

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI-OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Thème

Effet de l'incorporation du sirop de caroube sur les qualités du jus

Présenté par:

- Mademoiselle HOUNAS LEITICIA
- Mademoiselle NANOUCHE BASMA

Devant le jury:

Président : M. BENGANA M . MCA (UMMTO)

Examinatrice : Mme LAMMI S. MCA (UMMTO)

Promoteur : M. MOHAND KACI H. MA A (UMMTO)

Année : 2024 - 2025

Remerciements

Avant tout nous remercions « Allah » tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail. Merci de nous avoir éclairé le chemin de la réussite.

Nous tenons à adresser nos remerciements les plus sincères à notre promoteur, *M. MOHAND KACI. Hamid*, pour son encadrement précieux tout au long de ce travail. Nous vous sommes profondément reconnaissants pour votre disponibilité constante,

Nous exprimons notre profonde reconnaissance aux juges pour avoir pris le temps d'évaluer ce projet. Nous souhaitons particulièrement remercier le Professeur *M .BENGANA Mohamed*, qui a eu la gentillesse de diriger le jury. Nous voulons aussi adresser un chaleureux remerciement à la Professeure *LAMMI Sarah*, qui a consenti à examiner ce mémoire et qui a partagé ses savoirs et ses remarques enrichissantes.

Nous tenons à remercier Mme *BOUAZZOUNI Khadidja*, ingénieur de laboratoire au sein du département des sciences alimentaires, pour son assistance et sa disponibilité permanente et ses orientations appréciables lors des manipulations,

Enfin, nous souhaitons rendre hommage à nos familles pour leur soutien et leur patience tout au long de la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Du profond de mon cœur .Je dédié ce modeste travail a tous qui sont chers.

À mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être
Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Je prie le bon Dieu de vous bénir, de veiller , en espérant que vous seriez toujours fiers de moi.

À mes sœurs SARAH et NESRINE et à Mon frère SAID.

merci pour votre amour votre soutien et complicité vous êtes une source d'inspiration dans ma vie cette réussite est aussi la vôtre

À ma binôme BASMA

avec qui j'ai passé des moments de joie de dépression et de folie,

À mon grand- père (SAID OUALI)

Tu a été une source d'inspiration et de sagesse dans ma vie Ton amour inconditionnel m'ont guidé tout au long de mon parcours, même si tu n'es plus parmi nous ta mémoire demeure vivante en moi a chaque étape que je franchis cette soutenance est dédiée a toi en hommage a tout ce que tu m'as appris merci pour tout.

Leiticia

Dédicace

Grâce à Dieu qui m'a donnée le courage dans mon travail.

Je dédie ce travail :

À mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction et mon bien être. Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez. Je prie le bon Dieu de vous bénir, de veiller, en espérant que vous seriez toujours fiers de moi.

A ma grande sœur **Kenza** et son mari, mes nièces **Eline** et **Ines** et mon neveu **Mohamed Anes**.

A mes chers frères **Azzdine** et **Anis**.

A ma jumelle **Ibtissem** mon bras droit qui est toujours avec moi.

A ma binôme Leiticia. Ta présence est un cadeau heureux de partager ce bout de chemin avec toi. Paix, amour et bonheur à toi et ta famille.

A mes meilleurs amis. Votre amitié est une force.

Basma

Liste des abréviations

Brix : degré brix

AT: acidité titrable

FAO: Organisation pour l'alimentation et l'agriculture

FDA: Food and Drug Administration

ISO : International Organization for Standardization

ISTAT : Institut national de statistique

J.O.R.A: Journal officiel de la république algérienne

NaOH: hydroxyde de sodium

OMS: Organisation mondiale de la Santé

pH : Potentiel d'hydrogène

v/v : Volume par volume

%: pourcentage

°C : degré Celsius

mg: milligramme

Min : minute

ml : millilitre

S : seconde

V:volume

Liste des figures

Figure 1: Arbre caroubier	03
Figure 2: Aire de distribution du caroubier dans le monde.....	05
Figure 3: Production mondiale de la caroube en 2017.....	06
Figure 4: Répartition du caroubier en Algérie suivant les domaines bioclimatiques.....	07
Figure 5: Mélasse de caroube.....	09
Figure 6: Etapes pour obtenir la mélasse a partir des gousses de caroube.....	16
Figure 7: Diagramme de fabrication de la mélasse de caroube.....	17
Figure 8: Détermination de la teneur en eau	21
Figure 9: Caractéristiques physico-chimiques de jus d'orange industriel et avec les deux concentrations de mélasse de caroube	30
Figure 10 : Caractéristiques physico-chimiques de jus d'orange naturel et avec les deux concentrations de mélasse de caroube.....	32

Liste des tableaux

Tableau I: Classification systématique du caroubier.....	04
Tableau II: Surface de la production de caroube en Algérie.....	08
Tableau III: Les types de jus.....	11
Tableau IV: Propriétés nutritionnelles des composants d'un jus de fruit.....	12
Tableau V: Composition biochimique de l'orange.....	13
Tableau VI: les ingrédients employés dans la formulation des produits.....	13
Tableau VII: Résultats des analyses physico-chimiques pour le sirop de caroube.....	14
Tableau VIII: Caractéristiques physico-chimiques du jus d'orange naturel et des jus d'oranges naturels fortifiés.....	26
Tableau IX: Caractéristiques physico-chimiques du jus d'orange industriel témoin et des jus d'oranges industriels fortifiés avec la mélasse de caroube.....	31
Tableau X: Teneur en eau des jus naturels et industriels enrichis avec la mélasse de caroube.....	33
Tableau XI: Résultats statistiques des analyses sensorielles et score de dégustation du jus naturel enrichi avec la mélasse de caroube.....	35
Tableau XII: Résultats statistiques des analyses sensorielles et score de dégustation du jus industriel enrichi avec la mélasse de caroube.....	39

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction1

Étude bibliographique

CHAPITRE I : Le caroube et La mélasse

1. Le caroubier3

1.1. Taxonomie3

1.2. Biologie du caroubier4

1.3. Caractères botaniques et écologiques4

1.4. Composition chimique4

1.5. Aire de dispersion du caroubier5

1.6. Production mondiale de la caroube5

1.7. Production en Algérie6

2. La mélasse de caroube7

2.1. Définition7

2.2. Valeur nutritionnelle8

2.3. Utilisation de mélasse de caroube8

CHAPITRE II: Jus d'orange

1. Le jus	9
1.1 Généralités sur l'orange	9
1.2. Définition du Jus	9
1.2. Types de jus d'orange	9
1.3. Qualité nutritionnelle des jus d'orange	10
1.4. Composition physico-chimique de jus d'orange.....	11

Partie 2: partie pratique

Étude expérimentale Matériel et méthodes

Objectif du travail	12
Matériel	12
1.1. Matériel biologique	12
1.1.1. Caroube <i>Ceratonia Siliqua</i>	12
2.1.2. Matériel non biologique	12
2.1. Ingrédients.....	12
2. Méthodes	12
Préparation du sirop de caroube	12
2.1.1 Analyses physico-chimiques de la mélasse de caroube	15
2.1.1.1. Détermination du pH	15
2.1.1.2. Détermination de l'acidité titrable	15
2.1.1.3. Détermination du degrés Brix	16
2.1.1.4. Détermination de la teneur en eau	16
2.1.1.5. Détermination de la teneur en cendres	17
2.1.1.6 .Détermination de la viscosité	17
2.1.1.7. Détermination de la teneur en fibres totaux	18
2.1.2. Élaboration de jus d'orange naturel	19

2.1.3. Fabrication du jus d'orange industriel	19
a) Extraction du jus	19
b) Raffinage et centrifugation.....	20
c) Pasteurisation	21
d) Transport	21
2.1.4. Préparation du jus a la caroube	21
2.1.5. Analyses physico-chimiques des jus	21
2.1.5.1. Analyses globales.....	21
2.1.6. Analyse sensorielle.....	22
2.1.7. Analyses statistiques	24

III. Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques de la mélasse de caroube	26
2. Analyses physico-chimiques des jus naturels et des jus naturels enrichis	27
3. Analyses physico-chimiques du jus industriel et des jus industriels enrichis	29
4. Analyses sensorielles du jus naturel et le jus naturel enrichi avec de mélasse de caroube	31
Conclusion	39

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Introduction

Le caroubier est une essence méditerranéenne, connue, acclimatée et cultivée sous nos latitudes depuis la plus haute antiquité. Son importance s'est considérablement accrue ces dernières années, dans les industries agroalimentaires, elle est devenue un ingrédient indispensable (**Sbay, 2008**).

Le caroubier présente des atouts dignes d'intérêts aussi bien sur le plan écologique (adaptation à la sécheresse, se contente des sols pauvres et rocaillieux, tolère des températures de -6 à 50°C), biologique (fixation d'azote, résiste au feu et aux maladies), agronomique (rendement élevé dans les zones arides en comparaison avec l'olivier, l'amandier, le blé tendre et l'orge), génétique (présence d'une grande variabilité génétique) que socio-économique (source de revenu stable pour la population locale, participe au développement de l'économie nationale et régionale) (**Sbay, 2008**).

La caroube est une gousse constituée par une pulpe enveloppant les graines. La pulpe est très riche en sucre, plus que la canne à sucre et la betterave sucrière. Ainsi, elle est utilisée dans la préparation de jus sucrés, du chocolat et comme substituant de cacao. En plus des glucides, la pulpe est recommandée contre la tuberculose pulmonaire et les affections des bronches, étant riche en antioxydants (composés phénoliques). En sucres, en protéines, fibres, potassium et calcium, cette plante est connue pour ses intérêts thérapeutiques par son effet hypocholestérolémiant, antiprolifératif, anti-diarrhéique (**Berrougui, 2007**).

La pulpe est souvent utilisée pour préparer la mélasse de caroube, une alternative au sucre qui présente l'aspect d'un sirop brun épais. La fabrication de cette mélasse suit un procédé d'extraction liquide/solide à l'eau, suivi par une concentration par évaporation jusqu'à l'obtention d'un sirop brun visqueux. Il s'agit d'un procédé traditionnel simple qui n'a pas été rigoureusement optimisé.

La mélasse ou le sirop de caroube est une sorte de concentré de jus qui est riche en sucre et qui est obtenu à partir de l'extraction et la concentration de la pulpe de caroube. Il est connu en Algérie sous le nom « *Thamant Oukharouf* ». Ce dernier est un produit naturel fabriqué à partir de nectar des fleurs de caroubier. Ce miel se distingue par sa couleur foncée, son goût riche et caramélisé, ainsi que sa haute teneur en antioxydants.

La caroube est un produit de terroir, presque inexploité il faut faire beaucoup d'efforts pour qu'on puisse exploiter cette richesse ainsi que bénéficier de ses composants aux usages agroalimentaires aux vertus thérapeutiques.

Les objectifs de ce mémoire consistent à étudier l'impact de l'incorporation du sirop de caroube sur les caractéristiques physico-chimiques, fonctionnelles et sensorielles dans le jus naturel et le jus commercial avec différents taux de l'incorporation.

Cette étude est structurée en trois parties distinctes. La première partie traite d'une analyse bibliographique et scientifique sur le caroubier, la mélasse, le jus naturel et le jus industriel. La deuxième partie se concentre sur la phase expérimentale, comprenant une section dédiée au matériel et à méthodes utilisées pour analyser les effets de l'incorporation de sirop sur les qualités des jus, ainsi qu'une autre section présentant les résultats obtenus avec leurs discussions. Enfin, la troisième partie consiste en une conclusion générale qui récapitule l'ensemble de travail effectué et les recommandations.

Partie 1 :
Synthèse bibliographiques

Chapitre I

Le caroube et la mélasse

1. Le caroubier

1.1. Taxonomie

Son nom latin, *Ceratonia*, vient du grec keratia, signifiant "petite corne" (voir ses gousses en forme de trompette à maturité). Nom de l'espèce *siliqua*, en latin silique ou gousse (Abderrahim et al., 2021). Cet arbre appartient à l'ordre des *Fabales* et à la famille des *Fabaceae*, comme illustre le tableau I (Ghédira et Goetz, 2019).



Figure 1 : Arbre caroubier (Anonyme).

