95.79	
Fibres	0.37–11.25	0.13–33.92	1.00–16.15	-	4–4.20	11.30	19.2	6.77	8.86	3.00	
Cendres	0.34–6.64	0.63–10.65	3.0–5.50	0.85–1.92	-	-	-	11.60	7.85	9.34	
Humidité	18.03–96.77	9.76–93.59	1.80–7.40	-	89–96.0	18.4	7.31	12.90	21.70	12.30	

Les plantes de la famille des Cucurbitacées sont une bonne source de minéraux essentiels pour l'organisme tels que le potassium, le magnésium, le calcium et le zinc. Les graines de courge, par exemple, contiennent jusqu'à 2385 mg/100 g de magnésium et 1570 mg/100 g de phosphore. Les feuilles et fleurs, souvent sous-exploitées, apportent aussi du cuivre, du fer et du sodium. La richesse minérale varie selon l'espèce et la partie analysée (graines, pulpe, peau, feuilles, fleurs) (Sinkovič et Kolmanič, 2021).

Tableau 3 : Composition minérale d'écorces de citrouille, de fruits et de graines

Corposants (%)	Citrouille (<i>C. moschata</i> , <i>C. pepo</i> , <i>C. maxima</i>)				Melon (<i>C. melo</i>)			Concombre (<i>C. sativus</i>)			Références
	Pulpe	Peau	Graines	Fleurs	Pulpe	Peau	Graines	Pulpe	Peau	Graines	
Calcium	21	1.360	8.44–141.00	13.78–37.77	855.25	14.69–4201.4	8.34–806.4	139	168	177	Nkoana, D.K., 2022) (Niyi, OH et al., 2019) (Mohd, A.M et al.,2016) (Mallek-Ayadi, S et al.,2022) (Biez' anowska-Kopeck, R et al. ,2022) (Silva, M.A et al., 2020) (Batool, M et al., 2022) (Singh, A et al., 2024)
Fer	0.8	4.004	3.75–1676	1.26–5.29	1.82	0.4–3.4	2.69–81.17	7.80	7.39	9.08	
Magnésium	12	3.353	67.41–2385.00	17.72–35.83	328.75	13.27–389.65	101.71–3299.27	70.8	64.1	64.4	
Phosphore	44	1.419	–47.68 1471.24	-	-	-	-	-	-	-	
Potassium	340	687.47	103.12–4300.00	199.73–349.66	2113.75	110.39–1791.9	509.8–9548.33	437	454	541	
Sodium	1.0	9,652	0.69–189.81	-	137.58	8.54–277.9	41.22–386.13	151	113	156	
Zinc	0.32	0.150	1.09–14.14	0.48-0.78	0.7	0.23–2.3	2.34–44.03	5.27	2.66	5.46	
Cuivre	0.127	0.025	0.30–89.84	-	0.2	0.07–8.9	0.53–15.9	2.49	1.69	2.21	
Manganèse	0.125	0.3.60	0.06–8.90	0.18–0.38	0.48	0.41–4.1	1.25–15.20	0.79	0.4	0.56	
Sélénium	0.3 µg	-	0.13–1.91	-	-	-	-	-	-	-	

3. Profil phytochimique et composés bioactifs :

Les Cucurbitacées sont riches en composés phytochimiques tels que les caroténoïdes (β -carotène, lutéine), flavonoïdes (quercétine, kaempférol), acides phénoliques (acide férulique, acide caféique), cucurbitacines (les terpènes) et stérols (comme l'avenastérol) végétaux (sitostérol, stigmasterol). Ces composés possèdent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et anticancéreuses. La teneur en ces substances dépend fortement de l'espèce, de la partie de la plante, et des conditions de culture (**Kulczyński et Gramza-Michałowska, 2019**).

3.1. Caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des pigments naturels du groupe des tétraterpénoïdes, solubles dans les lipides, qui donnent aux plantes des couleurs jaunes, oranges et rouges. La concentration totale de caroténoïdes varie selon l'espèce de cucurbitacée, la phase de maturation du fruit, les conditions climatiques, le sol et le traitement post-récolte (**Ninčević Grassino et al., 2022; Jaswir et al., 2017**).

➤ Chez la citrouille, on trouve notamment :

α -carotène, β -carotène, ζ -carotène, néoxanthine, violaxanthine, phytofluène, phytoène, α -cryptoxanthine et β -cryptoxanthine.

La teneur totale en caroténoïdes peut atteindre 461,9 $\mu\text{g/g}$ chez certaines espèces, tandis qu'elle est plus faible chez d'autres, comme *Cucurbita moschata* (171,9 à 260 $\mu\text{g/g}$) (**Salehi et al., 2019; Ninčević Grassino et al., 2022**).

La synthèse des caroténoïdes est influencée par la température, étant moins efficace à basse température. Le contenu individuel en caroténoïdes diminue généralement à mesure que le fruit mûrit, en raison de la dégradation de la chlorophylle (**Ninčević Grassino et al., 2022; Zamuz et al., 2019**).

3.2. Composés phénoliques :

Le contenu phénolique des fruits de cucurbitacées est généralement faible. Par exemple, **Eleiwa et al. (2014)** n'ont pas détecté de flavonoïdes dans les fruits de *Cucurbita moschata*. Cependant, certains composés phénoliques importants tels que l'acide p-coumarique, l'acide p-hydroxybenzoïque, et leurs dérivés ont été identifiés dans *Cucurbita ficifolia* (**Jessica et al., 2016**).

La teneur totale en polyphénols varie selon la partie de la plante (pulpe, peau, graines, feuilles) et la variété, allant de 137 à 260 mg /100 g dans certaines études (**Zamuz et al., 2019; Ilahy et al., 2019**).

3.3. Autres composés bioactifs :

Les cucurbitacines, triterpénoïdes amers, jouent un rôle important dans les propriétés thérapeutiques des cucurbitacées. On trouve plusieurs types, notamment cucurbitacine B, C, D, E, I et L (**Tripathi et al., 2006**).

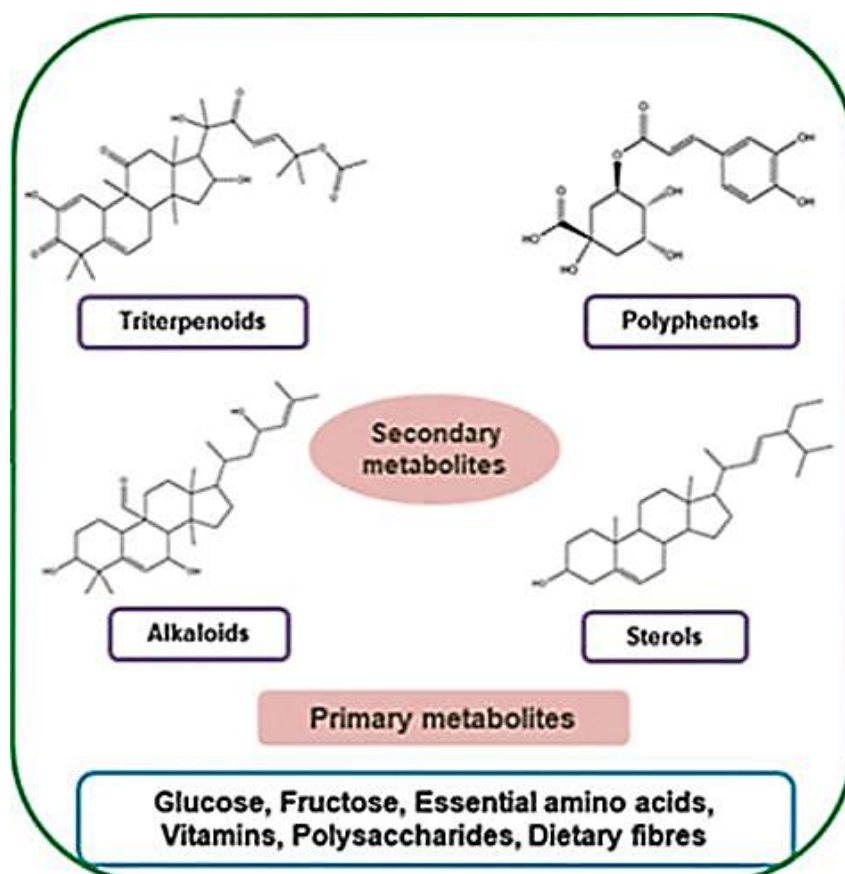


Figure 4 : Quelques constituants chimiques majeurs et mineurs dans les plantes de la famille des *Cucurbitaceae* (Mukherjee et al., 2022).

4. Facteurs antinutritionnels et constituants toxiques :

Malgré leurs nombreux bienfaits, les plantes de la famille des Cucurbitacées présentent également des risques liés à la présence de composés antinutritionnels et toxiques pouvant compromettre la sécurité alimentaire. Les cucurbitacines, des triterpénoïdes au goût extrêmement amer, sont parmi les plus préoccupants. Bien qu'elles aient démontré des propriétés anticancéreuses prometteuses (Zieniuk et Pawelkiewicz, 2023 ; Varela et al., 2022). Leur ingestion peut provoquer des troubles gastro-intestinaux sévères, voire des intoxications aiguës (Momanyi, 2016).

D'autres antinutriments tels que les saponines, oxalates, tanins, et glycosides cyanogéniques sont également présents dans les graines et la peau des fruits. Ces substances réduisent la biodisponibilité des nutriments essentiels en perturbant leur absorption (Abiola et Ekunrin, 2024 ; Bamidele et al., 2021). De plus, la contamination microbiologique liée à

une mauvaise transformation ou conservation augmente les risques sanitaires (**Burris, 2023**). Toutefois, des techniques comme la fermentation, la germination ou le grillage permettent de diminuer significativement ces facteurs indésirables tout en maintenant les propriétés nutritionnelles (**Abiola et Ekunrin, 2024 ; Bamidele et al., 2021**).

4.1. Espèces toxiques au sein des Cucurbitacées :

Certaines espèces de cette famille peuvent contenir des concentrations élevées de cucurbitacines, connues pour leur toxicité chez l'homme et les animaux domestiques. Le danger réside dans la difficulté de distinguer les espèces comestibles des espèces toxiques à cause de leur ressemblance morphologique, nécessitant une identification rigoureuse basée sur les fleurs ou les fruits.

Un exemple marquant est *Cucumis metuliferus*, espèce répandue en Afrique australe et occidentale. Son fruit est toxique à l'état immature, mais devient comestible à pleine maturité lorsqu'il acquiert une couleur orange vif et une chair verte gélatineuse. Malgré ses usages culinaires, la consommation de courges amères non identifiées, souvent caractérisées par une amertume prononcée, a été liée à plusieurs cas d'intoxications graves (**Pérez-García et al., 2006 ; Khan et Perveen, 2010**).

Ces risques soulignent l'importance d'une sensibilisation accrue, surtout dans les régions où ces espèces sont utilisées à des fins alimentaires ou médicinales sans contrôle sanitaire strict.

5. Propriétés thérapeutiques et applications en santé humaine :

Les Cucurbitacées, riches en composés bioactifs tels que les caroténoïdes, les cucurbitacines, les saponines et divers polysaccharides, suscitent un intérêt croissant pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. En effet, plusieurs études ont mis en évidence leur potentiel thérapeutique dans la prévention et la prise en charge de nombreuses pathologies chroniques. Parmi les propriétés les plus notables observées chez différentes espèces de cette famille, on retrouve notamment une activité antioxydante, qui contribue à la neutralisation des radicaux libres et à la protection contre le stress oxydatif. Certaines cucurbitacées présentent également une activité antidiabétique, avec des effets favorables sur la régulation de la glycémie et la sensibilité à l'insuline.

Leur potentiel anticancéreux a également été démontré, à travers des mécanismes impliquant l'induction de l'apoptose et l'inhibition de la prolifération cellulaire. À cela

s'ajoute une activité anti-inflammatoire significative, permettant de moduler les médiateurs de l'inflammation, ainsi qu'une action antimicrobienne efficace contre plusieurs souches bactériennes et fongiques. Enfin, les cucurbitacées se distinguent aussi par leur effet hypolipidémique, qui contribue à la régulation du profil lipidique sanguin.

Ainsi, grâce à cet éventail d'activités biologiques, les cucurbitacées occupent une place prometteuse dans le développement de produits à visée nutritionnelle, fonctionnelle et thérapeutique (Mukherjee et al., 2018 ; Olarewaju et al., 2019 ; Morales-Vela et al., 2021 ; Wahid et al., 2021 ; AlJindan et al., 2021).

Les composés bioactifs, notamment l'ergostérol, agissent sur le métabolisme lipidique en favorisant la lipolyse et en réduisant l'accumulation de lipides dans les adipocytes, ce qui aide à réguler l'hyperlipidémie et prévient les troubles cardiovasculaires (Olawaju et al., 2019; Lira et al., 2012). Ces effets thérapeutiques complètent ainsi les vertus préventives des Cucurbitacées contre les maladies métaboliques et chroniques (Giwa et al., 2021).

6. Indice glycémique, charge glycémique et valeur calorique :

Les plantes de la famille des *Cucurbitaceae* sont utilisées dans l'alimentation non seulement pour leur richesse en composés bioactifs mais aussi pour leur faible valeur énergétique. La réponse glycémique se définit comme l'élévation du glucose sanguin après ingestion, mesurée par l'indice glycémique (IG) qui est classé en bas ($IG \leq 55$), moyen ($IG 56-69$) et élevé ($IG \geq 70$) (Vega-López, Venn, et Slavin, 2018). Selon la charge glycémique ($CG = IG \times \text{quantité de glucides disponibles dans une portion donnée}$), les aliments sont classés en faible CG ($CG \leq 10$), moyenne CG ($CG 11-19$) et élevée CG ($CG \geq 20$) (Vega-López et al., 2018).

Les légumes et fruits des Cucurbitacées présentent une faible teneur énergétique : le concombre contient 15 kcal/100 g, la courgette 16 kcal/100 g, tandis que la pastèque et le melon ont respectivement 30 et 33 kcal/100 g. Ainsi, la plupart de ces légumes et fruits sont considérés comme ayant une faible charge glycémique, à l'exception de la pastèque qui présente un indice glycémique élevé de 72 (Rolnik et Olas, 2020; Atkinson et al., 2021).

Par ailleurs, la quantité de composés phénoliques et flavonoïdes varie selon l'espèce végétale et la méthode d'extraction. Par exemple, la concentration en composés phénoliques dans les extraits de fleurs de courge (*C. maxima*) varie selon le type d'extrait, atteignant 17,39 µg d'équivalent acide gallique par ml dans l'extrait aqueux, contre 8,09 µg/ml dans l'extrait méthanolique (Ghosh et Rana, 2021). La teneur la plus élevée en flavonoïdes pour *C.*

maxima est de 8,23 mg QE/100 g poids frais, alors que la plus faible a été notée pour *C. pepo* (0,51 mg QE/100 g) (Zhou et al., 2017; Ghosh et Rana, 2021).

Ces propriétés combinées sont importantes pour le contrôle nutritionnel, surtout avec l'augmentation de l'obésité et des troubles du métabolisme glucidique comme le diabète de type 2, ce qui rend la gestion de l'énergie et des indices glycémiques essentielle pour prévenir ces maladies chroniques (Rolnik et Olas, 2020).

Par exemple, le concombre et la citrouille ont un indice glycémique respectivement bas et modéré, avec des charges glycémiques faibles en raison de leur forte teneur en eau (Rico et al., 2020).

Valeur calorique (pour 100 g) Indice glycémique Charge glycémique	
citrouille 	26 kcal GI = 65 GL = 4.5
pastèque 	30 kcal GI = 72 GL = 5.6
Melon 	33 kcal GI = 65 GL = 5.2
Concombre 	15 kcal GI = 15 GL = 0.4

Figure 5 : La valeur calorique des aliments sélectionnés des Cucurbitacées plantes (Borecka et Karas, 2025).

7. Usages traditionnels des Cucurbitacées :

Depuis des siècles, les Cucurbitacées occupent une place importante dans les pratiques médicinales traditionnelles à travers diverses régions du monde. En médecine populaire, plusieurs parties de ces plantes, notamment les graines, les feuilles et les fruits, sont utilisées pour soulager des troubles digestifs, des infections urinaires, l'hypertension ou encore le diabète, à travers des infusions, décoctions ou macérations (**Ayyildiz et al., 2019; Wang et al., 2023**). Dans certaines communautés africaines et asiatiques, elles sont aussi employées comme vermifuges, anti-inflammatoires ou tonifiants (**Grassi et al., 2022**). Bien que ces usages reposent en grande partie sur des traditions orales, plusieurs études modernes confirment la présence de composés bioactifs comme les cucurbitacines, flavonoïdes et polysaccharides, associés à des effets pharmacologiques potentiels (**Zieniuk et Pawelkiewicz, 2023**). Cependant, ces pratiques nécessitent davantage d'investigations cliniques rigoureuses pour garantir leur efficacité et leur sécurité.

8. Importance économique des cucurbitacées :

Les Cucurbitacées représentent un groupe végétal d'une grande importance économique à l'échelle mondiale. Elles occupent une place significative dans la production de fruits et légumes, en raison de leur rendement élevé, de leur diversité morphologique et de leur valeur nutritionnelle (**Kim et al., 2021**). Leurs fruits, graines, feuilles et fleurs sont largement utilisés dans l'alimentation humaine, ainsi que dans les industries agroalimentaire, cosmétique et pharmaceutique.

Les graines de nombreuses espèces sont exploitées pour l'extraction d'huiles riches en acides gras insaturés, en stérols végétaux et en composés bioactifs aux effets bénéfiques sur la santé, notamment pour leurs propriétés hypocholestérolémiantes et anti-inflammatoires (**Stefan et al., 2020**). Les tourteaux résiduels, obtenus après extraction de l'huile, sont également valorisés comme compléments alimentaires ou aliments pour animaux, en raison de leur richesse en protéines et en minéraux (**Karas et Borecka, 2025**).

Dans plusieurs régions du monde, notamment en Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique latine, les Cucurbitacées sont utilisées non seulement comme aliments de base, mais également en phytothérapie traditionnelle pour traiter divers troubles, grâce à leur teneur en caroténoïdes, flavonoïdes, cucurbitacines et autres composés bioactifs (**Grassi et al., 2022 ; Wang et al., 2023 ; Ayyildiz et al., 2019**).

Leur intérêt économique, nutritionnel et thérapeutique fait des Cucurbitacées une ressource végétale stratégique, notamment dans les contextes de développement durable, de sécurité alimentaire et de valorisation des plantes médicinales.

9. Défis et contraintes liés à la valorisation des Cucurbitacées

Malgré leur importance économique et leur diversité d'usages, les Cucurbitacées font face à plusieurs défis qui limitent leur valorisation optimale. Parmi les contraintes majeures figurent la sensibilité de nombreuses espèces aux maladies virales, fongiques et bactériennes, qui entraînent des pertes significatives de rendement, notamment dans les systèmes agricoles à faibles intrants (**Laryea et al., 2022**).

La variabilité génétique limitée de certaines cultures commerciales, en raison de la sélection intensive, constitue également un frein à l'adaptation aux changements climatiques ou aux nouvelles pressions biotiques (**Dhillon et al., 2020**). En parallèle, les problèmes liés à la post-récolte, comme la détérioration rapide des fruits ou le manque d'infrastructures de conservation et de transformation, réduisent les perspectives de commercialisation, en particulier dans les régions rurales.

Enfin, bien que plusieurs espèces possèdent un potentiel médicinal ou nutritionnel élevé, leur intégration dans les systèmes agroalimentaires modernes reste limitée par le manque de recherche appliquée, de normes de qualité, et de valorisation industrielle structurée (**Pandey et al., 2023**).

Face à ces enjeux, des efforts de recherche, de conservation des ressources phytogénétiques, et de développement local s'imposent pour assurer une meilleure exploitation durable de ces espèces aux multiples potentialités.

10. Perspectives de valorisation et d'exploitation durable des Cucurbitacées :

Face aux défis agroécologiques actuels et à la nécessité d'assurer la sécurité alimentaire mondiale, les Cucurbitacées apparaissent comme des cultures stratégiques à fort potentiel. Grâce à leur richesse nutritionnelle, leur biodiversité génétique et leur capacité d'adaptation à différents climats, elles peuvent être valorisées dans divers domaines, allant de l'alimentation fonctionnelle à la pharmacopée naturelle (**Pandey et Verma, 2018 ; Paris, 2016**).

L'exploitation durable de ces espèces implique la mise en œuvre de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, le développement de filières locales de transformation,

ainsi que la promotion de programmes de recherche et de sélection variétale adaptés aux besoins des communautés. Des projets innovants axés sur la biotechnologie, la conservation in situ et la transformation artisanale pourraient renforcer leur intégration dans des modèles de développement économique durable (**Chomicki et al., 2020 ; FAO, 2014**).

En somme, les Cucurbitacées offrent des perspectives prometteuses pour répondre aux enjeux alimentaires, économiques et environnementaux contemporains, à condition de surmonter les contraintes techniques et structurelles qui freinent encore leur pleine valorisation.

Chapitre 2 :

Les graines et l'huile des graines

de citrouille



I. Les graines de citrouille :

1. Caractéristiques physiques et morphologiques :

Comme d'autres membres de la famille des *Cucurbitaceae*, chaque fruit porte de nombreuses graines, situées dans sa cavité centrale creuse, et intercalées entre un réseau mucilagineux dont la teneur en graines varie de 3,52 % à 4,27 %. Généralement, on laisse le fruit de la citrouille mûrir complètement afin d'obtenir des graines de bonne qualité. Les graines de citrouille mesurent entre 0,8 et 2,1 cm de long et entre 0,5 et 1,3 cm de large. Elles sont semi-plates ou très légèrement tumescentes, présentent une forme ovoïde typique avec une pointe conique (**Devi et al., 2018**).

Selon **Charaya et al. (2023)**, la couche qui recouvre la graine est une couche protectrice, épaisse et dure appelée « testa » ou enveloppe. Cette couche se compose de cinq couches : l'épiderme, l'hypoderme, le derme sous-cutané, le sclérenchyme, le parenchyme et le chlorenchyme, qui sont rendues rugueuses pour former le tégument. Ce qui donne aux graines une texture élastique et moelleuse (**Akwap, 2019**). Cette coquille peut être blanc jaunâtre, parfois complètement blanche ou brun clair, avec un centre blanc jaunâtre à brun clair ou foncé, et des bords jaunes ou dorés à brun clair ou foncé (**Barrientos Godoy et al., 2019**).

