

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان

Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMCEN

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de BIOLOGIE



MÉMOIRE

Présenté par

Belhadj Aya & Benzerhouni Nassima

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Pâte de coing et de citron à la stévia

Soutenu le 14/06/2023 , devant le jury composé de :

Présidente Ghanemi F.Z Maitre de conférence classe A Université de Tlemcen

Encadrante Meziane Radjaa Maitre de conférence classe A Université de Tlemcen

Examinatrice Dib Hanane Maitre de conférence classe A Université de Tlemcen

Année universitaire 2022/2023

Remerciement

Avant toute chose, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude envers le divin Tout-Puissant pour nous avoir accordé la force, la volonté et la patience nécessaires pour mener à bien cette humble tâche.

Nous souhaitons adresser nos sincères remerciements à notre encadrant, Mme **MEZIANE Radjaa** pour la confiance qu'elle nous a témoignée en acceptant de superviser ce travail. Nous la remercions également pour son écoute et sa disponibilité tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour son inspiration, son aide et le temps précieux qu'elle nous a consacré.

Nous exprimons notre gratitude envers les membres du jury :

Mlle **GHANEMI Fatima Zohra** pour avoir accepté de présider le jury, évaluer ce travail et nous honorer de sa présence. Veuillez trouver ici notre témoignage de respect profond.

Nous remercions également Mme **DIB Hanane** d'avoir accepté d'évaluer ce travail et de participer au jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements vont aux enseignants de la Faculté des Sciences de la nature et de la vie de leur enseignement et leurs efforts visant à offrir une formation actualisée à leurs étudiants.

Nos remerciements les plus sincères vont à nos familles pour leur soutien tout au long de notre parcours académique et durant la réalisation de ce travail. Sans leur soutien financier, ce mémoire n'aurait pas pu voir le jour.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance envers toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail, en espérant que ce mémoire puisse être une ressource utile pour ceux qui auront l'occasion de le consulter.

Dédicace

Je souhaite dédier le fruit de mes efforts investis dans ce travail humble et modeste à ma chère mère **Amel** et père **Feth-Allah**, qui m'ont donné naissance, qui ont été les lumières illuminant mon chemin. Ils ont consacré leur vie à construire la mienne, m'encourageant tout au long de mes années d'études et consentant tant d'efforts et de sacrifices pour que je puisse m'épanouir et atteindre ce stade. Les mots, aussi expressifs soient-ils, ne peuvent véritablement exprimer l'amour et l'affection profonds que je ressens pour vous. Je vous suis redevable de ce que je suis devenu, et je ferai de mon mieux pour rester une source de fierté à vos yeux. J'espère ne jamais vous décevoir, et je souhaite que ce geste humble soit une petite preuve de mon profond respect, de ma gratitude et de ma reconnaissance envers tout ce que je vous dois.

À ma chère sœur **Houda** et mon cher frère **Mouhssine**,

Ce mémoire est dédié à vous deux, Votre présence dans ma vie, votre soutien et votre encouragement ont rendu cette expérience d'apprentissage encore plus précieuse et significative. Je suis honorée d'avoir des personnes aussi merveilleuses que vous dans ma vie.

A mon merveilleux mari **Salah**,

Aujourd'hui, je souhaite prendre un moment pour te dédier ce mémoire de fin d'études. Depuis le début de notre voyage ensemble, tu as été celui qui a cru en moi lorsque je doutais. Ta patience infinie et ton soutien indéfectible ont été mes forces pour persévérer. Je suis honorée d'avoir un tel partenaire de vie à mes côtés, qui croit en moi et m'encourage à atteindre de nouveaux sommets. Merci, pour ta présence constante et pour ta confiance en moi.

A ma fille chérie,

Depuis le jour de ta naissance, tu es ma plus grande motivation, chaque pas que j'ai franchi a été guidé par l'amour et le désir de te donner le meilleur avenir possible. Tu es ma plus grande réussite, mon plus grand trésor. À travers ce mémoire, je souhaite te montrer l'importance de l'éducation, de l'effort et de la persévérance. Je veux que tu grandisses en sachant que tu peux réaliser tes rêves, que rien n'est impossible lorsque tu y mets tout ton cœur et ton esprit.

A ma chère belle famille,

Je souhaite vous adresser une dédicace spéciale, depuis que j'ai rejoint votre famille, vous m'avez accueillie à bras ouverts. Vos encouragements, vos mots de sagesse et votre bienveillance ont été une source d'inspiration pour moi. Merci du fond du cœur d'avoir cru en moi, de m'avoir encouragée et d'avoir fait partie de cette magnifique aventure académique.

A ma chère famille,

Je vous remercie d'avoir toujours cru en moi, de m'avoir soutenue et encouragée tout au long de mon parcours. Vos encouragements, votre présence et votre amour ont été une source d'inspiration et de motivation et la cause de ma réussite.

À mon encadrante bienveillante **Mme Meziane Radjaa**, je vous suis sincèrement reconnaissante pour votre patience, votre disponibilité et votre capacité à guider mes recherches dans la bonne direction. Votre passion pour l'enseignement et votre volonté de partager vos connaissances m'inspirée et encouragée à donner le meilleur de moi-même.

À ma précieuse binôme **Aya**, merci pour notre collaboration exceptionnelle tout au long de notre parcours d'études. Ton soutien et notre complicité ont été des éléments clés de notre réussite commune. Cette expérience restera un souvenir inoubliable.

Nassima

Dédicace

"Dédié à ma mère **Karima** et mon père **Hocine**, mes piliers inébranlables, dont l'amour inconditionnel, les encouragements constants et les sacrifices ont été ma source constante de bonheur, de soutien et de motivation. Votre présence réconfortante a illuminé chaque étape de mon parcours académique et personnel. Vous avez été mes plus grands mentors, m'inculquant des valeurs de persévérance, de détermination et d'intégrité. Je vous aime infiniment et je vous suis éternellement reconnaissante pour tout ce que vous avez fait pour moi. Votre amour, votre guidance et votre soutien ont façonné ma personne et ont fait de moi la personne que je suis aujourd'hui. Je porte fièrement vos valeurs et votre héritage, et je suis honorée d'être votre fille. Je vous remercie du fond du cœur pour tous les efforts que vous avez déployés en ma faveur. Je vous aime plus que les mots ne peuvent l'exprimer.

À mes chers frères, **Djamel**, **Mehdi** et **Imrane**, Vous êtes mes meilleurs amis, mes alliés les plus fidèles. Merci d'être toujours là pour moi et de partager des moments précieux ensemble. Cette réussite est aussi la vôtre. Je vous suis reconnaissante pour tout l'amour et le soutien que vous m'apportez.

À mon encadrante, Madame **Meziane Radjaa**, je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour sa précieuse guidance et ses conseils éclairés. Votre expertise et votre impact positif ont été essentiels pour mener à bien ce travail de recherche. Je te remercie sincèrement pour tous tes efforts.

Et en fin, je souhaite exprimer ma profonde amitié envers mes chères amies, mon amie intime et ma partenaire de confiance **Farah**, et mon binôme et ma complice précieuse **Nassima**. Vos conversations inspirantes, votre support moral et votre amitié sincère ont rendu cette expérience encore plus enrichissante. Cette expérience restera gravée dans ma mémoire, et je suis honorée d'avoir partagé ces moments mémorables avec vous, merci pour votre présence inestimable tout au long de ce parcours.

Je vous suis infiniment reconnaissante à tous pour votre présence, votre amour, votre soutien et votre confiance. Ce mémoire est le fruit de notre collaboration et de notre engagement collectif. Merci du fond du cœur pour tout ce que vous avez fait et continuez de faire pour moi. Votre amour et votre soutien sont le plus grand cadeau que la vie m'ait offert".

Aya

ملخص

والأخرى السفرجل على قائمة واحدة الفاكهة للعجينة وصفتين تطوير هو الدراسة لهذه الرئيسي الهدف يلبي صحي غذائي منتج تصميم بهدف، التقليدي للسكر كبديل الستيفيا سكر باستخدام (الليمون على قائمة قمنا ثم. الحرارية السعرات تناول لتقليل يسعون أو السكري مرض من يعانون الذين الأشخاص احتياجات بين الاختلافات على الضوء لتسليط والليمون السفرجل لعجينة الفيزيوكيميائية الخصائص بتقييم نتائجنا أظهرت. المجروش السكر باستخدام والأخرى الستيفيا سكر باستخدام واحدة، الإعدادين الستيفيا سكر على تحتوي التي الفاكهة عجائن في والرماد الجافة والمادة السكر محتوى في انخفاضًا قيم في طفيف اختلاف وجود من الرغم على، المجروش السكر على تحتوي التي بالإعداد مقارنة السفرجل عجينة تصنيع في الستيفيا سكر استخدام إمكانية إلى النتائج هذه تشير. الإعدادين بين الحموضة والليمون.

الفيزيوكيميائية الخصائص ستيفيا؛ فاكهة؛ عجينة ليمون؛ سفرجل؛ : المفتاحية الكلمات

Résumé

L'objectif principal de cette étude est le développement de deux recettes de pâte fruits (l'une à base de coing et l'autre à base de citron) en utilisant du sucre stévia comme alternative sucrée, afin de concevoir un produit alimentaire sain répondant aux exigences des personnes atteintes de diabète ou cherchant à réduire leur apport calorique. Nous avons ensuite évalué les caractéristiques physico-chimiques de pâte de coing et de citron pour mettre en évidence les différences entre deux préparations, l'une avec du sucre stévia et l'autre avec du sucre cristallisé. Nos résultats ont montré une diminution dans les teneurs en sucres, matière sèche et en cendre dans les pâtes de fruits à base de stévia par rapport à la préparation à base de sucre cristallisé, cependant une différence subtile est notée dans les valeurs du pH entre les deux préparations. Ces résultats démontrent la faisabilité de l'utilisation du sucre stévia dans la fabrication de la pâte de coing et de citron.

Mots clés : Coing ; citron ; pâte de fruits ; stévia ; propriétés physico-chimiques.

Abstract

The main objective of this study was to develop two fruit paste recipes (one quince-based and the other lemon-based) using stevia sugar as a sweetening alternative, in order to design a healthy food product meeting the requirements of people with diabetes or seeking to reduce their calorie intake. We then evaluated the physico-chemical characteristics of quince and lemon paste to highlight the differences between two preparations, one with stevia sugar and the other with granulated sugar. Our results showed a decrease in sugar, dry matter and ash content in the stevia-based fruit pastes compared with the granulated sugar-based preparation, although a subtle difference was noted in pH values between the two preparations. These results demonstrate the feasibility of using stevia sugar in the manufacture of quince and lemon paste.

Key words: Quince; lemon; fruit paste; stevia; physico-chemical properties.

Sommaire

Résumé

Remercîment

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction	1
I. Généralités sur le coing	4
I.1 Origine et historique	4
I.2 Classification	4
I.2 Description botanique	5
I.4. Habitat et distribution géographique de coing	7
I.5. Composition et valeur nutritionnel de coing	8
I.6. L'intérêt et l'usage de coing	9
I.7. Les effets thérapeutiques	10
II. Généralités sur le citron	11
II.1. Origine et historique	11
II.2 Classification	13
II.3 Description botanique	13
II.4 Habitat et distribution géographique	14
II.5 Composition et valeur nutritionnelle	15
II.6 Intérêts et usage du citron	16
II.7 Effets thérapeutiques	17
III. Stevia Rebaudiana	18
III.1 Les origines de la Stevia	18
III.2 Histoire de la Stevia	18
III.3 Classification et description botanique de la stévia	19
III.4. Propriétés biologiques	21
III.4.1 Propriété anti-oxydante	21
III.4.2 Activité anti-inflammatoire et immunomodulatrice	21
III.5. Utilisations	22
III.5.1 Utilisation médicale	22
III.5.2 Applications dans l'alimentation	23

III.6	Composition chimique de la stévia.....	23
III.6.1	Le stéviol	23
III.6.2	Glycoside de stéviol.....	24
III.6.3	Biosynthèse.....	25
III.6.4	Métabolisme	26
III.7	Données toxicologiques.....	27
III.8	Pouvoir sucrant, apport calorique et l'index glycémique des glycosides de stéviol.....	28
III.	Réglementation Algérienne, européenne et mondiale de la stévia	29
IV.	Les pâtes de fruits.....	29
IV.1	Définition	29
IV.2	Composition.....	30
IV.2.1	Le fruit	31
IV.2.2	Le sucre	31
IV.2.3	L'acide.....	31
IV.2.4	La pectine.....	31
IV.2.5	L'équilibre sucre-acide-pectine	32
IV.3	Principe de conservation des pâtes de fruits	32
IV.4	Procédé général d'obtention des pâtes de fruit	33
IV.4.1	Réception.....	33
IV.4.2	Lavage	33
IV.4.4	Cuisson	33
IV.4.5	Coulage sur plaque, découpe, sucrage et séchage	34
I.	Réalisation de la pâte de fruit	36
I.1.	Processus de la fabrication	36
I.2	Matériels nécessaires	37
I.3	Mode opératoire	39
I.3.1	Pâte de coing	39
I.3.2	Pâte de citron	41
I.4	Technologie de fabrication	42
II.	Analyses physico-chimiques	43
II.1	Teneur en sucre	43
II.2	Teneur en matière sèche.....	43
II.3	Teneur en eau	44
II.4	pH	44

II.5 Teneur en cendre	44
I. Caractéristiques physiques des fruits	47
II. Résultats des essais de fabrication de la pâte de fruits	47
III. Résultats des analyses physico-chimiques.....	50
Conclusion.....	56

Liste des figures

Figure	Titre	Page
01	Le cognassier	6
02	Les fleurs de cognassier	6
03	Le coing	7
04	Le citron	12
05	Fleur de citronnier	14
06	Production mondiale du citron	15
07	La plante stévia	20
08	Les fleurs de stévia	20
09	Les racines de stévia	21
10	Localisation des étapes de la biosynthèse dans la plante	26
11	Pâte de fruits	30
12	Le sucre	31
13	Moulage	34
14	Sucrage de la pâte de fruit	34
15	Diagramme de la fabrication de la pâte de fruits.	37
16	Photographie des différentes étapes de préparation de la pâte de coing	39
17	Photographie des différentes étapes de préparation de la pâte de citron	41

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
01	Classification du coing basée sur une analyse phylogénétique moléculaire.	05
02	Composition nutritionnelle du coing.	08
03	Caractéristique de la pulpe de coing.	09
04	Les grands agriculteurs du citron dans le monde.	12
05	Classification du citron.	13
06	Composition biochimique moyenne dans 100g du citron.	16
07	Classification de la stévia rebaudiana.	19
08	Composition et propriétés des principaux glycosides de stéviol des feuilles de Stevia rebaudiana.	25
09	Comparaison des propriétés des sucres naturels avec la stévia.	28
10	Ingrédients utilisés dans la préparation de la pâte de coing et la pâte de citron.	36
11	Les matériels nécessaires pour la fabrication de la pâte de fruits.	38
12	Influence du temps de cuisson.	43
13	Caractéristiques physiques des fruits utilisés.	47
14	Résultats expérimentaux des essais de fabrication de la pâte de fruits.	48
15	Résultats des paramètres physico-chimiques.	50

Liste des abréviations

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

OMS : Organisation mondiale de la santé

JECFA : Joint Expert Committee for Food Additives, Comité Commun d'Experts pour les Additifs Alimentaires

Cm: Centimètre

APG IV: Angiosperm Phylogeny Group IV

Na:Sodium

K:Potassium

Ca: Calcium

Mg: Magnesium

Fe:Fer

P:Phosphore

Zn : Zinc

µg : microgrammes

g : gramme

mg : milligramme

pH : potentiel hydrogène

TNF : TumorNecrosis Factor (facteur de nécrose tumorale)

IL-1 : Interleukin-1 (interleukine-1)

LPS : Lipopolysaccharides (lipopolysaccharides)

IKKB: I-KappaB Kinase Beta (kinase beta I-kappaB)

NF-Kappa B: Nuclear Factor Kappa B (facteur nucléaire kappa B)

TLR4 :Toll-Like Receptor 4 (récepteur 4 de type Toll)

THP-I: Cellules THP-1

NF kappa B : Facteur nucléaire kappa B

MCF-7 : Une lignée cellulaire de cancer du sein humain

ADN : Acide désoxyribonucléique

SG : Glycoside de Stéviol

Kcal/g : kilocalories par gramme

UE : Union européenne

AHA : American Heart Association

°C : degrés Celsius

TS : Teneur en matière sèche

H : humidité (Teneur en eau)

MO : Matière organique

Cd : La teneur en cendre

DM : le degré de méthylation

Introduction

Introduction

L'Algérie est un pays où la production de fruits est importante, avec une grande variété de fruits cultivés dans différentes régions du pays. Selon le ministère de l'Agriculture et du Développement rural, la production totale de fruits en Algérie était de 3,6 millions de tonnes en 2020, avec une croissance annuelle de 3,5 % entre 2016 et 2020 (**Ministère de l'Agriculture et du Développement rural, 2021**).

Le coing, fruit du cognassier (*Cydonia oblonga*), est originaire d'Asie centrale, mais il est également cultivé dans de nombreux pays, dont l'Algérie. Ce fruit est cultivé principalement dans les régions de Tlemcen, Sidi Bel Abbès, Mostaganem et Ain Temouchent (**Boudiaf et al, 2014**) et est souvent utilisé pour la fabrication de confitures, gelées et de pâtes de fruits. Le coing est reconnu pour sa richesse en nutriments tels que les fibres, les vitamines et les minéraux, ainsi qu'en antioxydants. En outre, les propriétés médicinales du coing comprennent des effets anti-inflammatoires, antioxydants, antimicrobiens et anticancéreux. Les extraits de coing sont également bénéfiques pour la régulation du glucose sanguin et la prévention du diabète de type 2 (**Maleki et al, 2018**).

