

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A. MIRA-Béjaia

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire



Réf :.....

Mémoire de Fin de Cycle
En vue de l'obtention du diplôme

MASTER

Thème

**Enrichissement des jus de fruits :
Valorisation des pépins de raisin et des
écorces d'orange**

Présenté par :

Hammadache Selma & Hammoumraoui Cylia

Soutenu le : 29 septembre 2021

Devant le jury composé de :

M. BOUDRIES Hafid	MCA	Président
Mme. ADRAR née Medouni Sonia	MCA	Encadreur
Mme. BERKATI Salima	MAA	Examinatrice

Année universitaire : 2020 / 2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord, dieu le tout puissant et le miséricordieux de nous avoir accordé la santé et le courage pour accomplir ce modeste travail.

*Nous tenons à remercier, notre promotrice **M^{me}ADRAR-MEDOUNI SONIA**, d'avoir accepté de nous encadrer et de nous avoir accordé sa confiance pour mener à bien ce travail. On la remercie également pour son sérieux, sa disponibilité et le savoir qu'elle nous a procuré.*

Nous adressons aussi nos sincères remerciements aux membres du jury :

*-**M^r BOUDRIES HAFID**, pour l'honneur qu'il nous a fait d'accepter de présider le jury.*

*-**M^{me}BERKATI SALIMA**, d'avoir bien voulu en toute simplicité, nous faire l'honneur d'examiner ce travail.*

*Nous tenons à remercier **M^{me}DIB SALIMA** ingénieur en laboratoire technologie alimentaire d'avoir mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour la réalisation de ce travail. Nous la remercions pour sa gentillesse, sa bienveillance et sa disponibilité.*

*Nous exprimons également notre gratitude à **M^r BACHIR-BEY MUSTAFA** pour sa bienveillance et sa disponibilité.*

*On remercie également la responsable du service qualité **M^{me}OUTAH SIHEM** ainsi que toute l'équipe du laboratoire physicochimique de l'unité CEVITAL EL-KSEUR pour leur accueil chaleureux et leurs conseils.*

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en premier lieu, à mes chers parents qui m'ont toujours soutenue et veillé à ce que j'atteigne mes objectifs dans les meilleures conditions.

A mes deux chers frères, Hichem et Youcef qui ont toujours été là pour moi.

Je n'oublie pas mes professeurs, qui ont su transmettre leur savoir et semé en moi l'amour de la science alimentaire en particulier.

A mes chers amis, qui ont fait de l'université plus qu'un lieu d'apprentissage, au nom de tous les bons souvenirs.

En fin, à ma très chère Cylia, qui a rendu la réalisation de ce travail tellement agréable, grâce à son sérieux et son humour.

Selma

Dédicaces

Avec l'aide de dieu le tout puissant qui m'a éclairé les chemins du savoir, j'ai pu réaliser ce modeste travail que je dédie à :

Mes très chers parents,

La lumière de mes yeux et le bonheur de mon existence, Ce travail représente le fruit de votre soutien, vos sacrifices, et vos encouragements.

Que Dieu le tout puissant vous garde et vous procure longue vie, santé et bonheur, puisse-t-il m'aider pour que je sois signe de votre confiance et à la hauteur de vos espérances.

Mes chers frères Nassim et Aomar,

Pour leur soutien et leurs encouragements.

A mon binôme Selma,

Pour son soutien moral, sa patience, et sa compréhension tout au long de ce travail.

Cyfia

Tables des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste de tableaux

***Introduction* 1**

Synthèse bibliographique

***I. Généralités sur les oranges* 3**

I.1. Anatomie des oranges 3

I.2. Classification botanique 4

I.2.1. Oranges douces (*Citrus sinensis* L.) 4

I.2.2. Oranges amères (*Citrus aurantium* L.) 5

I.3. Composition chimique de l'orange 5

I.4. Importance économique 6

I.4.1. Production mondiale 6

I.4.2. Production nationale 6

***II. Valorisation des sous produits naturels* 7**

II.1. Définition de la valorisation 7

II.2. Valorisation des sous produits de transformation de fruits 7

II.2.1. Ecorces d'orange 7

II.2.2. Pépins de raisin 8

***III. Principes actifs issus de la valorisation des sous-produits* 9**

III.1. Antioxydants 9

III.1.1. Composés phénoliques 9

III.1.1.1. Acides phénoliques 10

III.1.1.2. Tanins 10

III.1.1.3. Flavonoïdes 10

III.1.2. Acide ascorbique 11

III.1.3. Caroténoïdes 12

III.2. Effet de la pasteurisation sur l'activité antioxydante 12

Partie expérimentale

I. Matériel et méthodes

***I. Matériel végétal* 14**

I.1. Jus d'orange 14

I.2.Ecorces d'orange	14
I.3.Pépins de raisin	15
II.Préparation et traitement des échantillons	15
III.Analyses physico-chimiques	16
III.1. Potentiel hydrogène	16
III.2. Acidité	17
IV.Dosage des composés bioactifs	18
IV.1. Dosage des composés phénoliques	18
IV.1.1. Dosage des polyphénols totaux	18
IV.2. Dosage de la vitamine C	18
IV.3. Dosage des caroténoïdes	19
IV.4. Evaluation du pouvoir antioxydant	19
IV.4.1. Pouvoir réducteur	19
IV.4.2. Activité anti-radicalaire DPPH`	20
V.Analyse statistique	20