Tableau I : Classification systématique du caroubier (Ghédira et Goetz, 2019).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Viridiplantae</i>
Embranchement	<i>Embryophytes</i>
Sous-embranchement	<i>Tracheophyta</i>
Classe	<i>Magnoliposida</i>
Sous classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Fabales</i>
Famille	<i>Fabaceae</i>
Genre	<i>Ceratonia</i>
Espèce	<i>Ceratonia siliqua L.</i>

1.2. Biologie du caroubier

Le caroubier est un arbre ou arbuste sclérophylle, sempervirent, qui peut atteindre 7 à 20 m de hauteur et une circonférence à la base du tronc de 2 à 3 m. Il a une écorce lisse et grise lorsque la plante est jeune; et brune et rugueuse à l'âge adulte. Son bois de couleur rougeâtre est très dur. Le caroubier peut vivre jusqu'à 200 ans (Ait Chitt et al., 2007).

1.3. Caractères botaniques et écologiques

C'est un essence dont la couronne est puissante, arrondie, occupe une grande surface chez les sujets âgés. Le caroubier présente une bonne résistance à la sécheresse mais est sensible au froid (Biner et al.2007).

Son feuillage est ovale de couleur vert luisant à la face dorsale et vert pâle à la face ventrale; caractérisé par un pétiole de 10 à 20 cm de longueur composé de 4 à 10 folioles (Rejeb et al., 1995; Batlle et al., 1997; Ait chitt et al., 2007).

1.4. Composition chimique

La caroube est constituée de pulpe 90% et des graines 10%. La graine est utilisée pour l'extraction de galactomannanes (Haddarah et al., 2013). Tandis que, la pulpe est riche en hydrates de carbone ainsi qu'en fibres alimentaires, polyphénols, tannins et flavonoïdes. Elle contient également une faible quantité de protéines et de lipides (Bengoechea et al., 2008).

La gousse de caroube est riche en minéraux (Calixto et al., 1982). Le saccharose est le sucre prédominant dans la caroube, suivi du glucose et du fructose ; les concentrations d'autres sucres comme le xylose et le maltose sont plus modestes. (Papagiannopoulos et al., 2004).

L'activité antioxydante de la caroube, attribuée à la présence de polyphénols, a été détaillée dans plusieurs recherches (Hariri et al., 2009). Selon Kumazawa et al. (2002), les polyphénols non raffinés contenues dans la gousse agissent comme un rempart contre la décoloration du β -carotène.

1.5. Aire de dispersion du caroubier

Le caroubier est une espèce native au bassin méditerranéen (Brassesco et al., 2021). On trouve le caroubier en Algérie, Maroc, Tunisie, Italie, Espagne, Grèce, Chypre et au Liban (Hillcoat et al., 1980).

Il a également été introduit aux États-Unis d'Amérique (Californie), les Philippines, l'Iran, l'Afrique du Sud et l'Australie (Batlle et Tous, 1997). La figure 3 met la lumière sur la distribution géographique de *Ceratonia siliqua*.



Figure 2: Aire de distribution du caroubier dans le monde (Batlle et Tous, 1997).

1.6. Production mondiale de la caroube

D'après les données du **FAO STAT (2019)**, la production est estimée à 136 539 tonnes par an. Avec une production de 41 909 tonnes par an, le Portugal est en tête, suivi de l'Italie, du Maroc, de la Turquie et de la Grèce. Selon les données de 2019, l'Algérie se classe septième parmi les pays producteurs avec une production de caroube de 4042 tonnes/an.

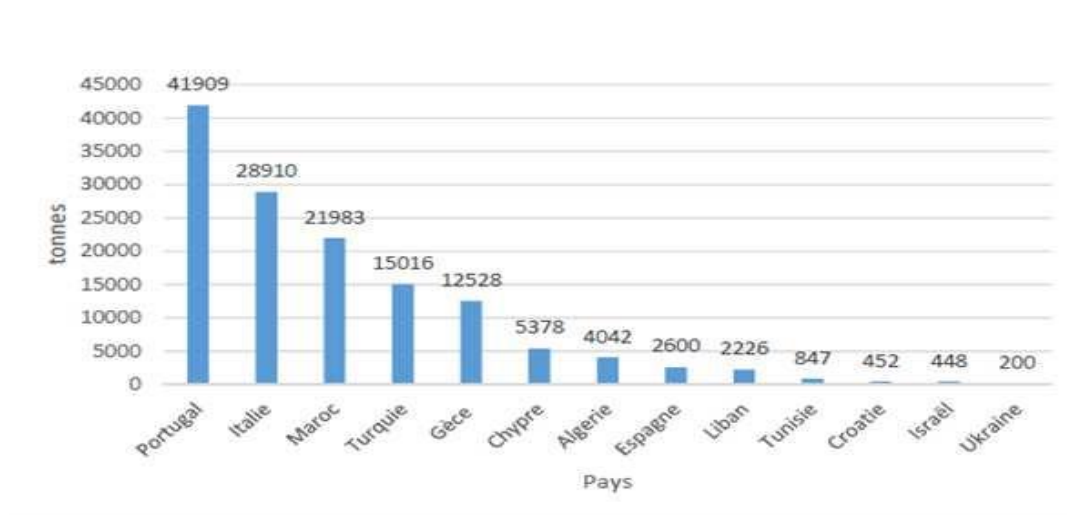


Figure 3 : Production mondiale de la caroube en 2017 (FAOSTAT, 2019).

1.7. Production en Algérie

En Algérie, le caroubier est plantée dans dans les zones humides du littoral, les zones subhumides de l'Atlas tellien et les zones semi-arides de l'Atlas saharien. On peut l'observer à l'état sauvage aux côtés de l'amandier, de *Olea Européa* et du *Pistacia Atlantica* dans les régions subhumides et humides. Il est à l'abri du gel dans les vallées tempérées situées à des élévations de 100 à 1300 mètres. Selon **Rebour (1968)**, les températures oscillent entre 5°C et 20°C, tandis que les précipitations fluctuent de 80 mm à 600 mm par an.

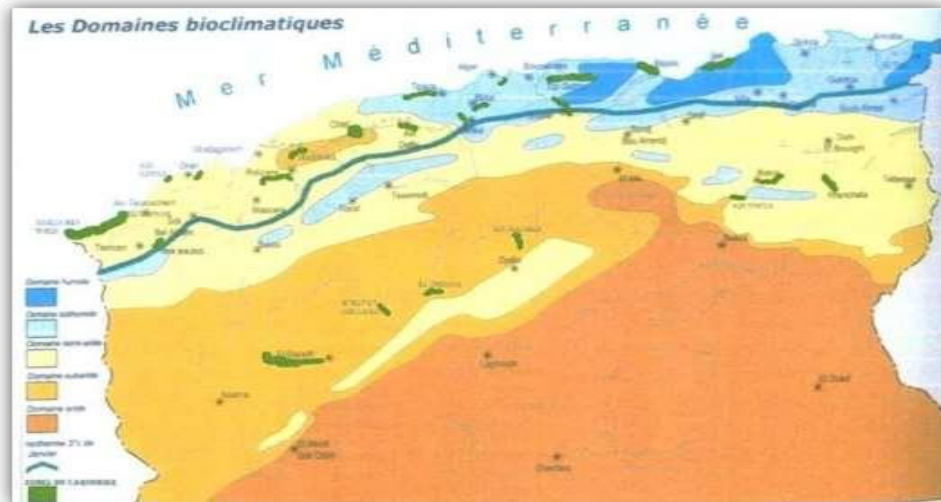


Figure 4 : Répartition du caroubier et sa culture suivant les domaines bioclimatiques (A.N.R.H, 2004).

Cependant, durant ces dernières années, l'Algérie a commencé à se faire une place sur le marché de la caroube en mettant en place une unité à Mascara dédiée à la production de poudre de caroube, qui est exportée à l'étranger.

En 2009, Béjaïa compte la wilaya qui occupe la première place, en terme de la superficie cultivée en caroube avec 70,55%, suivie par la wilaya de Blida 23,79% et Tipaza 16,55% (FAOSTAT, 2023). La production nationale de la caroube est estimée à 3655 tonnes (FAO, 2014). La superficie cultivée du caroubier dans le Nord -Ouest de l'Algérie (comprenant la wilaya de Tlemcen et Mascara) ne représente que 6 ha, soit 0,65 %de la superficie nationale, tandis que la production de la caroube est seulement de 0,39% (FAO, 2014).

Tableau II: Surface de la production de caroube en Algérie (FAOSTAT, 2011).

Ville	Surface cultivée (ha)	Production (qx)
Bejaia	654	18417
Tipaza	105	5600
Blida	100	8050
Boumerdase	32	1080
Bouira	22	144
Mira	10	80
Tlemecen	05	100
B.B arreridj	04	20
Ain defla	02	300
Massacara	01	30
Tizi-ouzou	01	20
Totale	927	33841

2. La mélasse de caroube

2.1. Définition

Thamant Oukharouv, également connu sous le nom de mélasse de caroube, est un épais sirop brun fabriqué à partir de la pulpe dégrainée de la gousse. Il est largement utilisé. Elle peut être intégrée dans des plats cuisinés ou dégustée en dessert.

Ce produit est prisé du fait de son origine locale, de sa nature naturelle et de son coût très abordable.

Le sirop de caroube est consommé comme un aliment énergétique grâce à sa composition nutritionnelle riche en sucres (Tetik et al. 2011),

Le sirop de caroube en particulier et les sirops de fruits en général sont des produits de confiserie traditionnels connus dans certains pays méditerranéens la mélasse est généralement produite en concentrant le jus de fruits jusqu'à atteindre une concentration de sucre élevée, mesurée à environ 65°-80° degrés Brix (Tounsi *et al.*, 2017; Clodovero *et al.*, 2022).



Figure 5 : La mélasse de caroube (photo originale)

2.2. Valeur nutritionnelle

Mélasse contient principalement quantité (50 à 80%) de sucres naturels. Par conséquent, un tel produit pourrait être considéré comme un aliment naturel, énergétique, et sain, ce qui est important pour nutrition humaine. De plus, la mélasse peut facilement passer dans le sang sans digestion car il contient des sucres simples (glucose et fructose). C'est donc un aliment important, en particulier pour les bébés et les enfants qui ont un besoin urgent en énergie (Toker *et al.*, 2013 ; Tounsi *et al.*, 2017). De plus la mélasse de caroube est riche en minéraux (particulièrement K, Ca, Mg, Na, P et Fe). Le sirop de caroube contient les substances bioactives telles que les polyphénols et les produits de réactions de brunissement, ce qui justifie son utilisation comme remède naturel contre de nombreuses pathologies (Tounsi *et Kechaou*, 2019)

2.3. Utilisation de mélasse de caroube

La mélasse de caroube est employée surtout en agro-alimentaire comme antioxydant grâce à sa composition riche en polyphénols et pour la production industrielle de bioéthanol et d'acide citrique utilisés dans le domaine pharmaceutique, textiles et cosmétiques (Sbay, 2008). Le sirop de caroube trouve plusieurs applications alimentaires, par exemples, il est consommé avec le yaourt comme garniture, les céréales, les glaces ou les fruits. Il peut aussi être

incorporé dans la préparation de sauces pour accompagner des plats salés, comme les viandes ou les légumes grillés ; il est utilisé comme substituant naturel du miel. Il est employé aussi avec le sirop et la pâte de dattes pour la préparation des produits de pâtisserie. Le sirop de caroube trouve également des applications thérapeutiques comme un remède naturel pour soulager ou traiter certaines maladies courantes liées au système digestif (aphtes buccaux, douleurs abdominales, crise hémorroïdaire, ulcères d'estomac, reflux gastrique, ballonnement, constipation et diarrhée) et système respiratoire (mal de gorge, toux, expectoration, grippe et bronchite) (**Tounsi et Kechaou 2019**).

Chapitre II

Jus d'orange

1. Le jus

1.1 Généralités sur l'orange

L'orange (*Citrus sinensis*) est un arbre à feuillage persistant qui fait partie de la catégorie des Rutacées, avec une configuration chromosomique de $2n=2x=18$. L'orange est un fruit de la saison hivernale cultivé dans les régions à climat tropical et subtropical (climat chinois et méditerranéen). Grâce à sa couleur éclatante irrésistible et son goût et arôme attirants, la mandarine est parmi les fruits agrumes les plus prisés. On se réfère à *Citrus reticulata*, aussi appelée mandarine, pour désigner les oranges à peau lâche. L'orange est un hespéridie. On le considère comme un habitant natif de l'Asie tropicale et subtropicale, notamment du sud-est asiatique et des Philippines.

(Swati Shukla *et al.*, 2020)

Chaque année, plus de 50 millions de tonnes d'orange sont produits destinés à la consommation mondiale due à la recommandation élevée du consommateur **(Traquato *et al.*, 2017)**.