Le citron, un autre fruit très répandu dans le monde entier, avec une production annuelle de plus de 17 millions de tonnes en 2020 (**FAOSTAT, 2021**). En Algérie, le citron est également cultivé dans différentes régions du pays, notamment à Tizi-Ouzou, Bouira, Béjaïa et Jijel (**Djazouli et al, 2021**). Cet agrume très apprécié pour son goût acidulé et sa teneur élevée en vitamine C. Il est couramment utilisé en cuisine pour rehausser la saveur de nombreux plats et en médecine traditionnelle pour ses propriétés anti-inflammatoires, anti oxydantes et antimicrobiennes. Les extraits de citron sont également reconnus pour leurs effets bénéfiques sur la santé, notamment pour prévenir certaines maladies chroniques telles que les maladies cardiovasculaires, les cancers et le diabète de type 2 (**Gibson et al, 2015**).

Ces dernières années, la tendance de consommation des produits à base de fruits est liée aux aspects nutritifs et santé qu'apportent ces produits : antioxydants, vitamines, fibres. Ils bénéficient d'une image de produits naturels et sont associés au

Introduction

plaisir. On peut d'ailleurs constater une progression des produits allégés et sans sucre ajouté (**Chambres d'agriculture de Bretagne, 2020**).

La pâte de fruits fait partie des produits de confiserie, obtenu par la cuisson de fruits, de sucre et de pectine. Elle permet de conserver les fruits plus longtemps, tout en leur donnant une texture fondante et sucrée. La pâte de fruits est souvent fabriquée à partir de fruits locaux, tels que le coing, la figue, les dattes et le citron (**Dib et al, 2017**).

Bien que la pâte de fruits soit un produit apprécié des consommateurs, elle présente l'inconvénient d'être souvent trop sucrée. Cela la rend moins adaptée aux besoins des personnes soucieuses de leur santé, notamment des diabétiques et des personnes suivant un régime alimentaire ou les gens atteint le diabète. Pour remédier à ce problème, une alternative possible est l'utilisation de la stévia comme substitut de sucre. La stévia est un édulcorant naturel dérivé d'une plante originaire d'Amérique du Sud, qui présente l'avantage d'avoir un pouvoir sucrant élevé, tout en étant faible en calories (**Abdel-Salam et al, 2016**).

La stévia présente également des propriétés antioxydantes, anti-inflammatoires et hypoglycémiantes, ce qui en fait un choix particulièrement intéressant pour les personnes soucieuses de leur santé (**Choudhary et al, 2019**). De ce fait, la stévia est de plus en plus utilisée en confiserie comme alternative au sucre. Elle peut être utilisée pour la fabrication de différentes confiseries, telles que les bonbons, les chewing-gums et les pâtes de fruits(**Dias et al, 2021**).

Le but de ce travail est de présenter une méthode de fabrication de la pâte de coing et de citron à base de sucre stévia. Cette méthode offre une alternative plus saine et adaptée aux besoins des consommateurs soucieux de leur santé, notamment des diabétiques et des personnes suivant un régime alimentaire. Le produit final sera destiné aux personnes souhaitant consommer une confiserie saine et adaptée à leur régime, en particulier les enfants diabétiques ou ayant des restrictions alimentaires et qui méritent de savourer les sucreries.

Partie bibliographique

I. Généralités sur le coing

I.1 Origine et historique

Il y a environ 4500 ans, le cognassier s'est répandu depuis ses racines dans les régions de Transcaucasie et le nord de l'Iran (**Abdollahi, 2019**). L'arbuste est originaire d'Iran et de Turquie et est cultivé au hasard à une altitude comprise entre 100 et 200 mètres au-dessus du niveau de la mer. Le cognassier est résistant aux nématodes et aux pucerons linéaires, mais tolère le feu bactérien, l'excès de calcium et le froid (**Sharma et al, 2011**).

Les Grecs et les Romains ont ensuite contribué à la diffusion du cognassier en Europe, le coing (*Cydonia oblonga* Mill) est devenu populaire à l'époque médiévale. Les premières références écrites au coing en Europe remontent au 10^{ème} siècle, dans les écrits de Sainte Hildegarde de Bingen (**Hoque et al, 2012**).

Les moines des monastères européens ont joué un rôle crucial dans la diffusion de la culture du coing à travers l'Europe, en transformant le fruit en une variété de produits tels que des confitures, des pâtes de fruits, des gelées et même du vin. Grâce à leur expertise en matière de production alimentaire et de conservation, les moines ont contribué à populariser le coing et ont développé des techniques innovantes pour exploiter tout le potentiel de ce fruit (**Drogoudi et al, 2018**).

Aujourd'hui, le coing est principalement cultivé dans les régions méditerranéennes, en Asie centrale et en Amérique du Sud. Au cours des dernières décennies, le coing a pris une importance économique et a été utilisé dans diverses industries à des fins pharmaceutiques, cosmétiques et agricoles (**Djilali et al, 2021**).

I.2 Classification

Le coing (*Cydonia oblonga*) est classé dans la famille des Rosaceae, sous-famille des Maloideae. C'est une espèce étroitement liée aux pommiers, poiriers et cognassiers, appartenant au même genre que le cognassier du Japon (*Chaenomeles*) (**Liu et al, 2012**).

Selon la classification phylogénétique établie par Robertson et ses collègues, le genre *Cydonia* est regroupé dans la tribu des Maleae, qui inclut également les genres *Malus* (pommiers), *Pyrus* (poiriers), *Sorbus* (sorbiers) et plusieurs autres genres de la sous-famille des Maloideae (**Robertson et al, 2002**).

Tableau 01 : Classification du coing basée sur une analyse phylogénétique moléculaire (Akkemik et Kaya, 2021).

Régène	Plantae
Clade	Trachéophytes
Clade	Angiospermes
Clade	Eudicots
Clade	Rosidées
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Sous-famille	Maloideae
Genre	Cydonia
Royaume	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Genre	Cydonia
Espèce	Cydonia oblonga

Il existe de nombreuses variétés de coings, notamment le coing provençal, le coing portugais, le coing russe et le coing de Smyrne. Chaque variété a des caractéristiques de saveur et de texture uniques (Duarte, 2017).

I.2 Description botanique

Le cognassier, ou arbre de coing, appartient à la famille des Rosacées unique représentant de son genre *Cydonia* (Yuksel et al, 2013). Le cognassier peut atteindre 4 à 5 mètres de hauteur (Figure 01) et pousse dans les régions méditerranéennes et les régions tempérées du monde entier. Est un petit arbre à feuilles caduques (Orhan, 2014). C'est un peu pelucheux, donc ça vous protège des insectes.



Figure 01 : Le cognassier (Chezmamielucette,2022).

Le cognassier à des branches étroitement serrées et des feuilles lisses sur la face supérieure à produire des fleurs blanches teintées de rose (Figure 02) après environ 25 ans de sa durée de vie économique et donne des fruits parfumés à pépins.



Figure 02 : Les fleurs de cognassier (Oleksandr, 2019).

Le coing partage certains traits communs avec les fruits de la famille des Rosacées tels que les pommiers, les poiriers et les pêchers. Il a une forme irrégulière et rappelle un peu la poire (Figure 03). Il a une peau dorée veloutée et une chair ferme et granuleuse. Leur poids moyen est de 100 à 200 g et ils mesurent de 6 à 9 cm de large et de 7 à 12 cm de longueur (Lopes, 2018).



Figure 03 : Le coing (Balazs, 2015).

Le coing, également connu sous le nom de cognassier, est plus tolérant à la sécheresse que le pommier. Il préfère les sols bien drainés et les climats tempérés avec des étés chauds et des hivers froids (Naghavi et al, 2020). Pour assurer une croissance saine, il est recommandé de planter le cognassier en plein soleil et dans des endroits abrités pour éviter les dommages causés par le vent. Il est préférable de ne pas appliquer une fertilisation excessive pour éviter le développement de bactéries. Les fruits doivent être récoltés lorsqu'ils sont mûrs mais pas complètement mûrs, car ils continueront à mûrir sur l'arbre, ce qui réduit la chute des fruits (Cabi, 2010).

I.4. Habitat et distribution géographique de coing

Les coings sont originaires d'Asie occidentale répandu dans les zones tempérées, mais sont maintenant cultivées dans de nombreuses régions du monde. Il est particulièrement apprécié en Méditerranée, en Europe de l'Est et en Asie centrale (Adam, 2010).

Le cognassier peut pousser dans une grande variété de climats et de sols, et il est plus tolérant à l'humidité et à la sécheresse que le pommier. L'arbre atteint sa croissance optimale à une température moyenne de 15°C, et il est capable de tolérer les températures froides, étant rustique à des températures inférieures à la moyenne (Cabi, 2010).

Les coings sont cultivés dans de nombreux pays à travers le monde, dont la Turquie, l'Iran, l'Azerbaïdjan, la Géorgie, l'Arménie, l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la

France et l'Algérie largement dans la Marmara, la mer Égée, la Méditerranée, l'intérieur et l'est-régions d'Anatolie (Ercisli et al, 2015).

I.5. Composition et valeur nutritionnel de coing

Le coing est un fruit peu sucré riche en vitamines, pectine et les minéraux, dont la vitamine C, le potassium et le fer. Il contient également des antioxydants et des composés anti-inflammatoires qui aident à prévenir les maladies chroniques telles que le cancer, les maladies cardiaques et le diabète. Le coing est également riche en fibres, ce qui aide à réguler la digestion et à prévenir la constipation (Gallo et al, 2020 ; Qesja et al, 2021).

Le coing est une source plus abondante d'éléments minéraux tels que le calcium, le potassium et le phosphore (Rop et al, 2011).

Tableau 02: Composition nutritionnelle du coing (Al-Snafi, 2016 ; Almeida et al, 2018).

Composition		Valeur pour 100 g
Energie		179 Kjl
Eau		86,9%
Lipides		0,21 – 2,4
Protéines		0,6 g
Les sucres totaux		10,9 g
Fibres	Pectines	53%
Vitamines	Acide ascorbique	13 mg
	Riboflavine	30 µg
Les sels minéraux	Na	9,2 mg
	K	189 mg
	Ca	66 mg
	Mg	2g/100 mg
	Fe	1,1 mg
	P	24 mg
	Zn	0,13mg/100 mg

Partie bibliographique

Le coing est connu pour sa teneur élevée en substances pectiques, ce qui le rend utile dans la production de pâtes à tartiner aux fruits et dans l'industrie de la conserve (Kyzlink, 1990). La teneur moyenne en pectine des différentes variétés de coing est de 2 g/100 g (Rop et al, 2011). Le tableau suivant représente les caractéristiques de la pulpe de coing.

Tableau 03 : Caractéristique de la pulpe de coing (Rasheed et al, 2018).

Caractéristiques de la pulpe de coing	
pH	3.43
Solides solubles totaux (o Brix)	14.22
Acidité (%)	1.25
Glucides (g/100 g)	13.38
Sucre réducteur (g/100 g)	5.15
Sucre non réducteur (g/100 g)	4.61
Humidité (g/100 g)	84.27
Cendres (g/100 g)	0.62
Graisses (g/100 g)	0.24
Phénolique total (mg équivalent acide gallique /100 g)	68.14
Activité de piégeage du DPPH (%)	50.05

I.6. L'intérêt et l'usage de coing

Les coings ont de nombreux avantages pour la santé et sont utilisés depuis des siècles dans diverses applications culinaires et médicinales.

Le coing a été utilisé en médecine traditionnelle pour traiter différents troubles gastro-intestinaux, tels que la diarrhée et les ulcères, ainsi que pour réduire les niveaux de cholestérol et de sucre dans le sang (Hussain et al, 2021).

Le coing présente en effet des propriétés bioactives avantageuses pour la santé cutanée. Grâce à sa concentration élevée en vitamine C, un antioxydant crucial, il aide à préserver la peau des effets néfastes des radicaux libres, ce qui favorise une peau plus éclatante et en meilleure santé (Martinez-Tellez et al, 2019).

Partie bibliographique

Le coing peut être consommé frais ou séché, mais il est également utilisé dans la production de divers produits alimentaires en raison de sa teneur élevée en pectine, ce qui en fait un agent gélifiant très efficace. En conséquence, il est souvent ajouté aux yaourts, crèmes, confitures, gelées et pâtes de fruits pour améliorer leur texture (**Yahia et al, 2017**). De plus, le coing est également utilisé dans la production de boissons fermentées (**Martinez-Tellez et al, 2019**).

Le coing peut également être utilisé comme source d'arômes et de colorants dans l'industrie alimentaire (**Yahia et al, 2017**).

I. Les effets thérapeutiques

Les coings ont un effet bénéfique sur la santé grâce à leur capacité à renforcer le système immunitaire et à prévenir les maladies. Les coings contiennent du fer, qui est important pour la formation des globules rouges dans le sang, et ont des propriétés anti-inflammatoires et anti-oxydantes qui peuvent aider à prévenir les maladies chroniques telles que le cancer et les maladies cardiovasculaires (**Mozaffari-Khosravi et al, 2017 ; Borhan-Mojabi et al, 2016**).

Les coings sont également riches en fibres, qui peuvent aider à réguler la digestion et à prévenir la constipation (**Fattahi et al, 2019**). Enfin, le coing peut aider à la perte de poids en réduisant la sécrétion postprandiale d'insuline, en faisant un excellent choix de fruit à manger pendant un régime (**Shahbazi et al, 2020**).

Les coings peuvent également avoir un effet bénéfique sur le profil glycémique et lipidique chez les patients atteints de diabète de type 2. Des études ont montré que la consommation de feuilles de coing sous forme d'infusion peut aider à réguler le taux de glucose et de lipides dans le sang (**Fattahi et al, 2019 ; Shahbazi et al, 2020**).

Une étude a montré que les extraits de coing avaient une activité antimicrobienne contre différentes souches microbiennes et que les extraits de zeste de coing étaient les plus efficaces pour inhiber la croissance bactérienne (**Fattouch et al, 2007**).

II. Généralités sur le citron

II.1. Origine et historique

Le citron est un agrume c'est le fruit du citronnier (*Citrus limon*). Ce dernier est un arbuste originaire d'Asie du Sud-est qui pousse en Méditerranée et toutes les régions subtropicales du monde (**Debuigine et Couplan, 2008**).

Le citron est une herbe originaire du nord-est de l'Inde et y est cultivée depuis des milliers d'années. Des preuves archéologiques suggèrent que le citron était déjà cultivé dans la vallée de l'Indus il y a plus de 4 000 ans. Au fil des ans, les agrumes se sont répandus dans toute l'Asie, l'Afrique et l'Europe, où ils sont désormais un ingrédient de base dans de nombreuses cuisines différentes (**Khan et al, 2020**).

L'histoire de la culture du citron est longue et complexe. Des preuves archéologiques montrent que les citrons étaient cultivés dans le nord de l'Inde dès le 3ème siècle. Au fil des siècles, les citrons ont été introduits dans de nombreux autres pays, dont l'Iran, l'Irak, l'Égypte et l'Italie. Au Moyen Âge, les citrons étaient largement cultivés dans le sud de l'Espagne et dans le bassin méditerranéen (**Khan et al, 2020**).

Selon FAO (l'organisation pour l'Alimentation et l'Agriculture des Nations Unies), en 2017, l'Inde, la Chine, le Mexique, le bassin Méditerranéen était les plus grands élaborateurs au monde des citrons. L'Algérie aussi possède une surface plus de 4 365 Ha pour la floriculture de citron (**Ministre de l'agriculture et de développement rural, 2012**).



Figure 04 : Le citron (Britannica, 2023).

Aujourd'hui, le citron est cultivé dans le monde entier, les principaux producteurs se trouvent en Chine, en Inde, au Mexique, en Argentine, en Espagne et en Italie (Mahdavi et al, 2021).

Le tableau suivant montre les statistiques (en tonne) des 07 premiers pays agriculteurs de citron au monde.

Tableau04 : Les grands agriculteurs du citron dans le monde.

Pays	Production du citron 2016 (tonne)
Mondial	15981,8
Région méditerranéenne	3034 ,1
Inde	2613,8
Chine	2405,9
Mexique	2270,0
Brésil	1214,5
Espagne	950,0
USA	874,0
Algérie	93,2

II.2 Classification

Le citron (*Citrus limon*) membre de la famille des Rutacées, est un fruit comestible largement cultivé dans les régions tempérées chaudes du monde (Mafra-Neto et al, 2015).

Le tableau suivant représente la classification du citron selon (APG IV, 2016)

Tableau 05 : Classification du citron.

Niveau de classification	Classification
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Super-division	Spermatophyta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Super-ordre	Rosanae
Ordre	Sapindales
Famille	Rutaceae
Sous-famille	Aurantioideae
Tribu	Citreae
Genre	Citrus
Espèce	Citrus limon

II.3 Description botanique

Le citronnier est un arbre persistant aux feuilles vert foncé, brillantes, à feuilles simples ovales, hautes de 3 à 6 mètres (Mahdavi et al, 2021). Les feuilles de citronnier sont persistantes, alternes, simples, de 6 à 10 cm de long et de 2 à 4

Partie bibliographique

cm de large. Les feuilles sont ovales à elliptiques, avec une pointe pointue et une base arrondie. Ils sont glabres sur le dessus et légèrement poilus sur le dessous (Hsu et al, 2017).

Les fleurs du citronnier sont blanches et parfumées (Figure 05), avec cinq pétales et de nombreuses étamines. Ils fleurissent à la fin du printemps ou au début de l'été et portent de petits fruits verts qui mûrissent en jaune vif en automne ou en hiver (Mahdavi et al, 2021).



Figure 05 : Fleur de citronnier (Bruno, 2023).

La racine de citron est de couleur brun clair à brun foncé et a une texture boisée. La racine de citron peut atteindre une profondeur de 2,5 mètres (Hsu et al, 2017).