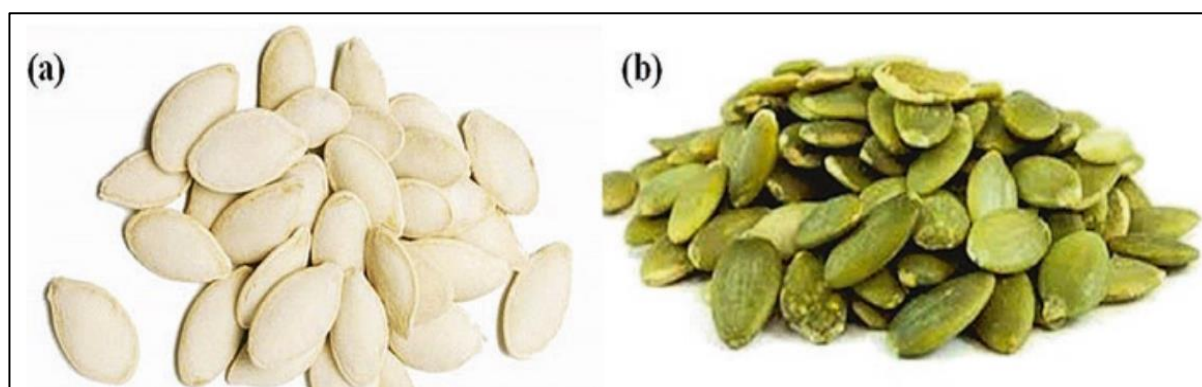


Figure 6 : Graines de citrouille décortiquées (a) et non décortiquées (b) (**Ramadan, 2019**).

Bien que certaines citrouilles produisent des graines sans coque (ou nues), qui n'ont qu'une peau très fine vert foncé, tandis que leurs graines sont de couleur vert olive ou foncé (**Rössel Kipping et al., 2019 ; Ramadan, 2019**).

Ces graines appartiennent à la famille des oléagineux ; elles sont riches en huiles et se distinguent par leur texture de beurre (Mindjou et al., 2021). Elles ont une saveur unique de noix (Patel, Soni, et Tripathi, 2023).

Tableau 4 : Quelques propriétés physiques des graines de citrouille selon (Devi et al., 2018)

Paramètres	Graines de courge entières (%)	Graines sans coque (%)
Longueur (mm)	16,81±0,91	11,65 ± 0,69
Largeur (mm)	8,87±0,61	5,80 ± 0,26
Épaisseur (mm)	2,75±0,18	2,52 ± 0,29
Masse volumique réelle (kg/m3)	1157±1,02	1068 ± 0,94
Masse volumique apparente (kg/m3)	398±0,80	475 ± 0,95
Diamètre moyen géométrique (mm)	7,42±0,35	5,54 ± 0,29
Porosité (%)	65,60±0,47	55,52 ± 0,55
Poids de 1000 graines (g)	202,2±0,75	148,1 ± 0,87
Teneur en cosses (%)	26,75 ± 0.	-

2. Composition chimique des graines de citrouilles :

Les graines de citrouille se caractérisent par leur haute valeur nutritionnelle et leur activité biologique, avec un pourcentage élevé d'huile et de protéines (Zeng et al., 2023). Elles sont connues pour être une source importante de minéraux tels que le zinc, le phosphore, le magnésium, le potassium et le sélénium. Elles contiennent également des composants essentiels bénéfiques pour la santé humaine, tels que les composés phénoliques antioxydants, les tocophérols, les terpènes, les saponines, les phytostérols, les lignanes et les caroténoïdes (Leichtweis et al., 2025).

2.1. Les acides gras:

Les graines de citrouille sont une source de lipides importante, représentant jusqu'à 30-50% de leur poids sec (Kapgate et al., 2024 ; Dhakad et al., 2023). Ces lipides sont principalement des acides gras insaturés, avec une prédominance d'acide linoléique (C18:2) et d'acide oléique (C18:1), connus pour leurs effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire, la

régulation du cholestérol et la réduction de l'inflammation (**Monica et al., 2022 ; Silky et al., 2024**). D'autres acides gras sont également présents, tels que l'acide palmitique (C16:0), l'acide stéarique (C18:0) et l'acide linoléique (C18:3, ω -3) (**Srbinska et al., 2012**).

Selon **Gavril (Ratu) et al. (2024)**, la composition en acides gras varie en fonction des espèces et des conditions climatiques. Par exemple, les basses températures en fin de maturation favorisent l'augmentation de l'acide linoléique au détriment de l'acide oléique ; les graines de *C. pepo* ont une proportion plus élevée d'acide oléique, alors que les graines de *C. maxima* sont riches en acide linoléique. Le rapport entre l'acide linoléique et l'acide oléique était presque deux fois plus élevé dans les extraits de graines de *C. maxima* (**Srbinska et al., 2012**).

Tableau 5 : Composition en acides gras des amandes de graines de courge (**Elinge et al., 2012**).

Acides gras	Valeur Moyenne (%)
Myristique (C14:0)	0.18±0.03
Palmitique (C16:0)	16.41±0.95
Stéarique (C18:0)	11.14±1.03
Palmitoléique (C16:1)	0.16±0.04
Oléique (C18:1)	18.14±0.60
Érucique (C22:1)	0.76±0.13
Linoléique (C18:2)	52.69±0.92
Linolénique (C18:3)	1.27±0.22
Total saturé	27.73±1.8
Total insaturé	73.03±0.78
Monoinsaturés	19.06±0.49
Polyinsaturés	53.97±1.15

2.2. Les acides aminés:

Les protéines végétales jouent un rôle essentiel dans le maintien de la santé (**Sá, Moreno, et Carciofi, 2020**). La gourde oléagineuse est une source importante d'acides aminés essentiels. Des études sur les graines de cucurbitacées de différentes régions ont

montré que leur teneur en protéines varie de 28 % à 40 % (**Gohari Ardabili et al., 2011 ; Batool et al., 2022**), ce qui dépasse largement la teneur en protéines de nombreuses sources animales telles que la viande et le poisson, et est similaire à celle d'autres graines oléagineuses telles que le sésame ou la noix de cajou (**Kapgate et al., 2024**).

Ces protéines appartiennent à différentes familles (albumines, globulines, prolamines, glutélines) (**Rezig et al., 2013**) et fournissent une teneur équilibrée en acides aminés essentiels, dont la lysine, la méthionine, la leucine et l'arginine en particulier, connus pour leurs effets bénéfiques sur le métabolisme et le système cardiovasculaire (**Elinge et al., 2012 ; Silky et al., 2024**). Le tourteau, sous-produit de l'extraction de l'huile, est encore plus riche en protéines, avec 58,6 g pour 100 g, ce qui en fait un ingrédient prometteur pour enrichir les aliments (**Polyzos et al., 2024**).

Sur le plan fonctionnel, une étude récente de **Zeng et al. (2023)** a montré que les protéines extraites ont une bonne solubilité, une forte absorption d'eau et la capacité de former des gels stables, propriétés utiles pour formuler des substituts de viande ou des produits sans gluten, ce qui permet d'envisager leur utilisation dans des applications alimentaires ou pharmaceutiques.

Tableau 6 : Les acides aminés présents dans les graines de citrouille (**Dotto et Chacha, 2020**)

Acides aminés	Valeur nutritionnelle (g/100 g)
Alanine	0.74 — 6.9
Arginine	1.70 — 23.10
Aspartic acid	2.05 — 2.70
Cystine	0.40 — 6.40
Glutamic acid	3.50 — 3.73
Glycine	1.50 — 6.80
Leucine	2.30 — 12.20
Lysine	1.50 — 4.00
Methionine	0.30 — 2.10
Phenylalanine	1.30 — 8.20
Proline	1.70 — 5.00
Threonine	0.83 — 3.40
Tryptophan	0.60
Valine	1.36 — 6.70

2.3. Les glucides:

Les glucides alimentaires sont la principale source d'énergie métabolique, représentant plus de 70 % des calories quotidiennes dans de nombreux régimes (Cummings et Stephen, 2007 ; Nielsen, 2010). Dans les graines de citrouille, leur teneur varie généralement de 7 à 10 % du poids sec, bien que certaines études aient rapporté des valeurs allant de 0,1 % à plus de 25 %, en fonction de l'espèce et de l'origine géographique (Rezig et al., 2013 ; Elinge et al., 2012).

Selon Polyzos et al. (2024), les graines de citrouille contiennent différents types de sucres libres : le saccharose en constitue la majorité (~2 g/100 g), suivi du tréhalose, du fructose et du glucose, ainsi que d'oligosaccharides tels que la raffinose et le stachyose qui présentent un potentiel bioactif intéressant pour la santé intestinale. Le tourteau de graines à une teneur plus élevée en saccharose et en sucres totaux, ce qui le rend utile dans certaines formulations alimentaires.

Dans une étude de référence, Wang et al. (2016) ont isolé un polysaccharide bioactif, appelé PSP-I, à partir des graines de *Cucurbita moschata*. Ce polymère est composé de glucose, de mannose et de galactose, et présente une activité antioxydante remarquable, un effet antibactérien contre certaines souches pathogènes et une inhibition modérée de l' α -amylase.

Tableau 7 : Profil des sucres libres (g/100 g de poids sec) des graines de courge et du tourteau de graines selon Polyzos et al. (2024)

Les glucides	Composition (g/100 g de poids sec)	
	Graines	Tourteau de graines
Fructose	0.20 $\pm$ 0.01	0.34 $\pm$ 0.01
Glucose	0.21 $\pm$ 0.01	0.19 $\pm$ 0.01
Saccharose	1.97 $\pm$ 0.04	2.90 $\pm$ 0.10
Tréhalose	0.26 $\pm$ 0.01	0.25 $\pm$ 0.01
Sucres totaux	2.64 $\pm$ 0.10	2.4 $\pm$ 0.10

2.4. Fibres alimentaires:

Les graines et les peaux de citrouille contiennent de grandes quantités de fibres, dont les teneurs varient fortement en fonction de la variété. Par exemple, les graines de *Cucurbita*

pepo peuvent contenir jusqu'à 24,2 % de fibres brutes, tandis que *Cucurbita maxima* n'en contient que 2,9 %, selon diverses études (Nyam et al., 2013 ; Habib et al., 2015). La teneur en fibres brutes des graines de courge a également été signalée comme étant nettement inférieure à celle d'autres variétés (Amin et al., 2019).

Les fibres présentes dans les graines et les coques de citrouille peuvent prévenir la constipation, abaisser les taux de sucre et de cholestérol dans le sang, prolonger le temps de transit intestinal et favoriser la satiété (Akwap, 2019).

2.5. Les Minéraux:

Les graines de citrouille sont une excellente source de minéraux essentiels qui jouent un rôle crucial dans la régulation des enzymes, le métabolisme cellulaire et la prévention de l'anémie (Dhakad et al., 2023 ; Gavril et al., 2024).

Selon Elinge et al. (2012), le potassium est le minéral le plus abondant, suivi du magnésium, du phosphore et du calcium. Ces minéraux participent activement aux fonctions nerveuses et musculaires, à la santé osseuse et à la régulation de la pression artérielle (Monica et al., 2022).

Les graines contiennent également des oligo-éléments importants tels que le fer, qui est essentiel à la formation de l'hémoglobine (Bamuwamye et al., 2015), ainsi que le zinc, connu pour ses effets sur le système immunitaire (Kapgate et al., 2024 ; Manshi et Chaturvedi, 2023). Des quantités plus faibles mais significatives de cuivre, de manganèse et de cobalt ont également été identifiées, ce qui contribue au métabolisme enzymatique et à l'activation de la vitamine B12 (Gavril et al., 2024).

Plusieurs études ont confirmé que la teneur en minéraux des graines est largement supérieure à celle de la pulpe, ce qui explique l'intérêt qu'elles suscitent pour l'enrichissement des produits alimentaires fonctionnels (Kulczyński et Gramza-Michalowska, 2019 ; Saavedra et al., 2015).

Tableau 8 : Composition minérale des graines de *Cucurbita pepo* et des noyaux de graines de citrouilles.

Les minéraux	Composition des graines de <i>Cucurbita pepo</i> (mg/100g de poids sec) (Elinge et al., 2012).	Composition des noyaux de graines de citrouilles (mg/100g) (Devi et al., 2018)
Ca	9.78±0.03	25.7
Mg	67.41±0.05	335.6
Na	170.35±0.08	2.2
K	237.24±0.09	404.9
P	47.68±0.04	848.6
Fe	3.75±0.02	16.1
Zn	14.14±0.02	907
Mn	0.06±0.01	487
Co	2.17±0.02	0.6
Cu	-	124

2.6. Les vitamines:

Les vitamines ont un large éventail de fonctions biochimiques et physiologiques et sont largement présentes dans les aliments naturels. On dit souvent que les vitamines ne peuvent pas être produites par l'organisme et qu'elles doivent donc être apportées par l'alimentation. Cette affirmation est vraie pour de nombreuses vitamines, mais elle n'est pas tout à fait exacte pour d'autres (**Brennan, 2006**).

Les graines et l'huile de citrouille sont une source concentrée de vitamines liposolubles et hydrosolubles, qui sont essentielles au bon fonctionnement de l'organisme. Elles contiennent notamment de grandes quantités de vitamine E (α -tocophérol), de bêta-carotène (précurseur de la vitamine A), ainsi que des vitamines B telles que la thiamine (B1), la riboflavine (B2), la niacine (B3) et la pyridoxine (B6) (**Akwap, 2019 ; Shaban et Sahu, 2017**).

Tableau 9 : Teneur en vitamines des graines de citrouille crues (pour 100 g)

Source USDA (2024).

Vitamine	Quantité (mg/100 g)
Vitamine A	16 IU
Vitamine C	1.9 µg
Thiamine (B1)	0.273 mg
Riboflavine (B2)	0.153 mg
Niacin (B3)	4.99 mg
Acide pantothénique (B5)	0.750 mg
Pyridoxine (B6)	0.143 mg
Acide folique (B9)	58 µg
Vitamine E (α-tocopherol)	2.18 mg
Vitamine K	7.3 µg

2.6.1. Les tocophérols:

Les tocophérols, qui constituent l'essentiel de la vitamine E, sont un groupe de composés phénoliques liposolubles (ou monophénols) (**Shahidi et de Camargo, 2016**). Les graines de citrouille constituent une source naturelle précieuse de vitamine E, en particulier de tocophérols. Ces composés sont connus pour leurs puissantes propriétés antioxydantes, qui leur permettent de neutraliser les radicaux libres par don d'ions hydrogène (**Dotto et Chacha, 2020**).

Quatre conjugués de tocophérols (α , β , γ et δ) ont été identifiés dans les graines, ainsi que de petites quantités de tocotriénols correspondants. Le γ -tocophérol est généralement considéré comme l'isomère le plus abondant, suivi par l' α -tocophérol, tandis que les formes β et δ sont détectées à des niveaux plus faibles et de manière sporadique selon les lignées étudiées (**Fruhworth et Hermetter, 2007 ; Leichtweis et al., 2025**).

D'après l'analyse de 100 lignées de plants de citrouille, la teneur en γ -tocophérol varie de 41 à 620 mg/g, contre 0 à 91 mg/g pour l' α -tocophérol. Les ratios γ/α -tocophérol varient fortement (de 5 à 10), indiquant une variation génétique importante (**Fruhworth et Hermetter, 2007**).

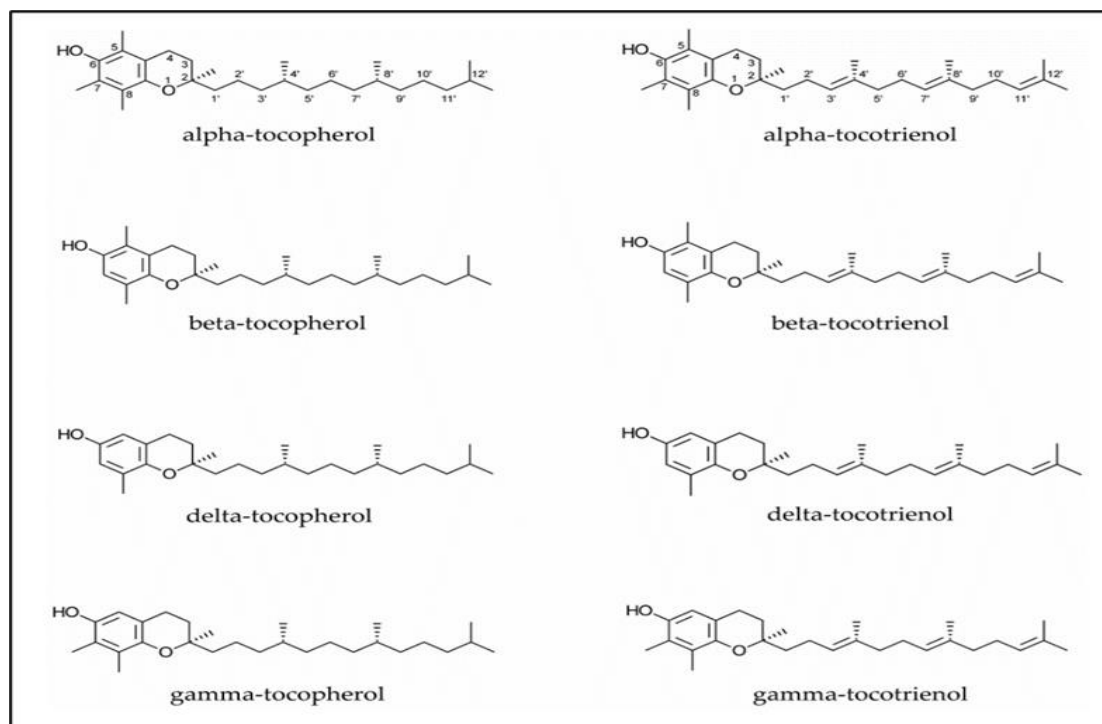


Figure 7 : Structures chimiques des tocophérols et tocotrienols de la vitamine E (**Shahidi et de Camargo, 2016**).

2.6.2. Les caroténoïdes :

Les caroténoïdes sont des pigments naturels liposolubles de la famille des isoprénoïdes qui jouent un rôle vital en tant que précurseurs de la vitamine A (rétinol), essentielle pour la vision, la croissance cellulaire et le système immunitaire (**Cazzonelli, 2011**).

Les graines de courge (notamment *Cucurbita moschata* et *Cucurbita pepo*) contiennent des quantités intéressantes de caroténoïdes, souvent associés à d'autres antioxydants tels que les tocophérols, ce qui améliore leur valeur nutritionnelle (**Milani et al., 2017**). Les caroténoïdes les plus importants dans ces graines sont le bêta-carotène, la lutéine et la zéaxanthine (**Kulczyński et Gramza-Michalowska, 2019**).

Le bêta-carotène est particulièrement apprécié pour sa capacité à se transformer en rétinol (la forme active de la vitamine A), ce qui permet de prévenir les carences en vitamines.

La lutéine et la zéaxanthine sont connues pour leur rôle protecteur dans la santé oculaire, notamment contre la dégénérescence maculaire liée à l'âge (**Kamiloglu et al., 2024**).

Ces composés agissent également en synergie avec d'autres antioxydants lipophiles tels que les tocophérols, renforçant ainsi leur effet protecteur contre le stress oxydatif et les maladies chroniques (**Durante et al., 2014 ; Saavedra et al., 2015**).

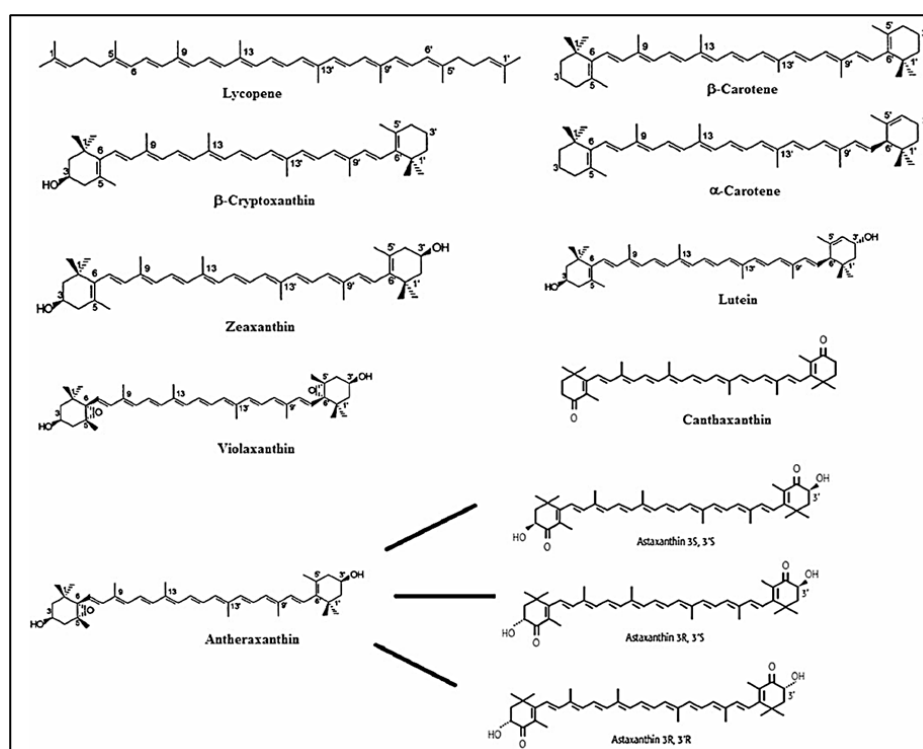


Figure 8 : Les structures des principaux caroténoïdes (**Milani et al., 2017**).

2.7. Les composés bioactifs:

Outre leur richesse en macronutriments, les graines de courge (*Cucurbita spp.*) sont une source précieuse de composés bioactifs qui leur confèrent des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires, antimicrobiennes et hypocholestérolémiantes (**Gavril et al., 2024 ; Kapgate et al., 2024 ; Dhakad et al., 2023**).

- Les composés phénoliques agissent comme des piègeurs de radicaux libres et des régulateurs immunitaires (**Saavedra et al., 2015 ; Silky et al., 2024**). Les composés phénoliques prédominants dans les graines de citrouille sont le tyrosol, la vanilline, les acides para-hydroxybenzoïque, caféine, férulique et vanillique. De petites quantités de lutéoline,

d'acides protocatéchique, trans-para-coumarique et syringique sont également présentes (Leichtweis et al., 2025).

- Les graines de citrouille contiennent également des phytostérols, en particulier des stérols $\Delta 7$, ainsi que d'autres composés lipophiles tels que les terpènes et le squalène. Ces stérols renforcent les effets antioxydants et anti-inflammatoires des graines (Dotto et Chacha, 2020 ; Dhakad et al., 2023). Elles contiennent également des quantités relativement faibles de flavonoïdes, une sous-classe de polyphénols dont la présence dans les graines de citrouille est associée à des effets cardiovasculaires et neurologiques (Polyzos et al., 2024 ; Manshi et Chaturvedi, 2023).