1.2. Définition du Jus

Le jus de fruits est un produit alimentaire liquide naturel non fermenté, mais fermentescible, tiré de la partie comestible d'un fruit sain mature, qu'il soit frais ou conservé. Les jus possèdent la couleur, l'arôme et le goût caractéristiques des fruits dont ils proviennent **(Codex Alimentarius, 2005)**.

Le jus d'orange est l'un des jus de fruits les plus consommés au monde, car il offre une option nutritive avec une saveur agréable pour une large variété de consommateur **(Alaa Ewais *et al.*, 2021)**.

Le jus d'orange est l'un des produits alimentaires les plus prisés en Algérie. Il est consommé par les enfants et les adolescent, seul comme dessert ou comme snack accompagné avec des biscuits, des gaufres.

1.2. Types de jus d'orange

Les jus d'orange sont classés en plusieurs catégories de produit en fonction de leur procédé de fabrication et selon leur teneur en fruit, comme illustre le tableau III.

Tableau III : Les types de jus

Type de jus	Caractéristiques	Reference
Purs jus de fruits	Contiennent 100% de jus de fruit naturel	(Dila ,2013)
Jus à base de concentré de fruits	Contiennent 100% de jus de fruit suivie d'une concentration par évaporation d'eau.	(Chanson-Rolle <i>et al.</i>, 2016)
Nectars de fruits	Obtenus par ajout d'eau au jus ou à la purée de fruits.	(Braesco, <i>et al.</i>, 2013).
Jus gazéifiés	Obtenus par ajout du gaz carbonique au jus de fruit.	(Benamara et Agougou, 2003)
Jus fermentés	Obtenus par une fermentation lactique. Leur contenu est riche en acide lactique.	Buruleanu et Manea, 2006).

1.3. Qualité nutritionnelle des jus d'orange

En raison de sa composition, le jus d'orange est considéré comme une boisson nutritive et hydratante **(Benamara et Agougou, 2003)**. Il contient en partie les constituants hydrosolubles de l'orange ; riche en glucides, minéraux, vitamines, acides, et substances aromatiques. Les glucides forment un apport énergétique important du jus (tableau VII). Les carotènes, les flavonoïdes, et les composés volatiles influencent sur les propriétés sensorielles du produit. **(Hendrix et Redd, 1995)**.

Tableau IV : Propriétés nutritionnelles des composants d'un jus de fruit (Souci et al.)

Composant	Propriétés
Eau	Avec plus de 85% d'eau, le jus de fruit contribue à satisfaire nos besoins hydriques et compenser les pertes.
Glucides	Avec une teneur de 12%, les glucides sont une source d'énergie métabolique et du stock de glycogène. Les glucides sont également responsables de la saveur du jus et influencent sa consistance, sa viscosité et ses propriétés organoleptiques.
Acides organiques	L'acide citrique est responsable de la saveur acidulée du jus d'orange, celle-ci influence la perception sensorielle des composés volatils du jus.
Vitamines C	Antioxydant, stimulant dans l'absorption du Fer et composé essentiel dans la résistance aux infections.
Vitamine B9	Antianémique, intervient dans le renouvellement tissulaire et renforce les systèmes immunitaire et nerveux.
Vitamine E	Antioxydant, participe au bon fonctionnement des systèmes immunitaire et nerveux et joue un rôle dans la fertilité.
Minéraux	Le potassium est le minéral le plus abondant. Il est indispensable à l'équilibre nutritionnel participe à de nombreuses réactions chimiques dans le corps.
Caroténoïdes	Pigments, provitamine A, ils ont des effets anti-cancéreux, antioxydant et de protection des tissus.
Fibres	Ils facilitent le transit intestinal et contribuent au bien être digestif.

Tableau V : Compositions biochimiques de l'orange (Albrigo, 1970).

Composants (g)	Contenance
Valeur énergétiques	40 Kcal
Eau	85,70 %
Glucides	8.5 à 12%
Acides organiques	1.2 % (acide citrique et un peu d'acide malique).
Vitamines	dominé par une teneur en vitamine C
Minéraux	40mg/ 100 g
Pigments	Anthocyanes

1.4. Composition physico-chimique de jus d'orange:

Tableau VI : Caractéristique physiques et chimiques moyennes des oranges analysées Khan A. *et al.*, (2018), Bhosale *et al.*, (2000), Nakadi *et al.*, (2002), Wasker (2009), Kayshar *et al.*, (2014), Atulbhai Riddhi M. (2015) ainsi que par Raj *et al.*, (2011).

Caractéristiques physiques	Valeur moyen
Poids moyen du fruit	121,90g
Poids moyen de la peau	32,04g
Caractéristiques chimiques	Valeur moyenne
Solides solubles totaux (SST)	10,72 °Brix
Acidité totale titrable	0,62%
Acide ascorbique	43,46 mg/100ml
Sucre réducteur	3,87%
Sucre non réducteur	5,76%
Sucre total	9,63%

Partie 2 :
Partie pratique

Matériels et méthodes

Objectif du travail.

Cette étude a pour objectif de valoriser le sirop de caroube en l'incorporant dans le jus d'orange naturel et industriel avec des taux (0-1-2.5%), ainsi que mettre la lumière sur l'impact de l'enrichissement de ces jus avec la mélasse sur les propriétés physico-chimiques, fonctionnelles et sensorielles.

1. Matériel**1.1. Matériel biologique****1.1.1. Caroube *Ceratonia Siliqua***

Les gousses de caroube utilisées dans cette étude ont été récoltées dans la région d'Iferhounene, située dans la wilaya de Tizi-Ouzou. Elles ont été récoltées en août 2024 et stockées à l'abri de la lumière, jusqu'à leur utilisation ultérieure.

2.1.2. Matériel non biologique

Les équipements, les dispositifs et les réactifs utilisés dans cette étude sont listés dans l'annexe.

2. 1. Ingredient

Les divers ingrédients utilisés sont listés dans le Tableau III.

Tableau VII : Les ingrédients employés dans la formulation des produits

Produits	Ingredients
Le jus naturel	Extraction d'orange
La mélasse	Gousses de caroube et l'eau potable
Le jus industriel	Fruit d'or

2. Méthodes**2.1. Préparation du sirop de caroube**

Le sirop de caroube est élaboré en suivant la technique traditionnelle, mais avec des modifications concernant l'étape d'extraction du jus de caroube. D'abord, les gousses de caroube sont lavées avec l'eau, puis concassées la pulpe est séparée des grains. Ensuite, on procède à l'extraction aqueuse du jus de caroube en plongeant la pulpe dans de l'eau bouillante dans le rapport solide/liquide=1 Kg/ 4 L durant 1 heure.



(a) Gousse de caroube
+ Nettoyage et lavage



(b) concassage



(c) Séparation des graines



(d) Extraction aqueuse



(e) Concentration du jus par évaporation



(f) Mélasse de caroube

Figure 6: Etapes pour obtenir la mélasse à partir des gousses de caroube

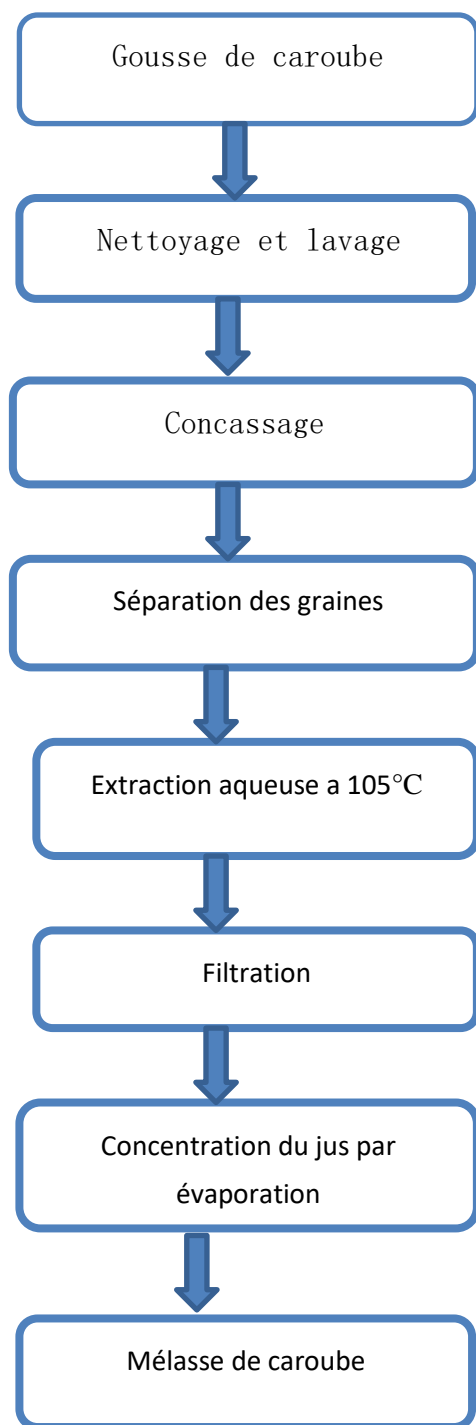


Figure 7 : Diagramme de fabrication de la mélasse de caroube

2.1.1 Analyses physico-chimiques de la mélasse de caroube

2.1.1.1. Détermination du pH

a) Principe

Le pH est mesuré par un pH-mètre dont sa valeur est en fonction de la concentration des ions hydronium présents dans la solution (Geoffrey, 2011).

b) Mode opératoire

La mesure a été réalisée en plongeant l'électrode du pH mètre dans la solution;

- ✧ Rincer le pH-mètre avec de l'eau distillée et essuyer avec du papier absorbant;
- ✧ Peser 10 g de mélasse de caroube;
- ✧ Ajouter 10 mL d'eau distillée et agiter;
- ✧ Placer l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon de la mélasse;
- ✧ Lire la valeur du pH à température ambiante.

2.1.1.2. Détermination de l'acidité titrable (AFNOR, 1997) □

a) Principe

L'acidité titrable mesure tous les ions H^+ disponibles dans le milieu, qu'ils soient dissociés, c'est-à-dire ionisés, ou non. Le principe de la méthode consiste à un titrer l'acidité avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

b) Mode opératoire

On pèse 1g de mélasse de caroube auquel on rajoute 20mL d'eau distillée, et on homogénéise la solution. Ensuite, on introduit 3 gouttes de phénolphtaléine dans la solution préparée, puis on titre avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0,1N) jusqu'à ce qu'un changement de couleur soit observe et le pH de 8,2 est atteint.

c) Expression des résultats

L'acidité titrable est donnée par la relation suivante

$$AT(\text{ml}) = V(\text{NaOH}) \times [\text{NaOH}] / V(\text{échantillon})$$

AT: Acidité titrable en (Mol/L).

V(NaOH): Volume de NaOH utilisé.

[NaOH] : La concentration de NaOH utilisé.

V (échantillon) : Volume de l'échantillon.

2.1.1.3. Détermination du degrés Brix

Le degré de Brix est la quantité de sucre ou de matière sèche soluble contenue dans une solution. Le degrés Brix est mesuré directement à l'aide d'un réfractomètre (**Tounsi *et al.*, 2019**).

Mode opératoire

Laver le prisme avec de l'eau distillée puis le sécher en utilisant du papier absorbant;

Appliquer quelques gouttes du sirop de caroube;

Orienter l'appareil vers la lumière et regarder à travers l'oculaire du réfractomètre;
Lire la valeur indiquée sur l'échelle du réfractomètre ou se trouve la ligne de réfraction.

2.1.1.4. Détermination de la teneur en eau

a) Principe

Il permet la détermination de la quantité d'eau existante dans l'échantillon exprimée en pourcentage et elle consiste à sécher la prise d'essai à l'étuve réglée à 105°C jusqu'à avoir un poids constant.

b) Mode opératoire

- ✧ Peser les creusets vides et noter leurs poids P_0 ;
- ✧ introduire dans chacun des 3 creusets 5 g de mélasse de caroube ;
- ✧ Placer les sur une plaque chauffante pour éliminer le maximum d'eau ;
- ✧ Sécher dans l'étuve à 105°C jusqu'à obtenir un poids constant ;
- ✧ Retirer les creusets de l'étuve et placer les dans un dessiccateur, laisser refroidir puis peser les trois creusets.

c) Expression des résultats

La teneur en eau est donné par la formule suivante :

$$\text{Teneur en eau (\%)} = \left[\frac{(p1-p2)}{p1} \right] \times 100$$

P1: poids initial en (g) avant le séchage.

P2: poids final en (g) après séchage .