Les citrons sont un fruit de citronnier et sont des agrumes du genre Citrus de la famille des Rutacées. Il appartient au genre Citrus et son nom scientifique est Citrus limon L. Osbeck (Hsu et al, 2017). Le fruit est sphérique ou ovale, avec une peau épaisse et rugueuse, une pulpe juteuse et acide et des graines (Mahdavi et al, 2021).

II.4 Habitat et distribution géographique

L'origine du citron au début c'était d'Asie du sud puis la Chine puis Assam qui est une région à l'Inde. Toutefois on confond quel est la vraie origine de ce fruit par contre des anciens archéologues disent que le citron est cultivé depuis des décennies plus de 4000 ans. Puis il est apporté vers l'Asie, des commerçants ont aussi apportés ce dernier vers le nord de l'Italie, après plusieurs années les citrons

sont devenus enfin disponibles et connus dans les pays arabes. En 1751 les citrons étaient cultivés en Amérique du nord dans les espaces et les milieux tropicaux par exemple : la Californie et la Floride (Usvat, 2015).

Les principaux pays producteurs de citron sont l'Espagne, l'Italie, les États-Unis (principalement en Californie et en Floride), l'Argentine, l'Inde, le Mexique et la Turquie. Ces régions présentent des conditions climatiques favorables, caractérisées par des étés chauds et ensoleillés, ainsi que des hivers relativement doux.

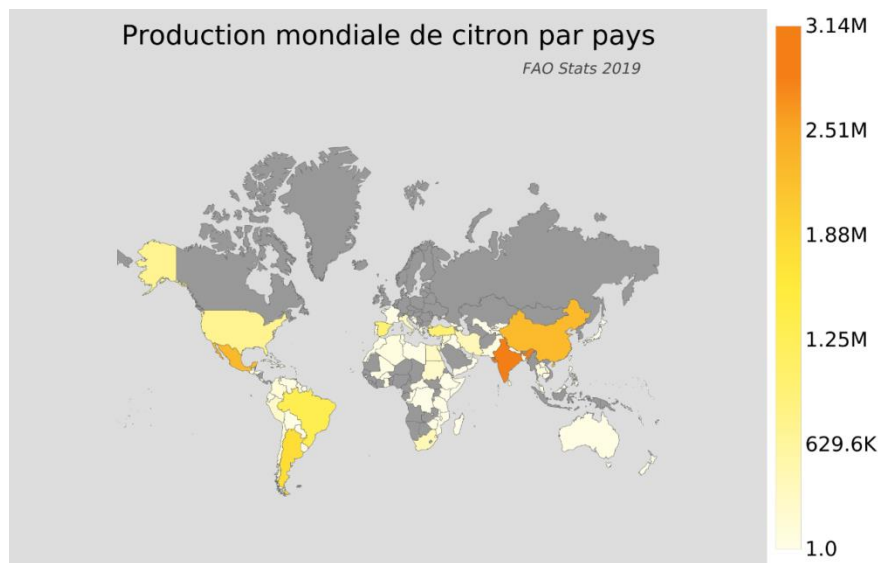


Figure 06 : Production mondiale du citron (FAO Stats, 2019).

II.5 Composition et valeur nutritionnelle

Le citron est riche en vitamine A, B1, B2, C, et β carotène ainsi la provitamine A qui se trouve sur la peau du citron.

- La vitamine A : se trouve dans la pulpe et le jus de citron.
- Les vitamines B1 et B2 : elle a un rôle très important sur l'équilibre nerveux et la bonne nutrition.
- La vitamine C, également nommée acide ascorbique. Elle est impliquée dans plusieurs processus biologiques très importants, tels que la synthèse de collagène, l'absorption du fer et le maintien d'un système immunitaire sain(Nutr, 2007).

Le citron contient majoritairement de la β -crypto xanthine et de la chlorophylle qui sont le premier responsable de la couleur jaunâtre et verdâtre du

citron. Pendant la maturation du fruit, une dégradation des chlorophylles s'est introduite, de plus une élévation remarquable de la β -crypto xanthine (Conesa, 2019).

Tableau 06 : La composition biochimique moyenne dans 100g du citron (Goullouin et al, 2013).

Composants(g)	Moyennes
Les minéraux (mg)	211,95
Eau	90,20
Glucides	3,16
Protéines	0,70
Lipides	0,60
Fibres alimentaires	0,50
Acides organiques	4 ,88
Les vitamines (mg)	51, 26

II.6 Intérêts et usage du citron

Le citron possède de nombreux bienfaits, son utilisation est variée : dans la cuisine, en cosmétique, en médecine...etc.

En industries agro-alimentaires comme arôme ajouté à la pâtisserie par exemple, ainsi comme gélifiant grâce à sa teneur élevée en pectine, de plus son jus est utilisé pour produire des boissons rafraîchissantes ou des pâtes de fruits...ect (Isabelle, 2011).

La médecine traditionnelle utilise le citron pour traiter un large éventail de problèmes, notamment les problèmes gastro-intestinaux, les infections respiratoires et les maladies cardiovasculaires (Mahdavi et al, 2021). Les propriétés médicinales des agrumes sont liées à leur teneur en composés bioactifs, tels que le limonène, l'hésperidine et l'acide citrique (Bhosale et al, 2020).

En raison de sa saveur acide caractéristique, le cédrat est un fruit largement utilisé dans l'alimentation. Il est utilisé dans la préparation de nombreuses boissons, notamment les limonades, les cocktails et les jus. Afin de prolonger la durée de

conservation des aliments, l'agrumes est également utilisé comme conservateur naturel. Les agrumes sont également utilisés dans la création de produits de nettoyage naturels en raison de leurs propriétés antiseptiques et désodorisantes (**Mahdavi et al, 2021**).

Les agrumes sont fréquemment utilisés en cosmétique en raison de leurs propriétés astringentes et anti oxydantes. De plus, de nombreuses études ont montré que le jus de citron peut aider à ouvrir les pores de la peau et à éliminer les cellules mortes de la peau de la surface épidermique (**Yongchaiyudha et al, 2018**).

II.7 Effets thérapeutiques

Plusieurs études expérimentales ont démontré l'existence d'une relation significative et très utiles entre les flavonoïdes du citron et la réduction des oxydes, c'est un antioxydant très puissant qui a pour effet la diminution naturelle des maladies cardiovasculaire, la prévention de la cataracte, les varices et soulage l'arthrite, lutter contre le cancer de l'œsophage, de l'estomac, du colon et des poumons (**Miyakeet al, 2019**).

Les feuilles de citronnier sont utilisées en conjonction avec d'autres plantes telles que le thé et la menthe pour stimuler la circulation du sang, considérer aussi comme un antiscorbutiques et anti-infectieuses c'est un excellent draineur qui assainit et fluidifie le sang, pour induire aussi tonus et vitalité, combattre l'anémie et traiter les troubles de l'estomac(**Pourmorad et al, 2014**). Ces feuilles sont aussi calmantes, elles luttent contre les maux de gorges et elles sont utilisées comme un antipoison contre l'eau de javel. L'écorce et les graines sont utilisées comme un antiseptique qui prévient, lutte et soigne le rhume, la grippe, les migraines digestives et les nausées et régularise les fonctions hépatiques, renforce les défenses et les réponses immunitaires(**Oboh, 2012**). Ainsi le diabète et l'obésité (les deux maladies du siècle) aussi le cholestérol, la thrombose et le rhumatisme (**Manish et al, 2013**). Son jus apaise les piqûres, les coups de soleil et diminue l'acné. Les huiles essentielles trouvées dans le citron sont un antiseptique et antibactérien souvent utilisées dans la fabrication des parfums et des produits cosmétiques (**Janati et al, 2012**).

III. Stevia Rebaudiana

III.1 Les origines de la Stevia

La stévia est une plante herbacée originaire d'Amérique du Sud, plus précisément du Paraguay et du Brésil, appartenant à la famille des Asteraceae et portant le nom scientifique *Stevia rebaudiana* Bertoni. Elle est utilisée depuis des siècles par les populations indigènes et les Guaranis pour ses propriétés médicinales et édulcorantes. Les feuilles de la plante étaient traditionnellement utilisées pour sucrer les aliments et les boissons, ainsi que pour traiter divers maux, tels que les infections respiratoires et les problèmes digestifs (**Alonso, 2017 ; Kinghorn, 2013**).

En 1899, un chimiste suisse du nom de Moisés Santiago Bertoni découvre la stévia lors de son expédition au Paraguay et commence à étudier ses propriétés. Cependant, il a fallu des décennies pour que la stévia soit reconnue comme un édulcorant naturel et que ses propriétés médicinales soient largement étudiées scientifiquement (**Jecfa, 2010 ; Kinghorn, 2013**).

III.2 Histoire de la Stevia

La première mention écrite de la stévia remonte au 16ème siècle, d'où le mot stévia est dérivé de son nom. Moises Santiago Bertoni a découvert la plante et son goût sucré. En 1905, Moises Santiago Bertoni, un botaniste suisse a découvert la *Stevia* dans la région d'Amambay au Paraguay. Bertoni a décrit la *Stevia* comme ayant un pouvoir sucrant élevé et a identifié les composants responsables de cette propriété, les glycosides de stéviol (**Bertoni, 1905**).

Dans les années 1970, les chercheurs japonais ont commencé à étudier les propriétés de la stévia et ont isolé les glycosides de stéviol, les composés responsables de son goût sucré. Ils ont également découvert que la stévia avait un pouvoir sucrant bien plus élevé que le sucre de table, tout en étant dépourvue de calories (**Jecfa, 2010**).

Au début des années 1990, des recherches ont été menées pour étudier les propriétés sucrées et les effets potentiels sur la santé de la stévia. Les résultats de ces études montrent que la stévia est un puissant édulcorant naturel 300 fois plus sucré que le sucre tout en ayant un impact négligeable sur la glycémie et ne contenant

quasiment aucune calorie (Jecfa, 2010). En 2010, le Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires (JECFA) a mené une évaluation complète de la stévia et a conclu que la stévia est sans danger pour la consommation humaine en tant qu'édulcorant (Jecfa, 2010).

La stévia est devenue un édulcorant naturel populaire dans de nombreux pays, dont le Japon, où la stévia représente plus de 40 % du marché des édulcorants (Tadhani et al, 2007). Il est également utilisé dans l'industrie alimentaire pour améliorer la saveur et la texture des produits alimentaires, ainsi que pour ses propriétés de conservation (Prakash et Chaturvedula, 2011).

III.3 Classification et description botanique de la stévia

La stévia (*Stevia rebaudiana*Bertoni) est une plante herbacée originaire d'Amérique du Sud et appartenant à la famille des Asteraceae. Connue pour son pouvoir sucrant naturel intense.

Cette plante est particulièrement intéressante pour les personnes souhaitant réduire leur consommation de sucre car elle ne contient pas de glucose et peu de calories. Les glycosides de stéviol, responsables du goût sucré de la plante, sont considérés comme sûrs pour la consommation humaine (Jothi et al, 2021).

Tableau 07 : Classification de la stévia rebaudiana selon (Rather et al, 2019).

Royaume	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Asteridae
Ordre	Asterales
Famille	Asteraceae
Genre	Stevia
Espèce	rebaudiana

La *Stevia rebaudiana* est une plante herbacée vivace (Figure 07), qui appartient à la famille des Astéracées. Elle est originaire du Paraguay et du Brésil, et est également cultivée dans d'autres régions du monde, comme l'Inde, la Chine, le Japon et les États-Unis (Singh et Narayan, 2019).



Figure 07 : La plante stévia (Blickwinkel, 2010).

La plante peut atteindre une hauteur de 60 à 80 cm, et produit de petites fleurs blanches qui sont regroupées en épis (Figure 08). Les feuilles de la *Stevia rebaudiana* sont vertes et mesurent environ 2 à 4 cm de long. Elles sont entières, opposées et lancéolées, avec des bords légèrement dentelés. Les feuilles contiennent des composés appelés stéviosides et rébaudiosides, qui sont responsables de la saveur sucrée de la plante (Singh et Narayan, 2019). Lorsqu'on mâche les feuilles, on peut percevoir des notes sucrées ou amères, selon les espèces (Ritu et Nandini, 2014).



Figure 08 : Les fleurs de stévia (Fir, 2016).

La *Stevia rebaudiana* présente une tige herbacée, dressée, ramifiée et de section transversale carrée. La *Stevia rebaudiana* possède un système racinaire pivotant constitué d'un pivot principal épais et ligneux pouvant atteindre 40 à 60 cm de longueur, accompagné de racines latérales fines et peu profondes (Dhingra et al, 2021).



Figure 09 : Les racines de stévia (Gingras, 2004).

III.4. Propriétés biologiques

III.4.1 Propriété anti-oxydante

L'extrait de stévia a une forte capacité anti-oxydante, et les chercheurs ont mené des études pour évaluer la capacité de l'extrait de stévia à neutraliser les radicaux libres. Les résultats ont montré que l'extrait de stévia a une capacité anti-oxydante importante pour neutraliser les radicaux libres, suggérant que la plante a des propriétés thérapeutiques dans la prévention des maladies cardiovasculaires et du cancer (Carneiro et al, 2015).

La stévia est une plante qui possède de nombreuses vertus, notamment grâce à ses propriétés anti oxydantes. Une étude a montré que la stévia avait un potentiel antioxydant important en raison de sa forte concentration en composés phénoliques et flavonoïdes. Cette recherche a souligné le rôle de la stévia dans la prévention des maladies chroniques liées au stress oxydatif, telles que les maladies cardiovasculaires et le diabète (Periche et al, 2018).

Ces études sont réalisées sur des extraits de stévia, et que les produits commerciaux contenant de la stévia peuvent contenir d'autres ingrédients qui peuvent influencer son activité anti-oxydante.

III.4.2 Activité anti-inflammatoire et immunomodulatrice

Les propriétés anti-inflammatoires du stéviol et de son métabolite stéviol ont été étudiées et immun modulateurs. Dans les cellules THP-I, le stéviol 1 Mm a inhibé de manière significative la production de TNF et d'IL-1 induite par les lipopoly-saccharides (LPS) et dans une certaine mesure, la libération d'oxyde

nitrique sans aucun effet délétère direct, mais le Steviol n'a même pas fonctionné à 100 µm. Le stéviol inhibe l'activation de l'IKKβ et des facteurs transcrit NF-κB, de plus, comme le montre le western blotting, seul le stéviol a stimulé la production de TNF-α, IL-1 et d'oxyde nitrique dans les cellules THP-1 non stimulées. L'anticorps anti-TLR4 peut partiellement inhiber la libération de TNF-α **(Rather et al, 2019)**.

Le stéviol inhibe la production de médiateurs inflammatoires dans les cellules THP-1 le LPS stimule en interférant avec les voies de signalisation IKKβ et NFκB, selon des études ont montré que la libération de TNF induite par les stéviols est partiellement médiée par le TLR4 **(Rather et al, 2019)**.

III.5. Utilisations

III.5.1 Utilisation médicale

Des études ont examiné comment la stévia peut aider dans le traitement du diabète en régulant la glycémie. L'étude de Abudula et ses collègues, des patients atteints de diabète de type 2 ont été traités avec de l'extrait de stévia. Les résultats ont montré que la stévia peut aider à réguler la glycémie en augmentant la sensibilité à l'insuline et en améliorant la fonction du pancréas **(Abudula et al, 2013)**.

La stévia peut également avoir des propriétés anti-inflammatoires et immunomodulatrices, qui peuvent être utiles dans le traitement de certaines maladies auto-immunes. Des études ont montré que les extraits de stévia peuvent réduire la production de cytokines inflammatoires et augmenter la production de cytokines anti-inflammatoires **(Brito et al, 2019 ; Kim, et al, 2011)**.

Des études ont montré que l'utilisation de la stévia comme édulcorant peut contribuer à réduire le risque de caries dentaires, le stress oxydatif et les infections microbiennes **(Ahmad et al. 2020)**.

La stévia présente des propriétés antiprolifératives contre les lignées cellulaires du cancer du sein MCF-7 en induisant l'apoptose et en inhibant la synthèse de l'ADN **(Paul et al, 2012 ; Gupta et al, 2017)**.

En raison de ses propriétés anti-oxydantes, il a été démontré que l'extrait de stévia abaisse les taux de cholestérol sanguin et de triglycérides, ainsi que la

pression artérielle. Ces effets peuvent être dus aux composés phénoliques présents dans la plante stévia, qui ont des propriétés anti-oxydantes et anti-inflammatoires (**Chan et al, 2010 ; Chatsudthipong et al, 2008**).

Enfin, la stévia peut également avoir des propriétés antibactériennes, ce qui peut être utile pour prévenir les infections bactériennes et fongiques. Les extraits de stévia peuvent inhiber la croissance de bactéries telles qu'Escherichia coli et Staphylococcus aureus, ainsi que de champignons tels que Candida albicans (**Abou-Arab et al, 2010 ; Carakostas et al, 2015**).

III.5.2 Applications dans l'alimentation

La stévia est utilisée dans les boissons et les aliments comme un édulcorant naturel et en particulier dans les aliments des diabétiques. La stévia est utilisée comme substitut de sucre et elle est plus sucrée que le sucre normal 200 à 300 fois et sans calories. La stévia est également résistante à la chaleur donc elle peut être utilisées sans les produits cuits (**Lemus-Mondaca et al, 2012**).

En plus de ses propriétés édulcorantes, l'extrait de stévia peut être utilisé comme agent émulsifiant et de conservation naturel en raison de ses propriétés antibactériennes et antifongiques. La stévia peut être utilisée comme agent conservateur naturel pour prolonger la durée de vie des aliments (**Ferreira et al, 2018**).

La stévia est utilisées pour la production des aliments fonctionnels comme les produits enrichis en protéines, en fibres et antioxydants. L'extrait de stévia peut être combiné à d'autres ingrédients pour la production des barres énergétiques, produits de boulangeries et aussi produit laitier fonctionnel. La stévia est utilisée pour la fabrication des produits des gens diabétiques parce qu'elle n'affecte pas le niveau de sucre dans le sang (**Lemus-Mondaca et al, 2012**).