- Des saponines ont également été identifiées dans les extraits de graines de citrouille et se sont révélées avoir des propriétés hypocholestérolémiantes, antimicrobiennes et immunostimulantes, ce qui accroît l'intérêt pour leur utilisation dans la nutrition fonctionnelle (Salehi et al., 2019). Selon Kaushik et al. (2015), ces graines contiennent généralement une très faible concentration des cucurbétacines par rapport à leur disponibilité dans les parties aériennes de la plante, telles que la coquille et la pulpe.

➤ La différence entre les graines de courge crues et grillées :

Les graines de courge peuvent être consommées crues ou grillées. Toutefois, les graines crues contiennent de l'acide phytique, un composé qui est connu pour son effet chélateur des minéraux, ce qui peut diminuer leur biodisponibilité. La torréfaction ou le trempage préalable des graines permettrait de réduire cette teneur en acide phytique (Frey, 2019). Par ailleurs, la méthode de cuisson influe sur la densité énergétique des graines, notamment en cas d'ajout de matières grasses ou de sel pendant la torréfaction, ce qui peut altérer leur profil nutritionnel (Brown, 2018)

Afin de mieux comprendre l'impact de la cuisson sur la valeur nutritionnelle des graines de courge, le tableau suivant compare les graines crues et celles grillées et salées.

Les données indiquent que la torréfaction peut légèrement modifier certains nutriments, notamment en augmentant la teneur en sodium et en réduisant légèrement la teneur en magnésium.

Tableau 10 : La différence entre les graines crues et les graines grillées et salées. (U.S.D, 2020)

Nutriment	Graines crues	Graines grillées et salées
Énergie (Kcal)	~ 559	~ 574
Protéines (g)	~ 30.2	~ 29.8
Lipides (g)	~ 49.1	~ 49.0
Glucides (g)	~ 10.7	~ 10.7
Fibres alimentaires (g)	~ 6.0	~ 6.5
Magnésium (mg)	~ 592	~ 535
Fer (mg)	~ 8.8	~ 8.1
Zinc (mg)	~ 7.8	~ 7.5
Sodium (mg)	~134	~ 256

De plus, la composition des graines de citrouille peut changer au cours de la croissance et de la maturation. L'étude de **Petkova et Antova (2015)** l'a démontré : elles ont examiné l'évolution de la composition biochimique des graines de *Cucurbita moschata* à 30, 60 et 90 jours après la floraison. Les résultats ont montré une augmentation progressive de la teneur en huile (de 10,7 % à 47,1 %) et en protéines (de 26,0 % à 38,2 %) au fur et à mesure de la maturation, tandis que les glucides, les stérols et les tocophérols ont diminué, le γ -tocophérol se révélant être la forme dominante. Les phospholipides étaient plus abondants aux stades précoces.

Ces observations soulignent l'importance du stade de récolte pour optimiser la qualité nutritionnelle ou industrielle des graines selon leur usage final (alimentaire, cosmétique ou nutraceutique).

3. Les utilisations des graines de citrouille :

En raison de leur riche composition biochimique et de leurs diverses capacités thérapeutiques, les graines de citrouille (*Cucurbita spp.*) sont utilisées dans de nombreux domaines, en particulier dans celui de la nutrition, et suscitent un intérêt croissant à ce jour.

En termes de nutrition et d'alimentation, elles sont traditionnellement consommées grillées et salées en tant qu'en-cas dans de nombreux pays, comme le Mexique, le Canada, la Chine et l'Europe. Aujourd'hui, avec l'augmentation de la demande d'alternatives saines dans

notre alimentation, elles sont incorporées sous forme de farines ou d'extraits dans divers produits de boulangerie, ou encore incorporées à d'autres plats tels que les salades, en raison de leur teneur élevée en protéines, en fibres alimentaires et en composés bioactifs (**Aziz et al., 2023**). Ces caractéristiques permettent d'améliorer la valeur protéique, la digestibilité, le profil des acides aminés essentiels (lysine, leucine, tryptophane) et la qualité sensorielle (**Devi et al., 2018 ; Shevchenko et al., 2022 ; Litvynchuk et al., 2022**).

Des recherches récentes ont montré que l'ajout de 5 à 10 % de farine de graines dans les pains et les petits pains améliorerait la densité nutritionnelle, en particulier en zinc et en magnésium, tout en maintenant une bonne acceptation sensorielle (**Litvynchuk et al., 2022**). D'autres applications incluent leur utilisation comme substitut de graisse dans les produits carnés (boulettes de viande, hamburgers), ce qui permet d'améliorer la texture, la rétention d'eau et la stabilité des graisses (**Aziz et al., 2023 ; Manshi et Chaturvedi, 2023**).

Les graines de courge entrent également dans la composition de formules de lait végétal fermenté enrichies en probiotiques (*Lactobacillus*, *Bifidobacterium*), où elles améliorent la stabilité, la conservation et la valeur nutritionnelle du produit (**Aziz et al., 2023**).

C'est aussi une source de farines et de tourteaux fonctionnels (résidus de pressage) utilisés dans les régimes protéinés et les engrais organiques, dans une démarche d'économie circulaire durable (**Ramadan, 2019 ; Gavril et al., 2024**).

Dans le domaine vétérinaire, plusieurs études, notamment à Cuba, ont montré que l'ajout de graines de citrouille dans l'alimentation des volailles permet d'améliorer la qualité des œufs et de la viande, de réduire les coûts de production et de maintenir de bonnes performances zootechniques (**Martínez et al., 2012 ; Shrirao et al., 2023**).

D'un point de vue thérapeutique, les graines de citrouille sont utilisées depuis des siècles en Asie, en Afrique et en Amérique latine comme remède naturel contre les parasites intestinaux, les infections et les troubles des voies urinaires, ainsi que contre l'hyperplasie bénigne de la prostate (**Abdel Aziz et al., 2018**). Actuellement, les graines de citrouille et les extraits ayant des propriétés immunologiques suscitent un intérêt croissant et font l'objet d'études en vue du développement de compléments alimentaires ciblant le système immunitaire. Ainsi, les graines de citrouille ne sont pas seulement des sous-produits agricoles, mais des ressources polyvalentes aux applications nutritionnelles, médicinales, fonctionnelles et vétérinaires (**Iwo et al., 2014**).

II. Huile des graines de citrouille :

1. Caractéristiques physiques et morphologiques :

L'huile de graines de citrouille est une huile végétale extraite des graines du *Cucurbita spp.* qui présente une couleur caractéristique allant du vert foncé au brun rougeâtre en raison de sa richesse en pigments naturels tels que la chlorophylle et les caroténoïdes. Cette couleur varie en fonction de l'espèce de citrouille, des conditions de culture, de la méthode d'extraction et du degré de torréfaction des graines (**Procida et al., 2012 ; Boujemaa et al., 2020**). Texturellement, l'huile est liquide et légèrement visqueuse, avec une densité légèrement supérieure à celle de l'huile d'olive. Sa texture est lisse et huileuse, similaire à d'autres huiles végétales vierges (**Siegmund et Murkovic, 2004**).

Ces propriétés organoleptiques telles que la couleur, le goût et l'arôme sont affectées par la technique d'extraction. L'huile pressée à froid conserve généralement mieux ses composés volatils et ses propriétés organoleptiques naturelles que l'huile extraite par solvant (**Rezig et al., 2018 ; Hu et al., 2023**).

Le goût de l'huile est agréable, avec une légère amertume et une saveur de noisette distincte, avec une finale douce et épicée (**Ramadan, 2019 ; Nederal et al., 2012**). Son arôme complexe est dominé par des notes de graines grillées (**Murkovic et al., 2004**). Cette complexité aromatique en fait un ingrédient polyvalent, utilisé aussi bien en cuisine que pour des applications thérapeutiques, notamment dans les salades et les préparations froides (**Singh et Kumar, 2023**).



Figure 9 : Couleur et texture de l'huile de graines de citrouille

Source :(<https://www.vecteezy.com/photo/2214221-bowl-with-pumpkin-seed-oil>)

2. Composition chimique de l'huile des graines de citrouille :

Les graines de citrouille contiennent entre 400 et 540 g d'huile. Réputée pour ses propriétés nutritionnelles et thérapeutiques, cette huile est composée d'une combinaison complexe d'acides gras insaturés, d'antioxydants, de composés bioactifs et de vitamines. Elle constitue une source importante de vitamine E et de zinc :

2.1. Acides gras insaturés :

L'huile de pépins de courge est connue pour sa richesse exceptionnelle en acides gras insaturés, qui représentent environ 84 % des acides gras totaux, notamment l'acide linoléique (oméga-6) et l'acide oléique (oméga-9). Ces teneurs varient en fonction de la méthode d'extraction et de la variété, atteignant respectivement 46,67 % et 30,56 % dans l'huile extraite à froid de *Cucurbita maxima*.

Ce profil lipidique confère à l'huile une haute valeur nutritionnelle et des propriétés hypocholestérolémiantes bénéfiques pour la santé cardiovasculaire (**Rezig et al., 2018**).

2.2. Tocophérols (vitamine E) :

Parmi les constituants spécifiques de l'huile de graines entières, on trouve les tocophérols, en particulier le gamma-tocophérol, qui est le principal isomère découvert. L'huile pressée à froid en contient des quantités très élevées, jusqu'à 599,33 mg/kg, soit bien

plus que dans les extraits obtenus par solvant. Ce composé joue un rôle clé dans la stabilité oxydative de l'huile et agit comme un puissant antioxydant naturel **(Dotto et Chacha, 2020)**.

2.3. Stérols végétaux et caroténoïdes :

L'huile de pépins de courge est également riche en stérols végétaux, notamment en bêta-sitostérol, qui exerce des effets protecteurs contre l'hypertrophie bénigne de la prostate **(Gossell-Williams et al., 2006 ; Fruhwirth et Hermetter, 2007)**. Elle contient également de grandes quantités de caroténoïdes tels que le bêta-carotène et la lutéine, qui contribuent à sa couleur distinctive et à son activité antioxydante **(Procida et al., 2012)**.

2.4. Composés phénoliques :

Quant aux composés phénoliques, bien qu'ils soient présents en plus faibles concentrations que dans d'autres huiles végétales, certains dérivés comme l'acide p-hydroxybenzoïque et le p-hydroxybenzaldéhyde ont été identifiés, en particulier dans les extraits obtenus par solvants polaires (chloroforme/méthanol) **(Rezig et al., 2018)**.

Tableau 11 : Teneur en nutriments de l'huile de graines de citrouille (**Dotto et Chacha, 2020**).

Nutriments (mg/kg)	Valeur nutritionnelle	Nutriments	Valeur nutritionnelle
Composé phénolique		Acide aminé en g/100 g	
Acide protocatéchique	3.66	Arginine	1.70 — 23.10
Acide p-hydroxybenzoïque	15.96	Acide aspartique	2.05 — 2.70
Acide caféique	1.01 — 12.20	Acide glutamique	3.50 — 3.73
Vanilline	2.61	Glycine	1.50 — 6.80
Tyrosol	17.69	Leucine	2.30 — 12.20
Isomère du tocophérol		Lysine	1.50 — 4.00
α -Tocophérol	2.04 — 353.00	Proline	1.70 — 5.00
β -Tocophérol	5.4	Valine	1.36 — 6.70
γ -Tocophérol	97.15 — 893.00	Acides gras en mg/100g	
γ -Tocotrienol	145	Acide laurique	1.34
Phytostérols		Acide palmitique	1.57 — 27.78
Desmostérol	86.7	Acide stéarique	0.78 — 13.46
$\Delta 5$ -Sterols	143.84 — 261.00	Acide oléique	2.93 — 42.80
$\Delta 7$ -Sterols	754.56 — 2680.00	Acide linoléique	4.59 — 69.12
Stigmastérol	479.64 — 523.32	Acide linolénique	0.20 — 2.25

3. Extraction d'huile des graines de citrouille :

L'extraction de l'huile de graines de citrouille peut se faire par différentes méthodes, chacune d'entre elles affectant la composition chimique et la qualité de l'huile, de sorte que la méthode d'extraction doit être choisie en fonction de l'usage auquel elle est destinée : alimentation humaine, application cosmétique ou usage thérapeutique (**Hu et al., 2023**).

3.1. Pression mécanique :

Cette technique consiste à exercer une force mécanique sur les graines afin d'extraire l'huile sans recourir à des solvants chimiques, ce qui la rend plus respectueuse de l'environnement et adaptée à la consommation alimentaire directe (**Rezig et al., 2018**).

Il existe deux principaux types de pression mécanique :

➤ **La pression à froid** : Il s'effectue à des températures inférieures à 60 °C, ce qui permet de préserver les composés sensibles à la chaleur, tels que les tocophérols (vitamine E), les caroténoïdes, les stérols et les acides gras insaturés. Ce procédé respectueux de l'environnement permet d'obtenir une huile de grande qualité. L'huile obtenue se caractérise par une couleur intense, un arôme prononcé de graines grillées et une bonne stabilité à l'oxydation (Singh et Kumar, 2023).

➤ **La pression à chaud** : Elle consiste à chauffer les graines à des températures pouvant atteindre 120 °C avant de les presser, ce qui permet d'augmenter considérablement la production d'huile. Cela peut entraîner une dégradation partielle de certains composés bioactifs et l'huile qui en résulte est souvent plus foncée et moins odorant (Miaina, 2017).

3.2. Extraction par solvant (méthode Soxhlet) :

La méthode Soxhlet permet d'extraire complètement les lipides à l'aide de solvants organiques, comme l'hexane. Elle est largement utilisée dans les laboratoires en raison de son efficacité, mais pose des problèmes en raison des résidus de produits chimiques qu'elle laisse derrière elle (Patrice, 2010).

3.3. Techniques d'extraction émergentes :

Au-delà des méthodes conventionnelles, plusieurs techniques innovantes d'extraction ont émergé ces dernières années, visant à optimiser le rendement, à préserver les composés bioactifs sensibles à la chaleur et à répondre aux exigences environnementales et industrielles modernes :

➤ **Extraction assistée par ultrasons** : Elle est basée sur l'utilisation d'ultrasons qui créent un phénomène de cavitation, lequel entraîne la rupture des parois cellulaires et facilite ainsi la libération rapide de l'huile, tout en conservant la qualité et la valeur nutritionnelle de celle-ci, et ce, avec une bonne productivité et une extraction efficace. Cette méthode nécessite également moins de solvants et moins d'énergie que les méthodes conventionnelles (Wang et al., 2020).

➤ **Extraction au dioxyde de carbone supercritique (CO₂-SC)** : Le dioxyde de carbone supercritique est une substance liquide et gazeuse utilisée comme solvant écologique. Cette méthode permet d'extraire des composés sensibles à la chaleur de manière efficace, tout en garantissant l'absence de résidus toxiques. Cependant, sa mise en œuvre reste coûteuse (Hu et al., 2023).

➤ **Extraction enzymatique** : Cette méthode fait appel à des enzymes spécifiques qui dégradent les parois cellulaires des graines et favorisent la libération de l'huile. Elle est considérée comme douce, respectueuse de l'environnement et particulièrement adaptée aux applications alimentaires ou biologiques. Cependant, le processus peut être plus long et nécessite un contrôle strict des conditions enzymatiques (**Rezig et al., 2018**).

De tout ce qui précède, il est clair que chaque méthode d'extraction comporte des étapes et des méthodes spécifiques qui affectent, d'une manière ou d'une autre, la qualité, les propriétés et la composition chimique de l'huile. La pression à froid préserve mieux les tocophérols et les phytostérols, tandis que les méthodes thermiques ou chimiques peuvent réduire les propriétés antioxydantes ou modifier les acides gras, ce qui rend nécessaire de choisir soigneusement la méthode utilisée en fonction de l'utilisation prévue (**Rezig et al., 2018; Dotto et Chacha, 2020**).

4. Usages multiples de l'huile de graines de citrouille :

L'huile de graines de citrouille est un produit polyvalent largement apprécié pour ses propriétés thérapeutiques et ses nombreuses applications en cosmétique, en cuisine et dans la transformation des aliments. Cette diversité est principalement due à sa richesse en composés biologiquement actifs. (**Šamec et al., 2022**).

Outre son utilisation croissante dans le domaine médical pour traiter diverses maladies, il est également utilisé dans :

➤ Sur le plan cosmétique, l'huile de pépins de courge se distingue par son rôle protecteur contre le stress oxydatif cutané, ainsi que par ses propriétés régénératrices et anti-âge. En raison de sa teneur en vitamines liposolubles et en acides gras essentiels, elle est couramment utilisée dans les formulations pour la peau et les cheveux, notamment pour ses effets hydratants, apaisants et réparateurs (**Wargala et al., 2023**).

De plus, son utilisation dans les soins capillaires est soutenue par des données expérimentales et cliniques indiquant qu'elle peut jouer un rôle bénéfique dans la prévention de la chute des cheveux et le maintien de la santé du cuir chevelu (**Cho et al., 2014**). Elle est désormais largement utilisée comme ingrédient naturel dans les produits de soin de la peau et des cheveux. Ses propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires sont également utilisées pour traiter certaines maladies.

➤ Dans le secteur alimentaire, l'huile de pépins de courge est de plus en plus intégrée dans les régimes fonctionnels en tant qu'alternative aux graisses saturées. Elle est utilisée en

cuisine et en friture, ou servie froide, pour sa saveur douce et sa stabilité oxydative, et constitue un choix alimentaire précieux pour ceux qui souhaitent améliorer leur alimentation (Aziz et al., 2023).

Il est conseillé de remplacer les huiles saturées par cette huile. Elle est également explorée dans l'industrie alimentaire pour enrichir les produits transformés, notamment la viande, les sauces ou les produits laitiers (Hu et al., 2023). Par exemple, il a été démontré que son incorporation dans des produits carnés tels que les saucisses amélioreraient la texture, le niveau de graisse et la durée de conservation tout en augmentant leur valeur nutritionnelle (Zamena, 2023).

Chapitre 3 :

Les potentialités thérapeutiques des graines et de l'huile de graines de citrouille « Cucurbita spp »



I. Les bienfaits thérapeutiques et médicinaux des grains et de l'huile des graines de citrouille :

Les graines de citrouille sont une excellente source de protéines et d'autres composés actifs, et leur huile est riche et très bénéfique pour la santé, ce qui leur confère de nombreuses propriétés thérapeutiques. Ces dernières années, elle a suscité un vif intérêt en raison de sa valeur nutritionnelle et de son rôle dans la préservation de la santé (Suresh et Sisodia, 2018).

1. Activité antioxydante:

Le stress oxydatif est le résultat d'un déséquilibre entre la production de radicaux libres et la capacité antioxydante de l'organisme. Il provoque des dommages cellulaires qui sont associés à de nombreuses maladies chroniques. Ces dommages causés par le stress oxydatif sont à l'origine de nombreux troubles et maladies, tels que les états inflammatoires aigus, le cancer, le diabète, les maladies cardiovasculaires, l'obésité, les maladies neurodégénératives, le vieillissement cutané et l'insuffisance rénale (Belkebla et Makhloufi, 2016 ; Bensakhria, 2018).

Les graines de citrouille sont exceptionnellement riches en tocophérol (vitamine E), en composés phénoliques, en flavonoïdes et en minéraux tels que le zinc et le cuivre. Ces composés antioxydants confèrent à la citrouille une capacité unique à neutraliser les radicaux libres (Batool et al., 2022 ; Dotto et Chacha, 2020 ; Gavril et al., 2024 ; Shrirao et al., 2023). Des analyses biochimiques ont confirmé l'effet stimulant des extraits de graines sur les enzymes antioxydantes endogènes telles que la superoxyde dismutase (SOD) et la glutathion peroxydase, améliorant ainsi les défenses cellulaires (Dang, 2004 ; Polyzos et al., 2024). Cette action permet également de réduire la peroxydation lipidique, de maintenir l'intégrité de l'ADN et de limiter les processus inflammatoires (Boufadene, 2020 ; Monica et al., 2022).

Dans une étude comparative, Ochebo et al. (2021) ont évalué l'activité antioxydante de trois espèces : *C. pepo*, *C. moschata* et *C. maxima*, à l'aide de tests DPPH et FRAP. L'espèce *C. moschata* a montré l'activité la plus significative en raison de sa teneur élevée en polyphénols et en flavonoïdes. Comme l'ont démontré Bano et al. (2023), l'administration d'extraits aqueux de *C. pepo* à des souris augmentait les marqueurs antioxydants et réduisait le stress oxydatif dans un modèle animal de la maladie d'Alzheimer. De même, l'étude d'Andjelković et al. (2010) a montré que les extraits d'éthanol de graines de citrouille inhibent l'enzyme lipoxigénase, responsable de la formation de radicaux libres pro-

inflammatoires. **Kulczyński et al. (2020)** ont également démontré l'existence d'une forte relation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante globale. De plus, la relation entre la teneur en polyphénols et l'activité antioxydante a été clairement démontrée (**Kulczyński et al., 2020**). Selon **Patel (2013)**, les graines constituent également une source importante de sélénium, de caroténoïdes et de phytostérols, qui favorisent la protection des membranes cellulaires. Ces données viennent appuyer des travaux récents confirmant son potentiel dans la prévention des maladies associées au stress oxydatif (**Kapgate et al., 2024 ; Manshi et Chaturvedi, 2023 ; Borecka et Karas, 2025**).

L'huile de pépins de courge est également une excellente source d'antioxydants, notamment le γ -tocophérol, les phytostérols, le squalène et les acides phénoliques, ainsi que les acides gras insaturés, ce qui lui confère une grande stabilité oxydative et une efficacité antioxydante marquée. Selon une récente étude comparative, **Zhang et al. (2024)** ont démontré que l'extraction enzymatique du pépin de courge produit une huile particulièrement riche en γ -tocophérol (jusqu'à 73 mg/100 g), en squalène (253 mg/100 g) et en β -sitostérol (208 mg/100 g), avec une meilleure stabilité oxydative que les huiles obtenues par pression à froid ou extraction conventionnelle.

Singh et Kumar (2023) ont également souligné que la méthode d'extraction influence fortement l'activité antioxydante de l'huile, les extraits non raffinés montrant une meilleure capacité de piégeage des radicaux libres. D'autre part, **Šamec et al. (2022)** ont confirmé dans une revue approfondie que l'huile de graines de citrouille, notamment celle issue de variétés riches en pigments, possède une activité antioxydante remarquable grâce à la présence simultanée de tocophérols, de stérols et d'acides gras polyinsaturés.