On déduit le pourcentage de matière sèche à partir de la teneur en eau, selon l'équation suivante :

$$\text{Taux de matière sèche \%} = 100 - \text{teneur en eau \%}$$



Figure 8: la détermination de la teneur en eau

2.1.1.5. Détermination de la teneur en cendres

La méthode implique une combustion de la mélasse de caroube dans un four à moufle, utilisant des creusets en porcelaine, à une température atteignant les 550°C.

Mode opératoire :

- ✧ Dans trois récipients en porcelaine (après avoir noté leur poids initial (m_0), ajoutez 5g de mélasse de caroube à chacun d'eux (m_1).
Évaporer le plus d'eau possible.
- ✧ Placer le tout dans un four à moufle préchauffé à 550°C pour une durée de 5 heures.
Une fois séchés
- ✧ les trois creusets contenant les cendres sont pesés (m_2).

c) Expression des résultats

$$Tc(\%) = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Tc : Taux de cendres en %.

m_0 : La masse du creuset vide en (g).

m_1 : La masse du creuset et l'échantillon avant séchage en (g).

m_2 : La masse de creuset et l'échantillon après séchage en (g).

2.1.1.6 .Détermination de la viscosité

a) Principe

Cette technique repose sur l'utilisation d'un viscosimètre à chute de bille. Il s'agit d'une méthode analytique permettant de déterminer la viscosité dynamique d'un fluide en mesurant le temps de chute d'une bille à travers une colonne de liquide. Elle se base sur la relation de Stokes, qui établit un lien direct entre la vitesse de descente de la bille et la viscosité du fluide traversé.

b) Mode opératoire

- Remplir le cylindre avec de la mélasse de caroube;
- Inverser le cylinder;
- Utiliser un chronomètre pour évaluer la durée de chute de la bille.

c) Expression des résultats

La viscosité dynamique du sirop de caroube est calculée en utilisant la formule suivante :

$$\mu = k \times (\rho_1 - \rho) \times t$$

μ = Viscosité dynamique en centipoises.

K=constante de la bille métallique du viscosimètre =(35).

ρ_1 =la masse volumique de la bille métallique (la densité de la bille =8,02g /ml).

ρ =la masse volumique de la mélasse =0,87g /ml=0,87Kg /L.

t= le temps de descente en minutes entre les deux repères.

2.1.1.7. Détermination de la teneur en fibres totaux

a) Principe

La teneur en fibres est déterminée selon la méthode de (ALIM *et al.*, 2023).

L'échantillon subit une hydrolyse acido-basique forte à chaud qui dissout la majorité du contenu cellulaire à l'exception des fibres et minéraux. Le mélange obtenu est incinéré afin de déduire la teneur en fibres.

b) Mode opératoire

On note le poids de creuset vide M_1 . Ensuite, on met 1 g de mélasse de caroube dans un erlenmeyer de 500 ml. On ajoute 150 ml d'acide sulfurique à 1.25%, puis on chauffe à 100°C durant 30 min. Ensuite on filtre et on rince à l'eau chaude pour se débarrasser des résidus d'acide fort.

Puis, on procède au même traitement mais cette fois-ci en utilisant de la potasse 1.25%. On filtre et on rince à l'eau chaude pour éliminer les résidus de base forte. On note le poids de l'extrait sec M_2 .

Ensuite, on sèche l'extrait humide à l'étuve réglée à 105°C pendant 3 heures. Enfin, on incinère le résidu sec dans un four à moufle à 550°C pendant 5 heures. On note le poids après incinération M_3 .

c) Expression des résultats

La teneur en fibres totaux est calculée en utilisant la relation suivante :

$$FT\% = (M_2 - M_3) \times 100.$$

FT% : Teneur en fibres totaux.

M_2 : Poids de l'extrait après séchage.

M_2 : Poids de l'extrait après incinération.

2.1.4. Préparation du jus a la caroube

On incorpore du sirop de caroube dans les jus naturels et industriels de tels sorte on obtient des jus naturels et industriels avec les teneurs suivantes en sirop de mélasse (0-1-2.5%).

Jus 0% (naturel industriel) \implies 1L de jus

Jus 1%(naturel industriel) \implies 1L de jus + 10 g de mélasse de caroube

Jus 2.5%(naturel industriel) \implies 1L de jus + 25 g de mélasse de caroube

2.1.5. Analyses physico-chimiques des jus

2.1.5.1. Analyses globales

On a déterminé le pH, l'acidité titrable, le degré Brix, la viscosité, la teneur en eau, la teneur en cendres et on a adopté les mêmes protocoles expérimentaux que ceux de la mélasse.

2.1.6. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle consiste à évaluer les caractéristiques organoleptiques d'un produit à l'aide des 5 sens qui permettent d'apprécier la qualité, le goût, la texture et d'autres éléments perceptibles d'un produit, dans le but de garantir sa conformité aux standards et aux exigences des consommateurs.

Après avoir été préparés, les produits ont subi des analyses physico-chimiques.

Nous avons mis en place une session de dégustation au sein de notre faculté. Cette dégustation nous a donné l'occasion d'apprécier la qualité sensorielle. Un panel de 45 dégustateurs a été impliqué, chacun recevant des échantillons d'une manière anonyme. Les dégustateurs ont du rincer leur bouche avec de l'eau, ce qui a permet d'éliminer toute trace de goût de l'échantillon précédent.

2.1.7. Analyses statistiques

Les analyses statistiques des paramètres sensoriels ont été réalisées grâce aux logiciels SPSS et JASP. Il s'agit d'une analyse quantitative qui repose sur deux tests :

L'Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) et la Corrélation de Spearman.

Le test de Spearman, qui s'inscrit dans la catégorie des statistiques non paramétriques, évalue la corrélation par rang. Il a pour but d'étudier le lien entre deux variables ordinales ou des variables quantitatives qui ne respectent pas la distribution normale.

L'analyse Factorielle des Correspondances quant à elle, il s'agit d'une méthode utilisée pour examiner les liens entre deux variables qualitatives. Elle offre la possibilité de représenter graphiquement les données dans un espace de dimensions réduites tout en préservant autant que possible la variance. L'échantillon que vous avez précédemment goûté. Ils étaient aussi tenus de compléter une fiche d'évaluation pour chaque article examiné, inscrivant leurs impressions et observations, comme l'indique la figure.

Chapitre IV

Résultats et discussion

III. Résultats et discussion

1. Analyses physico-chimiques de la mélasse de caroube

Le tableau VIII résume quelques propriétés physico-chimiques de la mélasse de caroube.

Tableau VIII : Résultats des analyses physico-chimiques pour le sirop de caroube.

Paramètres	Valeurs
PH	5.41
Degré Brix	75°B
Teneur en eau	24.55%
Teneur en cendres	3,017%
Acidité titrable	17.4 ml
Teneur en fibres	6%

Notre résultat concernant le potentiel hydrogène du sirop de caroube montre que son pH est acide (5.41). Ceci s'explique par sa richesse en acides phénoliques, acides organiques, acides aminés acides tels que : acide 4-hydroxybenzoïque, acide caféïque, acide cinnamique, acide coumarique, acide ferulique, acide gallique, acide syringique , acide glutamique et acide aspartique qui confèrent de l'acidité à la mélasse de caroube (**Owen et al., 2003; Custodio et al., 2011**). Notre résultat (5.41) ne concorde pas avec le résultat de (**Tetik et al., 2011**) et de (**Tounsi et al., 2021**) qui ont obtenu respectivement [5.02-5.12] et 5.14 Cela s'explique par le fait que les pulpes de caroube des variétés turques et tunisiennes sont plus acide et plus riches en aides phénoliques et organiques et en acides aminés acides que la pulpe de caroube de *Ceratonia siliqua* var *Iferhounene*. De plus, on remarque que les variétés turques et tunisiennes produisent une pulpe caractérisée par une acidité titrable légèrement plus élevée que celles des variétés algérienne pour la même raison qu'on a soulignée en haut.

Le tableau VII révèle que la teneur en eau du sirop de caroube qu'on a fabriqué est de 24.55%. Ce résultat n'est pas en concordance avec le résultat de (**Özcan et al., 2009**) qui ont enregistré une valeur de 34.65%. Ceci s'explique par le fait que les gousses de caroube des variétés turques ont initialement une teneur en eau plus élevée que ses homologues

algériennes, ou par le fait que le procédé de séchage de gousses est plus drastique en Algérie qu'en Turquie, ou la concentration du jus de caroube par évaporation est plus accentué en Algérie qu'en Turquie. La teneur initiale de la pulpe de caroube en eau diffère d'un pays à un autre, d'une région à une autre et cela dépend de plusieurs facteurs : à l'instar des cultivars, les facteurs climatiques et le temps de récolte influence significativement la teneur en eau de la caroube (EL Batal et al., 2016 ; Rodriguez-Solana et al., 2021 ; Ikram et al., 2023).

Le tableau VII montre que la teneur en solides solubles totaux de notre sirop de caroube est de 75 °Brix. Notre résultat ne coïncide pas avec le résultat de (Tounsi et al., 2021) qui ont obtenu 60-70-80 °Brix. Ceci est dû à la teneur plus élevée en sucre totaux des gousses de caroube tunisiennes par comparaison aux gousses de caroube algériennes. Cela est dû aussi au fait qu'on a éliminé moins d'eau par rapport à celles de 60 et 70 °Brix et plus d'eau par rapport à celles de 80 °Brix lors de la concentration de jus de caroube par évaporation. On peut préparer le sirop de caroube avec un degré Brix qu'on souhaite en fonction de la teneur initiale de la pulpe de caroube en sucres totaux et en fonction de la quantité d'eau qu'on élimine par évaporation lors de la concentration du jus de caroube.

Par ailleurs, notre résultat concernant la teneur en cendres du sirop de caroube est de 3.017% et il ne concorde pas avec les résultats de (Tounsi et al. 2021) qui ont obtenu respectivement [4.14-4.99]. Ceci s'explique par le fait que les gousses de caroube des variétés tunisiennes ont une teneur légèrement plus élevées que celles des variétés algériennes. La composition minérale du sol et les facteurs climatiques affectent considérablement la teneur en cendres les pulpes de caroube, par conséquent elle impacte la teneur en minéraux du sirop de caroube.

Nos données concernant la teneur en fibres du sirop de caroube (6%) montre que le sirop qu'on a élaboré à base de pulpe de *Ceratonia siliqua* var Iferhounene est plus riche en fibres alimentaires que le sirop à base de la pulpe de caroube des variétés tunisiennes. Il y a une variabilité génétique entre les variétés algériennes et les variétés tunisiennes en termes de la teneur en fibres alimentaires. On distingue des fibres solubles qui sont les pectines et les hémicelluloses et les fibres insolubles qui sont la cellulose et la lignine. Le nombre de jours

d'enseuillement, la durée de l'enseuillement, l'intensité lumineuse, la composition du sol en matière organiques et les pratiques culturelles influencent significativement la richesse du sirop de caroube en fibres alimentaires.

2. Analyses physico-chimiques des jus naturels et des jus naturels enrichis

Le tableau IX illustre les propriétés physico-chimiques du jus naturel, des jus naturels enrichis avec le sirop de caroube.

Tableau IX : Caractéristiques physico-chimique du jus d'orange naturel et des jus d'oranges naturels fortifiés

Paramètres	Jus Naturel Témoin	Jus Naturel 1% Sirop de caroube	Jus Naturel 2.5% sirop de caroube
pH à 25°C	4,34	4,33	4,28
Acidité titrable	5,3 ml	6 ml	8 ml
Degrès Brix	10°B	12°B	13°B
Viscosité	1,79 s	2,26 s	2,66 s
Teneur en eau	10,43%	10,60%	10,46%

Le tableau VIII montre que les pH et les acidités titrables du jus naturel témoin, du jus naturel enrichi avec 1% sirop de caroube et le jus naturel supplémenté avec 2.5% sirop de caroube sont respectivement 4.34-4.33-4.28 et 5.3-6-8 ml. Il s'agit de même produit alimentaire qu'on a enrichi à des taux différents de sirop de caroube. On Remarque que l'ajout de la mélasse de caroube permet la diminution du pH et l'augmentation de l'acidité titrable. Ceci confirme la richesse du sirop de caroube en acides phénoliques et acides organiques et en acides aminés acides qui entraînent la diminution du pH et l'élévation de l'acidité titrable. Leurs concentrations variant considérablement en fonction de la composition chimique du fruit, du temps de la récolte et des conditions environnementales, allons de 45 à

5376 mg EAG/g MS (Owen et al., 2003; Papagiannopoulos et al., 2004; Ayaz et al., 2007; Biner et al., 2007; Cavdarova et al., 2014).