III.6 Composition chimique de la stévia

III.6.1 Le stéviol

Un édulcorant naturel dérivé de la plante Stevia rebaudiana, Pour l'effet suceur de la plante, le glucoside et le stéviol sont combinés pour former des

glycosides de stéviol parce que le stéviol n'a pas d'effet sur la glycémie et n'a pas de calorie, le stéviol est considéré comme un édulcorant non calorique.

Selon une étude publiée dans le *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, le glycoside de stéviol pourraient avoir des propriétés anti-oxydantes, anti-inflammatoires et hypoglycémiantes (Curi et al, 2017). Ces caractéristiques peuvent être avantageuses pour la santé humaine, notamment pour les personnes souffrant de diabète ou de maladies inflammatoires.

Bien que le stéviol soit considéré comme sans danger pour l'homme, il existe toujours des inquiétudes quant à la façon dont il peut affecter la fertilité. Selon une étude du *Journal of Ethnopharmacologie*, le stéviol pourrait diminuer la motilité et la viabilité des spermatozoïdes mâles (Abudayyak et al, 2018).

III.6.2 Glycoside de stéviol

Le glycoside de stéviol (SG) est un composé édulcorant sans calorie. Le glycoside est un produit chimique qui contient au moins une molécule glucidique attachée à un composant non glucidique (aglycone) (Lemus-Mondaca, et al, 2012).

Les SG existent principalement dans la stévia. *Stevia phlebophylla* A.Gray, *Rubusuvavissimus* S. Lee et *Angelica keiskei* (Miq) Koidz sont les seules autres plantes ces produits chimiques s'accumulent actuellement (Ceunen et Geuns, 2013).

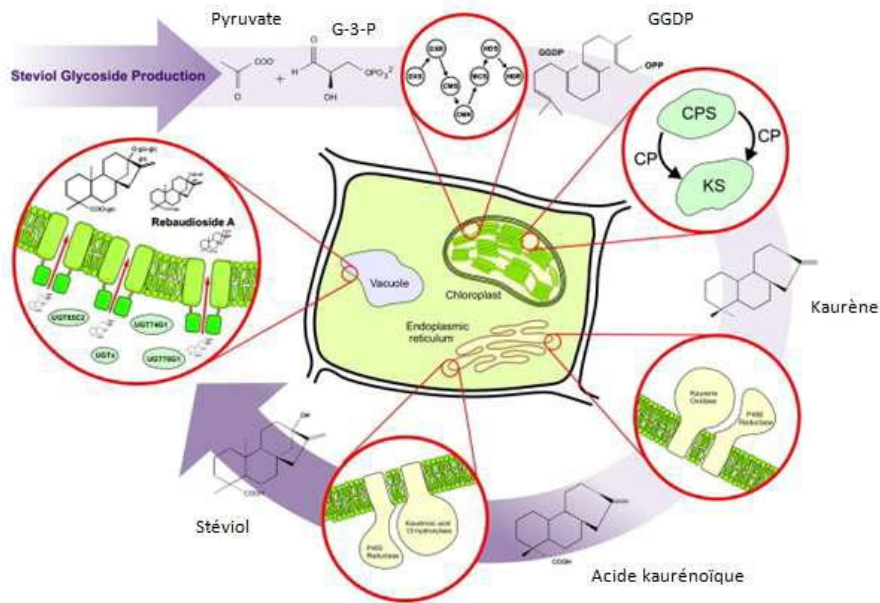
Les glycosides de stéviol sont présents dans les feuilles de stévia et représentent environ 20% de la matière sèche des feuilles. Ils se présentent généralement sous forme de cristaux fins ou de poudre blanche hygroscopique. Ces composés ont une texture pure et sont pratiquement sans odeur, bien qu'ils puissent avoir une légère odeur distinctive. De plus, les glycosides de stéviol sont connus pour leur stabilité à l'état anhydre, ce qui signifie qu'ils peuvent préserver leur structure chimique et leurs propriétés pendant de nombreuses années, tant qu'ils sont conservés dans des conditions appropriées. Ces caractéristiques physiques des glycosides de stéviol sont essentielles dans leur utilisation en tant qu'édulcorants naturels et dans leur incorporation dans différentes denrées alimentaires et boissons (Brandle et al, 1998 ; Geuns et al, 2010).

Tableau 08 : Composition et propriétés des principaux glycosides de stéviol des feuilles de *Steviarebaudiana* (Ceunen et Geuns, 2013).

Nom	Quantité (g /g de matière sèche)	Pouvoir sucrant	Solubilité (g/l)
Stévioside	10%	250-300	1,25
Rébaudioside A	2-5%	300-450	8,0
Rébaudioside B	1%	50-120	2,1
Dulcoside A	0,5%	50-120	5,8
Rébaudioside D	0,2%	250-400	10,0
Rébaudioside E	0,2%	150-300	17,0
Rébaudioside F	0,2%	N.D	± 1
Stéviolbioside	0,1%	100-125	0,03

III.6.3 Biosynthèse

Au cours du secondaire de *Stevia rebaudiana*, les glycosides de stéviol sont produits à partir de l'acide mévalonique. Ces glycosides sont des terpénoïdes et leur processus de fabrication commence dans les chloroplastes. La première moitié de cette synthèse est similaire à celle de l'acide gibbéréllique, et les voies se séparent après la production de l'acide entkaurénoïque. La deuxième étape pour les glycosides est de créer le stéviol, qui sera ensuite glycosylé dans le cytosol. Cette dernière étape de glycosylation permet la production des glycosides eux - mêmes. Les glycosides résultants sont concentrés dans la vacuole de la cellule, ce qui explique pourquoi les feuilles sont si riches en édulcorants (**Figure 10**) (Geuns, 2003 ; Brahmachari et al, 2011).



Légende : G-3-P = glycéraldéhyde-3-phosphate
GGDP = géranyl géranyl diphosphate

Figure 10 : Localisation des étapes de la biosynthèse dans la plante (Richman et al, 2005).

III.6.4 Métabolisme

Le métabolisme de la stévia a été étudié pour comprendre comment il est métabolisé dans le corps.

La glycosylation est l'un des principaux processus métaboliques de la stévia. Le principal ingrédient actif de la stévia, les glycosides de stéviol, est métabolisé dans l'intestin grêle et transformé en stéviol par des enzymes bactériennes. Le stéviol est ensuite absorbé dans la circulation sanguine et transporté vers le foie, où il est converti en glycosides de stéviol par les enzymes hépatiques (Goyal et al, 2010).

Le stéviol est le principal métabolite du stéviol dans l'organisme. Il est excrété dans l'urine et les matières fécales, ce qui suggère que la stévia est principalement excrétée par les reins. Les glycosides de stéviol sont également métabolisés par des enzymes bactériennes dans l'intestin grêle, produisant du stéviol et d'autres métabolites (Ceunen et Geuns, 2013)

Une méta-analyse pour évaluer l'effet de la stévia sur la glycémie chez les patients atteints de diabète de type 2. Les résultats ont montré que la consommation

de stévia était liée à une réduction significative du taux de sucre dans le sang à jeun et après les repas (**Chen et al, 2017**).

III.7 Données toxicologiques

Plusieurs études sur les effets de la stévia sur la fonction hépatique chez les animaux de laboratoire et les humains ont été examinées.

- **Effets de la stévia sur la fonction hépatique**

Une dose élevée de stévia entraîne une augmentation des taux d'enzymes hépatiques chez les animaux, mais ces effets n'ont pas été observés chez l'homme. Les auteurs notent également que la recherche sur les effets à long terme de la consommation de stévia sur la fonction hépatique chez l'homme est limitée (**Marques et al, 2021**).

- **Effets de la stévia sur la fonction rénale**

Des doses élevées de stévia ont été associées à une altération de la fonction rénale chez les animaux de laboratoire, mais ces effets n'ont pas été observés chez l'homme. Les auteurs notent que des recherches supplémentaires sont nécessaires pour mieux comprendre les effets de la stévia sur la fonction rénale chez l'homme, en particulier ceux qui ont des problèmes de maladies rénales (**Resende et al, 2021**).

- **Effets sur la tension artérielle**

Des études chez l'homme et l'animal ont montré que la stévia est hypotensive, ce qui signifie qu'elle abaisse la tension artérielle (**Marques et al, 2021**).

- **Effets sur la glycémie**

La stévia a été étudiée pour son potentiel hypoglycémiant, ce qui signifie qu'elle peut aider à réduire la glycémie chez les personnes atteintes de diabète. (**Lopes et al, 2021**).

- **Effets sur le poids corporel**

Certaines études animales suggèrent que la stévia peut avoir des effets positifs sur la gestion du poids, notamment en réduisant l'appétit et l'apport alimentaire (Marques et al, 2021).

III.8 Pouvoir sucrant, apport calorique et l'index glycémique des glycosides de stéviol

- **Pouvoir sucrant**

Le pouvoir sucrant des glycosides de stéviol est bien supérieur à celui du sucre de table (saccharose). La quantité de glycosides de stéviol présents dans l'extrait détermine la capacité de succion de la stévia. Les glycosides de stéviol et de rébaudioside (A) les plus courants présents dans les extraits de stévia ont une capacité de succion 200 à 300 fois supérieure à celle du saccharose. Les capacités de succion des autres glycosides de stéviol peuvent varier, bien qu'elles soient souvent inférieures à celles du rébaudioside (A) (Goyal et al, 2010).

Tableau 09 : Comparaison des propriétés des sucres naturels avec la stévia.

	Sucre blanc	Stévia
Pouvoir sucrant	1	300
Indice glycémique	68	0
Apport calorique (kcal/g)	4	0
Intérêt nutritionnel	Aucun	Apport des vitamines et minéraux
Utilisation par les diabétiques	Non	Oui
Cariogène	Oui	Non

- **Apport calorique**

L'apport calorique de glycoside de stéviol est très faible, voire nul, parce que il n'est pas métabolisé par l'organisme et est éliminé dans les selles. L'intestin grêle n'absorbe pas le stéviol et le rébaudioside donc ils n'ont pas d'impact sur les niveaux de glucose dans le sang (Chatsudthipong et Muanprasat, 2009).

- **Index glycémique**

Les glycosides de stéviol n'ont aucun effet sur la glycémie car ils ne sont pas absorbés dans l'intestin grêle et n'affectent pas la glycémie (Ulbricht et al, 2010).

III.9 Réglementation Algérienne, européenne et mondiale de la stévia

- **Algérie**

Selon le Journal Officiel de la République Algérienne, Arrêté du 30 avril 2018 fixant les conditions d'utilisation des édulcorants pour denrées alimentaires, la stévia est autorisée comme additif alimentaire en Algérie, pour une quantité maximale de 200 mg/kg.

- **Europe**

Selon la législation de l'Union européenne, la stévia est autorisée comme additif alimentaire depuis 2011. La réglementation de l'UE exige que seuls les glycosides de stéviol purifiés, tels que le stévioloside et le rébaudioside A, soient autorisés. Les autres glycosides de stéviol ne sont pas autorisés.

- **Monde**

Règlementation Internationale, en juin 2008, le JECFA (Joint Expert Committee on Food Additives) a confirmé l'innocuité des glycosides de stéviol à 95% en tant qu'édulcorant pour l'alimentation humaine. Le JECFA est un comité international d'experts chargé d'évaluer la sécurité des additifs alimentaires, et il est géré conjointement par la FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture) et l'OMS (Organisation mondiale de la santé).

IV. Les pâtes de fruits

IV.1 Définition

La pâte de fruit est d'origine de France où elle est connue sous le nom de "pâte de guimauve" ou de "pâte de fruit". Elle est aussi très connue dans d'autres pays européens tels que l'Espagne, l'Italie et la Suisse, ainsi que dans les pays arabes, et surtout en Syrie ou Turquie où elle est appelée "lokum" ou "rahat" (Rombauer et al, 2006).

Partie bibliographique

Au moyen âge, qui s'étend approximativement du Ve au XVe siècle en Europe, les pâtes de fruits étaient très appréciées dans les monastères. A cette époque, les pâtes de fruits étaient souvent préparées à partir de fruit de saison pour les conserver plus longtemps et étaient également considérées comme une douceur pour les religieux qui s'abstenaient de viande pendant certaines périodes de l'année (Kurek et al, 2019).

La pâte de fruit est une ancienne confiserie généralement recouverte de sucre cristallisé ou sucre glace pour empêcher leur adhérence c'est un ingrédient essentiel de la pâte de fruit, car il ajoute de la douceur et de la consistance à la confiserie.



Figure 11 : Pâte de fruits (Singletary, 2015).

En plus des ingrédients basiques, on peut ajouter d'autres ingrédients dans la préparation de celle-ci pour améliorer sa saveur et sa texture. Le miel par exemple ou le citron pour ajouter de l'acidité et améliorer la saveur. Les épices telles que la cannelle, la vanille...etc peuvent également être utilisées pour ajouter de la saveur et de la complexité à la confiserie (Koocheki et Mortazavi, 2017).

La pâte de fruits est souvent consommée en tant que dessert ou accompagnée du thé ou du café ou de boissons chaudes ou froides. Elle peut être utilisée aussi dans certaines préparations comme ingrédient de plus dans les gâteaux, les tartes et autres desserts (Darra, 2015)

IV.2 Composition

La composition de la pâte de fruits varie en fonction des produits et des ingrédients utilisés et des proportions suivies, mais voici les éléments de base qui la composent :

IV.2.1 Le fruit

Le fruit est l'ingrédient principal de la pâte de fruits. Il peut être utilisé sous forme de purée ou de jus pour obtenir la saveur et la texture désirées. Le choix du fruit dépend de plusieurs facteurs, tels que la saisonnalité, la disponibilité et la préférence gustative (Azmir et al, 2013).

IV.2.2 Le sucre

Le sucre est un glucide présent naturellement dans de nombreux aliments, notamment les fruits et les légumes ainsi que dans les produits industriels transformés à partir de matières premières telles que la canne à sucre et la betterave sucrière (Johnson et al, 2009).

Le sucre joue un rôle essentiel dans la composition de la pâte de fruits en fournissant la douceur et la texture. Divers types de sucres peuvent être utilisés, notamment le sucre cristallisé, le sirop de glucose ou le miel. La quantité de sucre ajoutée dépend du type de fruit utilisé, de sa teneur naturelle en sucre et de la consistance souhaitée pour la pâte de fruits (Ronda et al, 2008).



Figure 12 : Sucre (Angela, 2014).

IV.2.3 L'acide

L'acide ajouté à la pâte de fruits est utilisé en tant qu'additif alimentaire pour harmoniser l'acidité du produit fini et embellir sa saveur. Il est souvent additionné sous forme d'acide citrique, malique ou acide tartrique (Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire, 2017).

IV.2.4 La pectine

La pectine est un polysaccharide naturel présent dans les fruits tels que les pommes, les agrumes et les coings qui aident également à améliorer la texture et la saveur des confitures, de friandises, de gelées et de pâtes de fruit. Elle permet de

former une texture résistante et homogène qui résulte une solidité suffisante pour être déplacée et manipulée sans se briser. La quantité de pectine utilisée dépend du type de fruit utilisé et de la quantité de sucre ajouté (**López-Malo et al, 2008 ; Delahaye et al, 2018**).

IV.2.5 L'équilibre sucre-acide-pectine :

L'équilibre sucre-acide-pectine est un aspect important de la production de confiture, gelée et la pâte de fruit. C'est un équilibre entre le sucre, l'acide et la pectine pour une texture optimale et une bonne conservation du produit fini. Lorsque cette échelle est bien ajustée, la pâte de fruit aura une texture ferme et moelleuse et durera plus longtemps. L'équilibre sucre-acide-pectine est essentiel pour obtenir une bonne texture et une conservation à long terme. La pectine est un polymère de sucre et d'acide présent dans les fruits qui agit comme un agent gélifiant. En présence de sucre et d'acide, les pectines se combinent pour former un réseau de gel qui maintient la structure de la préparation. Par conséquent, un bon équilibre entre le sucre, l'acide et la pectine est nécessaire pour obtenir une texture ferme et moelleuse (**Kader et al, 2012**).

L'équilibre entre le sucre, l'acide et la pectine est crucial pour réguler la couleur et la saveur de la pâte de fruits. Associé aux acides naturels du fruit, le sucre contribue à donner à la pâte de fruit sa couleur marron foncé. Il est possible d'obtenir la couleur et la saveur idéale pour la pâte de fruits en ajustant les quantités de sucre et d'acide (**Valero et al, 2015**).

IV.3 Principe de conservation des pâtes de fruits

Le principe de conservation des pâtes de fruits est basé sur deux principaux agents qui sont : la teneur en sucre et la teneur en eau. Les pâtes de fruits sont riches en sucre, ordinairement supérieure à 60 %, ce qui favorise un entourage haineux à la croissance des micro-organismes. En outre, la quantité d'eau est réduite au minimum nécessaire pour bien entretenir l'aspect de la pâte et surtout ralentir la croissance microbienne dans celle-ci.

Les pâtes ont une durée de vie d'environ 1 an loin et en refuge de la lumière et de l'humidité, ainsi pour avoir une bonne conservation il faut surtout éviter de mettre la pâte de fruits dans des boîtes hermétiquement fermées qui vont exsuder et perler le sucre et le font suinter. Donc l'idéale méthode ou façon à suivre pour

conserver ses pâtes et de les maintenir à 15-18° C et à 60-70 % d'humidité (Bernard, 2022).

IV.4 Procédé général d'obtention des pâtes de fruit :

La confection de la pâte de fruit est à peu près la même que celle des confitures résultant une préparation plus ferme, rigide et sèche grâce à l'ajout de la pectine, il y a bien longtemps les pâtes étaient réalisées par dessèchement des fruits tandis qu'aujourd'hui, l'additionnement de la pectine favorise une bonne cuisson de courte durée quand même et une meilleure saveur on peut également utiliser des jus de fruits tels que le jus de citron, jus d'orange, de poire, ou d'abricots...etc (Bernard, 2022).