2. Activité anti-inflammatoire:

L'inflammation chronique est un facteur clé de nombreuses maladies modernes, notamment les maladies métaboliques, les maladies cardiovasculaires, les maladies neurodégénératives, les maladies auto-immunes et même certains cancers. L'exploitation des molécules bioactives aux effets anti-inflammatoires des graines et de l'huile de courge, notamment les flavonoïdes, les phytostérols, les acides phénoliques, la vitamine E, les acides gras insaturés et les cucurbitacines, qui sont connus pour inhiber les voies pro-inflammatoires telles que NF- κ B, TNF- α , IL-6 et IL-1 β (**Dotto et Chacha, 2020 ; Shrirao et al., 2023**).

Tableau 12: Des études sur l'activité anti-inflammatoire des graines et de l'huile de graines de citrouille.

Type de matériau	Résultats principaux	Type d'étude	Référence
Huile de graines de citrouille	Réduction de l'inflammation intestinale et musculaire, augmentation du nombre de cellules caliciformes (défense muqueuse).	In vivo (infection à <i>Trichinella spiralis</i>)	Abdel-Hakeem et al. (2024)
Extrait de graines de <i>C. pepo</i>	Réduction du TNF- α , IL-6, COX-2 et du stress oxydatif, effet neuroprotecteur via modulation de l'inflammation.	In vivo neuropathie diabétique chez la souris	Kaur et al. (2023)
Graines (administration oral)	Diminution des marqueurs inflammatoires et amélioration de la structure hépatique.	In vivo	Monica et al. (2022)
Extrait éthanolique de graines (<i>C. maxima</i>)	Réduction significative de l'œdème, activité comparable à l'ibuprofène, effet anti-inflammatoire aigu démontré.	In vivo (inflammation induite par la carraghénine chez le rat)	Wahid et al. (2021)
Huile de graines de citrouille	Réduction significative des taux de CRP, fibrinogène, amélioration de SOD et CAT, effet attribué à la richesse en acides gras et vitamine E.	In vivo (inflammation induite par la carraghénine)	Bardaa et al. (2020)
Huile de graines de citrouille	Réduction de l'œdème articulaire ; effet comparable à l'indométhacine, protection contre le stress oxydatif hépatique.	In vivo (arthrite induite chez le rat)	Al-Okbi et al. (2017)

3. Activité antidiabétique:

Les graines de citrouille présentent un potentiel antidiabétique prometteur, principalement en raison de leur richesse en polysaccharides, peptides, acides gras insaturés, stérols et fibres solubles (en particulier la pectine), ainsi qu'en antioxydants naturels tels que les tocophérols, les flavonoïdes et les composés phénoliques (Shrirao et al., 2023 ; Kapgate et al., 2024 ; Manshi et Chaturvedi, 2023).

De nombreuses études in vivo ont démontré leur capacité à réduire la glycémie et à améliorer la sensibilité à l'insuline. Par exemple, Sayed et al. (2019) et Dotto et Chacha (2020) ont rapporté une réduction significative de la glycémie (jusqu'à -39,33 %) chez des rats diabétiques traités avec l'extrait de graines, grâce à la stimulation des cellules bêta pancréatiques et à l'inhibition de leur apoptose. Il a également été démontré que les polysaccharides dérivés des graines régulent les voies PI3K/AKT et Nrf2/HO-1, améliorant ainsi la résistance à l'insuline (Batool et al., 2022 ; Yoshinari et al., 2009).

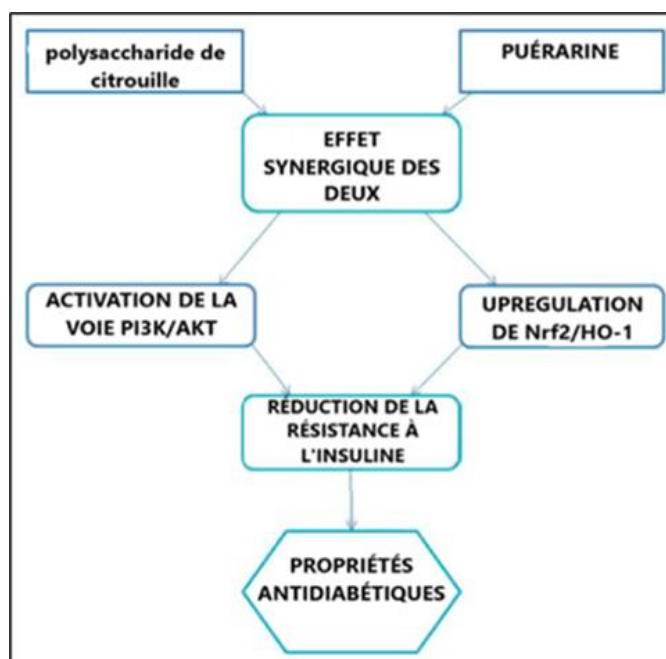


Figure 10 : Effet synergique antidiabétique du polysaccharide de citrouille et de la puérarine (Batool et al., 2022).

Une autre étude récente menée en laboratoire par Vinayashree et al. (2024) a démontré que les fractions protéiques de *Cucurbita moschata* inhibent l' α -glucosidase, réduisant ainsi l'absorption du glucose. Ce mécanisme a été confirmé chez l'homme, comme l'ont montré Candido et al. (2018), qui ont observé une diminution significative de la glycémie

postprandiale chez des adultes en bonne santé qui consommaient un repas riche en graines de citrouille.

Du côté des fibres solubles, la pectine, en favorisant la production d'acides gras à chaîne courte, renforce la barrière intestinale et réduit l'inflammation systémique, deux facteurs clés du diabète de type 2 (**Dhakad et al., 2023 ; Hussain et al., 2022**). Ces effets viennent appuyer les études soulignant le rôle des microbes intestinaux dans la régulation de la glycémie (**Batool et al., 2022 ; Gavril et al., 2024**).

Au niveau du système nerveux, **Kaur et al. (2023)** ont démontré que les graines de *C. pepo* soulageaient la neuropathie périphérique diabétique chez la souris en réduisant les marqueurs inflammatoires (TNF- α , IL-6) et le stress oxydatif.

Comme l'ont constaté **Makni et al. (2011)**, un mélange de graines de lin et de citrouille permet de réduire le cholestérol total (-21 %) et les triglycérides (-47 %), tout en augmentant les enzymes antioxydantes telles que la superoxyde dismutase et le glutathion. **Nyam et al. (2013)** ont signalé une normalisation des enzymes hépatiques chez les rats diabétiques ayant reçu ce mélange.

L'huile de pépins de courge suscite un intérêt croissant dans la gestion du diabète de type 2, car elle contient des acides gras insaturés, des phytostérols, des tocophérols et des antioxydants lipophiles qui lui confèrent des propriétés vitales capables d'améliorer la sensibilité à l'insuline, de réduire l'inflammation systémique et de diminuer le stress oxydatif, trois mécanismes clés du contrôle de la glycémie.

L'étude de **Tang et al. (2022)** conclut que la consommation régulière d'huile de pépins de courge peut contribuer à réduire la glycémie à jeun et à améliorer la tolérance au glucose. **Wargala et al. (2023)** ont confirmé que l'apport alimentaire en huile de courge permet de réduire la glycémie, les maladies inflammatoires de l'intestin et les marqueurs de la stéatose hépatique dans un modèle de régime alimentaire occidental riche en graisses.

Dans une étude clinique randomisée plus récente, **Irfan et al. (2024)** ont administré 1 000 mg d'huile de pépins de courge mélangée à de l'huile de foie de morue à des patients diabétiques pendant 12 semaines, et les résultats ont montré une réduction significative de l'HbA1c cumulée, une amélioration du profil lipidique et une meilleure régulation de la glycémie post-prandiale.

En outre, une étude approfondie de **Suwanto et al. (2025)** a montré que l'huile stimule la sécrétion de GLP-1, régule la signalisation de l'insuline et protège les cellules bêta du pancréas du stress oxydatif.

4. Les effets cardioprotecteurs et antihyperlipidémique:

Les maladies cardiovasculaires restent l'une des principales causes de décès dans le monde et sont étroitement associées à des facteurs tels que l'hypertension, l'hyperlipidémie, le diabète et le stress oxydatif (**Rolnik et Olas, 2022**).

Dans ce contexte, plusieurs études ont mis en évidence les effets cardioprotecteurs des graines de citrouille (*Cucurbita spp.*), grâce à leur richesse en composés bioactifs tels que les flavonoïdes, les composés phénoliques, les cucurbitacines, l'arginine, les tocophérols et les acides gras insaturés (**Shrirao et al., 2023 ; Gavril et al., 2024**).

Abu Al-Qasim et Al-Shuwaiman (2012) ont observé une amélioration significative du profil lipidique des rats hypercholestérolémiques nourris avec des graines de citrouille, caractérisée par une diminution des niveaux de lipoprotéines de basse densité (LDL) et une augmentation des niveaux de lipoprotéines de haute densité (HDL).

En plus d'améliorer le profil lipidique, les graines de citrouille protègent l'endothélium vasculaire en réduisant l'oxydation des LDL et l'expression de molécules d'adhésion telles que les molécules d'adhésion vasculaire, grâce à leur teneur en arginine (2,6 %), un précurseur de l'oxyde nitrique (NO) qui améliore la fonction endothéliale et réduit l'expression des molécules d'adhésion vasculaire (**Batool et al., 2022 ; Proboningsih et al., 2018**). Ces résultats ont été confirmés par l'étude de **Chenni et al. (2022)** qui a démontré que la supplémentation en protéines de graines de citrouille abaisse la pression artérielle, améliore les taux de lipides et réduit le stress oxydatif hépatique et rénal chez des souris atteintes du syndrome métabolique induit par le fructose.

L'étude de Rolnik et Olas a mis en évidence les effets protecteurs des composés de la famille des cucurbitacées, notamment les phytostérols, les tocophérols et les cucurbitacines, sur la santé cardiovasculaire. Ces substances permettent de réduire le cholestérol, de lutter contre le stress oxydatif vasculaire et d'empêcher l'agrégation plaquettaire, suggérant ainsi leur potentiel dans la prévention des maladies cardiaques et des caillots sanguins (**Rolnik et Olas, 2020, 2021, 2022**).

De plus, l'étude de **Shrirao et al. (2023)** a confirmé l'effet antihypertenseur des extraits de graines grâce à leur capacité à améliorer la biodisponibilité de l'oxyde nitrique et à réduire le stress oxydatif.

Monica et al. (2022), ont obtenu des résultats similaires ainsi que **Carvalho et al. (2023)**, qui a mené un essai clinique randomisé sur des femmes obèses. Les personnes qui ont consommé de la farine de graines de citrouille dans le cadre d'un régime hypocalorique ont connu une réduction significative de la graisse corporelle, des triglycérides, de l'insuline et de la pression artérielle diastolique.

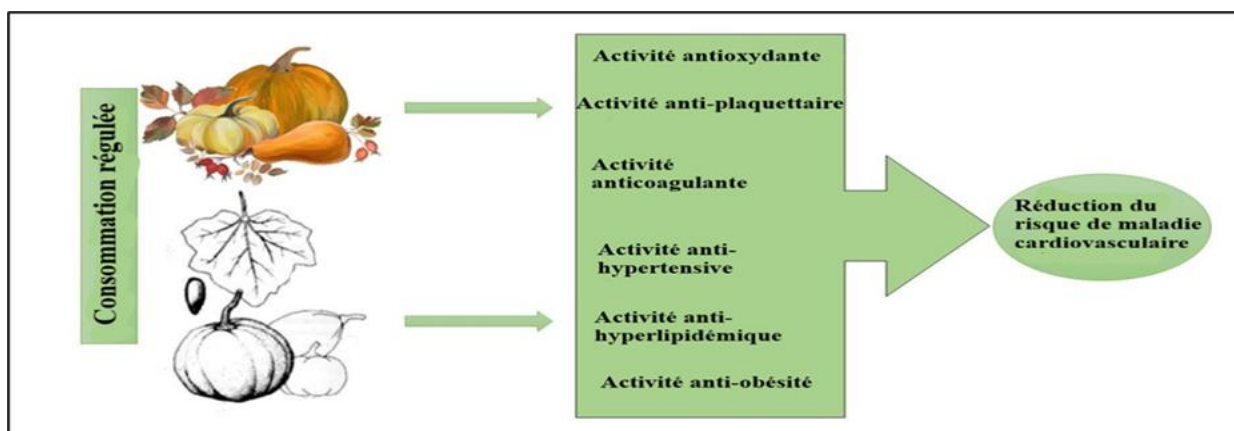


Figure 11 : Effet de la famille des cucurbitacées sur le développement des maladies cardiovasculaires (**Rolnik et Olas, 2022**).

5. Activité anticancéreuse:

Les graines de citrouille présentent un important potentiel anticancéreux, principalement en raison de leur richesse en composés bioactifs tels que les cucurbitacines, les terpénoïdes, les phytoestrogènes, les phytostérols et certaines protéines spécifiques, ainsi que des flavonoïdes, des tocophérols et des composés phénoliques. La présence de ces composants dans les graines contribue à réduire le stress oxydatif, un facteur majeur dans le développement du cancer (**Gavril et al., 2024 ; Saavedra et al., 2015**).

Selon **Batool et al. (2022)** et **Shrirao et al. (2023)**, les cucurbitacines B et E (CuB et CuE) perturbent la structure de l'actine et de la vimentine dans les cellules cancéreuses, inhibent la voie JAK/STAT et induisent l'apoptose. Ces effets ont été confirmés in vitro contre les cellules cancéreuses de la prostate, du sein et du côlon.

Nomikos et al. (2021) ont montré que les extraits de graines inhibent la prolifération des cellules cancéreuses de prostate PC-3 et induisent l'autophagie, suggérant un mécanisme d'action complémentaire basé sur le recyclage cellulaire contrôlé. Par ailleurs, **Tomar et al. (2014)** ont observé que les albumines 2S extraites des graines induisent l'apoptose dans les cellules mammaires MCF-7.

Des travaux plus récents ont également mis en évidence une activité cytotoxique marquée de fractions protéiques de graines sur les lignées HepG2 (foie) et cellules de cancer du sein triple négatif (MDA-MB-231) via la modulation des voies inflammatoires et apoptotiques, consolidant leur potentiel dans la lutte contre les cancers digestifs et hormonodépendants (**Samarakoon et al., 2021 ; Farrag et al., 2024 ; Vinayashree et al., 2024**).

Sur le plan clinique, **Vahlensieck et al. (2015)** ont montré qu'un traitement prolongé à base de graines de citrouille chez des patients souffrant d'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) améliorait significativement les symptômes urinaires, grâce à une inhibition probable de la conversion de la testostérone en DHT et une modulation des processus inflammatoires (**Gossell-Williams et al., 2006**).

6. Effets sur l'hypertrophie bénigne de la prostate (HBP) :

L'hyperplasie bénigne de la prostate (HBP) est une affection fréquente chez les hommes âgés, et l'huile de pépins de courge est un remède naturel prometteur pour améliorer la santé de la prostate, notamment dans le traitement de l'HBP. Ces effets sont principalement dus à la présence de phytostérols, en particulier de Δ^7 -stérols, ainsi qu'à la richesse en acides gras insaturés et en tocophérols qui modulent l'activité hormonale et l'inflammation locale (**Fruhworth et Hermetter, 2007 ; Kang et al., 2021**).

Plusieurs études ont prouvé son efficacité, **Gossell-Williams et al. (2006)** ayant montré que l'huile inhibe significativement l'hypertrophie de la prostate induite par la testostérone chez le rat. Plus récemment, **Kang et al. (2021)** ont confirmé que les Δ^7 -phytostérols réduisent l'expression de la 5α -réductase et des récepteurs aux androgènes, tout en rétablissant l'équilibre entre prolifération cellulaire et apoptose.

Sur le plan clinique, une étude coréenne de **Hong et al. (2009)** a observé une amélioration des symptômes des voies urinaires chez des hommes atteints d'HBP après une supplémentation en huile de pépins de courge. Ces résultats ont été confirmés par une étude

randomisée en double aveugle de **Leibbrand et al. (2014)**, qui a montré que la prise quotidienne de 400 mg d'huile de pépins de courge pendant 24 semaines améliorait la fonction urinaire de 58 % chez les hommes atteints d'HBP.

Dans une autre étude récente (**Zerafatjou et al., 2021**), l'huile a été comparée à la tamsulosine. Il s'agit d'un médicament largement utilisé pour traiter les symptômes de (HBP) chez les hommes.

Alhakamy et al. (2019) ont développé une nanoémulsion à base de cette huile liée au tadalafil (un médicament couramment utilisé pour traiter la dysfonction érectile, l'hypertension pulmonaire et les symptômes de l'HBP chez les hommes).

Cela a permis d'améliorer son efficacité dans un modèle in vitro et in vivo en augmentant l'absorption orale du tadalafil, en renforçant son efficacité et son ciblage sur la prostate et en réduisant la dose nécessaire, minimisant ainsi les effets secondaires.

Dans une étude menée par **Mohamed et al. 2025** sur des chiens, l'administration d'huile de pépins de courge à raison de 600 mg par jour pendant 30 jours a permis de réduire de manière significative le volume de la prostate et les niveaux de PSA, passant de $0,055 \pm 0,002$ ng/ml à $0,024 \pm 0,0005$ ng/ml.

7. Propriétés antiparasitaires et anthelminthiques :

Plus de 1,5 milliard de personnes dans le monde sont touchées par les maladies parasitaires, notamment celles causées par *Ascaris* et *Trichuris* (**Gyang et al., 2019**).

Les graines de citrouille (*Cucurbita spp.*) ont démontré un fort potentiel en tant qu'agent anthelminthique naturel, grâce notamment à leur richesse en cucurbitacines. Ces composés bioactifs paralysent les vers intestinaux et perturbent leur métabolisme énergétique sans nuire à l'hôte (**Shaban et Sahu, 2017 ; Boufadene, 2020 ; Shrirao et al., 2023**).

Plusieurs études expérimentales ont confirmé cette efficacité :

Tableau 13: Résumé des études sur l'activité antiparasitaire et anthelminthique des graines de courge et de l'huile de graines de citrouille.

Résultats principaux	Références
L'efficacité thérapeutique des graines contre <i>Heterophyes heterophyes</i> chez les chiots.	Mahmoud et al. (2002)
Inhibition marquée du développement de <i>Haemonchus contortus</i> par les extraits de <i>Cucurbita moschata</i> .	Marie-Magdeleine et al. (2009)
Diminution de l'infestation parasitaire après traitement à base de graines de courge.	Feitosa et al. (2013)
Une baisse significative du nombre d'œufs et de vers d' <i>Aspiculuris tetraptera</i> après traitement avec <i>C. maxima</i> .	Ayaz et al. (2015)
Une réduction de 79,8 % de la charge parasitaire chez des souris infectées par <i>Heligmosoides bakeri</i> , après administration d'extrait éthanolique de <i>C. pepo</i> à 8 g/kg.	Grzybek et al. (2016)
Une mortalité de 85 % d' <i>Ascaridia galli</i> in vitro à 75 mg/ml, ainsi qu'une réduction de 66,9 % de la charge parasitaire in vivo à 2 000 mg/kg.	Abdel Aziz et al. (2018)
Une activité anthelminthique notable des graines contre <i>H. heterophyes</i> , comparable à celle des sulfonamides, en réduisant à la fois la charge parasitaire et les lésions intestinales.	Ashour et al. (2023)
La décoction de graines de <i>C. pepo</i> subsp. <i>ovifera</i> favorise l'expulsion de <i>Trichinella spiralis</i> via la stimulation de la réponse intestinale « Weep and Sweep », impliquant une sécrétion accrue de mucus et une motilité intestinale renforcée.	Saleh et al. (2024)
Une amélioration significative de l'histologie de l'iléon et une altération de la morphologie du ténia nain (<i>Hymenolepis nana</i>) chez des souris traitées avec des graines de <i>C. pepo</i> , confirmant ainsi leur efficacité thérapeutique.	Wakid et al. (2025)

8. Effets bénéfiques sur les troubles urinaires :

L'huile de graines de courge est connue pour ses effets bénéfiques sur le fonctionnement des voies urinaires, en particulier sur l'hyperactivité vésicale et la nycturie, grâce à sa richesse en phytostérols, en acides gras insaturés et en antioxydants qui contribuent à réduire l'inflammation des cellules épithéliales, à détendre les muscles lisses de la vessie et à moduler la diurèse (**Mohamed et al. 2025**).

Une étude clinique pionnière de **Nishimura et al. (2014)** a montré que la consommation quotidienne de 10 g d'huile de *Cucurbita maxima* pendant 12 semaines améliorait significativement les symptômes de la vessie hyperactive (réduction de la fréquence urinaire diurne et nocturne) chez les hommes et les femmes, sans provoquer d'effets secondaires notables, ce qui renforce l'importance de cette huile au-delà du contexte de la prostate seule. Ces résultats ont été renforcés par une étude pilote de **Leibbrand et al. (2019)** utilisant un extrait hydroéthanolique sans huile, qui a montré une amélioration de la fréquence et de la gravité des troubles des voies urinaires chez les hommes âgés, suggérant l'implication directe des composés lipophiles présents dans les graines et l'huile.

Des études à long terme confirment ces résultats. **Vahlensieck et al. (2022)** ont réalisé une analyse de deux études cliniques randomisées en double aveugle de 12 mois, qui ont montré une amélioration statistiquement significative des symptômes des voies urinaires et de la qualité de vie chez les hommes prenant de l'extrait de pépins de courge. De même, dans une étude observationnelle de 24 mois, **Thiél et al. (2022)** ont rapporté une amélioration durable des symptômes sans altération de la fonction sexuelle.

Enfin, une étude multicentrique menée par **Kahlen et al. (2019)** a montré que des compléments à base de *Cucurbita pepo* et d'autres espèces végétales réduisaient significativement la fréquence urinaire et les épisodes d'incontinence chez les femmes souffrant d'hyperactivité vésicale.

9. Effets sur la croissance des cheveux et l'alopecie androgénétique :

L'alopecie androgénétique est la forme la plus courante de perte de cheveux. Elle est liée à la sensibilité des follicules pileux à la dihydrotestostérone, une hormone dérivée de la testostérone, par l'intermédiaire de l'enzyme 5 α -réductase. L'huile de pépins de courge, riche en phytostérols (en particulier le β -sitostérol), en acides gras essentiels, en zinc et en antioxydants, a démontré son potentiel pour bloquer l'action de la 5 α -réductase (**Nawirska-Olszańska et al., 2018**).

Une étude clinique menée par **Cho et al. (2014)** a évalué l'effet d'une supplémentation en huile de graines de courge (400 mg par jour) pendant 24 semaines chez 76 hommes atteints d'alopecie androgénique. Les résultats ont montré une augmentation significative de la densité capillaire dans le groupe traité par rapport au groupe placebo (+ 40 %), sans effets secondaires significatifs.