Le tableau VIII montre que la viscosité du jus naturel sans mélasse est de 1.79 secondes. Notre résultat est très proche du résultat de (Allam et al., 2009), qui ont obtenu une viscosité de 1.71 secondes. Il y a une similarité entre les propriétés rhéologiques des jus d'oranges issus d'extraction naturels à partir des oranges de variétés algériennes et égyptiennes. Ceci s'explique par une ressemblance génétique entre les deux variétés et les procédés naturels d'extraction de jus d'orange et une composition chimique du fruit très proche.

La viscosité du jus naturel 1% mélasse et du jus naturel 2.5% mélasse sont respectivement 2.26 et 2.66 secondes. L'augmentation du taux d'incorporation du sirop de caroube entraîne une augmentation en solides solubles totaux (notamment les sucres), qui provoque à son tour, par conséquent l'élévation de la viscosité du jus naturel enrichi avec la mélasse de caroube, ce qui est cohérent avec nos résultats.

Le degrés Brix du jus naturel, du jus naturel 1% mélasse et du jus naturel 2.5% mélasse sont respectivement 10, 12 et 13°Brix. On Remarque l'augmentation du degrés Brix du jus naturel avec l'élévation du taux d'incorporation du sirop de caroube. La viscosité est directement proportionnelle avec le degré Brix. Il y a une corrélation directe entre le degrés Brix, la teneur en sucres et la viscosité. Le sirop de caroube apportent une quantité supplémentaire en sucres et en acides organiques et phénoliques solubles, ce qui entraîne l'augmentation du degrés Brix et de la viscosité.

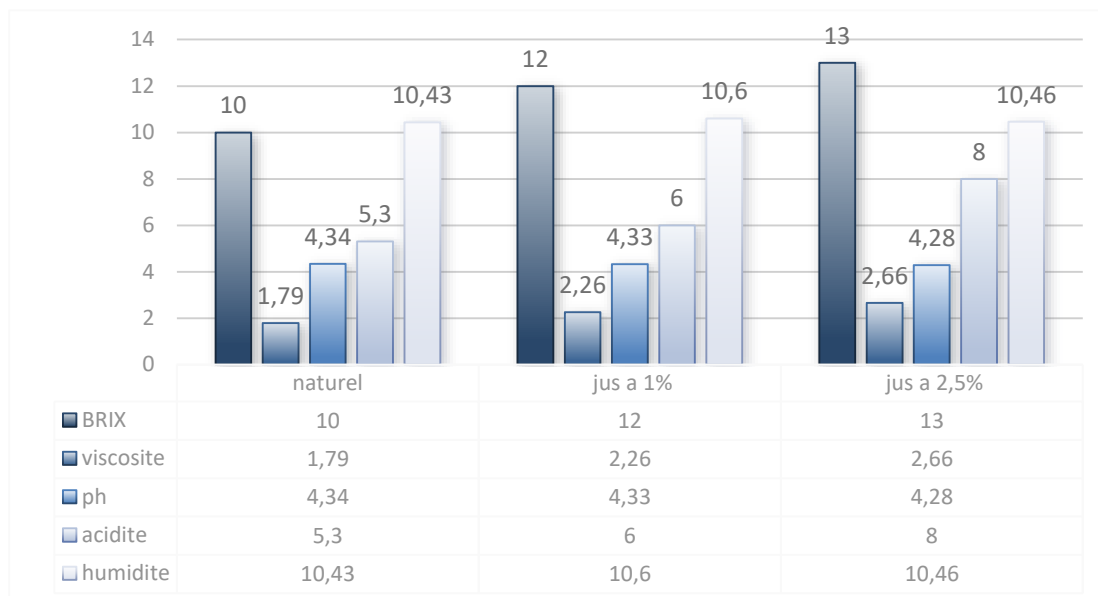


Figure 9 : Caractéristiques physico-chimiques de jus d'orange naturel et avec les deux concentrations de mélasse de caroube

3. Analyses physico-chimiques du jus industriel et des jus industriels enrichis

Le tableau IX illustre les propriétés physico-chimiques du jus industriel et des jus industriels enrichis avec le sirop de caroube.

Tableau IX : Caractéristiques physico-chimiques du jus d'orange industriel témoin et des jus d'oranges industriels fortifiés avec la mélasse de caroube.

Paramètres	Jus industriel Témoin	Jus industriel 1% sirop de caroube	Jus industriel 2,5% sirop de caroube
pH à 26°C	3,86	3,69	3,52
Acidité titrable	3,2 ml	3,9 ml	5 ml
Degrès brix	13,8 °B	14,2 °B	15 °B
Viscosité	2,28 s	2,35 s	2,76 s

Nos résultats concernant le pH et l'acidité titrable pour le jus industriel témoin, le jus industriel 1% mélasse et le jus industriel 2.5% mélasse sont respectivement : (3.86-3.69-3.52) et (3.2-3.9-5 ml). Nos résultats concordent avec les résultats de **(Belitz et al., 2009)** qui ont rapporté une valeur située entre 3 et 4. On remarque la même tendance entre les jus naturels et le jus industriels concernant l'augmentation du taux d'incorporation qui entraîne une diminution du pH, augmentation de l'acidité titrable, augmentation du degrés Brix et de la viscosité pour les mêmes raisons qu'on a soulignées pour le jus naturel.

Si on dresse une comparaison entre le jus naturel témoin et le jus industriel témoin et entre le jus naturel 1% Mélasse et le jus industriel 1% mélasse et entre le jus naturel 2.5% mélasse et le jus industriel 2.5% mélasse, on s'aperçoit que le jus industriel témoin est plus acide que le jus naturel témoin. Cela s'explique par le fait que le jus industriel témoin produit contient plus de pulpe, par conséquent plus d'acide citrique que le jus naturel témoin et que les oranges utilisées pour produire le jus industriel témoin sont plus riches en acides citrique que les oranges employées dans la production du jus naturel témoin. Le jus industriel s'annonce plus pulpeux et plus visqueux car les oranges employé dans la fabrication de ce jus sont plus riches en sucres, ce qui entraîne l'augmentation du degrés Brix et la viscosité dans le jus industriel par comparaison au jus naturel. De plus, les oranges utilisées pour produire le jus naturel sont plus mures que les oranges employées pour fabriquer le jus industriel. D'où le jus industriel est plus acide que le jus naturel.

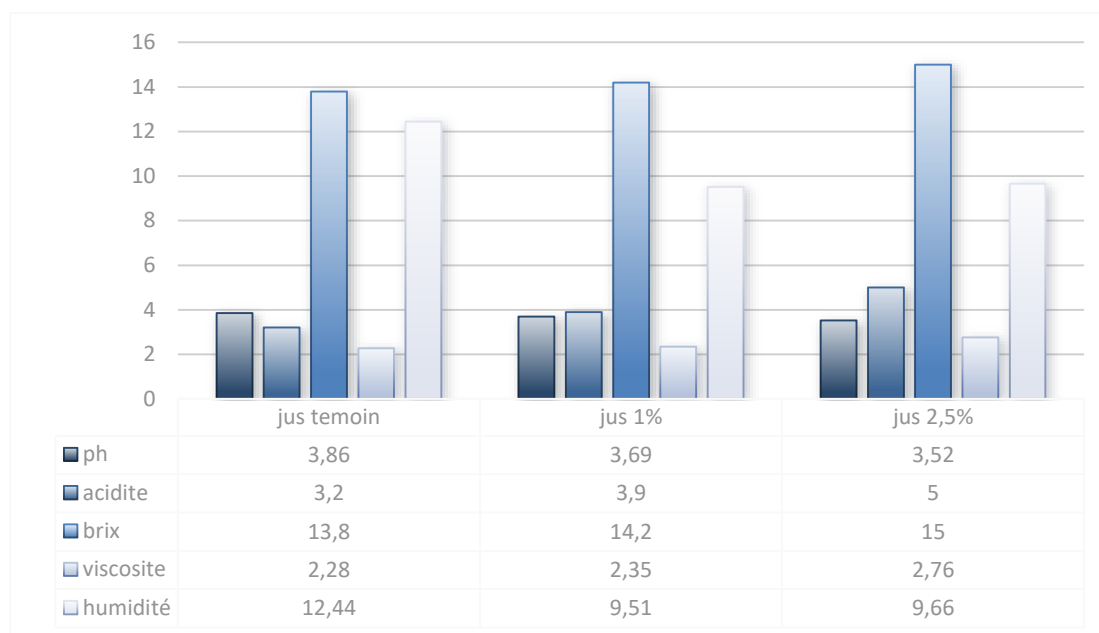


Figure 10: Caractéristiques physico-chimiques de jus d’orange industriel et avec les deux concentrations de mélasse de caroube.

Le tableau X illustre la teneur en eau des jus naturels et industriels fortifiés avec le sirop de caroube

Tableau X: Teneur en eau des jus naturels et industriels enrichis avec la mélasse de caroube

	1	2	3	4	5	6
Teneur en eau %	87.81	87.52	85.47	84.98	83.58	82.93

- 1: Le jus naturelle (témoin)
- 2: Le jus naturelle (1% melasse)
- 3: Le jus naturelle (2,5% melasse)
- 4: Le jus industriel (témoin)
- 5: Le jus industriel (1% melasse)
- 6: Le jus industriel (2,5% melasse)

Nos résultats concernant la teneur en eau du jus naturel d'orange ne coïncide pas avec la teneur en eau du jus industriel d'oranges. Cela s'explique par le fait que le jus industriel est plus pulpeux et contient plus d'extrait sec que son homologue naturel.

On note que la teneur en eau dans les jus naturels et industriels diminue à fur et à mesure que le taux d'incorporation du sirop de caroube s'élève parce que la mélasse de caroube fournit des sucres et des substances solubles solides qui permet l'augmentation de l'extrait sec et la diminution de la teneur en eau.

Le tableau X montre que la teneur en eau des jus naturel et industriel d'orange (87.81 et 84.98%) ne sont pas en accordance avec le résultat de **(Corpas et al., 2012)** et qui ont obtenu 93.47%. Cela s'explique par la différence dans la teneur en eau des oranges des variétés Algériennes et les variétés Roumaine, effet variétal, la stade de maturité et la méthode d'extraction, les facteurs environnementaux, le climat et la teneur du sol en eau.

4.3. Résultats des analyses sensorielles du jus naturel et le jus naturel enrichi avec de mélasse de caroube.

Le tableau XI résume les propriétés organoleptiques des jus naturels et enrichis avec le sirop de caroube.

Tableau XI: Résultats statistiques des analyses sensorielles et score de dégustation du jus naturel enrichi avec la mélasse de caroube

Goût	Echelle	Échantillon1	Échantillon2	Échantillon3
Sucré	Aucune réponse	20 %	15,55%	17,77%
	Légèrement	64,44%	37,77%	28,88%
	Moyennement	15,55%	46,66%	37,77%
	Extrêmement	0%	0%	15,55%
Acide	Aucune réponse	0%	2,22%	2,22%
	Légèrement	2,22%	11,11%	13,33%
	Moyennement	77,77%	60%	37,77%
	Extrêmement	20%	26,66%	46,66%
	Extrêmement	13,33%	8,88%	13,33%
Texture	Echelle	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Liquide	Aucune réponse	0%	0%	0%
	Légèrement	17,77%	17,77%	24,44%
	Moyennement	33,33%	42,22%	42,22%
	Extrêmement	48,88%	40%	33,33%
Epaisse	Aucune réponse	17,77%	13,33%	4,44%
	Légèrement	37,77%	35,55%	40%
	Moyennement	35,55%	42,22%	51,11%
	Extrêmement	8,88%	8,88%	4,44%
Visqueuse	Aucune réponse	11,11%	8,88%	4,44%
	Légèrement	51,11%	26,66%	26,66%
	Moyennement	33,33%	51,11%	53,33%
	Extrêmement	4,44%	13,33%	15,55%
Pulpeux	Aucune réponse	6,66%	6,66%	4,44%
	Légèrement	24,44%	31,11%	22,22%
	Moyennement	44,44%	46,66%	46,66%
	Extrêmement	24,44%	15,55%	26,66%
Arome	Echelle	Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3

Citrus	Aucune réponse	4,44%	2,22%	4,44%
	Légèrement	11,11%	20%	35,55%
	Moyennement	31,11%	44,44%	33,33%
	Extrêmement	53,33%	33,33%	26,665%
Odeur	Echelle	Échantillon1	Échantillon2	Échantillon3
Orange	Aucune réponse	0%	0%	66,66%
	Légèrement	2,22%	15,65%	35,55%
	Moyennement	17,77%	62,22%	40%
	Extrêmement	80%	22,22%	17,77%
Caroube	Aucune réponse	53,33%	6,66%	0%
	Légèrement	46,66%	40%	15,55%
	Moyennement	0%	35,55%	26,66%
	Extrêmement	0%	17,77%	57,77%
Carotte	Aucune réponse	37,77%	20%	15,55%
	Légèrement	51,11%	57,77%	60%
	Moyennement	11,11%	15,55%	17,77%
	Extrêmement	0%	6,66%	6,66%
Couleur	Echelle	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Marron	Aucune réponse	55,55%	17,77%	0%
	Légèrement	44,44%	35,55%	11,11%
	Moyennement	0%	44,44%	15,55%
	Extrêmement	0%	2,22%	73,33%
Orange	Aucune réponse	2,22%	0%	4,44%
	Légèrement	8,88%	22,22%	44,44%
	Moyennement	26,66%	46,66%	46,66%
	Extrêmement	62,22%	31,11%	4,44%

Composition des trois échantillons

Échantillon 1 : jus d'orange naturel.