IV.4.1 Réception

La réception des fruits pour la fabrication de pâte de fruits est une étape très importante pour garantir la qualité de cette dernière Il est recommandé de procéder à la réception des fruits dans un endroit abrité du soleil et de la pluie. Avant leur stockage et leur prétraitement, les fruits font l'objet d'un contrôle de qualité rigoureux ainsi il faut optez pour des fruits de qualité : Les fruits doivent être frais, mûrs, exempts de défauts ou de maladies, et correspondre à la variété de fruits appropriée pour la pâte de fruits que vous voulez produire (Jean-Claude,2002).

IV.4.2 Lavage

Le lavage des fruits est une étape cruciale lors de la préparation de la pâte de fruits car elle permet de garantir une base saine et propre pour la confiserie. Cette étape permet de retirer toute la saleté, la cire et les résidus de pesticides qui pourraient se trouver sur les fruits.

IV.4.3 Triage :

Le triage des fruits est une étape importante qui permet de les classer en fonction de différents critères tels que la maturité, le calibre, la masse et l'aspect, entre autres. Il permet également d'éliminer les fruits pourris ainsi que les corps étrangers. Grâce au triage, il est possible de sélectionner les fruits qui correspondent aux exigences spécifiques pour leur future transformation (Daniel, 2011).

IV.4.4 Cuisson

La cuisson des fruits a pour objectif de réduire leur teneur en eau par évaporation. Cette étape est également importante car elle permet la pasteurisation

du produit. La réussite de la pâte dépend largement de facteurs tels que la température, le temps de cuisson, la quantité de pectine, l'acidité du milieu et la teneur en sucre, qui sont contrôlés pendant la cuisson.

IV.4.5 Coulage sur plaque, découpe, sucrage et séchage

La fabrication de la pâte de fruits passe par plusieurs étapes essentielles pour créer une friandise délicieuse. Tout d'abord, la pâte est versée en une couche épaisse sur des plaques, puis découpée en morceaux de formes variées. Ces morceaux sont ensuite enrobés de sucre, apportant une irrésistible douceur. Après le sucrage, les morceaux de pâte de fruits sont méticuleusement séchés, permettant à l'excès d'humidité de s'évaporer, ce qui leur confère une texture ferme et agréable en bouche. Grâce à leur mélange de saveurs de fruits intenses et à leur texture moelleuse, les pâtes de fruits sont très appréciées des amateurs de confiseries.

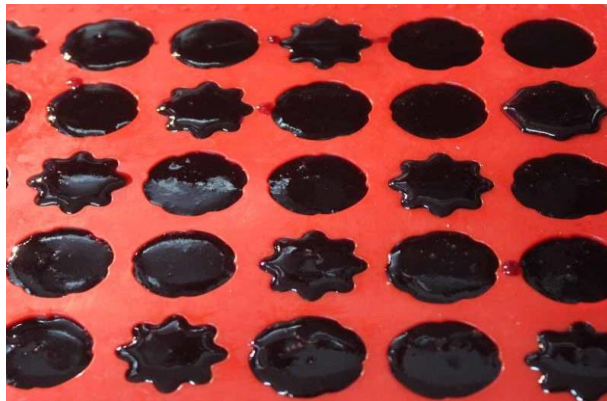


Figure 13 : Moulage de pâte de fruits (Bernard, 2022).



Figure 14 : Sucrage de la pâte de fruits (Bernard, 2022).

Etude expérimentale

I. Réalisation de la pâte de fruit

La préparation de la pâte de fruit (pâte de coing et pâte de citron) est basée sur deux formulations différentes en changeant la nature du sucre (sucre blanc cristallisé et stévia) (**Tableau 10**). Les deux produits sont ensuite soumis à des analyses physico-chimiques.

Tableau 10 : Ingrédients utilisés dans la préparation de la pâte de coing et la pâte de citron.

La pâte de coing	La pâte de citron
<p>Formulation 01 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 900 g de fruit • 450g de sucre cristallisé • Jus d'un citron • La cannelle • Grains de coing 	<p>Formulation 01 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 900g de jus de citron • 450g de sucre cristallisé • Zeste de citron • Pectine fait maison
<p>Formulation 02 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 900g de fruit • 150g de sucre stévia • Jus d'un citron • La cannelle • Grains de coing 	<p>Formulation 02 :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 900g de jus de citron • 150g de sucre stévia • Zeste de citron • Pectine fait maison

I.1. Processus de la fabrication

La fabrication de la pâte de fruit comporte plusieurs étapes qui commence par la réception des fruits, les opérations préliminaires, la cuisson, le coulage dans un moule suivi du séchage, découpage, sucrage et enfin le conditionnement (**Figure 15**).

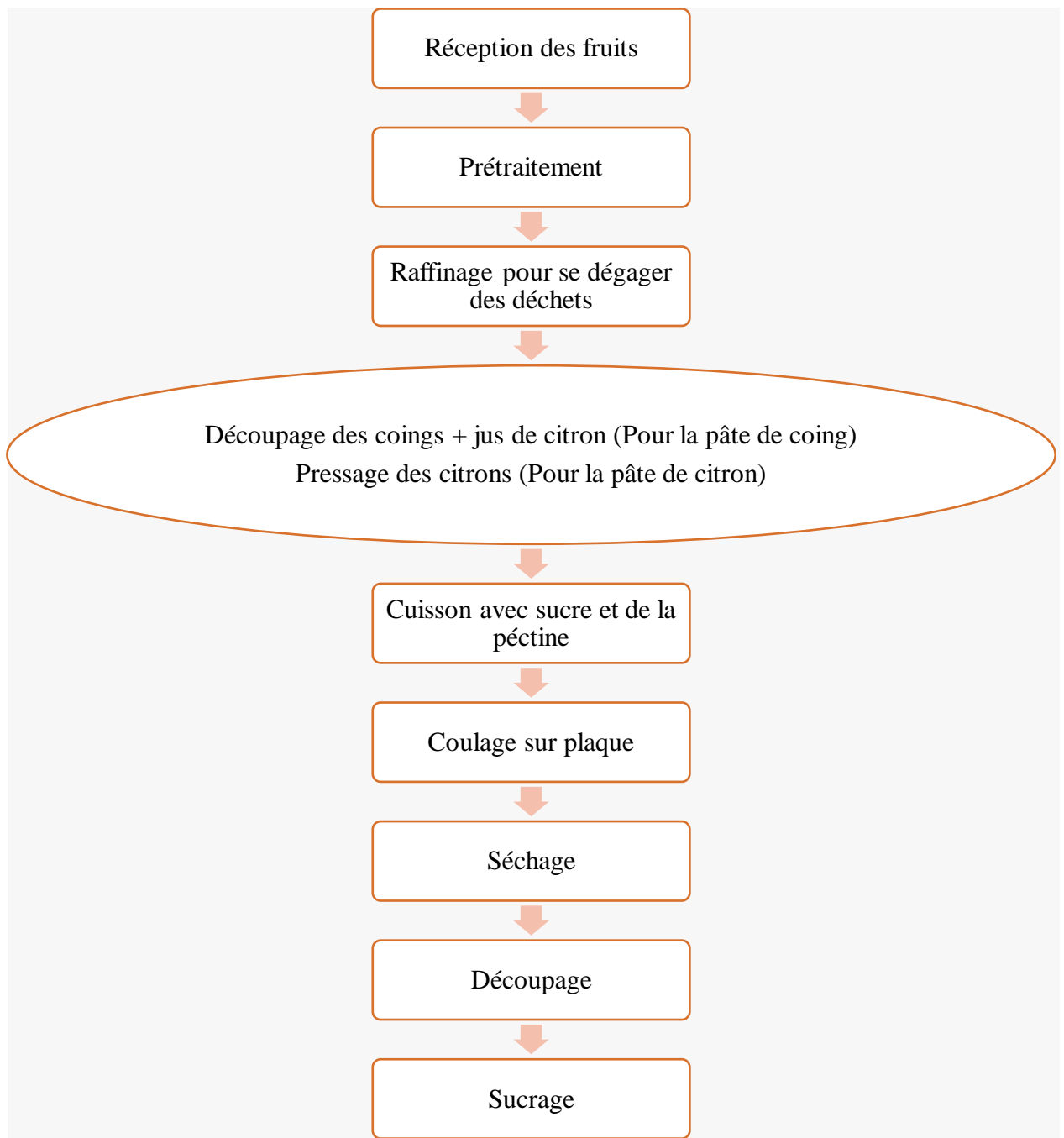


Figure 15 : Diagramme de la fabrication de la pâte de fruits.

I.2 Matériels nécessaires

Les différents matériels utilisés ainsi que leurs utilisations sont indiqués dans le tableau suivant.

Tableau 11 : Les matériels nécessaires pour la fabrication de la pâte de fruits.

Matériels	Usage
Une grande casserole ou une cocotte	Pour la cuisson des coings ou citron
Un mixeur ou un moulin à légumes	Pour mixer les fruits
Un moule	Pour former la pâte de coing ou la pâte de citron
Un couteau	Pour couper les fruits
Une râpe	Pour râper le zeste de citron
Une spatule ou fouet	Pour mélanger les ingrédients de la pâte
Balance	Pour peser le sucre et les fruits
Four et cuisinière	Pour faire cuire la pate
Papier sulfuriser	Pour tapisser le fond du moule avant d'y verser la pâte ou pour éviter la pâte de coller sur la surface

I.3 Mode opératoire

I.3.1 Pâte de coing



1-Laver les coings



2-Découpez et cuire les coings.



3-Pesez les coings pour déterminer la quantité de sucre à ajouter.



4-Mixer les coings à l'aide d'un mixeur pour obtenir une purée.



5-Mélangez la purée de coing avec le sucre, le jus de citron, la pectine et la cannelle dans une cocotte puis cuire le mélange jusqu'à ce qu'il épaississe.



6-Verser le mélange dans des moules ou des plats, après que la pâte de coing ait refroidi, démouler ou la couper selon votre préférence.

Figure 16 : Photographie des différentes étapes de préparation de la pâte de coing (Tlemcen, le 15/05/2023).

Etude expérimentale

A. Prétraitement des fruits : Le processus de prétraitement des fruits est très important pour obtenir une pâte de coing de qualité. Les impuretés et les fruits abîmés ou pourris doivent être retirés.

B. Lavage : Les fruits sont lavés à l'eau froide pour enlever toute saleté, poussière ou résidus de pesticides.

C. Triage et épluchage : Les fruits sont triés pour éliminer les parties abîmées et pourries. Ils sont ensuite épluchés pour enlever la peau.

D. Broyage et pesage : Les fruits épluchés sont broyés pour en obtenir une purée. La purée est ensuite pesée pour déterminer la quantité précise de sucre à ajouter.

E. Cuisson : La purée est chauffée à feu doux avec du sucre et du jus de citron et les pépins de coing pour obtenir de la pectine dans une cocotte. La cuisson se fait en remuant régulièrement jusqu'à ce que la préparation épaississe et prenne une couleur rougeâtre. Il est important de remuer constamment pour éviter que la préparation ne brûle ou ne colle au fond de la casserole.

F. Coulage sur plaque : La pâte de coing est ensuite versée sur une plaque huilée ou garnie de papier sulfurisé pour la faire sécher. La plaque doit être suffisamment grande pour permettre une épaisseur de pâte de 1 à 2 cm environ.

G. Séchage : La pâte doit sécher pendant quelques heures à l'abri de la lumière et de l'humidité pour que sa texture devienne ferme. Il est important de retourner la pâte régulièrement pour qu'elle sèche uniformément.

H. Découpage et sucrage : Une fois la pâte de coing séchée, elle est découpée en petits carrés ou en rectangles et roulée dans du sucre. Le sucre ajoute une texture croquante et une saveur sucrée à la pâte de coing.

I. Conditionnement : Les morceaux de pâte de coing sont ensuite conditionnés dans des boîtes ou des sachets pour les conserver. Ils doivent être conservés dans un endroit sec et frais pour une durée de conservation optimale.

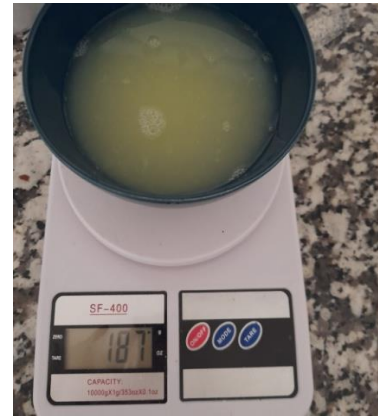
I.3.2 Pâte de citron :



1-Laver et couper les citrons en deux.



2-Presser les citrons avec une presse agrumes pour obtenir le jus. Prendre une râpe et râper les zestes des citrons.



3-Peser le jus de citron obtenue à l'aide d'une balance. Pour déterminer la quantité de sucre à ajouter.



4-Dans une casserole, verser le jus de citron, le sucre, la pectine et les zestes de citron, puis mettre la casserole sur le feu.



5-Une fois que le mélange a épaissi, retirer la cocotte du feu. Verser le mélange dans des moules.



6-Après refroidissement, démouler délicatement et enrober la pâte dans du sucre.

Figure 17 : Photographie des différentes étapes de préparation de la pâte de citron (Tlemcen, le 15/05/2023).

Etude expérimentale

A. Prétraitements des citrons : Les fruits utilisés pour la pâte de citron doivent être bien mûrs et de préférence de bonne qualité pour garantir le meilleur goût et la texture de la pâte les citrons abîmés ou pourris doivent être retirés.

B. Lavage : Les citrons sont lavés et brossés pour enlever la saleté et lavés à l'eau froide pour enlever les impuretés de la surface de la peau.

C. Triage et épluchage : Étant donné que la pâte de citron est à base de jus de citron, il n'est pas nécessaire d'éplucher les citrons, mais il peut être nécessaire de trier les citrons pour enlever ceux qui sont abîmés ou pourris.

D. Broyage et pesage : Le jus de citron est généralement passé dans un tamis pour enlever les pépins, puis pesé pour déterminer la quantité précise de sucre à ajouter.

E. Cuisson : On fait cuire dans une grande casserole à feu moyen-doux le jus de citron avec le sucre stévia, les pépins de coing contenant de la pectine. La cuisson doit être régulièrement remuée jusqu'à ce que la préparation épaississe et prenne une couleur jaune pâle.

F. Coulage sur plaque : La pâte de citron est versée sur une plaque huilée ou garnie de papier sulfurisé pour la faire sécher.

G. Séchage : La pâte doit sécher pendant quelques jours à l'abri de la lumière et de l'humidité pour que sa texture devienne ferme.

H. Découpage et sucrage : La pâte de citron séchée est découpée en petits carrés ou en rectangles et roulée dans du sucre cristallisé.

I. Conditionnement : Les morceaux de pâte de citron sont conditionnés dans des boîtes ou des sachets pour les conserver.

I.4 Technologie de fabrication

Le temps de cuisson dépend de la consistance des fruits, de leur l'eau et Brix souhaité. Le temps de cuisson détermine la qualité de la pâte.

Le tableau ci-dessous montre l'effet du temps de cuisson sur la qualité des pâtes :

Tableau 12 : Influence du temps de cuisson (Daniel, 2011).

Temps trop court	Temps trop long
Risque de fermentation et du développement des moisissures et des levures	Dégradation de la pectine
Recristallisation du sucre	Perte d'arôme, brunissement...
Inversion insuffisante du saccharose	Apparition d'un goût de caramel

La cuisson des pâtes se fait généralement pendant moins de 15 minutes à partir du moment où elles commencent à bouillir. La fin de la cuisson est déterminée par la concentration minimale de sucre dans les pâtes. La cuisson est considérée terminée lorsque les pâtes atteignent un taux de matière sèche soluble supérieur à 75%.

Afin d'obtenir une texture et une couleur optimale pour la pâte de fruits, il est essentiel de contrôler la durée de cuisson, la température et l'équilibre entre le sucre, l'acide et la pectine. La maîtrise de ces trois paramètres est essentielle pour obtenir une pâte de qualité.

II. Analyses physico-chimiques

II.1 Teneur en sucre

La teneur en sucre d'une pâte de fruits représente la quantité de sucres présents dans le produit. Pour mesurer la teneur en sucre d'une pâte de fruits utilisez un réfractomètre (instrumental) en plaçant une goutte d'échantillon de pâte de fruits sur la surface de mesure. Fermez le couvercle pour éliminer les bulles d'air. Lisez la valeur sur l'échelle de Brix pour obtenir la teneur en sucre.

II.2 Teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche d'une pâte de fruits représente la quantité de substances solides restantes après évaporation de l'eau. Placez l'échantillon dans un récipient adapté pour la dessiccation. Séchez l'échantillon dans une étuve à une température entre 70°C et 105°C, jusqu'à ce que la masse de l'échantillon ne varie plus.

La teneur en matière sèche est calculée selon la formule suivante :

$$\text{TS (\%)} = [(\text{Masse finale} - \text{Masse initiale}) / \text{Masse initiale}] \times 100$$

II.3 Teneur en eau

La teneur en eau d'une pâte de fruits représente la quantité d'eau présente dans le produit par rapport à sa masse totale. Elle est exprimée en pourcentage (%). A l'aide d'une étuve séchez l'échantillon à une température spécifiée généralement entre 70°C et 105°C, jusqu'à ce que toute l'eau a été évaporée. La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$\text{H (\%)} = [(M1 - M2) / P] \times 100$$

H (%) : Humidité en pourcentage.

M1 :Masse de la capsule plus la masse de la matière fraîche (g).

M2 : Masse de la capsule plus la masse de la matière sèche(g).