En outre, deux études menées par **Hajhashemi et al** ont démontré que l'huile de graines de citrouille stimule la croissance des cheveux. Dans une étude expérimentale sur des souris, l'application topique d'une formulation d'huile à 10 % a augmenté de manière significative le nombre de follicules en phase de croissance, atteignant 75 % (**Hajhashemi et al., 2019**). Une étude clinique de 2021 menée auprès de femmes atteintes d'alopécie androgénétique a également montré qu'un mélange topique d'huile de pépins de courge et d'huile de menthe poivrée, appliqué pendant 12 semaines, augmentait la densité capillaire tout en réduisant la perte de cheveux, sans effets secondaires significatifs (**Hajhashemi et al., 2021**).

Des données récentes confirment ces résultats. **Ibrahim et al. (2021)** ont mené un essai contrôlé randomisé sur 60 femmes : 30 d'entre elles ont utilisé 1 ml/jour d'huile de pépins de courge, et les autres ont utilisé de la mousse de minoxidil à 5 % (une forme médicamenteuse topique pour traiter la chute des cheveux), pendant 3 mois. L'augmentation de la phase de croissance des cheveux et la diminution des cheveux fins étaient similaires dans les deux groupes. **Teeranachaideekul et al. (2022)** ont également développé une formulation contenant de l'huile de pépins de courge. Appliquée pendant huit semaines, cette formule a entraîné une réduction de 44 % de la chute des cheveux et une amélioration du rapport phase anagène/télogène, sans aucun effet secondaire désagréable.

10. Effets antidépresseurs et favorisant le sommeil :

Les composés actifs présents dans les graines et l'huile de graines de citrouille, notamment le tryptophane (un acide aminé précurseur de la sérotonine et de la mélatonine), le zinc, les acides gras polyinsaturés et les antioxydants naturels, ont des effets positifs sur la santé mentale. Ils jouent un rôle clé dans la régulation de l'humeur, du stress oxydatif et du cycle veille-sommeil.

Une étude a révélé que les graines de courge avaient une valeur nutritionnelle antidépressive de 47 %, ce qui les place parmi les aliments végétaux les plus utiles dans le traitement diététique de la dépression (**LaChance et Ramsey, 2018**). Une autre étude animale a comparé leur effet à celui de l'imipramine chez la souris, et a montré une efficacité significative sur les symptômes dépressifs (**Dotto et Chacha, 2020**).

En ce qui concerne le sommeil, **Hudson et al. (2005)** ont montré que le tryptophane naturel (en particulier celui issu des graines de citrouille) était aussi efficace que le tryptophane pharmaceutique pour traiter l'insomnie chronique.

Leur étude a montré une amélioration du temps d'endormissement ainsi que de la qualité du sommeil. Dans l'étude clinique de **Fernandes et al. (2019)**, des adultes présentant des symptômes dépressifs modérés ont reçu des suppléments quotidiens d'huile de graines de citrouille pendant 12 semaines. Les résultats ont montré une diminution significative des scores de dépression par rapport au groupe placebo, indiquant une amélioration significative de l'humeur chez les participants.

Une étude iranienne (**Shokri et al., 2019**) a également évalué les effets des gouttes nasales à base d'huile de graines de citrouille sur des patients souffrant d'insomnie. Après deux semaines d'utilisation, les scores ISI (Insomnia Severity Index) et PSQI (Pittsburgh Sleep Quality Index) étaient significativement réduits par rapport au groupe témoin, confirmant l'effet positif sur la qualité du sommeil.

En outre, une étude expérimentale menée par **El-Beih et al. (2024)** a montré que l'huile de graines de citrouille réduisait le stress oxydatif, la neuroinflammation hippocampique et les symptômes de type dépressif chez des souris exposées à un stress chronique modéré, avec une efficacité similaire à celle de la venlafaxine, un antidépresseur classique.

II. Analyse et interprétation des études bibliographiques sur les graines et l'huile de graines de citrouille :

1. Répartition des études selon le matériel utilisé et l'approche expérimentale :

Le nombre total d'études incluses dans notre recherche était de 74, dont 39 (52,70 %) portaient sur les graines de courge, 28 (37,84 %) sur l'huile de graines de courge et 7 (9,46 %) sur les graines et l'huile.

Cette distribution suggère un intérêt plus ancien ou plus établi pour les graines dans la littérature, tandis que l'huile suscite un intérêt croissant et ciblé, notamment en médecine complémentaire.

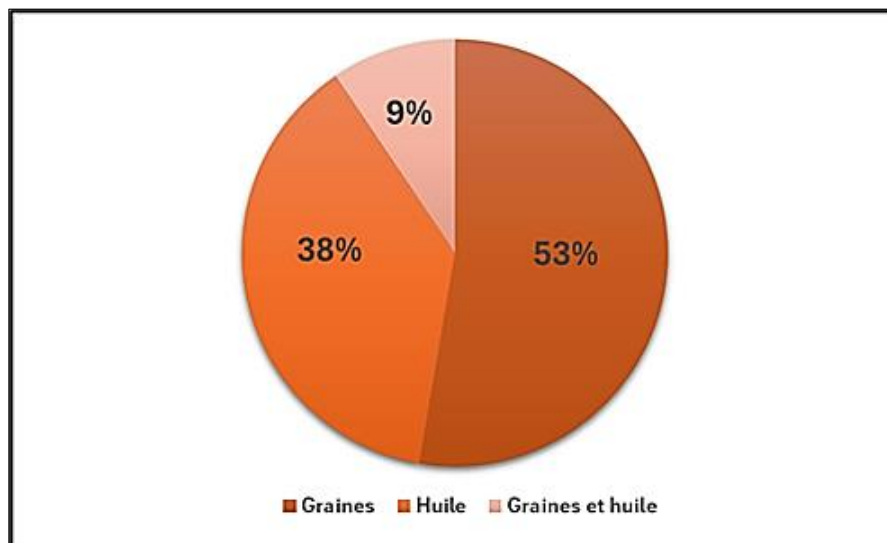


Figure 12 : Répartition des études selon la nature du matériau utilisé (graines, huile ou les deux).

En ce qui concerne le type d'études, la majorité (environ 45 %) étaient des études in vivo, ce qui est cohérent avec l'objectif d'évaluer l'efficacité physiologique réelle des extraits, suivies par des études in vitro (environ 22 %) et les études cliniques restent relativement peu nombreuses (moins de 19 %), ce qui indique que les preuves chez l'homme sont encore en cours d'élaboration.

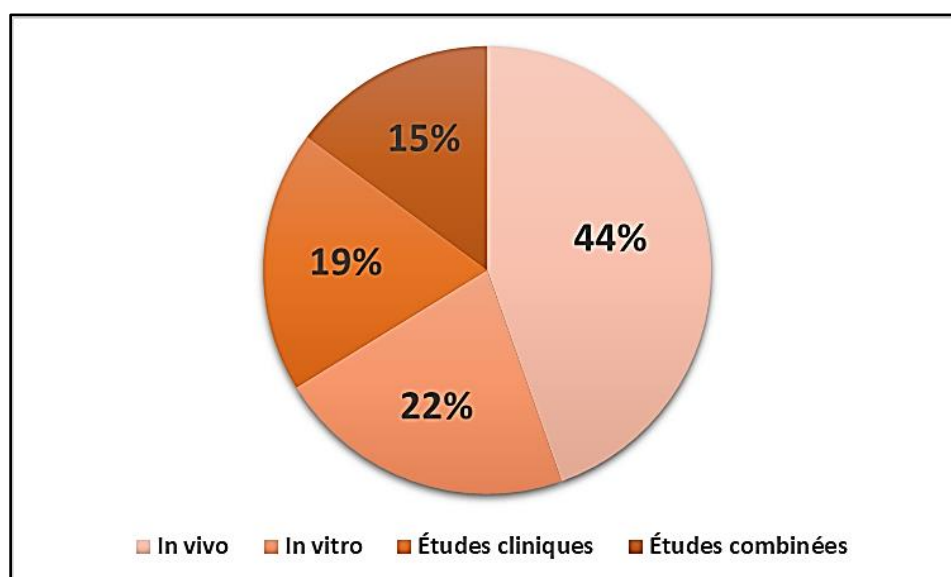


Figure 13 : Répartition des études selon le type d'approche expérimentale.

2. Catégorisation des études en fonction de l'activité thérapeutique étudiée :

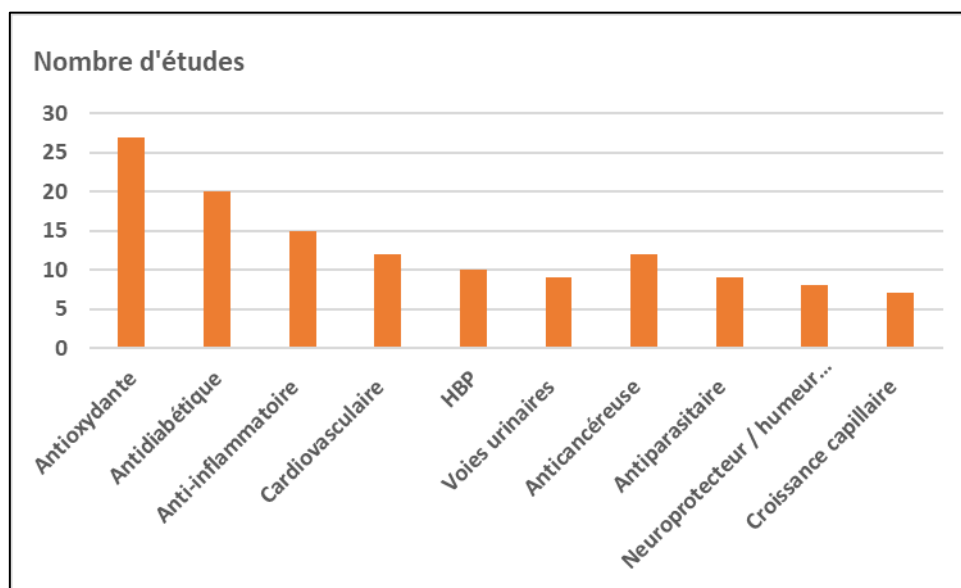


Figure 14 : Répartition des études par activité thérapeutique.

L'analyse quantitative des activités thérapeutiques étudiées montre une prédominance des recherches portant sur l'activité antioxydante, antidiabétique et anti-inflammatoire.

Les propriétés anti cardiovasculaires, anticancéreuses et antiparasitaires des graines et de leurs extraits ont également fait l'objet de nombreuses études.

Il convient de noter que la recherche sur l'hyperplasie bénigne de la prostate, la santé des voies urinaires et la croissance des cheveux est presque exclusivement basée sur l'huile de graines, ce qui souligne son importance pharmacologique dans les troubles hormonaux et urogénitaux, en particulier chez les hommes.

Cette répartition montre que la citrouille est principalement étudiée dans les domaines liés au stress oxydatif, au métabolisme du glucose et aux troubles cardiovasculaires, ce qui reflète sa richesse en antioxydants, en stéroïdes et en acides gras insaturés.

3. Relation entre les composés bioactifs et les effets thérapeutiques :

Les propriétés thérapeutiques et l'efficacité des graines et de l'huile de citrouille dépendent de leur teneur en composés actifs :

Tableau 14 : Composés bioactifs et activités thérapeutiques associées.

Composé bioactif	Matière	Activités thérapeutiques associées	Études principales
Tocophérols (Vit E)	Huile + Graines	Antioxydant, anti-inflammatoire, protecteur cellulaire	Zhang (2024), Šamec (2022), Batool (2022)
Phytostérols	Principalement dans l'huile	HBP, antidiabétique, régulation hormonale	Kang (2021), Gossell-Williams (2006), Dotto (2020)
Cucurbitacines	Graines	Anticancéreuse, antiparasitaire, anti-inflammatoire	Shrirao (2023), Samarakoon (2021),
Polyphénols	Graines	Antioxydant, anti-inflammatoire	Kulczyński (2020), Ochebo (2021)
Flavonoïdes	Graines + Huile	Antioxydant, neuroprotecteur, anti-inflammatoire	Dotto (2020), Batool (2022)
Squalène	Huile	Antioxydant, anti-âge	Zhang (2024), Šamec (2022)
β-sitostérol	Huile	Réducteur du cholestérol, effet HBP	Nawirska-Olszańska (2018), Kang (2021)
Acides gras insaturés	Huile	Anti-inflammatoire, cardiovasculaire, diabète	Singh et Kumar (2023), Irfan (2024)
Pectine (fibre soluble)	Graines	Antidiabétique, modulation du microbiote	Dhakad (2023), Hussain (2022)
Zinc	Graines + Huile	Immunomodulateur, santé urinaire et mentale	Fernandes (2019), Shokri (2019)
Tryptophane	Graines + Huile	Sommeil, humeur, dépression	Hudson (2005), El-Beih (2024)
Peptides bioactifs	Graines (protéines)	Antidiabétique, anticancéreux	Vinayashree (2024), Tomar (2014)
Caroténoïdes	Graines	Antioxydant, protecteur visuel et cutané	Patel (2013)

Riches en composés antioxydants polyphénoliques et hydrolytiques tels que les flavonoïdes, la cucurbitacine, les peptides et les fibres, les graines de courge sont efficaces en cas de diabète, de cancer et d'inflammation.

L'huile se caractérise par des molécules liposolubles telles que les tocophérols, les phytostérols, les acides gras insaturés et le squalène, qui lui confèrent des propriétés

protectrices contre les troubles hormonaux (hypertrophie bénigne de la prostate) et l'inflammation chronique.

Des composés comme le zinc et le tryptophane sont présents dans l'huile et les graines et contribuent à la régulation de l'humeur, du sommeil et du système immunitaire.

Cette corrélation entre les constituants chimiques et les activités thérapeutiques met en lumière les facteurs qui peuvent influencer la composition chimique et donc l'efficacité thérapeutique.

4. Facteurs affectant la composition chimique et l'activité thérapeutique :

4.1. L'espèce végétale :

La citrouille appartient au genre *Cucurbita spp.* Les espèces les plus étudiées à des fins thérapeutiques sont *Cucurbita pepo*, *Cucurbita moschata* et *Cucurbita maxima*. Bien qu'elles appartiennent à la même famille de plantes, chacune d'entre elles possède des propriétés phytochimiques distinctes, ce qui influe directement sur leur efficacité thérapeutique.

Plusieurs études l'ont démontré, notamment celle d'**Ochegbo et al. (2021)** qui a révélé que *C. moschata* présentait la plus forte activité antioxydante, associée à une teneur plus élevée en polyphénols totaux et en composés solubles dans l'eau.

C. maxima, malgré sa faible fréquence dans les études, a montré une concentration élevée de tocophérols dans les huiles extraites par voie enzymatique, ce qui la rend précieuse pour les applications antioxydantes et dermatologiques (**Zhang et al., 2024**).

C. pepo est l'espèce la plus utilisée dans les études et recherches de ce genre, peut-être en raison de sa grande disponibilité agricole et commerciale dans le monde entier, de sa composition biochimique équilibrée, avec des niveaux intéressants de phytostérols, de zinc, de vitamine E et d'acides gras insaturés, justifiant son utilisation fréquente dans la recherche clinique sur la prostate, les voies urinaires, ou même les troubles métaboliques.

Ses racines historiques dans la médecine traditionnelle ont également attiré l'intérêt des chercheurs.

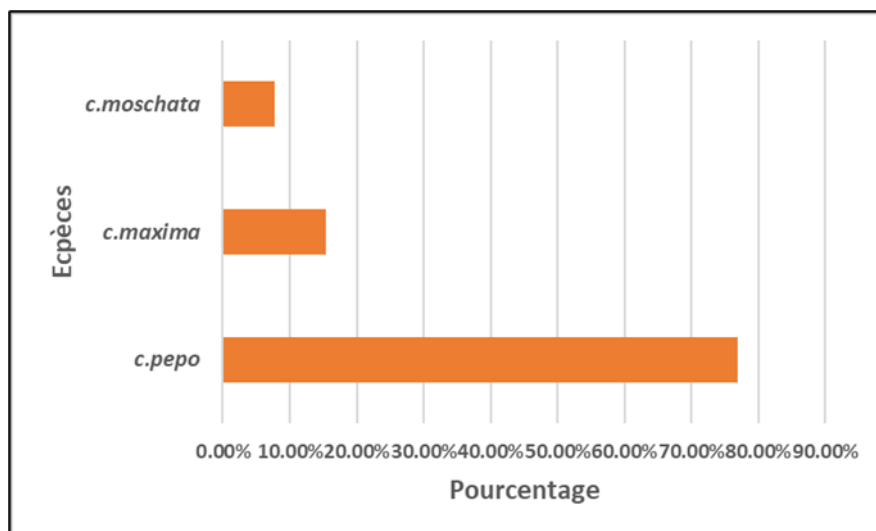


Figure 15 : Les espèces de citrouilles les plus couramment utilisés dans les études.

Cette différence dans la composition des espèces explique certaines des divergences entre les résultats expérimentaux de différentes études et souligne la nécessité de normaliser les variétés dans le cadre du développement de produits phytothérapeutiques à base de citrouille.

4.2. Méthodes d'extraction :

La méthode d'extraction affecte le profil chimique (c'est-à-dire la nature et la quantité de composés bioactifs extraits) et donc les propriétés thérapeutiques de l'extrait ou de l'huile de pépins de courge.

Une étude récente, non mentionnée dans les études précédentes de **Hu et al. (2023)**, comparant l'effet de plusieurs méthodes d'extraction sur la qualité de l'huile de pépins de courge, a révélé que le pressage à froid produisait une huile de meilleure qualité en termes d'équilibre acide et de ratio d'acides gras insaturés, mais qui était moins riche en certains composés. La méthode d'extraction par ultrasons préserve mieux les tocophérols et les phytostérols. L'extraction assistée par micro-ondes a permis d'obtenir le rendement en huile le plus élevé et la plus forte activité antioxydante.

Dans notre travail, les résultats de plusieurs études confirment que le choix de la méthode d'extraction influence significativement le profil biochimique de l'huile, et donc son efficacité thérapeutique potentielle.

Tableau 15 : Méthodes d'extraction et leurs effets sur la composition ou l'activité des extraits de certaines études.

Méthodes d'extraction	Principaux résultats observés	Références d'études
Extraction aqueuse des polysaccharides	Efficacité biologique élevée	Batool et al. (2022)
Hydroalcoolique, Méthanolique	Les activités thérapeutiques varient en fonction de la nature de l'extrait	Shrirao et al. (2023)
Huile non raffinée	Meilleure préservation des antioxydants naturels	Singh et Kumar (2023)
Pressage à froid	Huile stable mais activité antioxydante plus faible	Gavril et al. (2024)
Extraction enzymatique	Huile plus riche en tocophérols et en squalène	Zhang et al. (2024)
Extraction protéique enzymatique	Production de peptides bioactifs à effet antidiabétique	Vinayashree et al. (2024)

4.3. L'origine géographique et les conditions climatiques :

Ces deux facteurs figurent parmi les plus importants qui affectent la composition et les propriétés des graines de courge et de leur huile, en raison des différences de sol, d'exposition au soleil et de pratiques agricoles d'une région à l'autre.

Les différences entre les résultats de certaines des études de ce travail, provenant de différentes régions du monde, telles que la Grèce, la Roumanie, la Macédoine, l'Afrique du Nord comme l'Algérie, l'Asie comme l'Iran et d'Asie du Sud montrent l'influence significative de ces facteurs sur la concentration en molécules bioactives, ce qui pourrait expliquer la variabilité des résultats, même lors de l'étude d'une même espèce.

5. Impact socio-économique:

Au niveau mondial, les graines de citrouille (*Cucurbita spp.*) et leurs dérivés sont de plus en plus appréciés dans les secteurs agroalimentaire, pharmaceutique, cosmétique et nutraceutique. Des huiles vierges de haute qualité, des poudres de protéines, des extraits de polysaccharides et des gélules nutritionnelles sont désormais largement commercialisés en Europe, en Amérique du Nord et en Asie.

Les tourteaux sont également transformés en farines riches en protéines végétales ou incorporés dans des formulations de snacks fonctionnels, de barres énergétiques, de pains et de biscuits protéinés, etc. Ces produits s'inscrivent dans une tendance mondiale vers des aliments sains et durables, répondant aux attentes des consommateurs soucieux de leur santé et de leur alimentation.

Parallèlement, de nombreuses marques proposent des huiles pressées à froid et standardisées, utilisées comme compléments nutritionnels pour la santé de la prostate et des voies urinaires, ainsi que comme antioxydants cellulaires. De nombreuses études mettent également en avant les utilisations cosmétiques de l'huile de pépins de courge grâce à sa teneur en acides gras insaturés, en squalène et en vitamine E, ce qui permet de l'incorporer facilement dans des crèmes hydratantes, des sérums capillaires ou des produits antirides. Ainsi, les pépins de courge participent à une économie circulaire où chaque ingrédient, de la graine aux coquilles, est valorisé.



Figure 16 : Quelques-uns des types de produits disponibles sur le marché mondial.

Source : Compilation à partir des images des sites Micro ingrédients, Premium Nature, Horbaach, Surprise Beauty Booster (consulté en juin 2025).

En Algérie, la culture du potiron est bien implantée, notamment dans l'est et le centre-nord du pays ainsi que sur les hauts plateaux. Cependant, ce secteur reste largement inexploité et la courge est utilisée uniquement pour l'alimentation. Sa pulpe entre dans la composition de certains plats et ses graines sont consommées grillées et salées, à la manière d'un snack, alors que la richesse des variétés locales pourrait permettre de développer des filières locales de transformation des graines de courge en huile, en poudre ou en extraits. Ces secteurs

pourraient créer des emplois locaux, réduire la dépendance aux huiles raffinées importées et catalyser une économie verte grâce à des procédés d'extraction durables.

Actuellement, les produits à base de graines de courge sont quasiment absents du marché officiel algérien, à l'exception de quelques huiles artisanales non standardisées, vendues localement pour leurs propriétés médicinales, notamment contre l'hyperplasie bénigne de la prostate. Il n'existe toujours pas de chaîne de transformation organisée ni de marque de qualité pour l'huile de courge algérienne.

Il pourrait y avoir des possibilités de développement :

- L'exploitation de divers types de citrouilles pourrait permettre de produire de l'huile pressée à froid destinée à l'alimentation ou à l'industrie cosmétique.
- Développement de compléments alimentaires locaux pour traiter les troubles de la prostate, métaboliques ou gastro-intestinaux, ainsi que divers produits cosmétiques.
- Exportation vers des marchés biologiques et contribution à l'économie du pays.
- Utilisation durable des déchets issus de ces processus comme aliment pour animaux ou engrais organiques.
- Il serait également intéressant de créer des coopératives agricoles spécialisées dans la culture, la récolte et la transformation, et de faciliter les investissements dans ce domaine.