Échantillon 2 : jus d'orange naturel + 1% de sirop de caroube.

Échantillon 3 : jus d'orange naturel + 2,5% de sirop de caroube.

Le tableau XI montre que 64.44, 46.66 et 37.77% du panel ont trouvé respectivement que les échantillons 1, 2 et 3 sont légèrement, moyennement et moyennement sucrés. Ceci s'explique par le fait que l'ajout de la mélasse au jus naturel le rend plus sucré, car elle apporte une quantité supplémentaire de sucres sous forme de saccharose, fructose et glucose.

77.77, 60 et 46.66% de dégustateurs ont jugé respectivement que les échantillons 1, 2 et 3 sont moyennement, moyennement et extrêmement acides. Il est vrai que le jus naturel témoin est moyennement acide car il contient de l'acide citrique et de l'acide ascorbique. Néanmoins, l'ajout de la mélasse rend le jus enrichi avec la caroube à 2.5% très acide, car la mélasse de caroube apporte des acides organiques et des acides phénoliques et des acides amines acides, tels que : acide gallique, cinnamique, coumarique, syringique, genistique, caffeique, chlorogénique qui confèrent d'avantage d'acidité au jus naturel enrichi avec le sirop de caroube. L'enrichissement du jus naturel à 1% sirop de mélasse a permis de maintenir l'acidité à un niveau moyen, car la mélasse de caroube à 1% apporte uniquement une quantité moyenne d'acides organiques et phénoliques.

37.77, 42.22 et 40% de panelistes se sont prononcés sur le fait que l'échantillon 1, 2 et 3 sont respectivement légèrement, moyennement et moyennement épais. De plus, 51.11, 51.11 et 53.33% de panelistes ont trouvé respectivement que l'échantillon 1, 2 et 3 sont légèrement, moyennement et moyennement visqueux. Cela est dû au fait que l'ajout de mélasse de caroube à 1 et 2.5% rend le jus naturel enrichi plus épais et plus visqueux, car le sirop de mélasse apporte une quantité de sucres et de substances solides solubles supplémentaires, ce qui confèrent de la viscosité et une texture moyennement épaisse au jus d'orange naturel enrichi.

La majorité des dégustateurs ont trouvé que l'échantillon 1 est doté d'un arôme d'orange extrêmement intense et que l'échantillon 2 est doté d'un arôme d'orange moyennement intense et que l'échantillon 3 n'est pas doté d'un arôme d'orange. Ceci s'explique par le fait que le jus naturel d'orange ne contient que les oranges comme ingrédient, ce qui confère à ce jus un arôme d'orange caractéristique et intense. Le jus naturel d'orange enrichi avec 1% de mélasse de caroube est pourvu d'un arôme d'orange moyennement intense, car le sirop de mélasse masque

partiellement l'arôme d'orange et confère partiellement un arôme de caroube. Par ailleurs, l'ajout de mélasse de caroube à 2.5% masque la totalité de l'arôme d'orange et confère un arôme de caroube intense.

La plupart du panel ont révélé que le jus naturel témoin est de couleur orange et que le jus naturel enrichi avec 1% de mélasse de caroube est moyennement marron et que le jus naturel enrichi avec 2.5% sirop de caroube est munie d'une couleur marron foncé. Ceci, s'explique par le fait que l'ajout du sirop de caroube à 1% confère une couleur marron moyennement intense. Par ailleurs, l'augmentation du taux d'incorporation en mélasse de caroube permet l'élévation de l'intensité de la couleur marron, car la mélasse de caroube est de couleur marron foncé.

Le tableau XII résume les propriétés organoleptiques des jus naturels et industriels enrichi avec le sirop de caroube.

Tableau XII: Résultats statistiques des analyses sensorielles et score de dégustation du jus industriel enrichi avec la mélasse de caroube

Goût	Echelle	Échantillon1	Échantillon2	Échantillon3
Sucré	Aucune réponse	0%	0%	0%
	Légèrement	60%	17,77%	13,33%
	Moyennement	13,33%	60%	60%
	Extrêmement	26,66%	22,22%	40%
Acide	Aucune réponse	28,88%	37,77%	8,88%
	Légèrement	22,22%	15,55%	20%
	Moyennement	40%	44,44%	33,33%
	Extrêmement	8,88%	2,22%	37,77%
Texture	Echelle	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Liquide	Aucune réponse	0%	0%	0%
	Légèrement	11,11%	19,33%	15,55%
	Moyennement	15,55%	57,77%	53,33%
	Extrêmement	73,33%	28,88%	31,11%
Epaisse	Aucune réponse	28,88%	24,44%	15,55%
	Légèrement	42,22%	33,33%	33,33%
	Moyennement	26,66%	37,77%	44,44%
	Extrêmement	2,22%	4,44%	6,66%
Visqueuse	Aucune réponse	35,55%	37,77%	33,33%
	Légèrement	44,44%	22,22%	17,77%
	Moyennement	13,33%	37,77%	44,44%
	Extrêmement	6,66%	2,22%	4,44%
Pulpeux	Aucune réponse	17,77%	22,22%	31,11%
	Légèrement	31,11%	33,33%	24,44%
	Moyennement	40%	37,77%	40%
	Extrêmement	11,11%	6,66%	4,44%

Arome	Echelle	Échantillon1	Échantillon2	Échantillon3
Citrus	Aucune réponse	28,88%	20%	35,55%
	Légèrement	6,66%	31,11%	22,22%
	Moyennement	24,44%	48,88%	35,55%
	Extrêmement	40%	0%	6,66%
Odeur	Echelle	Échantillon 1	Échantillon 2	Échantillon 3
Orange	Aucune réponse	2,22%	8,88%	15,55%
	Légèrement	2,22%	22,22%	17,77%
	Moyennement	11,11%	53,33%	60%
	Extrêmement	84,44%	15,55%	6,66%
Caroube	Aucune réponse	75,55%	20%	2,22%
	Légèrement	24,44%	31,11%	6,66%
	Moyennement	0%	31,11%	33,33%
	Extrêmement	0%	17,77%	57,77%
Carotte	Aucune réponse	13,33%	33,33%	35,55%
	Légèrement	55,55%	42,22%	33,33%
	Moyennement	31,11%	20%	17,77%
	Extrêmement	0%	4,44%	13,33%
Couleur	Echelle	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Marron	Aucune réponse	71,11%	26,66%	0%
	Légèrement	26,66%	51,11%	6,66%
	Moyennement	2,22%	17,77%	17,77%
	Extrêmement	0%	4,44%	75,55%
Orange	Aucune réponse	15,55%	6,66%	24,44%
	Légèrement	24,44%	31,11%	46,66%
	Moyennement	22,22%	48,88%	26,66%
	Extrêmement	37,77%	13,33%	2,22%

Composition des échantillons:

1: Jus industriel témoin.

2: Jus industriel+1% Mélasse de caroube.

3: Jus industriel+2.5% Mélasse de caroube.

On a remarqué les mêmes tendances dans les jus industriels enrichi avec 1% et 2.5% mélasse de caroube.

Le tableau XII montre que 60, 60 et 60% du panel ont trouvé respectivement que les échantillons 1, 2 et 3 sont légèrement, moyennement et moyennement sucrés. Ceci s'explique par le fait que l'ajout de la mélasse au jus industriel le rend plus sucré, car elle apporte une quantité supplémentaire de sucres sous forme de saccharose, fructose et glucose.

40, 44.4 et 37.77% de dégustateurs ont jugé respectivement que les échantillons 1, 2 et 3 sont moyennement, moyennement et extrêmement acides. Il est vrai que le jus industriel témoin est moyennement acide car il contient de l'acide citrique et de l'acide ascorbique. Néanmoins, l'ajout de la mélasse rend le jus industriel enrichi avec la caroube à 2.5% très acide, car la mélasse de caroube apporte des acides organiques et des acides phénoliques et des acides amines acides, tels que : acide gallique, cinnamique, coumarique, syringique, genistique, caffeique, chlorogénique qui confèrent d'avantage d'acidité au jus industriel enrichi avec le sirop de caroube. L'enrichissement du jus naturel à 1% sirop de mélasse a permis de maintenir l'acidité à un niveau moyen, car la mélasse de caroube à 1% apporte uniquement une quantité moyenne d'acides organiques et phénoliques.

42.22, 37.77 et 44.44% de panelistes se sont prononcés sur le fait que l'échantillon 1, 2 et 3 sont respectivement légèrement, moyennement et moyennement épais. De plus, 44.44, 35.77 et 44.44% de dégustateurs ont trouvé respectivement que l'échantillon 1, 2 et 3 sont légèrement, moyennement et moyennement visqueux. Cela est du au fait que l'ajout de mélasse de caroube à 1 et 2.5% rend le jus industriel enrichi plus épais et plus visqueux, car le sirop de mélasse apporte une quantité de sucres et de substances solides solubles supplémentaire, ce qui confèrent de la viscosité et une texture moyennement épaisse au jus d'orange industriel enrichi.

La majorité des dégustateurs ont trouvé que l'échantillon 1 est doté d'un arôme d'orange extrêmement intense et que l'échantillon 2 est doté d'un arôme d'orange moyennement intense et que l'échantillon 3 n'est pas doté d'un arôme d'orange. Ceci s'explique par le fait que le jus industriel d'orange témoin ne contient que les oranges et les carottes comme ingrédients, ce qui confèrent à ce jus un arôme d'orange et de carottes caractéristiques et intenses. Le jus industriel d'orange enrichi avec 1% de mélasse de caroube est pourvu d'un arôme d'orange moyennement intense, car le sirop de mélasse masque partiellement l'arôme d'orange et de carotte et confère partiellement un arôme de caroube. Par ailleurs, l'ajout de mélasse de caroube à 2.5% masque la totalité de l'arôme d'orange et de carottes et confère un arôme de caroube intense.

La plupart du panel ont révélé que le jus industriel témoin est de couleur orange et que le jus industriel enrichi avec 1% de mélasse de caroube est moyennement marron et que le jus industriel enrichi avec 2.5% sirop de caroube est munie d'une couleur marron foncé. Ceci, s'explique par le fait que l'ajout du sirop de caroube à 1% confère une couleur marron moyennement intense. Par ailleurs, l'augmentation du taux d'incorporation en mélasse de caroube permet l'élévation de l'intensité de la couleur marron, car la mélasse de caroube est de couleur marron foncé.

En effet, l'incorporation du sirop de caroube dans les jus naturel et industriel d'oranges à 1 et 2.5% a permis d'améliorer considérablement leurs qualités organoleptiques : à savoir conférer un goût plus sucré, une texture plus épaisse et plus visqueuse, améliorer la couleur de l'orange au marron, améliorer la flaveur de l'arôme exclusivement d'orange à l'arôme mixte d'orange et de caroube extrêmement agréable.

L'incorporation du sirop de caroube dans les jus naturels et industriels d'orange a permis aussi d'améliorer la qualité nutritionnelle et fonctionnelle du jus car ils apportent plus de sucres et fournissent les polyphénols ayant des propriétés antioxydantes et bioactives très intéressantes. On a obtenu la meilleure qualité avec le jus naturel et industriel d'orange enrichi à 1% de mélasse de caroube.