P : Masse de la prise d'essai (g).

$$\text{Matière sèche (\%)} = 100 - \text{H (\%)}$$

II.4 pH

Le pH permet de mesurer le degré d'acidité ou d'alcalinité d'une solution aqueuse. Il est déterminé par la concentration d'ions hydrogène (H⁺) présents dans la solution. Après l'avoir étalonné avec des solutions tampons à pH = 4, pH= 7 ou à pH= 9. Il est déterminé à l'aide d'un pH mètre constitué d'une sonde reliée à un voltmètre. La sonde est introduite dans le filtrat récupéré ensuite relevé la valeur du pH indiquée sur l'écran digital après stabilisation de la mesure (**Dgcerf, 2008**).

II.5 Teneur en cendre

Selon **LE JOURNAL OFFICIEL N°35/2013**. Le taux de cendre (TC) est la matière minérale présente dans le produit obtenu après incinération à 900 C°.

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par L'équation :

$$\text{MO (\%)} = (M1 - M2) * 100 / P$$

Etude expérimentale

MO : Matière organique en (%).

M1 : Matière des capsules plus la masse de la prise d'essai (g).

M2 : Masse des capsules plus la masse des cendres (g).

P : La masse de la prise d'essai(g).

La teneur en cendre (**Cd**)est calculée comme suit :

$$\mathbf{Cd\ (\%) = 100 - MO\ (\%)}$$

Résultats et discussion

Résultats et discussion

Cette étude s'accumule sur l'utilisation du sucre stévia comme alternative au sucre traditionnel dans la fabrication de pâtes de fruit. Le sucre stévia est un édulcorant d'origine naturelle. En raison de sa teneur en calories négligeable et de son impact minimal sur la glycémie, le sucre stévia suscite un intérêt croissant en tant qu'alternative plus saine pour les personnes souhaitant diminuer leur consommation de sucre. Cette étude vise à évaluer les effets de l'utilisation du sucre stévia dans la fabrication de deux pâtes de fruit (coing et citron).

I. Caractéristiques physiques des fruits

Les résultats de la mesure des caractéristiques physiques des fruits de coing et de citron sont mentionnés dans le tableau ci-dessus :

Tableau 13 : Caractéristiques physiques des fruits utilisés.

Paramètres	Le coing	Le citron
Couleur	Jaune	Jaune / vert
Consistance	Dure	Tendre / juteuse
Poids des fruits entiers (g)	292 ± 50	163 ± 10
Largeur (cm)	9 ± 0,80	5 ± 0,5
Hauteur (cm)	12 ± 1	10 ± 0,8

II. Résultats des essais de fabrication de la pâte de fruits

Les résultats portaient sur la fabrication de pâtes de coing et de citron en utilisant : le sucre stévia et le sucre cristallisé. Différents paramètres ont été étudiés, tels que le poids des pulpes, le temps de cuisson, la température, la quantité de pectine et la proportion de sucre utilisée. Les résultats expérimentaux obtenus à partir des quatre essais de la pâte de coing et de citron sont affichés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Résultats expérimentaux des essais de fabrication de la pâte de fruits.

Paramètres	Pâte de coing (sucre stévia)	Pâte de coing (sucre cristallisé)	Pâte de citron (sucre stévia)	Pâte de citron (sucre cristallisé)
Poids de pulpes	900 g	900g	900g	900g
Sucre	150g	450g	150g	450 g
Pectine	15g	15g	30g	30g
Température	≥ 90	≥ 90	≥ 90	≥ 90
Temps de cuisson	45 min	45 min	30 min	30 min
Rapport fruits/ sucre	6	2	6	2

- **Le sucre**

La quantité de sucre stévia utilisée dans la préparation des deux pâtes à fruits est nettement inférieure à celle du sucre cristallisé. Cette différence est due à la capacité sucrante plus élevée du sucre stévia, (selon les indications présentes sur la boîte du sucre stévia utilisé 1g de sucre stévia = 3g de sucre cristallisé).

Les industries agroalimentaires proposent depuis plusieurs années des produits portant la mention « light », ou « allégé en sucre ». Cela signifie que ce sont des produits peu caloriques en sucre. Pour réaliser ces produits, le sucre est souvent remplacé par des édulcorants.

Les sucres présents dans les aliments et les boissons apportent 4 kcal / g, or l'ajout de seulement quelques milligrammes d'édulcorant intense permet d'obtenir la même intensité sucrée sans apporter de calories. On pense depuis longtemps que l'utilisation de telles substances permettrait de conserver le plaisir associé au goût sucré en éliminant les calories apportées par les sucres (**Daine, 2011**).

- **La pectine**

Résultats et discussion

Dans les deux échantillons de pâte de coing, une quantité de 15 g de pectine a été utilisée, tandis que pour les deux échantillons de pâte de citron, la quantité de pectine utilisée était de 30 g. La pectine est un ingrédient crucial dans la fabrication de la pâte de fruits, car elle agit comme un agent gélifiant, contribuant à obtenir une consistance ferme et cohérente. Si la température ou le pH diminuent, la vitesse de gélification augmente, tout comme elle augmente lorsque le degré de méthylation (DM) ou la teneur en co-solutés augmente. Il convient de noter que les gels obtenus dans ces conditions ne sont pas thermoréversibles (Thakur et al, 1997). En utilisant une quantité équivalente de pectine dans les deux échantillons, nous avons pu comparer l'effet de cette quantité sur la texture finale des pâtes de coing.

- **La température**

Les quatre échantillons ont été cuits à une température maximale de 90°C. Cette température a été sélectionnée pour favoriser une dissolution adéquate des ingrédients et obtenir une consistance appropriée des pâtes. De plus, cette température a été choisie afin de préserver au mieux les arômes et les nutriments présents dans les ingrédients utilisés lors de la cuisson.

- **Temps de cuisson**

Le temps de cuisson, 45 minutes ont été suffisantes pour obtenir une consistance voulue pour les deux échantillons de pâte de coing.

Concernant la pâte de citron, les deux échantillons de pâte de citron ont été cuits pendant 30 minutes. Il convient de noter que le temps de cuisson peut varier en fonction de la puissance du feu et de la consistance souhaitée de la pâte. Dans cette étude, 30 minutes ont été suffisantes pour obtenir une consistance voulue.

- **Rapport fruits/ sucre**

La norme d'après « Chambre Syndicale Nationale de la Confiserie » pour être appelé « pâte de ... » suivi du nom du fruit utilisé, la teneur du fruit mis en œuvre doit être au moins 50%.

Dans notre étude, nous avons obtenu 3 produits qui comportent plus de 50% de fruits. Le rapport fruits/sucre était de 6 pour la pâte de coing à base de sucre

Résultats et discussion

stévia, 2 pour la pâte de coing à base de sucre cristallisé, et 6 pour la pâte de citron à base de sucre stévia. Cependant ce rapport fruits/sucre était inférieur aux normes dans la pâte de citron à base de sucre cristallisé avec une valeur égale à 2.

En résumé, nos résultats montrent que la fabrication de pâtes de coing à base de sucre stévia est réalisable, offrant ainsi des avantages potentiels tels qu'une réduction de la teneur en calories. En ce qui concerne la pâte de citron à base de sucre stévia, elle présente une réduction significative de la quantité de sucre utilisée, ce qui en fait une alternative intéressante pour les personnes soucieuses de leur consommation de sucre et de leur santé. Ainsi, l'utilisation du sucre stévia ouvre de nouvelles possibilités dans la fabrication de ces pâtes de fruits, offrant des choix plus sains.

III. Résultats des analyses physico-chimiques

Les résultats des analyses physico-chimiques des deux pâtes de fruits, préparées à partir de sucre stévia et de sucre cristallisé, sont présentés dans le tableau ci-dessus.

Tableau 15 : Résultats des paramètres physico-chimiques.

Paramètres	Pâte de coing à la base de sucre stévia	Pâte de coing à la base de sucre cristallisé	Pâte de citron à la base de sucre stévia	Pâte de citron à la base de sucre cristallisé
Teneur en sucre	0,9%	5%	5%	12,41%
pH	3,45	3,53	2,65	2,89
La matière sèche	72,84%	86,03%	64,38%	85,69%
Teneur en eau	27,16%	13,97%	35,62%	14,31%
Teneur en cendre	3,59 %	9,8%	0,19%	1,9%

- **La teneur en sucre**

Résultats et discussion

Les résultats dans le tableau 15 indiquent une nette disparité dans la teneur en sucre entre les deux types de pâtes de fruits étudiées. Les pâtes de fruits à base de sucre stévia présentent une teneur en sucre significativement plus faible par rapport aux pâtes de fruits à base de sucre cristallisé.

La différence de teneur en sucre s'explique par l'utilisation de sucre stévia comme un substitut naturel du sucre traditionnel dans la formulation de la pâte de fruit. Le sucre stévia est un édulcorant naturel dérivé de la plante de stévia, qui possède un pouvoir sucrant élevé (Selon les instructions fournies sur l'emballage du sucre stévia utilisé, il est mentionné que 3g de sucre cristallisé = 1g de sucre stévia) tout en étant faible en calories. Par conséquent, une quantité moindre de sucre stévia peut être utilisée pour atteindre le même niveau de douceur que le sucre cristallisé, ce qui conduit à une réduction significative de la teneur en sucre dans le produit fini.

La teneur en sucre peut également influencer la texture, la stabilité et la durée de conservation du produit. Le sucre joue un rôle essentiel dans la formation de la texture de la pâte de coing et dans son pouvoir de conservation en inhibant la croissance microbienne (**Charalampos et al, 2011**).

- **Le pH**

Les résultats de pH indiquent que les deux échantillons de pâte de coing sont légèrement acides, on a noté un pH de 3,45 pour la pâte de coing à base de sucre stévia et un pH de 3,53 de la pâte de coing à base de sucre cristallisé. Une recherche menée par (**Johnson et al, 2010**) a démontré que le pH d'un produit alimentaire peut également être influencé par les ingrédients utilisés dans sa formulation. Dans le cas de la pâte de coing à base de sucre stévia, l'utilisation du sucre stévia, qui est un édulcorant naturel, peut également avoir un impact sur le pH final du produit, on a également utilisé de jus de citron dans la préparation de la pâte. Des études ont montré que le sucre stévia peut présenter un effet légèrement acidifiant sur les formulations alimentaires.

En ce qui concerne le pH, les deux échantillons de pâte de citron, ces derniers présentent des valeurs proches et acides. La pâte de citron à base de sucre stévia a un pH de 2,65, tandis que la pâte de citron à base de sucre cristallisé a un pH légèrement plus élevé de 2,89. Le milieu acide de la pâte de citron est principalement attribuable à la présence du citron qui est l'ingrédient essentiel dans cette préparation.

Selon une étude réalisée par (Smith et al, 2010), une teneur en acide élevée peut être observée dans les produits à base de fruits acides tels que le citron et le coing. Ces fruits sont naturellement riches en acides organiques tels que l'acide citrique et l'acide malique, qui contribuent à leur saveur acidulée. Ces acides peuvent abaisser le pH de la pâte de fruits.

Le pH joue également un rôle important dans la sécurité alimentaire. Un pH bas contribue à la conservation des aliments en inhibant la croissance de micro-organismes indésirables tels que les bactéries, les moisissures et les levures. Un pH de 3,45 peut aider à prévenir la prolifération de ces agents pathogènes, contribuant ainsi à la durée de conservation de la pâte de coing. De plus, l'acidité peut également jouer un rôle dans la texture et le goût du produit fini. Une acidité plus élevée peut intensifier la sensation de saveur acidulée, ce qui peut être apprécié dans le cas de la pâte de coing (Smith et al, 2010).

- **La teneur en matière sèche**

Les résultats de tableau 15 montrent une différence significative dans la teneur en matière sèche entre les deux préparations de pâtes de fruits étudiées. Les pâtes de fruits à base de sucre stévia présentent une teneur en matière sèche inférieure (72,84% pour le coing et 64,38% pour le citron) par rapport aux pâtes de fruits à base de sucre cristallisé (86,03% pour le coing et 85,69% pour le citron).

La teneur en matière sèche d'un produit alimentaire représente la quantité de composants solides qui reste après évaporation de l'eau. Elle est souvent utilisée comme indicateur de la concentration des solides et de la densité nutritionnelle du produit. La différence de teneur en matière sèche peut être attribuée à la composition des formulations et aux processus de fabrication utilisés.

L'utilisation de sucre stévia comme substitut du sucre cristallisé peut contribuer à une diminution de la teneur en matière sèche dans les deux pâtes de fruit. Le sucre cristallisé, en tant que sucre traditionnel, a une concentration plus élevée en solides par rapport au sucre stévia. Par conséquent, la formulation de la pâte de fruits à base de sucre stévia contient une quantité moindre de solides, ce qui se traduit par une teneur en matière sèche inférieure.

La teneur en matière sèche peut avoir un impact sur la texture, la stabilité et la durée de conservation du produit. Une teneur en matière sèche plus élevée peut contribuer à une texture plus dense et à une meilleure conservation du produit, en

limitant la disponibilité de l'eau pour la croissance microbienne (**Johnson et al, 2005**).

- **La teneur en eau**

La quantité d'eau présente dans les produits agroalimentaires revêt une importance capitale en termes de propriétés technologiques, microbiologiques et nutritionnelles. De plus, cela a des implications réglementaires et économiques. Par conséquent, la mesure précise de la teneur en eau est l'une des analyses les plus couramment réalisées dans le domaine de l'agroalimentaire (**Isengard, 1995**).

Selon le tableau 15 la pâte de coing et de citron à base de sucre stévia présentent une teneur en eau plus élevée en eau (27,16% et 35,62% respectivement) par rapport à la pâte de coing et citron à base de sucre cristallisé (13,97% et 14,31% respectivement).

La différence de teneur en eau entre les deux formulations peut être due à plusieurs facteurs. Tout d'abord, la nature des ingrédients utilisés dans la formulation peut jouer un rôle. Le sucre cristallisé a une plus grande capacité d'absorption d'eau que le sucre stévia, ce qui peut entraîner une réduction de la teneur en eau dans la pâte de coing à base de sucre cristallisé. De plus, les processus de fabrication et les conditions de séchage peuvent également influencer la teneur en eau du produit final.

Cependant, la teneur en eau est un paramètre important dans les aliments, car elle affecte la stabilité microbiologique du produit. Une teneur en eau plus élevée crée un environnement favorable à la croissance microbienne, ce qui peut entraîner une réduction de la durée de conservation du produit.

- **La teneur en cendre**

La teneur en cendres est une mesure de la quantité de minéraux présents dans un aliment. Elle est souvent utilisée comme indicateur de la présence de matières inorganiques telles que les sels minéraux, les métaux et les autres composés minéraux. Les cendres alimentaires résultent de la combustion des composants organiques et représentent les minéraux qui restent après cette combustion.

Les résultats montrent une différence dans la teneur en cendres entre les deux types de pâte de coing étudiés. La pâte de coing à base de sucre cristallisé présente

Résultats et discussion

une teneur en cendres plus élevée (9,8%) par rapport à la pâte de coing à base de sucre stévia (3,59%).

Les mêmes résultats sont observés dans la deuxième préparation. La pâte de citron à base de sucre stévia présente une teneur en cendres de 0,19%, tandis que la pâte de citron à base de sucre cristallisé a une teneur en cendres plus élevée de 1,9%.

La différence de teneur en cendres peut s'expliquer par les différents types de sucres utilisés dans les formulations. Le sucre cristallisé peut contenir des résidus minéraux provenant du processus de raffinage et de la source de sucre utilisée. Par conséquent, la pâte de coing à base de sucre cristallisé présente une teneur en cendres plus élevée. D'autre part, le sucre stévia est un édulcorant naturel qui subit généralement un processus de purification plus simple, ce qui peut entraîner une teneur en cendres plus faible dans la pâte de coing à base de sucre stévia.

La teneur en cendres peut être liée à d'autres caractéristiques des aliments, telles que la composition nutritionnelle et les propriétés organoleptiques. Certains minéraux présents dans les cendres alimentaires, tels que le potassium, le calcium et le magnésium, peuvent contribuer aux qualités nutritionnelles du produit final.

La teneur en cendres peut varier en fonction de nombreux autres facteurs, tels que les matières premières utilisées, les méthodes de transformation et les conditions de cuisson.

Conclusion

Conclusion

Les fruits sont des meilleurs aliments que nous offrent la nature. Cependant, ils sont pour la plupart saisonniers, c'est-à-dire, qu'ils ne sont disponibles que pendant une courte période de l'année. D'où la recherche sur la valorisation de ces derniers, afin de pouvoir les conserver avec un effort de préservation de leurs propriétés organoleptiques et nutritionnelles.

La pâte de fruits est une confiserie, que l'on fabrique à partir de fruits cuits avec du sucre. On peut aussi ajouter de la pectine. Parmi les pâtes de fruits les plus courantes, on retrouve la pâte de coing, de prune, de pomme, d'abricot, d'agrumes, etc. Cette gourmandise au petit goût sucré favorise un meilleur transit mais en contrepartie, elle ouvre l'appétit, accentue la fatigue et s'avère calorique. Outre un aspect réconfort, comme tout aliment sucré, elle n'a pas réellement sa place dans un régime. Pour cela, nous avons testé le sucre stévia, une alternative sucrée naturelle largement utilisée pour ses qualités édulcorantes sans calories.

La Stévia a subi une évolution très importante dans le monde actuel. En effet, elle n'était, auparavant, qu'une plante sauvage traditionnelle qui, peu à peu a suscité de l'intérêt et s'est retrouvée mise en culture, avant même d'obtenir un statut dans notre société et une valeur économique. Grâce à son pouvoir sucrant élevé, elle fait partie des nouveaux espoirs pour les populations des pays industrialisés dont l'alimentation est trop riche en glucides et en lipides. Cette suralimentation est la cause de deux pathologies importantes : le diabète et l'obésité.