Conclusion

Ces dernières années, l'intérêt pour les produits naturels et les médecines alternatives n'a cessé de croître, face aux limites des traitements conventionnels des maladies chroniques. Les chercheurs et le grand public se tournent vers des solutions naturelles plus sûres et mieux tolérées.

Dans ce contexte, les graines de courge et leur huile, issues de la famille des cucurbitacées, apparaissent comme des alternatives prometteuses. Leur richesse en nutriments et en composés bioactifs a suscité un intérêt scientifique accru, de nombreuses études explorant leurs propriétés thérapeutiques.

Cette étude a porté sur la famille des Cucurbitacées, et plus particulièrement sur la richesse nutritionnelle et thérapeutique des graines et de l'huile de citrouille. Une analyse bibliographique approfondie a mis en évidence leur composition exceptionnelle en acides gras insaturés (jusqu'à 80 % de la matière grasse totale), en protéines (20 à 35 %) ainsi qu'en vitamines liposolubles telles que la vitamine A (jusqu'à 620 mg/kg d'huile), ainsi que des composés bioactifs tels que les phytostérols (jusqu'à 2 650 mg/100 g), les caroténoïdes (bêta-carotène, lutéine, zéaxanthine) et la cucurbitacine.

Ces substances sont responsables de divers effets biologiques scientifiquement prouvés : sur les 73 études analysées, plus de 85 % ont montré un effet antioxydant significatif, près de 70 % ont montré un effet antidiabétique, et plus de 50 % ont confirmé des effets cardioprotecteurs et anti-inflammatoires. Certaines études cliniques récentes ont observé une réduction de plus de 30 % de la taille de la prostate chez des patients souffrant d'hyperplasie bénigne de la prostate, après une consommation à long terme d'huile de graines de citrouille.

L'étude souligne également que la qualité et l'efficacité de ces extraits varient en fonction de plusieurs facteurs, notamment le genre de la plante (*C. pepo*, *C. moschata*, *C. maxima*), les conditions climatiques terrestres, ainsi que les méthodes d'extraction (pression à froid, solvants, supercritique), qui affectent directement la teneur en composés actifs. Elle appelle ainsi à l'adoption de techniques durables pour maintenir l'intégrité des principes actifs.

Outre sa valeur thérapeutique, la citrouille représente également une opportunité de développement économique local, notamment grâce à la valorisation des graines, autrefois considérées comme des sous-produits agricoles, qui peuvent désormais générer des revenus importants grâce à la production d'huiles végétales, de compléments alimentaires ou d'ingrédients nutraceutiques.

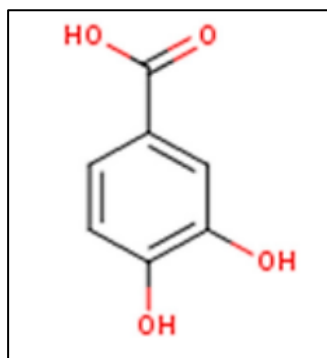
Pour exploiter tout le potentiel de ces ressources, il est nécessaire de promouvoir la recherche clinique, de standardiser les formulations et de sensibiliser les professionnels de santé et le grand public à leur importance.

Enfin, une approche pluridisciplinaire alliant science, innovation et savoirs traditionnels est indispensable pour intégrer pleinement les cucurbitacées dans des stratégies politiques et sanitaires durables.

Bien que ce travail soit théorique, il constitue une base solide pour orienter les recherches futures et met en évidence le rôle stratégique des graines de citrouille dans les médecines complémentaires et la nutrition fonctionnelle.

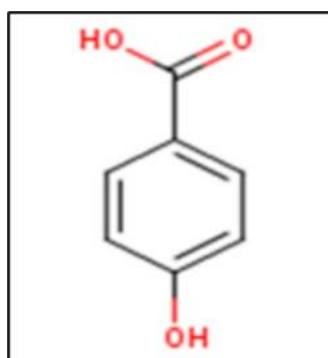
Annece

Principales structures chimiques des composés phénoliques présents dans les Cucurbita spp. (Salehi et al., 2019) :



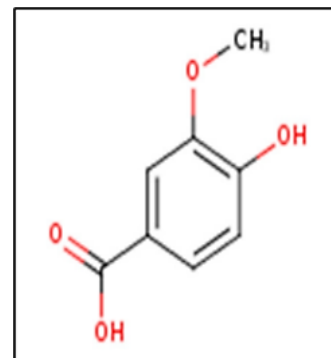
Acide protocatéchique

(C₇H₆O₄)



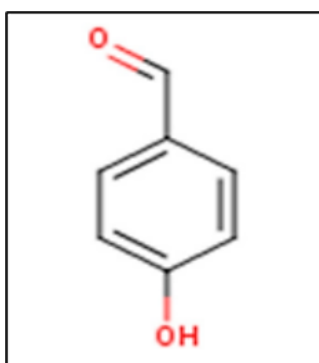
Acide p-hydroxybenzoïque

(C₇H₆O₃)



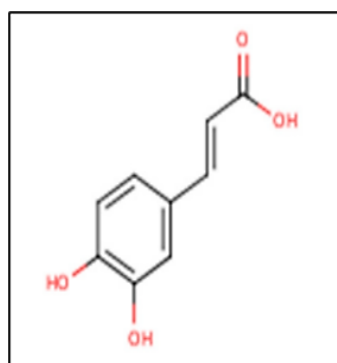
Acide vanillique

(C₈H₈O₄)



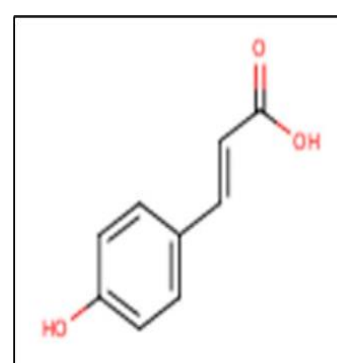
p-Hydroxybenzaldéhyde

(C₇H₆O₂).



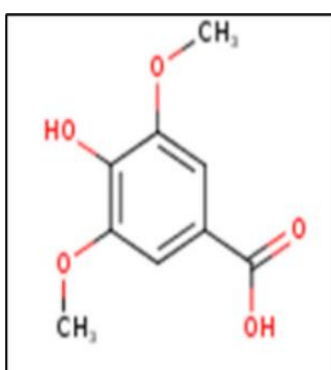
Acide caféique

(C₉H₈O₄).



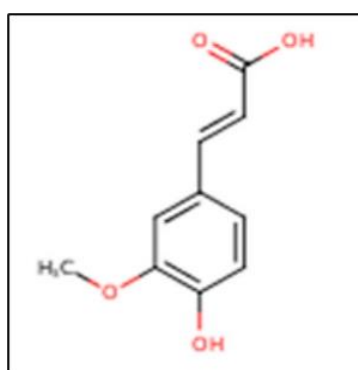
Acide trans-p-coumarique

(C₉H₈O₃)



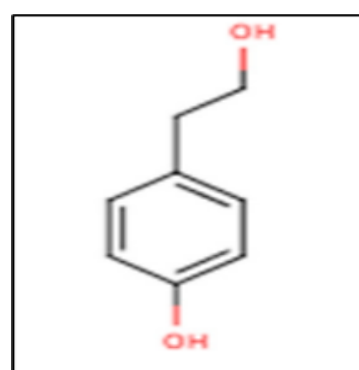
Acide syringique

(C₉H₁₀O₅)



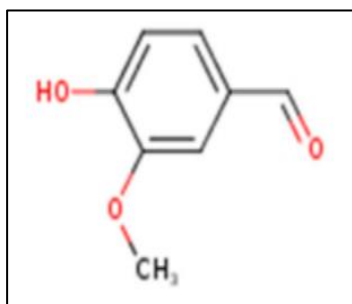
Acide férulique

(C₁₀H₁₀O₄)

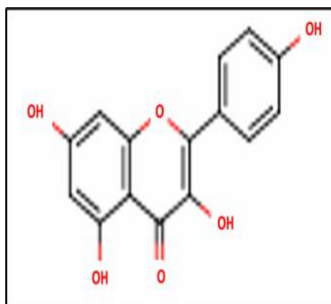


Tyrosol

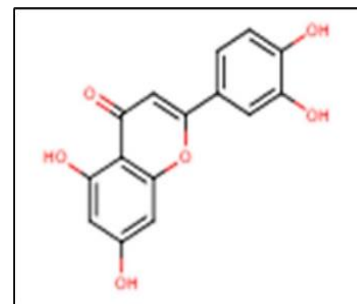
(C₈H₁₀O₂)



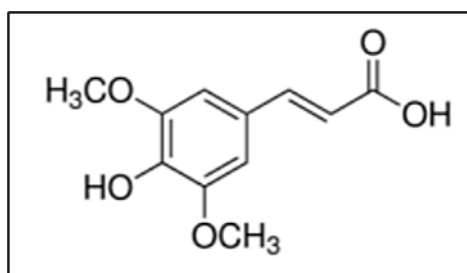
Vanilline.
(C₈H₈O₃).



Kaempférol.
(C₁₅H₁₀O₆).

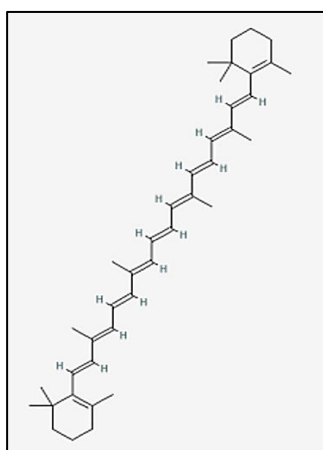


Lutéoline
(C₁₅H₁₀O₆)

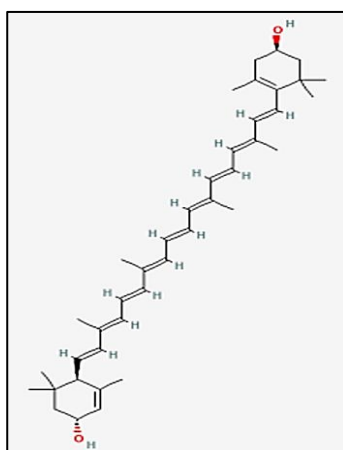


Acide trans-sinapique
(C₁₁H₁₂O₅)

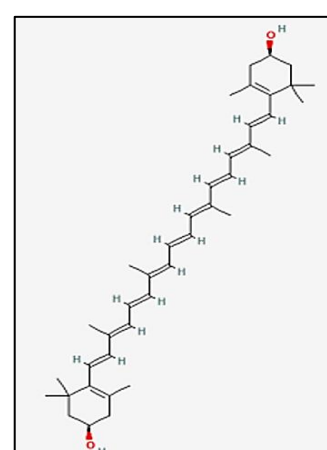
Autres structures des différents composés bioactifs présents dans la citrouille et les sous-produits de la citrouille (**Gavril et al., 2024**) :



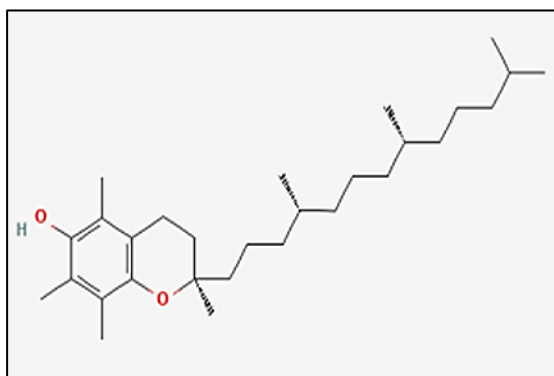
β-carotène



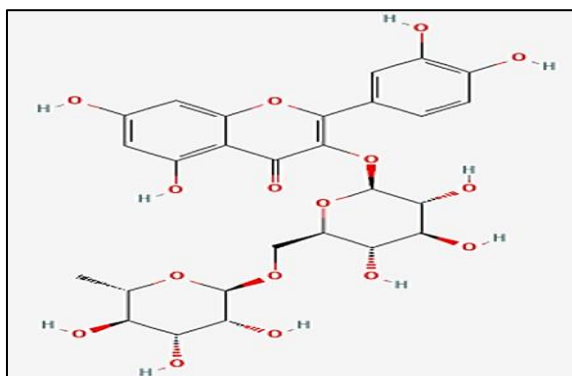
zéaxanthine



Lutéine



α -tocophérol



Rutine

Références

Bibliographiques

- **Abd El-Aziz, A. B., & Abd El-Kalek, H. H. (2011).** Antimicrobial proteins and oil seeds from pumpkin (*Cucurbita moschata*). *Nature and Science*, 9(3), 105–119. <http://www.sciencepub.net/nature>
- **Abdel Aziz, A. R., AbouLaila, M. R., Aziz, M., Omar, M. A., & Sultan, K. (2018).** In vitro and in vivo anthelmintic activity of pumpkin seeds and pomegranate peels extracts against *Ascaridia galli*. *Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(3), 231-234. <https://doi.org/10.1016/j.bjbas.2018.02.003>
- **Abd-El Latif, S. A., et al. (2024).** The impact of dietary pumpkin seed oil on productive performance, some carcass traits, and blood aspects of growing quails. *Minia Journal of Agricultural Research and Development*, 44(2), 193–206.
- **Abdel-Hakeem, M., Abd-Elhafeez, H. H., Soliman, M. T. A., Elbaz, M. A., & Elfadaly, H. A. (2024).** Protective effect of pumpkin seed oil against *Trichinella spiralis* infection. *BMC Veterinary Research*, 20(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s12917-023-03700-0>
- **Abdel-Rahman, M. K. (2006).** *Effect of pumpkin seed (Cucurbita pepo L.) diets on benign prostatic hyperplasia (BPH): Chemical and morphometric evaluation in rats.* *World Journal of Chemistry*, 1(1), 33–40. <https://www.researchgate.net/publication/295857610>
- **Abuelgassim, A. O., & Al-Showayman, S. I. (2012).** The effect of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds and L-arginine supplementation on serum lipid concentrations in atherogenic rats. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 9(1), 131–137. <https://doi.org/10.4314/ajtcam.v9i1.17>
- **Ajuru, M. G., & Nmom, I. E. (2022).** *Cucurbitaceae: A medicinally important family.* *Journal of Ethnopharmacology*, 282, 114599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114599>
- **Akwap, P. (2019).** Nutritional quality of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds based on the mineral and fatty acid composition [Master's thesis, Kyambogo University]. Kyambogo Graduate School Repository.
- **Alhakamy, N. A., Fahmy, U. A., & Ahmed, O. A. A. (2019).** Attenuation of benign prostatic hyperplasia by optimized tadalafil loaded pumpkin seed oil-based self nanoemulsion. *Pharmaceutics*, 11(12), 640. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics11120640>

- **Al-Okbi, S. Y., Mohamed, D. A., Hamed, T. E., & Esmail, R. S. (2017).** Functional foods for prevention of chronic inflammatory diseases: Anti-inflammatory and hypolipidemic effects of pumpkin seed oil in rats. *International Journal of Pharmacology*, 13(5), 546–552. <https://doi.org/10.3923/ijp.2017.546.552>
- **Amin, M. Z., Islam, T., Uddin, M. R., Uddin, M. J., Rahman, M. M., & Satter, M. A. (2019).** Comparative study on nutrient contents in the different parts of indigenous and hybrid varieties of pumpkin (*Cucurbita maxima* Linn.). *Heliyon*, 5, e02462. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02462>
- **Andjelković, M., Van Camp, J., De Meulenaer, B., Depaemelaere, G., Socaciu, C., Verloo, M., & Verhe, R. (2010).** Antioxidant and lipoxygenase inhibitory activities of pumpkin seed extracts. *European Food Research and Technology*, 231, 607–613. <https://doi.org/10.1007/s00217-010-1318-0>
- **Ashour, D. S., Deyab, F. A., Eliwa, K. F., Younis, E. A., & Al-Harbi, M. A. (2023).** Anthelmintic potential of sulphonamides and *Cucurbita pepo* seeds extract on *Heterophyes heterophyes* experimentally infected mice. *Journal of Parasitic Diseases*, 47, 697–706. <https://doi.org/10.1007/s12639-023-01620-8>
- **Ayaz, M., Junaid, M., Ullah, F., Subhan, F., Ahmed, J., & Ahmad, S. (2015).** Antihelmintic activity of *Cucurbita maxima* seed extracts against *Aspicularis tetraptera* in mice. *Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy*, 7(9), 189–193. <https://doi.org/10.5897/JPP2015.0374>
- **Ayyildiz, G., Ozturk, M., Altay, V., & Altundag, E. (2019).** Nutritional value and phytochemical content of *Cucurbita pepo* and other *Cucurbita* species. *Plants*, 8(5), 134.
- **Aziz, A., Noreen, S., Khalid, W., Ejaz, A., Rasool, I. F. U., Maham, Munir, A., Farwa, Javed, M., Ercisli, S., Okcu, Z., Marc, R. A., Nayik, G. A., Ramniwas, S., & Uddin, J. (2023).** Pumpkin and pumpkin byproducts: Phytochemical constituents, food application, and health benefits. *ACS Omega*, 8(23), 23346–23357. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c02176>
- **Bamuwanye, M., Ogwok, P., & Tumuhairwe, V. (2015).** Heavy metals in cereals and pulses commonly consumed in Kampala, Uganda. *Journal of Food Research*, 4(1), 31–36. <https://doi.org/10.5539/jfr.v4n1p31>
- **Bano, R., Khan, M. I., Rani, R., Shakil, S., & Khan, A. U. (2023).** Evaluation of neuroprotective potential of *Cucurbita pepo* L. seed extract in an Alzheimer's disease

- mouse model: Involvement of antioxidant and cholinergic pathways. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 162, 114607. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114607>
- **Bardaa, S., et al. (2017).** Antioxidant and antimicrobial activities of pumpkin seed oil. *Journal of Food Biochemistry*, 41(5), e12377. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12377>
 - **Barrientos Godoy, A. G., Turcios de Marroquín, E. Y., & Sánchez Barrientos, O. A. (2019).** Graine de courge (*Cucurbita moschata*) comme matière première dans la production de fromage végétalien [Rapport final]. Université de San Carlos du Guatemala, Direction générale de la recherche, Programme universitaire de recherche en alimentation et nutrition (PRUNIAN).
 - **Batool, M., Ranjha, M. M. A. N., Roobab, U., Manzoor, M. F., Farooq, U., Nadeem, H. R., Nadeem, M., Kanwal, R., Abdelgawad, H., Al Jaouni, S. K., Selim, S., & Ibrahim, S. A. (2022).** Nutritional value, phytochemical potential, and therapeutic benefits of pumpkin (*Cucurbita* sp.). *Plants*, 11, 1394. <https://doi.org/10.3390/plants11111394>
 - **Belkebla, A., & Makhoulfi, N. (2016).** Optimisation de l'extraction des composés phénoliques et élaboration d'un yaourt à base de la courge. Université A. MIRA - Bejaia.
 - **Bensakhria, A. (2018).** Toxicologie générale – Chapitre IX : Le stress oxydatif. Consulté sur <https://analyticaltoxicology.com>
 - **Borecka, M., & Karas, M. (2025).** A comprehensive review of the nutritional and health-promoting properties of edible parts of selected Cucurbitaceae plants. *Foods*, 14(7), 1200. <https://doi.org/10.3390/foods14071200>
 - **Boufadene, W. (2020).** Composition chimique et activités biologiques des cucurbitacées [Master's thesis, Université A. MIRA, Béjaia].
 - **Boujemaa, I., El Bernoussi, S., Harhar, H., & Tabyaoui, M. (2020).** The influence of the species on the quality, chemical composition and antioxidant activity of pumpkin seed oil. *OCL*, 27, 40. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020031>
 - **Brennan, C. S. (2006).** [Review of the book *Vitamins: Their role in the human body*, by G. F. M. Ball]. *International Journal of Food Science and Technology*, 41(1), 221–222. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01015.x>
 - **Brown, L. (2018).** Effects of roasting on seed nutritional profiles. *Journal of Food Composition*, 34(2), 112–119.