Conclusion et perspectives

Conclusion

4. Conclusion

L'objectif de ce mémoire consiste en l'exploration des effets de l'incorporation de sirop de caroube sur les qualités physico-chimiques, fonctionnelles et organoleptiques du jus naturel et industriel d'orange. L'enrichissement du jus naturel avec 1 et 2.5% de mélasse de caroube a permis la diminution du pH, l'augmentation de l'acidité titrable, l'augmentation du degré Brix et l'élévation de la viscosité du jus de (4.34 à 4.33 et 4.28), de (5.3 à 6 et 8 ml), de (10 à 12 et 13°Brix), de (1.79 à 2.26 et 2.66 secondes) respectivement. Quant à l'enrichissement du jus industriel avec 1 et 2.5% de mélasse de caroube a permis la diminution du pH, l'augmentation de l'acidité titrable, l'augmentation du degré Brix et l'élévation de la viscosité du jus de (3.86 à 3.69 et 3.52), de (3.2 à 3.5 et 3.9 ml), de (13.8 à 14.2 et 15°Brix), de (2.28 à 2.35 et 2.76 secondes) respectivement. De plus, la supplémentation des jus naturels et industriels avec le sirop de caroube a entraîné l'amélioration considérable des qualités nutritionnelles, fonctionnelles et organoleptiques de ces jus, à savoir la teneur en sucres totaux, en polyphénols, améliorer la viscosité, conférer une texture plus ou moins épaisse et couleur marron intense attrayante.

L'ajout de la mélasse pourrait constituer une alternative naturelle aux édulcorants ou additifs chimiques, tout en respectant une approche plus saine et plus durable cela peut répondre à une demande croissante des consommateurs en produits naturels, fonctionnels et moins transformés.

La mélasse de caroube est un ingrédient prometteur dans le développement de nouvelles boissons à base de jus d'orange, en particulier dans l'optique d'une valorisation des produits locaux et durables, vu son impact sur la conservation, le profil sensoriel et les bénéfices pour la santé.

Pour conclure, si on envisage commercialiser ces jus ainsi enrichis avec le sirop de caroube, il est conseillé d'utiliser le taux d'incorporation de 1% qui a donné de meilleurs résultats.

Référence bibliographique

-A-

- ABDERRAHIM, Y., & HARMOUNI, A, 2021. Amélioration du flux de production pour l'entreprise SARL BOUBLENTA (Doctoral dissertation, Directeur : M Fouad MALIKI/Co-Directeur : M Mustapha Anwar BRAHAMI).
- Ait Chitt M., Belmir H. & Lazrak A., 2007. Production de plants sélectionnés et greffés de caroubier. Transfert de technologie en agriculture. Maroc. N° 153: 1-4.3.
- ALIM, N., KHANOUS, Z. (2023). Production et appréciation de la qualité alimentaire de poudre de la caroube (Doctoral dissertation, Université Ibn Khaldoun).
- Allam, A. G. 1 ; E. S. Abd El-Wahab² and A. E. Abdalla kolkila **PHYSICO-CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOME FRUIT JUICE BLENDS AND THEIR ORGANOLEPTIC EVALUATIONS.34 (4): 3173 - 3187, 2009**
- A.N.R.H. (2004). L'atlas pratique de l'Algérie. Populaire de l'armée (EPA).
- Albrigo L.G., Carter D. (1970). Citrus science and Technology. Ed Nagy.
- Alaa Ewais; A. Abdel Ghany; R. A. Saber; A. Sharaf et Mahmoud Sitohy. Evaluation of chitosan as a new natural preservative in orange juice. J. Product. & Dev., 26(4) : 737-754 (2021).
- Atulbhai, Riddhi, M. (2015). Studies on feasibility of blending custard apple with banana for preparation of nectar.M.Sc. Thesis, ASPEE College of Horticulture and Forestry, Navsari Agricultural University, Gujarat.
- Ayaz, F. A. ; Torun, H. ; Ayaz, S. ; Correia, P. J. ; Alaiz, M. ; Sanz, C. ; Gruz, J. ; Strnad, M., 2007. Détermination de la composition chimique de la gousse de caroube d'Anatolie (*Ceratonia siliqua* L.) : sucres, acides aminés et organiques, minéraux et composés phénoliques. J. Qualité des aliments, 30 (6) : 1040-1055

-B-

- Batlle I. & Tous J., 1997. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. Institute of Plant Genetic and Crops Plant Research. Gatersleben/International Plant Resources Institute. Rome. Italy.
- Baron A. (2002). Jus de fruits. In Technologies de transformation des fruits. XX Eds Paris: Tec & Doc.
- Bengoechea C., Romero, A., Villanueva, A., Moreno, G., Alaiz, M., Milla´ n, F., Guerrero A., Puppo, M.C., (2008). Composition and structure of carob (*Ceratonia siliqua* L) germ proteins. *Food Chemistry* 107, 675–683.
- Benamara, S., et Agougou, A. (2003)." Production des jus alimentaires technologie des industries agroalimentaires". Office des publications universitaires, Alger.
- Belitz,H.-D.,Grosch,W.,Hans-Dieter Belitz, Werner Grosch, Peter Schieberle, (2004) Springer Science & Business Media1070 pages
- Buruleanu, L., and Manea, I. (2006). Influence des traitements thermiques sur la composition des jus végétaux– substrats pour la fermentation lactique.
- Bhosale, V.I., Kute, L.S. and Kadam, S.S.(2000). Studies on preparation of ready-to-serve beverage from anola: mango–juice blend. *Beverage and Food World*,27(9): 24.
- Biner B., Gubbuk H., Karhan M., Aksu M. et Pekmezci M., 2007. Sugar profiles of the pods of cultivated and wild types of carob bean (*Ceratonia siliqua* L.) in Turkey. *Food Chemistry* 100, p.1453-1455
- Brassesco, M. E., Brandão, T. R., Silva, C. L., & Pintado, M. (2021). Carob bean (*Ceratonia siliqua* L.): A new perspective for functional food. *Trends in Food Science & Technology*, 114, 310-322.
- Berrougui G., 2007 : « le caroubier (*Ceratonia Siliqua* L.), une richesse nationale aux vertus médicinales, *Maghreb Canada Express* Vol.5 », N°9.

- Braesco, V., Gauthier, T. et Bellisle, F. (2013) Jus de fruits et nectars. Cahiers de Nutrition et de Diététique
- Braddock R.J. (1999). Juice processing operations. In Handbook of citrus by-products and processing technology. New York: Wiley. 35-51.

-C-

- Calixto F.S., Cañellas J. (1982). Components of nutritional interest in carob pods (*Ceratonia siliqua*). Journal of the Science of Food and Agriculture, 33: 1319-1323
- .Cavdarova, M. et Makris, D.P. (2014) Cinétique d'extraction des composés phénoliques de la caroube (*Ceratonia siliqua* L.) Croquettes utilisant des solvants sans danger pour l'environnement. Valorisation des déchets et de la biomasse, 5, 773-779.
- Chen C.S., Shaw P.E., Parish M.E. (1993). Orange and tangerine juices. In Fruit Juice Processing Technology, Nagy S., Chen C.S., ShawP.Z., Eds. Aubumdale, Florida, USA: Agscience Inc. 119-124.
- Chanson-Rolle, A., Braesco, V., Chupin, J., Bouillot, L. (2016). Nutritional composition of orange juice: A comparative study between Frencg Commercial and Home-Made juices. Food and Nutrition Scienes 7,252-261.
- Codex Alimentarius (2005). Norme générales Codex pour les jus et les nectars de fruits. Codex. STAN 247-2005, pp 19.
- Custódio L., A.L. Escapa, E. Fernandes, A. Fajardo, A. Rosa, F. Albericio, N. Neng,J.M. NogueiraF., A. Romano, (2011). Phytochemical profile antioxidant cytotoxic activitiesof the carob tree (*Ceratonia siliqua* L.) germ flour extracts, Plant Foods Human Nutrition, 6678–84

-D-

- DILA (Direction de l'information Légale et Administrative), (2013). Recueil de recommandation de bonnes pratiques d'hygiène à destination des consommateurs.<https://agriculture.gouv.fr/>. /GBPH Consommateurs 5958cle8bb1ad.pdf. Consulter le (4 /06/2022).

-E-

H. El Batal, A. Hasib*, F. Dehbi, N. Zaki, A. Ouatmane, A. Boulli
Received 09 Feb 2016, Revised 02 Aug 2016, Accepted 05 Aug 2016
assessment of nutritional composition of Carob pulp (*Ceratonia Siliqua* L.) collected from various locations in Morocco

-F-

- FAOSTAT. (2019). Accueil Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. <http://WWW.fao.org/home/fr>.
- FAOSTAT, (2023). <http://www.fao.org/>.
- **FAO (2014)**. Résidus agricoles et sous-produits agro-industriels en Afrique de l'Ouest : Etat des lieux et perspectives pour l'élevage. E-ISBN 978-92-5-208114-2(pdf).
- FAOSTAT, (2011). The Statistics division of the Food and Agriculture Organization of the United
- Felles, P.J., Buslig, B.S., Carter, R.D. (1975). Relation of processing, variety and maturity to flavour quality and particle size distribution in Florida orange juices. In Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 88, 350-357

-G-

- Geoffrey .C-P.2011. Food Science and Technology. Ed. John Wiley and Son, OPS.
- Ghédira K, Goetz P.(2019). Caroubier : *Ceratonia siliqua* (L.) (Fabaceae). *Phytothérapie*. 17(5):286-90

-H-

- Hariri A, N. Ouïs, Sahnouni F et D.Bouhadi (2009), mise en œuvre de la fermentation ria *Microbiol.ind. San et environn*.pp 37-55.

- Hillcoat D., Lewis G., Verdcourt B. A new species of *Ceratonia* (Leguminosae Caesalpinioideae) from Arabia and the Somali Republic. *Kew Bull.* 1980; 35:261–271. doi: 10.2307/4114570
- Haddarah A., (2013). L'influence des cultivars sur les propriétés fonctionnelles de la caroube Libanaise.103. thèse de doctorat, procédés biotechnologiques et alimentaires, école doctorale sciences et technologie, université de Lorraine et Université Libanaise France.
- Hendrix CM et Redd J B (1995). Chemistry and Technology of Citrus Juices and By Products In Ashurst P R (Ed) 1995 Production and Packaging of Non Carbonated Juices and Fruit Beverages Blakie Academic & Professional p : 53-87.

-K-

- *Kayshar, M., Rahman, A.S., Sultana, M., Fatima, K. and Kabir, M. 2014. Formulation, preparation and storage potentiality study of mixed squashes from papaya, banana and carrot in Bangladesh.
- Khan, M.A., Hashmi S., Muhammad, a., Muhammad, M., Bilal, H., and Wali, G. 2018. Development and storage study of orange date blended squash. *Sarhad Journal of Agriculture.* 34(3):

-L-

- Laura Corpaş¹, Ariana-Bianca Velciov², Adrian Riviş¹, Lucia Olariu³, Corina Graviţă⁴, Mirela Ahmadi² (2012) physico-chemical characterization of some fruits juices from Romanian hypermarket fruits

-N-

- Nakadi, S.K., Kotecha, P.M. and Kadam, S.S. (2002). Studies on Ready-to-serve (RTS) beverage based on pomegranate and mango. *Beverage and Food World*, 26 (3), 36-39.

-O-

- Owen R.W., Haubner R., Hull W.E., Erben G., Spiegelhalder B., Bartsch H., Haber B. Isolation and structure elucidation of the major individual polyphenols in carob fibre. *Food Chem. Toxicol.* 2003; 41:1727–1738. doi: 10.1016/S0278-6915(03)00200-X.
- Özcan, M. M., Arslan, D., & Gökçalik, H. (2009). Some compositional properties and mineral contents of carob (*Ceratonia siliqua* L) fruit, flour and syrup. *International Journal of food sciences and Nutrition*, 58 (8), 652-658.