L'objectif principal de notre travail était de fabriquer la pâte de coing et de citron en utilisant du sucre stévia comme substitut du sucre cristallisé traditionnel. Pour évaluer les différences entre les deux formulations, nous avons effectué des analyses physico-chimiques telles que la teneur en sucre, la teneur en eau, la teneur en matière sèche, le pH et la teneur en cendres. Grâce à ces analyses, nous avons pu comparer les propriétés des deux variantes de pâtes de fruits : celle préparée avec du sucre stévia et celle préparée avec du sucre cristallisé.

Les résultats obtenus ont révélé quelques différences entre les pâtes de fruits (coing et citron) à base de sucre stévia et celle à base de sucre cristallisé. Ces

Conclusion

résultats démontrent la faisabilité de l'utilisation du sucre stévia dans la fabrication de la pâte de coing et de citron.

Les résultats obtenus ont révélé quelques différences entre les pâtes de fruits (coing et citron) à base de sucre stévia et celle à base de sucre cristallisé. La teneur en sucre, en matière sèche et la teneur en cendre étaient considérablement réduites dans la version au sucre stévia, tandis que la teneur du pH présentait des variations subtiles. Ces résultats démontrent la faisabilité de l'utilisation du sucre stévia dans la fabrication de la pâte de coing et de citron.

Enfin, ce mémoire a mis en évidence la faisabilité de la fabrication de la pâte de coing et de citron à base de sucre stévia, en offrant une alternative plus saine et une option à faible teneur en calories et en glucides pour les personnes soucieuses de leur bien-être et de leur régime alimentaire.

Perspective :

- Effectuer des analyses organoleptiques sur nos produits
- Introduire la pâte de fruit à la stévia dans le marché algérien et proposer autres préparations et goûts

Références bibliographiques

1. Abdel-Salam, A. M., Hassan, H. A., Abdel-Hameed, E. S., & Kamel, M. S. (2016). Utilization of stevia plant extracts as a natural sweetener in food industry. *Bulletin of the National Research Centre*, 40(1), 1-10.
2. Abdollahi, M. R. (2019). Cognassier (*Cydonia oblonga*): A review on botanical, phytochemical and pharmacological aspects. *Asian Journal of Chemistry*, 31(7), 1453-1458.
3. Abou-Arab, A. A., Abu-Salem, F. M., & Abou Donia, M. A. (2010). Physico-chemical assessment of natural sweeteners steviosides produced from *Stevia rebaudiana* Bertoni plant. *African Journal of Food Science*, 4(5), 269-281.
4. Abudayyak, M., Öztürk, İ., Türkez, H., Vardi, N., Ceyhan, N., & Toğar, B. (2018). The effect of steviol, a natural sweetener, on sperm parameters and oxidative stress in testicular tissue of rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 219, 43-49.
5. Abudula, R., Jeppesen, P. B., & Rolfsen, S. E. (2013). Preventive effects of *Stevia rebaudiana* Bertoni on alloxan-induced diabetes mellitus in rats. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, 23(6), 833-838.
6. Adam, J. (2010). Quince. In: Janick, J., & Paull, R. E. (Eds.). *The Encyclopedia of Fruit and Nuts*. CAB International.
7. Ahmad, A., Saeed, M., Asif, H. M., & Asghar, M. J. (2020). *Stevia rebaudiana* Bertoni: Potential applications and health benefits. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(1), 1787-1800.
8. Akkemik et Kaya, 2021 Plantae Clade : Trachéophytes Clade : Angiospermes Clade : Eudicots Clade : Rosidées Ordre : Rosales Famille : Rosaceae Sous-famille : Maloideae Genre : *Cydonia*
9. Almeida, D. M., Georgetti, S. R., & Casagrande, R. (2018). Medicinal plants for the treatment of obesity: ethnopharmacological approach and chemical and biological studies. *Medicinal plants and natural products*. IntechOpen.
10. Alonso, J. (2017). *Stevia rebaudiana*. In: "Fruits and Nuts" (Ed. N. Trugo, P. Finglas). Elsevier, 427-434.
11. Al-Snafi, A. E. (2016). The pharmacological importance of *Cydonia oblonga*-A review. *IOSR Journal of Pharmacy*, 6(1), 30-42.
12. ANDRIANANDRASANA Daniel Dera R. Rojotiana, 2011, « Valorisation de l'ananas : essai de production de fruit confits et de pâte de fruit », Mémoire de fin d'études en

Références bibliographiques

- vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur en Génie Chimique. ESPA; et ; ANONYME, Octobre 2015, Document « Diversifier... ? » de Bourgogne, cité le 18/03/16 sur <http://www.centre-diversification.fr/>).
13. Angela, 2014, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
 14. ANONYME, Octobre 2015, Document « Diversifier... ? » de Bourgogne, cité le 18/03/16
 15. APG IV, groupe de travail sur la classification phylogénétique des plantes (Angiosperm Phylogeny Group IV, en anglais).
 16. Autorité Européenne de Sécurité Alimentaire. (2017). Scientific Opinion on the re-evaluation of citric acid -E 330-, sodium citrate -E 331-, potassium citrate -E 332-, calcium citrate -E 333-, ammonium citrate -E 380- and citric acid -E 330-, sodium citrate -E 331-, potassium citrate -E 332-, calcium citrate -E 333-, ammonium citrate -E 380- as food additives. EFSA Journal, 15(12), 5045.
 17. Aytaç, Z., & Maden, S. (2017). *Cydonia balansae* Schneid., a new record for the flora of Turkey. Turkish Journal of Botany, 41(1), 84-88.
 18. Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F. & Omar, A. K. M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: a review. Journal of Food Engineering, 117(4), 426-436.
 19. Bernard, 2022, photo prise de site https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.dauphinggourmet.com%2F2019%2F01%2Fles-pates-de-fruits.html&psig=AOvVaw3ThX--uK4X1rMJcrUJNu_w&ust=1677983454776000&source=images&cd=vfe&ved=0CB EQjhxqFwoTCKCa3dCdwf0CFQAAAAAdAAAAABAR par Bernard, 2022
 20. Bertoni, M. S. (1905). El Ka'a-He' é (*Stevia rebaudiana* Bert.), nuevo arbusto azucarado del Alto Paraguay. Anales de Ciencias Naturales, 18, 5-11.
 21. Bhosale, J. D., Jadhav, N. R., & Chaudhari, A. D. (2020). A comprehensive review on Citrus limon: Pharmacological activities and chemical constituents. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(5), 3780-3788.
 22. Bhosale, P., Srinivasan, B. P., & Pallem, V. (2020). Citrus fruits and their bioactive compounds in human nutrition and health. In Bioactive Compounds in Underutilized Fruits and Nuts (pp. 223-247). Elsevier.
 23. Borhan Mojabi K, Nikbakht MR, Hamedi SS, Ahmadi F, Abbasi MM. The effects of *Cydonia oblonga* mill. fruit on serum levels of advanced glycation end products, soluble receptor for advanced glycation end products and oxidative stress in diabetic rats. J Complement Integr Med. 2016;13(4):417-423. doi: 10.1515/jcim-2015-0027

Références bibliographiques

24. Boudiaf, F., Hentati, O., Mokrani, A., & Elouissi, M. (2014). Étude comparative de la composition des fruits et des graines du cognassier (*Cydonia oblonga*) dans trois régions de l'ouest algérien. *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, 83, 318-332.
25. Bourgogne, C. (2016). *Fruits confits et pâtes de fruits*. Éditions Rustica.
26. Brahmachari, G., Srimani, D., & Mitra, A. (2011). *Chemistry and pharmacology of naturally occurring bioactive compounds*. CRC Press.
27. Brandle, J. E., Rosa, N., & Herbs, M. (1998). *Stevia rebaudiana*: Its agricultural, biological, and chemical properties. *Canadian Journal of Plant Science*, 78(4), 527-536.
28. Brito, L. F. A., Oliveira, J. R., Carvalho, L. B., Lopes, R. M., Viana, A. F., & Paula, T. P. (2019). Anti-Inflammatory and Antioxidant Potential of *Stevia rebaudiana* Leaves Assessed via Inflammatory and Oxidative Stress Markers. *Antioxidants*, 8(2), 48.
29. CABI. (2010). *Cydonia oblonga* (quince). In: *Invasive Species Compendium*. Wallingford, UK: CAB International.
30. Carakostas, M. C., Curry, L. L., Boileau, A. C., Brusick, D. J., & Taylor, S. L. (2015). Overview: the history, technical function and safety of rebaudioside A, a naturally occurring steviol glycoside, for use in food and beverages. *Food and Chemical Toxicology*, 75, 170-179.
31. Carneiro, E. M., Machado, A. K., Costa, G. M., Costa, M. S., Leite, J. A., Oliveira, L. F. & Rodrigues, L. V. (2015). *Stevia rebaudiana* Bert. Increases the antioxidant capacity of the liver and prevents oxidative damage induced by cisplatin in rats. *Food and Chemical Toxicology*, 81, 55-62.
32. Ceunen, S., & Geuns, J. M. C. (2013). Steviol Glycosides: Chemical Diversity, Metabolism, and Function. *Journal of Natural Products*, 76(6), 1201–1228
33. Chambre d'agriculture de Bretagne, 2020. Évolution des tendances de consommation de fruits et légumes. Récupéré de
34. Chambre Syndicale Nationale de la Confiserie, « LES CODES d'USAGES EN CONFISERIE », 26 page
35. Chan, P., Tomlinson, B., Chen, Y. J., Liu, J. C., Hsieh, M. H., & Cheng, J. T. (2010). A double-blind placebo-controlled study of the effectiveness and tolerability of oral stevioside in human hypertension. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 69(6), 587-592.

Références bibliographiques

36. Charalampos, P., Koutsoumanis, K., & Nychas, G. J. (2011). Shelf stability and safety of minimally processed foods. CRC Press.
37. Chatsudthipong, V., & Muanprasat, C. (2008). Stevioside and related compounds: therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & therapeutics*, 121(1), 41-54.
38. Chatsudthipong, V., & Muanprasat, C. (2009). Stevioside and related compounds: Therapeutic benefits beyond sweetness. *Pharmacology & Therapeutics*, 121(1), 41-54.
39. Chen, J., Jeppesen, P. B., Nordentoft, I., Hermansen, K. (2017). Effect of Stevia on Postprandial Glycaemia, Insulin Secretion and Sensitivity: A Meta-Analysis. *Journal of Diabetes & Metabolism*, 8(11), 1-7.
40. Choudhary, A. K., Pretorius, E., & Khan, N. (2019). Stevia rebaudiana: A possible dual role in the prevention and acceleration of breast cancer growth. *European Journal of Cancer Prevention*, 28(4), 375-389.
41. Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires. (2011). Évaluation de certains additifs alimentaires et contaminants présents dans les aliments. Soixante-septième rapport du Comité mixte FAO/OMS d'experts des additifs alimentaires. Série de rapports techniques de l'OMS, No 960.
42. Conesa, M. A. (2019). Citrus Fruit: Morphology, Composition, Quality, and Biotechnology. In *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (pp. 303-338). Elsevier.
43. Curi, R., Alvarez, M., Bazotte, R. B., & Botion, L. M. (2017). Antioxidant effects of Stevia rebaudiana Bertoni and its glycosides. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(28), 6023-6033.
44. Daniel, S. (2011). *Fabrication de produits de terroir*. Éditions Quae.
45. Darra, C. (2015). *Fruit*. Éditions Hachette Pratique.
46. Debuigine, G., & Couplan, F. (2008). Le citronnier et le zeste de citron. *Les plantes et leurs noms: Histoires insolites*, 111-113.
47. Delahaye, J., Roullier Gall, C., & Le Quéré, J M. (2018). Pectins from fruits and vegetables: Chemistry and technology. In *Pectins and Pectinases* (pp. 1-27). Springer.
48. Dgcerf. (2008). *Précis de technologie culinaire*. Éditions Dunod.
49. Dhingra, A., Jain, S., Soni, R., & Singh, R. (2021). A Comprehensive Review on Stevia rebaudiana: Future Prospects and Challenges. *Journal of Medicinal Food*, 24(1), 1-13. doi: 10.1089/jmf.2020.0128
50. Dias, D. M., Coelho, E., & Cardoso, C. (2021). The application of Stevia rebaudiana in confectionery products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 541-552.

Références bibliographiques

51. Dib, M. E. A., Gueddar, M. L., Badaoui, K., & Mansour, M. (2017). Study of the physicochemical properties of date, quince, fig and lemon pastes. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(1), 285-291.
52. Djazouli, Z., Slimani, S., & Seridi, R. (2021). Etude de la culture du citron (Citrus limon) en Algérie: cas des régions de Tizi Ouzou, Bouira, Bejaïa et Jijel. *Revue des Régions Arides*, 51(2), 107-114.
53. Djilali, S., Nouasri, A., Djabali, M., Kebbouche-Gana, S., & Gana, K. (2021). Chemical Composition and Biological Activities of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Fruits: A Review. *Applied Food Biotechnology*, 8(3), 211-221.
54. Drogoudi, P., Pantelidis, G., Bacchetta, L., & Deidda, M. (2018). Diversity in Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Germplasm across European and Asian PGRFA Repositories. *Agriculture*, 8(3), 37. doi: 10.3390/agriculture8030037
55. Duarte, A. (2017). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Breeding: Current State of Knowledge. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(6), 531-541.
56. Ercisli, S., Orhan, E., & Akbulut, M. (2015). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) genetic resources and breeding. In *Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement* (Vol. 4, pp. 67-92). CRC Press.
57. European Commission. Regulation (EU) No 1131/2011 amending Annex II to Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council with regard to steviol glycosides. 2011.
58. FAO Stats, 2019. Production mondiale de citrons par pays
59. FAO. (2017). FAOSTAT - Production de citrons et de limes. Récupéré le 3 juin 2023, à partir de <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
60. FAO. (2021). *FAOSTAT*. Consulté le 28 mars, 2023.
61. Fattahi M, NiyakanLahiji M, Nouri M, et al. The effects of quince leaf decoction on glucose and lipid profile in type 2 diabetic patients: a randomized clinical trial. *Complement Ther Med*. 2019;42:63-69. doi: 10.1016/j.ctim.2018.11.003
62. Fattahi, M., Ghanadian, M., Eghbali, E. B., & Taheri, B. (2019). Phytochemicals and therapeutic potential of Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit: A comprehensive review. *Food Reviews International*, 35(8), 733-747.
63. Fattouch, S., Caboni, P., Coroneo, V., Tuberoso, C., Angioni, A., Dessi, S., ... & Marzouki, N. (2007). Antimicrobial activity of Tunisian quince (*Cydonia oblonga*

Références bibliographiques

- Miller) pulp and peel polyphenolic extracts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(3), 963-969.
64. Ferreira, A. L., et al. 2018 "In vitro antibacterial and antifungal activity of *Stevia rebaudiana* (Bertoni) Bertoni extracts." *Journal of Food Safety* 38, no. 4 e03610.
 65. Gallo, M., Ferracane, R., Masi, P., & Naviglio, D. (2020). Nutritional and health benefits of quince (*Cydonia oblonga* Mill.): an overview. *Journal of Functional Foods*, 64, 103641.
 66. Geuns, J. M. C. (2003). Stevioside. *Phytochemistry*, 64(5), 913-921.
 67. Geuns, J. M. C. (2010). Stevioside. *Phytochemistry*, 71(13), 1621-1632.
 68. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 1995;125(6):1401-1412. doi:10.1093/jn/125.6.1401
 69. Gibson GR, Roberfroid MB. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *J Nutr.* 1995;125(6):1401-1412. doi:10.1093/jn/125.6.1401
 70. Gisslen, 2018, Professional baking. John Wiley & Sons
 71. Goyal, S. K., Samsher, & Goyal, R. K. (2010). *Stevia* (*Stevia rebaudiana*) a bio-sweetener: a review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 61(1), 1-10.
 72. Gupta, R., Gautam, D., Verma, N., & Shivaprasad, P. V. (2017). Antiproliferative and apoptotic effects of steviol and its glycosides purified from *Stevia rebaudiana* Bertoni on human breast cancer cell line MCF-7. *Protoplasma*, 254(1), 387-399.
 73. Guy Albanac, Patrick Varoquaux, Jean-Claude Montigaud, 2002 « Technologies de transformation des fruits », Sciences et techniques agroalimentaires, TEC & DOC,, 498p.
 74. Hoque, M.Z., et al. (2012). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.): Ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 64(2), 145-154. doi: 10.1111/j.2042-7158.2011.01386.x
 75. Hsu, Y.-W., Hsieh, S.-Y., Kao, C.-L., Yang, W.-C., Lin, C.-C., & Tsai, M.-L. (2017). Antioxidant and antiviral properties of Citrus limon- and Citrus reticulata-derived essential oils. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 1-9. doi: 10.1155/2017/9657538
 76. <http://www.lamaisondustevia.com/faux-sucre-lequel-choisir-a-104.html>

Références bibliographiques

77. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/food-labelling/generalrules/index_fr.htm#shortcut-0).
78. <https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.dauphinggourmet.com%2F2019%2F01%2Fles-pates-de-fruits.html&psig=AOvVaw3ThX-->
79. https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.dauphinggourmet.com%2F2019%2F01%2Fles-pates-de-fruits.html&psig=AOvVaw3ThX-uK4X1rMJcrUJNu_w&ust=1677983454776000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCKCa3dCdwf0CFQAAAAAdAAAAABAR par Bernard, 2022)
80. <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fchefsimon.com%2Frecettes%2Ftag%2Fp%25C3%25A2e%2520de%2520fruits&psig=AOvVaw3Yuxnn0PlmbDXvGzwytYwn&ust=1677983662649000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCJCq4rOewf0CFQAAAAAdAAAAABAE>
81. https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fles-sens-duterroir.fr%2Fproduits%2Fpates-de-fruitsdauvergne%2F&psig=AOvVaw1MbrynKJT4FEXgoW7_Ob3l&ust=1677983779482000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCMiXxeuewf0CFQAAAAAdAAAAABAK
82. Hussain MS, et al.2021 Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit: A comprehensive review on nutritional, pharmacological, and food quality attributes. *Food Research International*.;140: 110041.
83. Hussain MS, Fareed S, Ansari S, Rahman MA, Ahmad IZ, 2021Saeed M, Ahmad S. Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit: A comprehensive review on nutritional, pharmacological, and food quality attributes. *Food Research International*. ;140: 110041.
84. Isabelle, S. (2011). *Les agrumes et leurs utilisations industrielles*. Editions QUAE.
85. Isengard, H.D. (1995). *Moisture determination in foods: Moisture content methods and standards*. CRC Press.
86. Janati, S., Azizkhani, M., & Mehrabian, S. (2012). A review of the therapeutic effects of lemon (*Citrus limonum*). *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(10), 1802-1806.
87. Jean-Claude, P. (2002). *La Confiture*. Éditions Artémis.
88. JECFA (2010). *Evaluation of certain food additives and contaminants*. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Références bibliographiques