- **Burris, K. P. (2023).** *Melons and cucumbers*. In G. M. Sapers, E. B. Solomon, & K. R. Matthews (Eds.), *The Produce Contamination Problem: Causes and Solutions* (3rd ed., pp. 97–142). Elsevier.
- **Caili, F. (2006).** A review on the nutritional and health effects of pumpkin. *Food Reviews International*, 22(1), 1–21.
- **Cândido, F. G., Oliveira, F. C. E., Lima, M. F. C., Pinto, C. A., Silva, L. L., Martino, H. S. D., Santos, M. H., & Alfenas, R. C. G. (2018).** Addition of pooled pumpkin seed to mixed meals reduced postprandial glycemia: A randomized placebo-controlled clinical trial. *Nutrition Research*, 56, 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.04.015>
- **Carvalho, A. P. S., Aranha, L. N., Soares, L. A., Luiz, R. R., Nogueira Neto, J. F., Oliveira, G. M. M., & Rosa, G. (2023).** Effect of hypoenergetic diet combined with pumpkin seed flour consumption on obese women. *International Journal of Cardiovascular Sciences*, 36, e20220134. <https://doi.org/10.36660/ijcs.20220134>
- **Cazzonelli, C. I. (2011).** Carotenoids in nature: Insights from plants and beyond. *Functional Plant Biology*, 38(11), 833–847. <https://doi.org/10.1071/FP11192>
- **Charaya, A., Chawla, N., Dhatt, A. S., Sharma, M., Sharma, S., & Kaur, I. (2023).** Evaluation of biochemical composition of hulled and hull-less genotypes of pumpkin seeds grown in subtropical India. *Heliyon*, 9(1), e12995. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e12995>
- **Chelkeba, L., Mekonnen, Z., Alemu, Y., & Emana, D. (2020).** Epidemiology of intestinal parasitic infections in preschool and school-aged Ethiopian children: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*, 20(1), 117. <https://doi.org/10.1186/s12889-020-8222-y>
- **Chen, J. G., Liu, Z. Q., Wang, Y., Lai, W. Q., Mei, S., & Fu, Y. (2005).** Effects of sugar-removed pumpkin zymptic powders in preventing and treating the increase of blood glucose in alloxan-induced diabetic mice. *Chinese Journal of Clinical Rehabilitation*, 9, 94–95.
- **Chenni, A., Cherif, F. Z. H., Chenni, K., Elius, E. E., Pucci, L., & Yahia, D. A. (2022).** Effects of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed protein on blood pressure, plasma lipids, leptin, adiponectin, and oxidative stress in rats with fructose-induced metabolic syndrome. *Preventive Nutrition and Food Science*, 27(1), 78–88. <https://doi.org/10.3746/pnf.2022.27.1.78>

- **Cho, Y. H., Lee, S. Y., Jeong, D. W., Choi, E. J., Kim, Y. J., Lee, J. G., ... & Cha, H. S. (2014).** Effect of pumpkin seed oil on hair growth in men with androgenetic alopecia: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014, 549721. <https://doi.org/10.1155/2014/549721>
- **Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S. S. (2020).** Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: Insights from phylogenetics, genomics and archaeology. *New Phytologist*, 226(5), 1240–1255. <https://doi.org/10.1111/nph.16295>
- **Chudzik, M., Korzonek-Szlacheta, I., & Król, W. (2015).** Triterpenes as potentially cytotoxic compounds. *Molecules*, 20*(1), 1610–1625. <https://doi.org/10.3390/molecules20011610>
- **Cronquist, A. (1988).** *The evolution and classification of flowering plants* (2nd ed.). New York Botanical Garden Press.
- **Cummings, J. H., & Stephen, A. M. (2007).** Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition*, 61(Suppl 1), S5–S18. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602936>
- **Dang C. (2004).** Effect of pumpkin distillable subject on lipid peroxidation and the activity of antioxidative enzyme induced by Plumbum in mouse (article in Chinese). *Chin J Clin Rehabil* 8 : 4378–4379.
- **Devi, N. M., Prasad, R. V., & Sagarika, N. (2018).** A review on health benefits and nutritional composition of pumpkin seeds. *International Journal of Chemical Studies*, 6(3), 1154–1157.
- **Dhakad, G. G., Nannaware, M. S., Wagh, G. V., Shrirao, A. V., Kochar, N. I., & Chandewar, A. V. (2023).** Review on medicinal use of pumpkin seed on human health. *Research Journal of Pharmacology and Pharmacodynamics*, 15(2), 59–65. <https://doi.org/10.52711/2321-5836.2023.00012>
- **Dhillon, N. P. S., Monforte, A. J., Pitrat, M., Pandey, S., Singh, P. K., Reitsma, K. R., & McCreight, J. D. (2020).** Melon landraces of India: Contributions and importance. *Plant Breeding Reviews*, 43, 85–143. <https://doi.org/10.1002/9781119616801.ch3>
- **Dotto, J. M., & Chacha, J. S. (2020).** The potential of pumpkin seeds as a functional food ingredient: A review. *Scientific African*, 10, e00575. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00575>

- **Durante, M., Lenucci, M. S., & Mita, G. (2014).** Supercritical carbon dioxide extraction of carotenoids from pumpkin (*Cucurbita* spp.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(4), 6725–6740. <https://doi.org/10.3390/ijms15046725>
- **El-Beih, N. M., Hussein, J. S., Abbas, A. M., Basyouni, A. H., & El-Halawany, E. A. (2024).** Antidepressant-like effects of pumpkin seed oil in a chronic mild stress model in rats. *Journal of Functional Foods*, 112, 105657. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.105657>
- **Eleiwa, N. Z. H., Mohamed, S. A., Eleiwa, N. Z., & Omar Bakr, R. (2014).** Phytochemical and pharmacological screening of seeds and fruit pulp of *Cucurbita moschata* Duchesne cultivated in Egypt. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 29, Article 20517858.
- **Elinge, C. M., Muhammad, A., Atiku, F. A., Itodo, A. U., Peni, I. J., Sanni, O. M., & Mbongo, A. N. (2012).** Proximate, mineral and anti-nutrient composition of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds extract. *International Journal of Plant Research*, 2(5), 146–150. <https://doi.org/10.5923/j.plant.20120205.02>
- **El-Shahat, K. H., Mohamed, H., Salama, A., Eissa, H., & Fadel, M. (2025).** The therapeutic effects of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil for management of benign prostate hyperplasia condition in dogs. *International Journal of Zoology and Animal Biology*, 8(1). <https://doi.org/10.23880/fzab-16000650>
- **Farrag, H. A., Ahmed, D. M., Fawzy, A. A., & Hamad, H. A. (2024).** Evaluation of cytotoxic activity of pumpkin seed protein fractions against human breast and liver cancer cell lines. *International Journal of Biological Macromolecules*, 256, 134655. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.134655>
- **Feitosa, T. F., Vilela, V. L. R., Athayde, A. C. R., Braga, F. R., Dantas, E. S., Vieira, V. D., & de Melo, L. R. B. (2013).** Anthelmintic efficacy of pumpkin seed (*Cucurbita pepo* Linnaeus, 1753) on ostrich gastrointestinal nematodes in a semiarid region of Paraíba State, Brazil. *Tropical Ferriol, M., & Picó, B. (2008). Animal Health and Production*, 45(1), 123–127. <https://doi.org/10.1007/s11250-012-0182-5>
- **Fernandes, L., Gonçalves, M., & Silva, T. (2019).** Effects of pumpkin seed oil supplementation on depressive symptoms: A randomized controlled trial. *Journal of Psychiatric Research*, 115, 83–89. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2019.05.001>

- **Frey, D. (2019).** Phytates and mineral bioavailability in raw and roasted seeds. *Nutrition Science Review*, 22(3), 145–152.
- **Fruhworth, G. O., &Hermetter, A. (2007).** Seeds and oil of the Styrian oil pumpkin: Components and biological activities. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(11), 1128–1140. <https://doi.org/10.1002/ejlt.200700105>
- **Gavril (Ratu), R. N., Stoica, F., Lipsa, F. D., Constantin, O. E., Stânciuc, N., Aprodu, I., &Răpeanu, G. (2024).**Pumpkin and pumpkin by-products: A comprehensive overview of phytochemicals, extraction, health benefits, and food applications. *Foods*, 13(19), 2694. <https://doi.org/10.3390/foods13192694>
- **Ghosh, S., & Rana, B. (2021).** Quantitative assessment of total phenolics and flavonoids in various Cucurbita seed extracts. *Food Chemistry*, 346, 128879. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.128879>
- **Glew, R. H., Glew, R. S., Chuang, L.-T., Huang, Y.-S., Millson, M., Constans, D., &VanderJagt, D. J. (2006).** Amino acid, mineral and fatty acid content of pumpkin seeds (*Cucurbita* spp.) and *Cyperus esculentus* nuts in the Republic of Niger. *Plant Foods for Human Nutrition*, 61(2), 49–54. <https://doi.org/10.1007/s11130-006-0010-z>
- **GohariArdabili, A., Farhoosh, R., & Haddad Khodaparast, M. H. (2011).** Chemical composition and physicochemical properties of pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *Styriaka*) grown in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13, 1053–1063.
- **Gossell-Williams, M., Davis, A., & O'Connor, N. (2006).** *Inhibition of testosterone-induced hyperplasia of the prostate of sprague-dawley rats by pumpkin seed oil.* *J. Med. Food*, 9(2), 284–286. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.9.284>
- **Grassi, A., et al. (2022).** Profiles of pumpkin products and by-products: Antioxidant compounds and bioavailability. *Molecules*, 27(4), 1095. <https://doi.org/10.3390/molecules27041095>
- **Grassi, M., Ferramosca, A., Zara, V., &Ambrosini, G. (2022).** Pharmacological benefits of pumpkin seed oil in urological health. *Journal of Medicinal Food*, 25(3), 301–310. <https://doi.org/10.1089/jmf.2021.0189>
- **Grzybek, M., Kukla, Ł., Adamczyk, B., Piekarska, J., Winiarczyk, S., &Tomczuk, K. (2016).** Anthelmintic properties of pumpkin seed (*Cucurbita pepo* L.) extract against gastrointestinal nematodes of mice. *Journal of Helminthology*, 90(3), 302–307. <https://doi.org/10.1017/S0022149X15000452>

- **Gyang, V. P., Chuang, T.-W., Liao, C.-W., Lee, Y.-L., Akinwale, O. P., Orok, A., & Fan, C.-K. (2019).** Intestinal parasitic infections: Current status and associated risk factors among school-aged children in an archetypal African urban slum in Nigeria. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 52(1), 106–113. <https://doi.org/10.1016/j.jmii.2017.11.003>
- **Habib, A., Biswas, S., Siddique, A. H., Manirujjaman, M., Uddin, B., Hasan, S., Khan, M. M. H., Uddin, M., Islam, M., Hasan, M., Rahman, M., Asaduzzaman, M., Rahman, M. S., Khatun, M., Islam, M. A., & Rahman, M. (2015).** Nutritional and lipid composition analysis of pumpkin seed (*Cucurbita maxima* Linn.). *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(4), 374. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000374>
- **Hajhashemi, V., et al. (2019).** Topical hair growth promoting effect of pumpkin seed oil in mice. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 9(6), 499–504. <https://doi.org/10.22038/AJP.2019.13463>
- **Hajhashemi, V., Rajabi, P., & Mardani, M. (2021).** Efficacy of pumpkin seed oil in combination with peppermint oil for hair growth in women with androgenetic alopecia. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(6), 1905-1910. <https://doi.org/10.1111/jocd.13820>
- **Hasan, B. M., & Dayoub, A. I. (2022).** Parasitic Helminths eggs as bio-indicators for environment contamination of Al-Hwiez dam water, Jableh - Syria. *Journal of Agricultural, Environmental and Veterinary Sciences*, 6(5), 38-45. <https://doi.org/10.26389/AJSRP.H180722>
- **Hong, H., Kim, C. S., & Maeng, S. (2009).** *Effects of pumpkin seed oil and saw palmetto oil in Korean men with symptomatic benign prostatic hyperplasia*. *Nutr. Res. Pract.*, 3(4), 323–327. <https://doi.org/10.4162/nrp.2009.3.4.323>
- **Horbaach. (n.d.).** *Organic Pumpkin Seed Protein Powder (454 g)* [Image]. Retrieved June 13, 2025, from <https://www.horbaach.com/>
- **Hu, L., Zhao, F., & Wang, Y. (2023).** Recent insights into the phytochemical profile of *Cucurbita* species: Focus on carotenoids and polyphenols. *Food Research International*, 160, 112123. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112123>
- **Hu, T. et al. (2023).** Effects of extraction strategies on yield, physicochemical and antioxidant properties of pumpkin seed oil. *Foods*, 12(18), 3351. <https://doi.org/10.3390/foods12183351>

- **Hudson, C., Hudson, S. P., Hecht, T., & MacKenzie, J. (2005).** Protein source tryptophan versus pharmaceutical grade tryptophan as an efficacious treatment for chronic insomnia. *Nutritional Neuroscience*, 8(2), 121–127. <https://doi.org/10.1080/10284150500069762>
- **Hussain, A., Kausar, T., Sehar, S., Sarwar, A., Ashraf, A. H., Jamil, M. A., Noreen, S., Rafique, A., Iftikhar, K., Quddoos, M. Y., Aslam, J., & Majeed, M. A. (2022).** A comprehensive review of functional ingredients, especially bioactive compounds present in pumpkin peel, flesh and seeds, and their health benefits. *Food Chemistry Advances*, 1, 100067. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2022.100067>
- **Ibrahim, I. M., et al. (2021).** Pumpkin seed oil vs. minoxidil 5% for female pattern hair loss: A randomized trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 20(9), 2867–2873. <https://doi.org/10.1111/jocd.13976>
- **Irfan, T., Hussain, M. I., Khan, J. G., Akram, I., Khan, G. N., Shakeel, E., Fatima, T., Ibtisam, R., Mushtaq, H., & Haneef, Y. (2024).** Effect of fish liver oil and pumpkin seed oil against type II diabetes: A randomized control trial. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 31(6). <https://doi.org/10.53555/jptcp.v31i6.6435>
- **Iwo, M. I., Insanu, M., & Dass, C. A. S. (2014).** Development of immunonutrient from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchense Ex. Lamk.) seed. *Procedia Chemistry*, 13, 105–111. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.12.013>
- **Jaswir, I., Noviendri, D., Taher, M., & Mohamed, A. (2017).** Carotenoids and their benefits in human health. *Food Chemistry*, 225, 403–415.
- **Jessica, G. G., Mario, G. L., Alejandro, Z., Cesar, A. P. J., Ivan, J. V. E., Ruben, R. R., & Javier, A. A. F. (2017).** Chemical characterization of a hypoglycemic extract from *Cucurbita ficifolia* Bouche that induces liver glycogen accumulation in diabetic mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicine*, 14(3), 218–230. <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v14i3.24>
- **Jeffrey, C. (2021).** *Cucurbitaceae*. In K. Kubitzki (Ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants* (Vol. 10, pp. 112–174). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-14397-7>
- **Kahlen, J., Gratzke, C., Moeckel, M., & Engelmann, U. (2019).** *Cucurbita pepo*–*Rhus aromatica*–*Humulus lupulus* combination reduces overactive bladder symptoms

- in women: A multicenter non-interventional study. *Research and Reports in Urology*, 11, 205–212. <https://doi.org/10.2147/RRU.S220667>
- **Kamiloglu, S., KocAlibasoglu, E., Acoglu Celik, B., Celik, M. A., Bekar, E., Unal, T. T., ... & Copur, O. U. (2024).** Bioaccessibility of carotenoids and polyphenols in organic butternut squash (*Cucurbita moschata*): Impact of industrial freezing process. *Foods*, 13(2), 239. <https://doi.org/10.3390/foods13020239>
 - **Kang, X.-C. et al. (2021).** *Phytosterols in hull-less pumpkin seed oil ameliorate BPH by lowering 5 α -reductase and regulating cell balance.* *Food & Nutr. Res.*, 65, 7537. <https://doi.org/10.29219/fnr.v65.7537>
 - **Kapgate, P., Aurase, S. B., Pimpalkar, S., & Garg, V. R. (2024).** The comprehensive review of pumpkin seeds: A review. *International Journal of Creative Research Thoughts (IJCRT)*, 12(3), e226–e238. <https://www.ijcrt.org>
 - **Karas, M., & Borecka, M. (2025).** Utilisation industrielle des graines de courge. *Applied Food Research*, 5(2), 100169.
 - **Kates, R. W. (2017).** The domestication and spread of plants in the Americas: Historical and environmental perspectives. *Journal of Historical Geography*, 58, 72–85. <https://doi.org/10.1016/j.jhg.2017.06.003>
 - **Kaur, N., Kishore, L., Farooq, S. A., Kajal, A., Singh, R., Agrawal, R., Mannan, A., & Singh, T. G. (2023).** *Cucurbita pepo* seeds improve peripheral neuropathy in diabetic rats by modulating the inflammation and oxidative stress in rats. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(36), 85910–85919. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28339-6>
 - **Kaushik, U., Aeri, V., & Mir, S. R. (2015).** Cucurbitacins – An insight into medicinal leads from nature. *Pharmacognosy Reviews*, 9(17), 12–18. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.156314>
 - **Kim, S., Kim, M., Kim, Y., et al. (2021).** Cucurbitaceae and cancer: A systematic review. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 1234.
 - **Kizildogan, Z., Zengin, E., & Özcan, M. M. (2011).** Nutritional evaluation, physico-chemical characteristics, fatty acid composition and mineral contents of some vegetable seed and oils. *Analytical Chemistry Letters*, 1(4), 318–324. <https://doi.org/10.1080/22297928.2011.10648233>
 - **Kulczyński, B., & Gramza-Michalowska, A. (2019).** The profile of secondary metabolites and other bioactive compounds in *Cucurbita pepo* L. and *Cucurbita*

moschata pumpkin cultivars. *Molecules*, 24(16), 2945.
<https://doi.org/10.3390/molecules24162945>

- **Kulczyński, B., Sidor, A., & Gramza-Michałowska, A. (2020).** Antioxidant potential of phytochemicals in pumpkin varieties belonging to *Cucurbita moschata* and *Cucurbita pepo* species. *CyTA - Journal of Food*, 18(1), 472–484.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1778092>
- **LaChance, L. R., & Ramsey, D. (2018).** Antidepressant foods: An evidence-based nutrient profiling system for depression. *World Journal of Psychiatry*, 8(3), 97–104.
<https://doi.org/10.5498/wjp.v8.i3.97>
- **Laryea, D., Amoatey, H. M., & Aboagye, L. M. (2022).** Evaluation of viral disease resistance in cucurbit germplasm. *Journal of Agricultural Science*, 14(4), 115–124.
<https://doi.org/10.5539/jas.v14n4p115>
- **Lee, S. (2004).** Traditional medicinal uses of Cucurbitaceae plants. *Asian Journal of Traditional Medicine*, 3(2), 89–93.
- **Leibbrand, M. et al. (2014).** *Effects of a pumpkin seed oil supplement on LUTS in men with BPH: A randomized, placebo-controlled study.* *J. Med. Food*, 17(9), 1012–1017.
- **Leibbrand, M. et al. (2019).** *Effects of an oil-free hydroethanolic pumpkin seed extract on symptom frequency and severity in men with BPH.* *J. Med. Food*, 22(6).
<https://doi.org/10.1089/jmf.2018.0106>
- **Leichtweis, M. G., Molina, A. K., Dias, M. I., Calhelha, R. C., Pires, T. C. S. P., Pavli, O., Oliveira, M. B. P. P., Ferreira, I. C. F. R., Petropoulos, S. A., Barros, L., & Pereira, C. (2025).** Valorisation of pumpkin by-products: Chemical composition and bioactive properties of pumpkin seeds, peels, and fibrous strands from different local landraces of Greece. *Food Chemistry*, 475, 143306.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143306>
- **Litvynchuk, S., et al. (2022).** Conformational Changes in the Structure of Dough and Bread Enriched with Pumpkin Seed Flour. *Plants*, 11, 2762.
<https://doi.org/10.3390/plants11202762>
- **Ma, L., Wang, Q., Zheng, Y., Guo, J., Yuan, S., Fu, A., Bai, C., Zhao, X., Zheng, S., Wen, C., Guo, S., Gao, L., Grierson, D., Zuo, J., & Xu, Y. (2022).** *Cucurbitaceae genome evolution, gene function, and molecular breeding.* *Horticulture Research*, 9, uhab057. <https://doi.org/10.1093/hr/uhab057>

- **Mahmoud, L. H., Basiouny, S. O., & Dawoud, H. A. (2002).** Treatment of experimental heterophyiasis with two plant extracts, areca nut and pumpkin seed. *Journal of the Egyptian Society of Parasitology*, 32(2), 501–506
- **Makni, M., Fetoui, H., Gargouri, N. K., Garoui, E. M., & Zeghal, N. (2011).** Antidiabetic effect of flax and pumpkin seed mixture powder: Effect on hyperlipidemia and antioxidant status in alloxan diabetic rats. *Journal of Diabetes Complications*, 25(5), 339–345. <https://doi.org/10.1016/j.jdiacomp.2010.09.001>
- **Mallek-Ayadi, S., Bahloul, N., Baklouti, S., & Kechaou, N. (2022).** Bioactive compounds from *Cucumis melo* L. fruits as potential nutraceutical food ingredients and juice processing using membrane technology. *Food Science & Nutrition*, 10(9), 2922–2936. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2956>
- **Manshi, & Chaturvedi, N. (2023).** Potential pharmacological activities of pumpkin seeds as a functional food: A comprehensive review. *Journal of Ayurvedic and Herbal Medicine*, 9(2), 101–107. <https://doi.org/10.31254/jahm.2023.9209>
- **Marie-Magdeleine, C., Hoste, H., Mahieu, M., Varo, H., & Archimede, H. (2009).** In vitro effects of *Cucurbita moschata* seed extracts on *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 161(1–2), 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2008.12.008>
- **Martínez, J., Pérez, A., & Gómez, S. (2012).** Quality characteristics of cold-pressed pumpkin seed oil from different varieties. *Journal of Food Quality*, 35(2), 96–104. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4557.2011.00405.x>
- **Medjakovic, S., Hobiger, S., Ardjomand-Woelkart, K., Bucar, F., & Jungbauer, A. (2016).** Pumpkin seed extract: Cell growth inhibition of hyperplastic and cancer cells, independent of steroid hormone receptors. *Fitoterapia*, 110, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2016.03.010>
- **MicroIngredients. (n.d.).** *Pumpkin Seed Oil Softgels (3000 mg) & Multi Collagen Gummies* [Images]. Retrieved June 13, 2025, from <https://www.microingredients.com/>
- **Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017).** Carotenoids: Biochemistry, pharmacology and treatment. *British Journal of Pharmacology*, 174(11), 1290–1324. <https://doi.org/10.1111/bph.13625>
- **Mindjou, S., Brahmi, F., Belkhiri, W., Adjero, N., Benali, L., Boucetta, L., Madani, K., & Boulekbatche, L. (2021).** Physicochemical properties and antioxidant

activity of the seeds oil of two *Cucurbita* species from Bejaia (Algeria): Comparative study. *Phytothérapie*. <https://doi.org/10.3166/phyto-2021-0280>

- **Mohamed, H., Al-Khulaifi, M., & Al-Harbi, R. (2022).** Functional food potential of pumpkin seeds: Nutritional composition and therapeutic applications. *Nutrients*, 14(6), 1328.
- **Mohd, A. M., Mohammed, A. M., Idris, M. B., & Abdulrasheed, A. (2016).** The mineral composition and proximate analysis of *Telfairia occidentalis* (fluted pumpkin) leaves consumed in Kano metropolis, Northern Nigeria. *American Chemical Science Journal*, 1(1), 1–4.
- **Momanyi, R. G. (2016).** Toxicological risks of cucurbitacins in edible plants. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines*, 13(2), 34–41.
- **Monica, S. J., John, S., Madhanagopal, R., Sivaraj, C., Khusro, A., Arumugam, P., Gajdács, M., Lydia, D. E., Sahibzada, M. U. K., Alghamdi, S., Almahmadi, M., & Emran, T. B. (2022).** Chemical composition of pumpkin (*Cucurbita maxima*) seeds and its supplemental effect on Indian women with metabolic syndrome. *Arabian Journal of Chemistry*, 15, 103985. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.103985>
- **Morrison, M. C., Mulder, P., Stavro, P. M., Suárez, M., & Arola-Arnal, A. (2015).** Replacement of dietary saturated fat with pumpkin seed oil improves plasma lipid profile. *Lipids in Health and Disease*, 14(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s12944-015-0083-5>
- **Mukherjee, P. K., Singha, S., Kar, A., Chanda, J., Banerjee, S., Dasgupta, B., Haldar, P. K., & Sharma, N. (2022).** Therapeutic importance of *Cucurbitaceae*: A medicinally important family. *Journal of Ethnopharmacology*, 282, 114599. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114599>
- **Mukherjee, S., Bhattacharya, S., & Kar, A. (2018).** Therapeutic potential of bioactive compounds in pumpkin seeds. *Journal of Functional Foods*, 4(3), 113–122.
- **Mukherjee, S., Dutta, A., Sinha, B., et al. (2023).** Historical cultivation and pharmacognostic relevance of *Cucurbitaceae*. *Journal of Ethnobiology*, 19(2), 211–223.
- **Murkovic, M., Himmann, W., Lampi, N. H., Kraushofer, T., & Sontag, G. (2004).** Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil. *Food Chemistry*, 84(3), 359–365.