II.Résultats et discussion

I.Paramètres physico-chimiques	21
I.1. Acidité et pH	21
II. Dosage des antioxydants	22
II.1. Composés phénoliques	22
II.1.1. Polyphénols totaux	22
II.1.2. Flavonoïdes.....	24
II.2. Vitamine C	26
II.3. Caroténoïdes	28
II.4. Evaluation du pouvoir antioxydant	30
II.4.1. Pouvoir réducteur.....	30
II.4.2. Activité anti-radicalaire DPPH`	32
Conclusion	35

Références bibliographiques

Annexes

Liste des figures

N°	Titre	Page
1	Caractéristiques morphologiques d'une orange	3
2	Evolution de la production mondiale de l'orange	6
3	Evolution de la production nationale de l'orange	6
4	Structure d'un grain de raisin	8
5	Structure du polyphénol	10
6	Structure de l'acide ascorbique	12
7	Structure de quelques caroténoïdes identifiés dans l'orange	12
8	Photographie des oranges utilisées	14
9	Préparation et traitement des écorces d'orange	14
10	Préparation et traitement des pépins de raisin	15
11	Photographie d'un pH-mètre.	17
12	Teneurs en composés phénoliques totaux des différents échantillons de jus.	23
13	Teneurs en Flavonoïdes des différents échantillons de jus.	25
14	Teneurs en vitamine C des différents échantillons de jus	27
15	Teneurs en caroténoïdes des différents échantillons de jus.	29
16	Pouvoir réducteur des différents échantillons de jus.	31
17	Activité anti-radicalaire des différents échantillons de jus.	33

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau I	Composition chimique des oranges.	5
Tableau II	Quantité des sous-produits issus de la transformation des fruits.	7
Tableau III	Composition chimique globale des écorces d'orange (g/ 100g bs).	8
Tableau IV	Composition chimique des pépins de raisin	9
Tableau V	Structure des flavonoïdes.	11
Tableau VI	Quantités et traitements du jus enrichi avec les écorces d'orange et pépins de raisin.	16
Tableau VII	pH et l'acidité des jus d'orange des échantillons étudiés.	21

Liste des abréviations

Abs : Absorbance.

AC : Acide citrique.

AFNOR: Association Française de Normalisation.

ANOVA : Analyse de la variance (Analysis Of Variance).

EAA : Equivalent d'Acide Ascorbique.

EAG : Equivalent d'Acide Gallique.

EQ : Equivalent de Quercitine.

FAO : Food and Agriculture Organization.

HPLC : Chromatographie Liquide Haute Performance.

JF : Jus Frais.

JP : Jus Pasteurisé.

JEE : Jus Enrichis avec les Ecorces d'orange.

JEP : Jus Enrichis avec les Pépins de raisin.

JPEE : Jus Pasteurisé Enrichi avec les Ecorces d'orange.

JPEP : Jus Pasteurisé Enrichi avec les Pépins de raisin.

MS : Masse Sèche.

OPC : Oligomères ProanthoCyanidines.

P.E.T : Polyéthylène Téréphtalate.

PT : Polyphénols Totaux.

RMN : Résonance Magnétique Nucléaire.

T : Tours.

Introduction

Les fruits sont intégrés dans l'alimentation humaine quotidienne depuis toujours. Ayant des couleurs, des goûts et des arômes très attirants, ils constituent un des éléments essentiels du régime alimentaire. Frais ou sous forme de produits transformés, les fruits constituent une source inépuisable de nutriments dont les métabolites secondaires sont parmi les plus importants (Grigoraş, 2012).

Les agrumes représentent l'une des récoltes de fruits les plus importantes dans le monde. Leur production mondiale est estimée à plus de 157 millions de tonnes (FAOSTAT, 2019). Les agrumes incluent les citrons, les mandarines, les pomelos, les cédrats, les oranges, les pamplemousses et les limes etc. Les oranges sont les plus consommées en raison de leur bonne saveur, leur valeur nutritive élevée et leur composition riche en molécules bioactives (plus de 170 composés phytochimiques sont décrits) (Jawad *et al.*, 2012 ; Wang *et al.*, 2017).

Le jus d'orange est le jus prédominant fabriqué par les industries de boissons dans le monde entier, qui nécessite un traitement de conservation afin de préserver ses qualités depuis sa production jusqu'à sa consommation. Il est bien établi que les traitements thermiques traditionnels peuvent prolonger la durée de conservation des jus et assurer leur sécurité. Cependant, ils peuvent causer des pertes dans les paramètres nutritionnels, physicochimiques, rhéologiques et organoleptiques (Gómez *et al.*, 2011).