89. Johnson, RK, Appel, LJ, Brands, M., Howard, BV, Lefevre, M., Lustig, RH & Wylie Rosett, J. (2009). Apport alimentaire en sucres et santé cardiovasculaire : une déclaration scientifique de l'American Heart Association. *Diffusion*, 120(11), 1011-1020.
90. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (2008). Safety evaluation of certain food additives. World Health Organization.
91. Jothi, M., & Nandhini, K. (2021). Stevia: A Natural Sweetener. In *Recent Advances in Natural Products Analysis* (pp. 95-106). Springer.
92. Journal officiel de la république Algérienne, Arrêté du 30 Avril 2018 fixant les conditions d'utilisation des édulcorants pour denrées alimentaires.
93. Journal Officiel N°35/2013, Décret exécutif n° 13-243 du 29 Jomada Ethania 1434 correspondant au 10 mai 2013 fixant les modalités de détermination des indices de qualité des produits alimentaires.
94. Kader, A. A., Zagory, D., & Kerbel, E. L. (2012). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. CRC press.
95. Kaya, H. B., Akkemik, Ü., & Turgut Kara, N. (2018). *Cydonia oblonga* Mill.: a review on its botany, ethnobotany and phytochemistry. *Phytochemistry Reviews*, 17(6), 1279-1305.
96. Khan, M. S., Ahmad, D., Mohammad, F., & Khan, M. S. (2020). Origin and history of lemon (*Citrus limon*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(26), 6955-6969.
97. Kim, J. Y., Kim, S. S., Kim, J. H., Jeong, I. Y., & Kim, S. Y. (2011). Stevia rebaudiana Bertoni extract supplementation improves lipid and carnitine profiles in C57BL/6J mice fed a high-fat diet. *Journal of Medicinal Food*, 14(7-8), 702-709.
98. Kinghorn, A. D. (2013). *Stevia: the genus Stevia*. CRC Press.
99. Klimczak, K. S., Malecka, M., Szlachta, M., & Gliszczyńska Świgło, A. (2019). Lemon peel waste as a source of functional ingredients: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 85, 210-220. doi:10.1016/j.tifs.2019.02.017
100. Koocheki, A., et Mortazavi, SA (2017). *Manuel des farines de fruits et légumes : production et utilisation*. John Wiley et fils
101. Kurek, M.A., Stepaniuk, K., Gaca, M., & Juszczak, L. (2019). Evaluation of sensory properties and antioxidant activity of fruit pastes made with natural and added sugars. *Journal of Food Science and Technology*, 56(10), 4786-4794.
102. Kyzlink, V. (1990). Pectic substances in fruits. *Food Chemistry*, 35(4), 237-250.

Références bibliographiques

103. Le blog de Bernard Dauphin, les pâtes de fruits, 12 mai 2022
https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.dauphingourmet.com%2F2019%2F01%2Fles-pates-de-fruits.html&psig=AOvVaw3ThX--uK4X1rMJcrUJNu_w&ust=1677983454776000&source=images&cd=vfe&ved=0CBEQjhxqFwoTCKCa3dCdwf0CFQAAAAAAdAAAAABAR par Bernard, 2022
104. Le compagnon d'Oxford pour le sucre et les bonbons, éd. Par Darra Goldstein, 2015
105. Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K. (2012). Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects. *Food Chemistry*, 132(3), 1121-1132.
106. Liu, L., Zhang, D., Liu, Y., Li, D., & Wen, X. (2012). Phylogenetic relationships in *Cydonia* (Rosaceae) inferred from chloroplast DNA sequence data. *Biochemical Systematics and Ecology*, 41, 121-128.
107. Lopes, M. S., Fonteles, A. A., Gonçalves, G. M., Lima, I. P., Magalhães, L. M., Marreiro, D. N., ... & Vale, O. C. (2021). Effects of *Stevia rebaudiana* on glycemic control in individuals with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Functional Foods*, 81, 104461.
108. Lopes, R. (2018). Quince: Postharvest Quality Maintenance and Ripening Physiology. In: Grumezescu A., Holban A. (eds) *Postharvest Ripening Physiology of Crops*. Academic Press, 269-287.
109. López Malo, A., Palou, E., & Welti Chanes, J. (2012). *Pectin in food processing technology*. Springer Science & Business Media.
110. Mafra Neto, A., Costa, M.G., Starling, R., Rocha, R.B., Matsumoto, S.N., 2015. Classification of Citrus by Fruit Quality, Botanical Traits, and Genetic Markers. *Hort Science* 50, 600-605.
111. Mahdavi, A. R. M., Rezaei, R., Farmani, B., & Ebrahimzadeh, M. A. (2021). Lemon: A Review of Its Botany, Production, and Uses. *Journal of Medicinal Food*, 24(3), 191-200.
112. Mahdavi, A. R. M., Rezaei, R., Farmani, M., & Saeidi, S. (2021). Lemon: A review of its botany, production, and uses. *Journal of Medicinal Food*, 24(4), 343-354.
113. Maleki S, Crespo J, Paredes-Lopez O. Quince (*Cydonia oblonga* Miller): Bioactive compounds, pharmacological and food uses. *Trends Food Sci Technol*. 2018;72:83-94. doi:10.1016/j.tifs.2017.12.006

Références bibliographiques

114. Manish, G., & Amrita, B. (2013). Therapeutic potential of lemon peel extract against oxidative stress and hepatotoxicity in rats. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, 10(1), 217-224.
115. Marques, L. N., Evangelista, R. C., Soares, T. F. A., Moreira, A. V. B., Rios, A. D. O., Freitas, M. D. C. C. D., & Pirovani, C. P. (2021). Stevia rebaudiana Bertoni: Nutritional, Medicinal and Pharmacological Aspects. *Food Chemistry*, 355, 129482.
116. Martinez-Tellez, M. A., Silva-Platas, C., & Lopez-Gomez, R. (2019). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) peel polyphenolic extract modulates inflammatory response and improves antioxidant capacity in human dermal fibroblasts. *Journal of Medicinal Food*, 22(7), 693-699.
117. Ministère d'agriculture et développement rural, 2021 de l'Algérie. Les chiffres clés de l'agriculture.
118. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural. (2012). Rapport annuel 2012.
119. Miyake Y, et al. Lemon flavonoids suppresses AGEs induced inflammation in adipocytes. *BioFactors*. 2019;45(1):28-35.
120. Mohammadzadeh Honarvar N, Saedisomeolia A, Abdolahi M, et al. The effects of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) supplementation on metabolic syndrome parameters: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Res Med Sci*. 2014;19(4):332-339.
121. Monzote Lamas, L., Castellanos González, M., & Scull Lizama, R. (2015). Chemical composition and sensory evaluation of lemon fruit pastes. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 33(3), 225-230. doi:10.1080/11358126.2015.1058893
122. Mozaffari Khosravi H, Naderi Z, Dehghan A, Nadjarzadeh A, Fallah Huseini H. Effect of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) pulp on lipid profile of overweight hyperlipidemic subjects: A double-blind, randomized, placebo-controlled clinical trial. *J Am Coll Nutr*. 2017;36(8):647-653. doi: 10.1080/07315724.2017.1345060
123. Naghavi, M. R., Darbandi, E. G., & Davarynejad, G. H. (2020). Drought Stress and Water Use Efficiency in Quince (*Cydonia oblonga* Mill.) Trees. In *Plant Water Use Efficiency* (pp. 101-117). Springer.
124. Nomikos, T., Koutelidakis, A., & Alexopoulos, A. (2013). Quince (*Cydonia oblonga*) fruit as a source of health promoting compounds: Bioactive compounds and antioxidant potential. *Journal of Natural Science, Biology, and Medicine*, 4(1), 173–178.

Références bibliographiques

125. Nutr, I. O. M. (2007). Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. National Academies Press.
126. Oboh, G. (2012). Nutrient and antinutrient compositions of lemon (*Citrus limon*) seed. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(14), 2768-2771.
127. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. (2015). Fruit and Vegetable Processing. *FAO Agricultural Services Bulletin*, 199.
128. Orhan, N. (2014). Quince (*Cydonia oblonga* Mill.): A Comprehensive Review on Its Traditional Uses, Phytochemistry, Pharmacology, and Toxicology. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(6), 1139-1152.
129. Paul, S., Sengupta, S., Bandyopadhyay, T. K., Bhattacharyya, A., & Dasgupta, H. (2012). Stevioside induced ROS-mediated apoptosis through mitochondrial pathway in human breast cancer cell line MCF-7. *Nutrition and cancer*, 64(7), 1087-1096.
130. Periche, A., Cordero-Herrera, I., Ruiz-Medina, A., & Martínez-Domínguez, M. E. (2018). *Stevia rebaudiana* Bertoni: A natural alternative for treating diseases associated with oxidative stress?. *Food and Chemical Toxicology*, 120, 457-466.
131. Photographe Balazs, 2015, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
132. Photographe Blickwinkel, 2010, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
133. Photographe Bogdanova, 2018, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
134. Photographe Bruno, 2023, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
135. Photographe Fir, 2016, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
136. Photographe Oleksandr, 2019, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
137. Photographe Singletary, 2015, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
138. Photographe Yana, 2015, photo prise de site <https://www.alamyimages.fr/>
139. Pourmorad F, et al. Citrus plants and their essential oils: biological activities and their applications in food and pharmaceutical industries. *Journal of Food Science*. 2014;79(7):R1261-R1277.
140. Prakash, I., & Chaturvedula, V. S. P. (2011). Therapeutic and nutraceutical potential of *Stevia rebaudiana*: an overview. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 7(1), 59-79.
141. Qesja, B., Papajani, V., & Muça, E. (2021). Nutritional and therapeutic properties of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Journal of Medicinal Plants Research*, 15(7), 346-354.
142. Rasheed, F., Zahoor, T., & Ansari, S. A. (2018). Nutritional composition and antioxidant potential of quince (*Cydonia oblonga* Miller) pulp. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 280-288.

Références bibliographiques

143. Rather, I. A., Koh, W. Y., Paek, W. K., & Lim, J. (2019). The potential role of *Stevia rebaudiana bertonii* in human health: a comprehensive review of biochemical, metabolic, and physiological studies. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 18(1), 75-98.
144. Resende, F. A., Gama, R. A., & Calderon, I. D. (2021). *Stevia rebaudiana* Bertoni: Nutritional and Therapeutic Aspects. *Journal of Food Science and Technology*, 58(6), 2143-2150.
145. Ritu, M., & Nandini, K. (2014). A review on *Stevia rebaudiana*: A bio-sweetener for food industry. *Journal of Food Science and Technology*, 51(11), 2551-2561.
146. Robertson, K. R., Phipps, J. B., Rohrer, J. R., & Smith, P. G. (2002). A synopsis of genera in Maloideae (Rosaceae). *Systematic Botany*, 27(4), 768-779.
147. Rombauer, I. S., Becker, M. R., & Becker, E. (2006). *Joy of cooking*. Scribner
148. Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C. A., & Caballero, P. A. (2008). Rheological properties of strawberry jams as a function of the sugar and pectin concentration. *Journal of food engineering*, 87(3), 405-412.
149. Rop, O., Mlcek, J., & Jurikova, T. (2011). Selected cultivars of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) as a prospective source of health-beneficial compounds. *Czech Journal of Food Sciences*, 29(5), 511-519.
150. Růžička, J., Štěpánek, J., & Řepka, R. (2020). Analysis of volatile compounds in fruit of quince (*Cydonia oblonga* Mill. and *Cydonia villosa* (Poir.) Pers.). *Scientia Horticulturae*, 261, 108988.
151. Shahbazi Y, Saeidi S, Mohammadi S, et al 2020. The effects of *Cydonia oblonga* mill. leaf extract on glycemic control, lipid profile, and insulin resistance in type 2 diabetic patients: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. *PhytotherRes.* ;34(11):2908-2917. doi: 10.1002/ptr.6809
152. Shahbazi, R., Shams Ardakani, M. R., Mehrabi, Y., & Soltani, B. (2020). Phytochemicals and potential health benefits of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit: A comprehensive review. *Food Research International*, 137, 109699.
153. Sharma, V., Sharma, V., & Mahajan, V. (2011). A review on *Cydonia oblonga*: A potential medicinal plant. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 1(6), 16-20.
154. Singh et A.K. Narayan, 2019 *Stevia rebaudiana* Bertoni: a review of its botany, ethnobotanical uses, phytochemistry, pharmacology and toxicology". publié dans le *Journal of Ethnopharmacology*.

Références bibliographiques

155. Smith, B., Flanagan, J., & Gollop, N. (2010). *Fruit and vegetable processing: Improving quality*. CRC Press.
156. Tadhani, M. B., Patel, V. H., & Subhash, R. (2007). In vitro antioxidant activities of *Stevia rebaudiana* leaves and callus. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 323-329.
157. Thakur, B. R., Singh, R. K., Handa, A. K., & Rao, M. A. (1997). Chemistry and uses of pectin A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 37(1), 47-73.
158. Ulbricht, C., Isaac, R., Milkin, T., Poole, E. A., & Rusie, E. (2010). An evidence-based systematic review of stevia by the Natural Standard Research Collaboration. *Cardiovascular & Hematological Agents in Medicinal Chemistry*, 8(2), 113-127.
159. Usvat, R. (2015). The Lemon in History. *Bulletin of the Transilvania University of Braşov, Series VII: Social Sciences, Law*, 8(2), 71-76.
160. Valero, M., Serrano, M., Martínez Romero, D., Guillén, F., & Castillo, S. (2015). Valuation of tropical fruits as source of antioxidants and a functional food. *International journal of food science & technology*, 50(4), 729-737.
161. www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/detail/en/c/241/).
162. Yahia EM, et al. Postharvest biology and technology of quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Postharvest Biology and Technology*. 2017;128: 115-32.
163. Yongchaiyudha, S. et al. (2018). The efficacy of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) extract on facial pores reduction. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 10(3), 708-711.
164. Yuksel, A., Serce, S., & Kaya, H. I. (2013). *Cydonia oblonga* Mill. (Quince) and Its Importance in Turkey. *International Journal of Fruit Science*, 13(1-2), 235-250.

ملخص

الهدف الرئيسي لهذه الدراسة هو تطوير وصفتين للعجينة الفاكهة (واحدة قائمة على السفرجل والأخرى قائمة على الليمون) باستخدام سكر الستيفيا كبديل للسكر التقليدي، بهدف تصميم منتج غذائي صحي يلبي احتياجات الأشخاص الذين يعانون من مرض السكري أو يسعون لتقليل تناول السعرات الحرارية. ثم قمنا بتقييم الخصائص الفيزيوكيميائية لعجينة السفرجل والليمون لتسليط الضوء على الاختلافات بين الإعدادين، واحدة باستخدام سكر الستيفيا والأخرى باستخدام السكر المجروش. أظهرت نتائجنا انخفاضًا في محتوى السكر والمادة الجافة والرماد في عجائن الفاكهة التي تحتوي على سكر الستيفيا مقارنة بالإعداد التي تحتوي على السكر المجروش، على الرغم من وجود اختلاف طفيف في قيم الحموضة بين الإعدادين. تشير هذه النتائج إلى إمكانية استخدام سكر الستيفيا في تصنيع عجينة السفرجل والليمون.

الكلمات المفتاحية : سفرجل؛ ليمون؛ عجينة فاكهة؛ ستيفيا؛ الخصائص الفيزيوكيميائية

Résumé

L'objectif principal de cette étude est le développement de deux recettes de pâte fruits (l'une à base de coing et l'autre à base de citron) en utilisant du sucre stévia comme alternative sucrée, afin de concevoir un produit alimentaire sain répondant aux exigences des personnes atteintes de diabète ou cherchant à réduire leur apport calorique. Nous avons ensuite évalué les caractéristiques physico-chimiques de pâte de coing et de citron pour mettre en évidence les différences entre deux préparations, l'une avec du sucre stévia et l'autre avec du sucre cristallisé. Nos résultats ont montré une diminution dans les teneurs en sucres, matière sèche et en cendre dans les pâtes de fruits à base de stévia par rapport à la préparation à base de sucre cristallisé, cependant une différence subtile est notée dans les valeurs du ph entre les deux préparations. Ces résultats démontrent la faisabilité de l'utilisation du sucre stévia dans la fabrication de la pâte de coing et de citron.

Mots clés : Coing ; citron ; pâte de fruits ; stévia ; propriétés physico-chimiques.

Abstract

The main objective of this study was to develop two fruit paste recipes (one quince-based and the other lemon-based) using stevia sugar as a sweetening alternative, in order to design a healthy food product meeting the requirements of people with diabetes or seeking to reduce their calorie intake. We then evaluated the physico-chemical characteristics of quince and lemon paste to highlight the differences between two preparations, one with stevia sugar and the other with granulated sugar. Our results showed a decrease in sugar, dry matter and ash content in the stevia-based fruit pastes compared with the granulated sugar-based preparation, although a subtle difference was noted in ph values between the two preparations. These results demonstrate the feasibility of using stevia sugar in the manufacture of quince and lemon paste.

Key words: Quince; lemon; fruit paste; stevia; physico-chemical properties.