- Nawirska-Olszańska, A., Kita, A., Bober, A., &Sokolowska, K. (2018). Pumpkin seed oil as a source of bioactive compounds for skin care. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1712–1719. <https://doi.org/10.1002/ptr.6107>
- Newton, L. E., &Eggli, U. (2022). *Cucurbitaceae*. In U. Eggli& R. Nyffeler (Eds.), *Dicotyledons: Rosids (Illustrated Handbook of Succulent Plants*, pp. 1–10). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85239-9_30-1
- NinčevićGrassino, A., Jukić, M., &Brnčić, M. (2023). Carotenoid content and profiles of pumpkin products and by-products. *Molecules*, 28(2), 858. <https://doi.org/10.3390/molecules28020858>
- Nishimura, M. et al. (2014). Pumpkin seed oil extracted from *Cucurbita maxima* improves urinary disorder in human overactive bladder. *J. Tradit. Complement. Med.*, 4(1), 72–74. <https://doi.org/10.4103/2225-4110.124355>
- Niyi, O. H., Jonathan, A. A., & Ibukun, A. O. (2019). Comparative assessment of the proximate, mineral composition and mineral safety index of peel, pulp and seeds of cucumber (*Cucumis sativus*). *Open Journal of Applied Sciences*, 9, 691–701. <https://doi.org/10.4236/ojapps.2019.97055>
- Nkoana, D. K., Mashilo, J., Shimelis, H., &Ngwepe, R. M. (2022). Nutritional, phytochemical compositions and natural therapeutic values of citron watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*): A review. *South African Journal of Botany*, 145, 65–77. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.09.021>
- Nomikos, T., Fragopoulou, E., Antonopoulou, S., &Panagiotakos, D. B. (2021). Pumpkin seed extracts inhibit proliferation and induce autophagy in PC-3 androgen insensitive prostate cancer cells. *Nutrition and Cancer*, 73(4), 1–10. <https://doi.org/10.1080/01635581.2021.1894503>
- Nyam, K. L., Lau, M., & Tan, C. P. (2013). Fibre from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds and rinds: Physico-chemical properties, antioxidant capacity and application as bakery product ingredients. *Malaysian Journal of Nutrition*, 19(1), 99–109.
- Pandey, A. K., & Verma, S. (2018). Nutritional and therapeutic potential of *Cucurbitaceae*: A review. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 10(1), 30–38.
- Pandey, A. K., Kumar, R., & Sharma, R. (2023). Nutraceutical and functional food applications of *Cucurbitaceae*: A review. *Journal of Food Biochemistry*, 47(1), e14005. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14005>

- **Paris, H. S. (2016).** *Cucurbitaceae: Historical and economic importance.* In N. Grumet, J. Wang, & T. Garcia-Mas (Eds.), *Genetics and genomics of Cucurbitaceae* (pp. 1–22). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99450-1_1
- **Patel, K., Soni, A., & Tripathi, R. (2023).** *Pumpkin seed: Nutritional composition, health benefits.* *International Journal of Home Science*, 9(3), 93–98. Retrieved from <https://www.homesciencejournal.com>
- **Patel, S. (2013).** Pumpkin (*Cucurbita* sp.) seeds as nutraceutic: A review on status quo and scopes. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 6, 183–189. <https://doi.org/10.1007/s12349-013-0131-5>
- **Peričin, D., Krimer, V., Trivić, S., & Radulović, L. (2009).** The distribution of phenolic acids in pumpkin's hull-less seed, skin, oil cake meal, dehulled kernel and hull. *Food Chemistry*, 113(2), 450–456. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.079>
- **Petkova, Z. Y., & Antova, G. A. (2015).** Changes in the composition of pumpkin seeds (*Cucurbita moschata*) during development and maturation. *Grasas y Aceites*, 66(1), e058. <https://doi.org/10.3989/gya.0706142>
- **Polyzos, N., Fernandes, A., Calhella, R. C., Petrović, J., Soković, M., Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., & Petropoulos, S. A. (2024).** Biochemical composition of pumpkin seeds and seed by-products. *Plants*, 13(17), 2395. <https://doi.org/10.3390/plants13172395>
- **Proboningsih, J., Rifa'i, M., & Widodo, M. A. (2018).** Arginine content in pumpkin seed extract enhances endothelial nitric oxide synthase (eNOS) expression in hyperlipidemic rats. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(5), 254–259. <https://doi.org/10.4103/2221-1691.234737>
- **Procida, G., Stancher, B., Cateni, F., & Zacchigna, M. (2012).** Chemical composition and functional characterisation of commercial pumpkin seed oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 569–574. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4612>
- **Ramadan, M. F. (2019).** Dragon (*Hylocereus megalanthus*) seed oil: A new perspective for functional and nutraceutical applications. In M. F. Ramadan (Ed.), *Fruit oils: Chemistry and functionality* (pp. 587–614). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12473-1_41

- Rezig, L., Chibani, F., Chouaibi, M., Dalgalarondo, M., Hessini, K., Gueguen, J., & Hamdi, S. (2013). Pumpkin (*Cucurbita maxima*) seed proteins: Sequential extraction processing and fraction characterization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(33), 7715–7721. <https://doi.org/10.1021/jf402323u>
- Rezig, L., Chouaibi, M., Ojeda-Amador, R. M., Gomez-Alonso, S., Salvador, M. D., & Fregapane, G. (2018). *Cucurbita maxima* pumpkin seed oil: From the chemical properties to the different extracting techniques. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 46(2), 663–669. <https://doi.org/10.15835/nbha46211129>
- Rolnik, A., & Olas, B. (2020). Evaluation of the effects of cucurbitacins on hemostatic parameters in human plasma treated with H₂O₂: In vitro studies. *Toxins*, 12(7), 442. <https://doi.org/10.3390/toxins12070442>
- Rolnik, A., & Olas, B. (2021). Cucurbitaceae plants in biomedical studies: The current state of knowledge. *Frontiers in Pharmacology*, 12, 796066. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.796066>
- Rolnik, A., & Olas, B. (2022). A review of the effect of preparations from vegetables of the Asteraceae family and Cucurbitaceae family on the cardiovascular system and its diseases. *Nutrients*, 14(17), 3601. <https://doi.org/10.3390/nu14173601>
- RösselKipping, D., Ortiz Laurel, H., Amant Orozco, Á., Durán García, H. M., & LópezMartínez, L. A. (2019). Caractéristiques physiques et chimiques des graines de citrouille pour la mécanisation et la transformation. *Nova Scientia*, 10(21), 61–77. <https://doi.org/10.21640/ns.v10i21.1467>
- Sá, A. G. A., Moreno, Y. M. F., & Carciofi, B. A. M. (2020). Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 170–184. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.003>
- Saavedra, M. J., Aires, A., Dias, C., Almeida, J. A., De Vasconcelos, M. C. B. M., Santos, P., & Rosa, E. A. (2015). Evaluation of the potential of squash pumpkin by-products (seeds and shell) as sources of antioxidant and bioactive compounds. *Journal of Food Science and Technology*, 52(3), 1008–1015. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1089-5>
- Saleh, A. S., El-Newary, S. A., Mohamed, W. A., Elgamal, A. M., & Farah, M. A. (2024). Pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* subsp. *ovifera*) decoction promotes *Trichinella spiralis* expulsion during intestinal phase via “Weep and Sweep” mechanism. *Scientific Reports*, 14, 1548. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-51616-4>

- Salehi, B., Capanoglu, E., Adrar, N., Catalkaya, G., Shaheen, S., Jaffer, M., Giri, L., Suyal, R., Jugran, A. K., Calina, D., Docea, A. O., Kamiloglu, S., Kregiel, D., Antolak, H., Pawlikowska, E., Sen, S., Acharya, K., Selamoglu, Z., Sharifi-Rad, J., ... Capasso, R. (2019). Cucurbits Plants: A Key Emphasis to Its Pharmacological Potential. *Molecules*, 24(10), 1854. <https://doi.org/10.3390/molecules24101854>
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Capanoglu, E., Adrar, N., Catalkaya, G., Shaheen, S., Jaffer, M., Giri, L., Suyal, R., Jugran, A. K., et al. (2019). Cucurbita plants: From farm to industry. *Applied Sciences*, 9(16), 3387. <https://doi.org/10.3390/app9163387>
- Salehi, B., Sharifi-Rad, J., Capanoglu, E., Adrar, N., et al. (2019). Cucurbits as a source of valuable phytochemicals: A review. *Molecules*, 24(10), 1854. <https://doi.org/10.3390/molecules24101854>
- Samarakoon, S. R., Sunil, K., Jayasooriya, R. G. P. T., Weerasinghe, W. M. D. S. B., & Thabrew, I. (2021). Pumpkin (*Cucurbita pepo*) seed protein hydrolysate exerts cytotoxic effects on triple-negative breast cancer cells via apoptotic and anti-inflammatory pathways. *Journal of Medicinal Food*, 24(10), 1039–1048. <https://doi.org/10.1089/jmf.2020.0200>
- Šamec, D., Maretić, M., Lugarić, I., Mešić, A., Sredojević, S., & Duralija, B. (2022). The composition and biological activity of pumpkin seed oil: A review. *Plants*, 11(4), 514. <https://doi.org/10.3390/plants11040514>
- Schaefer, H., & Renner, S. S. (2010). Phylogenetic relationships in the order Cucurbitales and a new classification of the gourd family (*Cucurbitaceae*). *Taxon*, 59(2), 537–556.
- Shaban, A., & Sahu, R. P. (2017). Pumpkin seed oil: An alternative medicine. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research*, 9(2), 11. <https://doi.org/10.25258/phyto.v9i2.8066>
- Shahidi, F., & de Camargo, A. C. (2016). Tocopherols and tocotrienols in common and emerging dietary sources: Occurrence, applications, and health benefits. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10), 1745. <https://doi.org/10.3390/ijms17101745>
- Shevchenko, A., et al. (2022). Use of pumpkin seed flour in preparation of bakery products. *Ukrainian Food Journal*, 11(1), 90–96. <https://doi.org/10.24263/2304-974X-2022-11-1-10>

- **Shokri, S., Hosseini, S. A., Sadat, M., & Heydari, M. (2019).** The efficacy of Persian traditional nasal drop (Pumpkin oil) in patients with chronic insomnia: A randomized controlled clinical trial. *Iranian Journal of Psychiatry*, 14(3), 198–204. <https://doi.org/10.18502/ijps.v14i3.1732>
- **Shrirao, A. V., Kochar, N. I., & Chandewar, A. V. (2023).** Review on medicinal use of pumpkin seed on human health. *Research Journal of Pharmacology and Pharmacodynamics*, 15(2), 59–65. <https://doi.org/10.52711/2321-5836.2023.00012>
- **Siegmund, B., & Murkovic, M. (2004).** Changes in chemical composition of pumpkin seeds during the roasting process for production of pumpkin seed oil. Part 2: Volatile compounds. *Food Chemistry*, 84(3), 367–374. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00241-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00241-3)
- **Siegmund, W., & Murkovic, M. (1996).** Composition of fatty acids and sterols in pumpkin seed oils. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 98(6), 112–118.
- **Silky, A., Bisla, G., & Srishti, R. (2024).** Therapeutic and pharmacological properties of pumpkin seeds: A comprehensive review. *Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology*, 3(4), 117–125. <https://doi.org/10.55544/jrasb.3.4.14>
- **Silva, M. A., Albuquerque, T. G., Alves, R. C., Oliveira, M. B. P. P., & Costa, H. S. (2020).** Melon (*Cucumis melo* L.) by-products: Potential food ingredients for novel functional foods? *Trends in Food Science & Technology*, 98, 181–189. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.022>
- **Sinkovič, L., & Kolmanič, A. (2021).** Elemental composition and nutritional characteristics of *Cucurbita pepo* subsp. *pepo* seeds, oilcake and pumpkin oil. *Journal of Elementology*, 26(1), 97–107.
- **Srbinoska, M., Hrabovski, N., Rafajlovska, V., & Sinadinović-Fišer, S. (2012).** Characterization of the seed and seed extracts of the pumpkins *Cucurbita maxima* D. and *Cucurbita pepo* L. from Macedonia. *Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 31(1), 65–78.
- **Stefan, M., Stuper-Szablewska, K., & Perkowski, J. (2020).** Fatty acid profiles and phytosterol content of different pumpkin species. *Applied Sciences*, 10(22), 8126.

- **Suresh, S., & Sisodia, S. S. (2018).** Phytochemical and pharmacological aspects of Cucurbita moschata and Moringa oleifera. UK Journal of Pharmaceutical and Biosciences, 6(6), 45–53. <https://doi.org/10.20510/ukjpb/6/i6/179239>
- **Suwanto, A., et al. (2025).** The role of pumpkin seed oil as a therapy for type 2 diabetes mellitus. International Journal of Human and Health Sciences (IJHHS), 9(1), 13–21. <https://doi.org/10.31344/ijhhs.v9i1.765>
- **Syed, Q. A., Akram, M., & Shukat, R. (2019).** Nutritional and therapeutic importance of the pumpkin seeds. Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 21(2), 15798-15803. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2019.21.003586>
- **Tang, Z., Amiruddin, R., Syam, A., & Thamrin, Y. (2022).** Pumpkin seed intervention to control diabetes mellitus: A systematic review. Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences, 10(F), 535–540. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2022.9850>
- **Teeranachaideekul, V., et al. (2022).** Pumpkin seed oil-loaded niosomes for topical application: 5 α -reductase inhibitory, anti-inflammatory, and in vivo anti-hair loss effects. Pharmaceuticals, 15(8), 930. <https://doi.org/10.3390/ph15080930>
- **Teugwa, C. M., Boudjeko, T., Tchinda, B. T., Mejiato, P. C., & Zofou, D. (2013).** Anti-hyperglycaemic globulins from selected Cucurbitaceae seeds used as antidiabetic medicinal plants in Africa. BMC Complementary and Alternative Medicine, 13(63). <https://doi.org/10.1186/1472-6882-13-63>
- **Thiél, G., Engelmann, U., Bachmann, A., & Spatafora, S. (2022).** Extract from Cucurbita pepo improves BPH symptoms without affecting sexual function: A 24-month non-interventional study. World Journal of Urology, 40(7), 1679–1686. <https://doi.org/10.1007/s00345-022-04030-7>.
- **Tomar, P. P. S., Nikhil, K., Singh, A., Selvakumar, P., Roy, P., & Sharma, A. K. (2014).** Characterization of anticancer, DNase and antifungal activity of pumpkin 2S albumin. Biochemical and Biophysical Research Communications, 448(3), 349–354. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2014.04.122>
- **Tzortzakis, N., Chrysargyris, A., & Petropoulos, S. A. (2018).** Phytochemicals content and health effects of cultivated and underutilized species of the Cucurbitaceae family. In S. A. Petropoulos, I. Ferreira, & L. Barros (Eds.), Phytochemicals in vegetables: A valuable source of bioactive compounds (pp. 99–165). Bentham Science Publishers. <https://doi.org/10.2174/97816810857921180101>

- Uchegbu, R. I., Udeozo, I. P., Uchegbu, U. C., Okezie, E. O., & Okafor, G. I. (2021). Comparative phytochemical, antioxidant and haemostatic activities of Cucurbita pepo, Cucurbita maxima and Cucurbita moschata seeds. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, 6(1), 17–25. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2021/v6i130147>
- Vahlensieck, W., Engelmann, U., Bachmann, A., Steinhäuser, C., & Gratzke, C. (2022). Pumpkin seed soft extract improves LUTS and quality of life in BPH: Meta-analysis of two randomized controlled trials over 12 months. *ClinicalPhytoscience*, 8, Article 13. <https://doi.org/10.1186/s40816-022-00298-w>
- Vahlensieck, W., Theurer, C., Pfitzer, E., Patz, B., Banik, N., & Engelmann, U. (2015). Effects of pumpkin seed in men with lower urinary tract symptoms due to benign prostatic hyperplasia in the one-year, randomized, placebo-controlled GRANU study. *Urologia Internationalis*, 94(3), 286–295. <https://doi.org/10.1159/000362903>
- Velentzis, L. S., Woodside, J. V., Cantwell, M. M., Leathem, A. J., & Keshtgar, M. R. (2008). Do phytoestrogens reduce the risk of breast cancer and breast cancer recurrence? What clinicians need to know. *European Journal of Cancer*, 44(13), 1799–1806. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2008.06.014>
- Vinayashree, G., Dhanalakshmi, D., & Sripriya, M. (2024). Antidiabetic activity of protein fractions from Cucurbita moschata seeds via inhibition of alpha-amylase and alpha-glucosidase. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 167, 115528. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.115528>
- Wahid, A., Fatima, A., Nasir, M. F., Azeem, H. M., & Anjum, S. (2021). Evaluation of anti-inflammatory and analgesic effects of Cucurbita maxima seed extract in animal models. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(10), 5720–5726. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.05.031>
- Wakid, M. H., Alhawiti, A. O., Banjar, A. S., Qahwaji, R. M., Gattan, H. S., Alghamni, M. S., Mahjoub, H. A., & Al-Refai, M. F. (2025). Treating hymenolepiasis with pumpkin seeds: Effect on ileum histology and dwarf tapeworm morphology. *Acta Parasitologica*, 70(1), 99. <https://doi.org/10.1007/s11686-025-01042-x>
- Wang, L., Liu, F., Wang, A., Yu, Z., Xu, Y., & Yang, Y. (2016). Purification, characterization and bioactivity determination of a novel polysaccharide from

- pumpkin (*Cucurbita moschata*) seeds. *Food Hydrocolloids*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.12.003>
- **Wang, X., Li, M., Zhang, Y., & Liu, Y. (2023).** Bioactive compounds in *Cucurbitaceae* and their medicinal potential. *Frontiers in Pharmacology*, 14, 1129230. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1129230>
 - **Wang, Y., Chen, C., & Zhang, L. (2023).** Bioactive cucurbitacins in *Cucurbitaceae*: Antiproliferative mechanisms and therapeutic prospects. *Metabolites*, 13(1), 81. <https://doi.org/10.3390/metabo13010081>
 - **Wargala, E., et al. (2023).** Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil – cosmetic, food and medical raw material. *Herba Polonica*, 69(3), 7–14. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0053.8859>
 - **Wild, S., Roglic, G., Green, A., Sicree, R., & King, H. (2004).** Global prevalence of diabetes: Estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes Care*, 27(5), 1047–1053. <https://doi.org/10.2337/diacare.27.5.1047>
 - **Wong, A., Viola, C., & Bergen, M. (2020).** Pumpkin seed oil supplementation improves cardiometabolic markers in postmenopausal women. *The Journal of Nutrition*, 150(6), 1432–1439. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa083>
 - **Xia, T., & Wang, Q. (2007).** Hypoglycaemic role of *Cucurbita ficifolia* (*Cucurbitaceae*) fruit extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(9), 1753–1757. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2913>
 - **Yaroszyska, A., et al. (2023).** Nutritional and phytochemical profiling of *Cucurbita pepo* and *C. maxima*. *Food Science & Nutrition*, 11(3), 1245–1258.
 - **Yiblet, Y. (2023).** Overview of *Cucurbitaceae* Families. In H. Wang (Ed.), *Biological and Abiotic Stress in Cucurbitaceae Crops*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1001306>
 - **Yoshinari, O., Sato, H., & Igarashi, K. (2009).** Anti-diabetic effects of pumpkin and its components, trigonelline and nicotinic acid, on Goto-Kakizaki rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 73(5), 1033–1036. <https://doi.org/10.1271/bbb.80805>
 - **Zachariah, T., et al. (2024).** Geographical origin and traditional usage of *Cucurbitaceae* species. *Journal of Ethnobotany Research and Applications*, 26, 111–121.

- **Zamęna, A., Kowalski, D., & Nowak, M. (2023).** Impact of extraction method on tocopherol content in pumpkin seed oil. *Industrial Crops and Products*, 185, 115-124. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115124>
- **Zamuz, S., Franco, D., & Carballo, J. (2019).** Bioactive compounds and antioxidant capacity in pumpkin cultivars. *Food Bioscience*, 30, 100415.
- **Zeng, L., Wang, Z., He, Z., Zeng, M., Qin, F., & Chen, J. (2023).** Physicochemical and gel properties of pumpkin seed protein: A comparative study. *International Journal of Food Science & Technology*, 58(3), 1639–1651. <https://doi.org/10.1111/jifs.16124>
- **Zerafatjou, N. et al. (2021).** Pumpkin seed oil versus tamsulosin for BPH symptom relief: A randomized clinical trial. *BMC Urology*, 21(1), 147. <https://doi.org/10.1186/s12894-021-00915-3>
- **Zhang, Y., Liu, T., Wang, Y., & Wang, X. (2024).** Effect of extraction methods on chemical composition and oxidative stability of pumpkin seed oil. *Food Chemistry*, 435, 136988. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.136988>
- **Zhou, X., Smith, J., & Lee, Y. (2017).** Phenolic and flavonoid content analysis of pumpkin seed coat extracts. *Journal of Food Biochemistry*, 41(3), e12345.
- **Zia, S., Khan, M. R., Shabbir, M. A., & Aadil, R. M. (2021).** An update on functional, nutraceutical and industrial applications of watermelon by-products: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 275–291. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.020>
- **Zieniuk, B., & Pawelkowicz, M. (2023).** Recent advances in the application of cucurbitacins as anticancer agents. *Metabolites*, 13(10), 1081. <https://doi.org/10.3390/metabo13101081>
- **Zinash, A., & Woldetsadik, K. (2013).** Physico-chemical properties of seed and seed oil of pumpkin varieties grown in Ethiopia. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 5(12), 1416–1421.

Websites

- **ecteezy (n.d.), consulté le 8 juin 2025.** depuis <https://www.vecteezy.com/photo/2214221-bowl-with-pumpkin-seed-oil>
- **FAO. (2014).** Genebank standards for plant genetic resources for food and agriculture. FAO. <https://www.fao.org/3/i3704e/i3704e.pdf>

- **Nielsen, S. S. (2010).***Food analysis* (4th ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1>
- **Premium Nature.** (n.d.). *Organic Pumpkin Seed Oil – Cold Pressed* [Image]. Retrieved June 13, 2025, from <https://www.premiumnature.com/>
- **Surprise Beauty Booster.** (n.d.). *Pumpkin Seed Oil Moisturizing Cream* [Image]. Retrieved June 13, 2025, from <https://www.amazon.com/>
- **U.S. Department of Agriculture. (2020).***FoodData Central*. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- **U.S. Department of Agriculture. (2024).***FoodData Central: Pumpkin seeds, raw* [FDC ID: 1100596]. Agricultural Research Service. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/1100596/nutrients>