-P-

- Papaefstathiou, E., Agapiou, A., Giannopoulos, S., & Kokkinofa, R. (2018). Nutritional characterization of carobs and traditional carob products. *Food science & nutrition*, 6, 2151-2161.
- Papagiannopoulos, M., Wollseifen, H., Mellenthin A., Haber, B. and Galensa, R. 2004. Identification and quantification of polyphenols in carob fruits (*Ceratonia siliqua* L.) and derived products by HPLC-UV-ESI/MS. *J. Agric. Food Chem.* 52:3784-□3791

-R-

- Raj, D., Sharma, P.C. and Vaidya, D. 2011. Effect of blending and storage on quality characteristics of blended sand pear-apple juice beverage. *J. Fd. Sci. Technol.*, 48(1): 102-105.
- Rejeb, M.N. (1995) *Le Caroubier en Tunisie : Situations et Perspectives d'Amélioration- Quel Avenir pour l'Amélioration des Plantes ?* Éd. AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris, 79-85.
- Rebour -H *Fruits méditerranéens, autres que les agrumes 1vol, 336 P la maison Rustique, Paris, 1968.*

-S-

- Sbay H.(2008),Le caroubier au Maroc un arbre d'avenir.centre de recherche Forestière, Rabat (Maroc),pp.51
- Sbay, H. (2008).Le caroubier au Maroc un arbre d'avenir, Charia Omar Ibn Khattab, B.P. 763 Agdal , Rabat , Maroc,P-44
- Shukla S, Patel S et Kumar V. Caractérisation physico-chimique de la pulpe d'orange et de datte. Int. J. Curr. Microbiol. App.Sci. 9(12) : 3093-3098. doi, (2020).
- Shigenori Kumazawa 1, Masa Taniguchi, Yasuyuki Suzuki, Masayo Shimura, Mi-Sun Kwon, Tsutomu NakayamaActivité antioxydante des polyphénols dans les gousses de caroube16 janvier 2002 ; 50(2):373-7. DOI : 10.1021/JF010938R.
- Souci, S.W., fachman, W., Kraut, H. (1994). Jus de fruits et de baies, lait. In : la composition des aliments et la valeur nutritive. Ed. V, revue et complétée, medpharme scientific publishers. 48, 959- 980.
- Swati Shukla1* , Deepti Patel2 and Vijay Kumar (2020) *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* . ISSN: 2319-7706 Volume 9 Number 12

-T-

- Tounsi, L., Kchaou, H., Chaker, F., Bredai, S., & Kechaou, N. (2019). Effect of adding carob molasses on physical and nutritional quality parameters of sesame paste. *Journal of food science and technology*, 56, 1502-1509.
- Tounsi, L., Ghazala, I., & Kechaou, N. (2019). Physicochemical and phytochemical properties of Tunisian carob molasses. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 14(1), 20-30. doi: 10.1007/s11694-019-00263- 9
- Tounsi, L, Kerra .S., Kechaou,N et Kechaou,N.(2017). Processing. pPhysicochemical and functional propeties of Carob molasses and pouders. *Journal of Food Measurement* 3/11

- Leila Tounsi, Héla Kechaou et Nabil Kechaou(2021)Étude des propriétés physico-chimiques et fonctionnelles du sirop de caroube.Study of the physico-chemical and functional properties of carob syrup.JOURNAL OF OASIS AGRICULTURE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT
- Tetik, N. ; Turhan, I. ; Oziyci, H. R. ; Gubbuk, H. ; Karhan, M. ; Ercisli, S., 2011. Caractérisation physique et chimique du matériel génétique de *Ceratonia siliqua* L. en Turquie. *Scientia Horticulturae*, 129 (4) : 583-589
- Toker, O. S., Dogan, M., Ersöz, N. B., & Yilmaz, M. T. (2013). Optimization of the content of 5-hydroxymethylfurfural (HMF) formed in some molasses types: HPLC-DAD analysis to determine effect of different storage time and temperature levels. *Industrial Crops and Products*, 50, 137-144.

-W-

- Wasker, D.P. (2009). Studies on improvement in colour of pomegranate juice by blending with kokum juice. *ISHS Acta Horticulture 890: II international*

Annexe

Annexe I: Tableau des différents matériels,appareils,réactifs utilisé dans cette étude

Matériels et appareils	Réactifs
pH-mètre	L'eau distillée
Viscosimètre	Phénolphtaléine
Réfractomètre	d'hydroxyde de sodium (NaOH)
Etuve	Acide sulfurique
Balance de précisions	
Autoclave	
Four	
Plaque chauffante	
Becher	
Micropipettes	
Casserole	
Creuset	
Dessiccateur	
Four à moufle	
Erlenmeyer	
Extracteur de jus manuel	
Agitateur magnétique.	
Barreau magnétiq	
Creusets en porcelaine.	
Papier filtre.	
Spatule.	
verre de montre	
fiolle jaugée 100 ml	
pissette d'eau distillée	

Fiche technique

1 Élaboration de jus d'orange naturel

Pour obtenir un jus d'orange authentique, nous avons utilisé un kilogramme d'oranges que nous avons bien lavées et rincées et coupées en deux. Ensuite, à l'aide d'un extracteur de jus manuel, nous avons extrait le jus pour produire un pure jus d'orange naturel.



Figure 11 : extraction de jus d'orange naturel avec un extracteur presse manuel.

Fabrication du jus d'orange industriel

a) Extraction du jus

Les oranges sont transportées jusqu'à l'usine de transformation dans des camions à benne. Ensuite, Elles passent sous des jets d'eau pour éliminer les impuretés, puis elles sont triées à la main pour que les fruits endommagés sont écartés. On utilise souvent deux techniques d'extraction de jus adaptées : l'extracteur Brown (Automatic Machinery and Electronics Co) et la méthode FMC (Food Machinery Corporation).

Dans la méthode Brown, les oranges sont sectionnées en deux et ensuite pressées à l'aide de deux demi-sphères perforées, l'une concave et l'autre convexe

L'extracteur Brown réalise un « fraisage » pour chaque segment du fruit. Le mouvement des têtes d'extraction et la pression qu'elles appliquent sont réglés afin de s'ajuster à l'épaisseur de l'écorce (**BARON, 2002**).

Dans le processus FMC, dont les premières lignes d'extraction ont été mises en place dans les années 1950, au début du cycle, une coupelle supérieure descend et déplace le fruit vers la

lame circulaire inférieure. Les coupelles soutiennent le fruit. Les éléments internes du fruit sont aspirés dans le tube de tamisage par la descente du piston.

Afin d'optimiser l'efficacité, la dimension de la tête doit être ajustée au diamètre des fruits.

L'albêdo et le flavedo sont déchiquetés et éliminés par des griffes situées dans la partie inférieure du godet.

Un piston se soulève et écrase la pulpe, le jus passe à travers le tamis et est collecté par le récipient. Le centre vide du piston permet d'éliminer les particules de grande taille, telles que les pépins et fragments d'albêdo (**BARON, 2002**).

La méthode FMC est la plus employée : son avantage principal est qu'elle permet la collecte d'huiles essentielles durant l'extraction du jus, ce qui favorise leur valorisation. Toutefois, le prix d'acquisition d'un extracteur FMC est nettement plus élevé que celui d'un extracteur Brown. La force appliquée par chaque méthode dépend de la dimension du fruit, et les extracteurs sont ajustés pour appliquer des pressions adaptées aux oranges qui ont été soigneusement sélectionnées selon leur taille.

b) Raffinage et centrifugation

Une fois l'extraction effectuée, le jus d'orange est particulièrement riche en pulpe et renferme des morceaux de pépins ainsi que d'autres impuretés. Il subit ensuite un processus de perfectionnement, connu en anglais sous le nom de « finishing ». Cette expression fait référence à la séparation physique d'une portion de la pulpe et d'autres matériaux fibreux du jus. Les modules de finition, également appelés « finishers », vont filtrer ce jus riche et distinguer les résidus grossiers et éléments indésirables. Selon une étude de **FELLERS et al. (1975)**, la suppression des pulpes grossières, contrairement à l'étape d'extraction, n'avait aucun impact sur le goût des jus d'orange. Le jus peut par la suite être centrifugé pour affiner une concentration en pulpe fine entre 6 et 12 %, ce qui procure un jus ayant une viscosité correspondant aux exigences des consommateurs (**BARADOCK, 1999**).

Pour terminer, avant d'être soumis à une pasteurisation, le jus est porté à 50°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires, puis il passe par un processus de désaération dans des réservoirs sous vide. Cette procédure offre à l'industriel l'avantage d'empêcher la création de mousse et de prévenir l'oxydation du produit. Une fois que le jus a été dégazé, il ne doit pas être conservé plus d'une heure avant la prochaine étape de pasteurisation.

c) Pasteurisation

Une phase essentielle de stabilisation microbiologique se réalise sur le site de production, et elle doit être effectuée dans les plus brefs délais suite à l'extraction. À l'exception d'une petite portion de jus consommé frais (sans traitement thermique), la pasteurisation s'impose comme le procédé de chauffage le plus couramment utilisé pour la conservation des jus de fruits. Cette pasteurisation a pour but d'éliminer les micro-organismes pathogènes et de désactiver les enzymes (telles que la pectine méthylestérase (PME) ou la polyphénoloxydase) susceptibles de dégrader le produit ou de le rendre non comestible pour l'homme (CHEN et al., 1993).

La pasteurisation est réalisée suivant une échelle temps-température qui peut fluctuer, mais qui généralement s'étend de 30 à 60 secondes. Dans le cas du pur jus, la température est rapidement élevée à 90-96°C dans des échangeurs de chaleur tubulaires, puis elle diminue en environ trente secondes jusqu'à atteindre une température de quelques degrés. C'est ce qu'on appelle la « pasteurisation flash ».

d) Transport

Le pur jus est conditionné dans des bouteilles de 1.5 L sur le lieu de production immédiatement après le traitement thermique. Il peut aussi être stocké pendant une durée maximale de 12 mois dans des conteneurs aseptiques équipés d'un dispositif de refroidissement, ou encore acheminé, après sa production, par le biais de camions citerne (réfrigérés ou non) vers les installations d'emballage.

**République Algérienne Démocratique et Populaire Ministère de l'enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique**

**Université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou Faculté des Sciences Biologiques et des
Sciences Agronomiques**

Département d'agronomie

Évaluation sensorielle du jus

Nom et prénoms:

date:

Echantillon N1:

l'échelle :

1:légèrement

2: moyennement

3:extrêmement

test	sensation	1	2	3
Goûts	sucré			
	doux			
	acide			
	aigre			
texture	liquide			
	épaississant			
	pulpeux			
	Pétillant			
arome	frais			
	Acidulé			
	floral			
	citrus			
odeur	orange			
	caroube			

	carotte			
couleur	marron			
	orange			
	Jaune orangé			
	Jaune doré			



(a)



(b)

Figure 12: les jus naturels et industriels témoins et enrichi avec la mélasse de caroube

Résumé

L'objectif de cette étude consiste à mettre la lumière sur les effets de l'incorporation de sirop de caroube sur les qualités physico-chimiques, fonctionnelles et organoleptiques du jus naturel et industriel d'orange. L'enrichissement du jus avec 1 et 2.5% de mélasse de caroube a permis la diminution du pH, l'augmentation de l'acidité titrable, l'augmentation du degrés Brix et l'élévation de la viscosité du jus de (4.34 à 4.33 et 4.28), de (5.3 à 6 et 8 ml), de (10 à 12 et 13°Brix), de (1.79 à 2.26 et 2.66 secondes) respectivement. De plus, la supplémentation des jus naturels et industriels avec le sirop de caroube a entraîné l'amélioration considérable des qualités nutritionnelles, fonctionnelles et organoleptiques de ces jus. Pour conclure, le meilleur résultat est obtenu avec le taux d'incorporation de 1%.

Mots-clés : Jus naturel et industriel, Orange, Sirop de caroube, Incorporation, Qualités physico-chimique et fonctionnelles, Propriétés organoleptiques,

Abstract

The aim of this present study was to shed light on the impact of incorporation of carob syrup on the chemical-physico, functional and sensory quality of natural and industrial orange juices. The supplementation of orange juice with 1 and 2.5% lead to considerable decrease in pH, increase in trableti acidity, increase in total soluble solids and an increase in viscosity (4.34 to 4.33 and 4.28), de (5.3 to 6 and 8 ml), de (10 to 12 and 13°Brix), de (1.79 to 2.26 and 2.66 seconds) respectively. In addition, the supplementation of these juices with carob molass improved considerably the nutritional, functional and sensory quality of the juices. The best outcome was obtained with supplementation rate of 1% in carob syrup.

Keywords: Natural and industrial juices, Orange, Carob syrup, chemical-Physico and functional quality, Sensory properties, supplementation.

الملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على تأثيرات دمج شراب الخروب على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والوظيفية والحسية لعصير البرتقال الطبيعي والصناعي. إثراء العصير بنسبة 1% و2.5% من دبس الخروب سمح بتقليل الرقم الهيدروجيني، وزيادة الحموضة القابلة للتبادل، وزيادة درجة البريكس، ورفع لزوجة العصير من (4.34 إلى 4.33 و4.28)، ومن (5.3 إلى 6 و8 و10 إلى 12 و13°بريكس)، ومن (1.79 إلى 2.26 و2.66 ثانية) على التوالي. علاوة على ذلك، أدت إضافة شراب الخروب إلى العصائر الطبيعية والصناعية إلى تحسين كبير في الخصائص الغذائية والوظيفية والحسية لهذه العصائر. في الختام، يتم الحصول على أفضل نتيجة بنسبة دمج تبلغ 1%.