L'industrie de transformation des agrumes génère de gigantesques masses de sous-produits tels que les écorces, les pulpes et les pépins. Ces derniers présentent une marge de 45 à 60 % du fruit entier et qui sont souvent rejetés dans la nature (Gorinstein *et al.*, 2001 ; Li *et al.*, 2006) Des études récentes ont montré que les écorces d'orange sont une source de composés biologiquement actifs. Elles sont riches en vitamine C et en métabolites secondaires tels que les composés phénoliques en particuliers les flavonoïdes et les huiles essentielles (Huang *et al.*, 2010 ; Moulehi *et al.*, 2012).

En raison de ses effets bénéfiques sur la santé humaine, le raisin est un fruit largement cultivé et consommé dans le monde entier (Pascoal *et al.*, 2021), avec une production mondiale d'environ 77 millions de tonnes (FAOSTAT, 2019). En plus de 13 % du total des raisins commercialisés comme fruits frais, plus de 85 % sont destinés à la production de vin, de jus et de confitures. Les résidus annuels de raisin produits s'élèvent à 15,8 millions de tonnes, qui contiennent environ 2,66 millions de tonnes de pépins de raisin (Maier *et al.*, 2009 ; Monrad *et al.*, 2014). En plus d'être une riche source d'huile grasse de grande valeur, les pépins de raisin ont également été appréciés en raison de leur teneur en composés

phénoliques tels que l'acide gallique, la catéchine et l'épicatéchine, et une grande variété de procyanidines (Maier *et al.*, 2009).

Récemment, il y a un intérêt mondial pour l'extraction de composés bénéfiques à partir de sous-produits agricoles (Shahidi *et al.*, 2019), de nombreuses études explorent aujourd'hui la possibilité de leur transformation en ingrédients incorporables dans différents produits alimentaires, cosmétiques ou pharmaceutiques. Cet intérêt particulier est dû au fait qu'au cours des dernières années, les consommateurs ont commencé à se réorienter vers l'utilisation de produits naturels au détriment de ceux issus de la synthèse chimique. De plus, les résultats des études épidémiologiques mettent en évidence la capacité de ces composés bioactifs à participer au bon déroulement des fonctions vitales de l'organisme humain. Les multiples effets bénéfiques de ces composés issus de sources naturelles sont attribués à leurs diverses activités biologiques (antioxydante, antimicrobienne, antivirale, anti-inflammatoire etc) (Grigoraș., 2012).

Dans le but de rétablir et de compenser les pertes en antioxydants que peut causer les traitements thermiques des jus de fruits, nous avons fait une étude sur trois variétés d'orange : « Tardive », « Sanguine » et « Thomson », qui consiste à évaluer l'activité antioxydante ainsi que les teneurs en substances bioactives à savoir : les composés phénoliques, les flavonoïdes, les caroténoïdes, l'acide ascorbique dans les différents jus : frais, pasteurisé, enrichi pasteurisé.

L'enrichissement a été fait avec deux matrices : pépins de raisin et écorces d'orange, séparément. Une étude comparative a été faite entre les jus pasteurisés et les jus pasteurisés enrichis par les deux matrices.

Nous avons également évalué les paramètres physicochimiques, afin de déterminer l'impact des deux matrices sur la qualité organoleptique.

Synthèse
Bibliographique

I. Généralités sur les oranges

I.1. Anatomie des oranges

Le fruit est entouré d'une peau ou d'une écorce plus au moins épaisse, de couleur variant à maturité entre le vert, le jaune, l'orange plus au moins vif et le rouge violacé selon les variétés (Polese, 2008). Vu en coupe transversale (figure 1), le fruit se compose de trois grandes parties : l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.

- **Epicarpe ou exocarpe** : Elle est appelée également « flavédo ». C'est la couche extérieure qui donne la couleur au fruit, elle représente 8 à 10% du fruit. L'épicarpe contient des sacs à huiles essentielles (Kimball, 1999), des pigments caroténoïdes et des vitamines (Robert et Baraddok, 1999).
- **Mésocarpe** : Elle est appelée également « albédo ». C'est la couche interne. Elle représente 12 à 30% du fruit de couleur blanchâtre et d'aspect spongieux. Elle contient de la cellulose, des sucres solubles, des acides aminés, des vitamines et de la pectine (Robert et Baraddok, 1999).
- **Endocarpe** : C'est la partie comestible représentant 50 à 80% du fruit. Elle est divisée en plusieurs loges séparées par des membranes. Les loges sont attachées à la partie centrale du fruit qui est appelée columelle. Les loges sont composées des vésicules remplies de jus riche, à la fois en acide citrique et en sucre, ainsi qu'en vitamines et en sels minéraux (Polese, 2008). L'endocarpe renferme éventuellement des pépins qui représentent 0 à 4% du fruit (Robert et Baraddok, 1999).

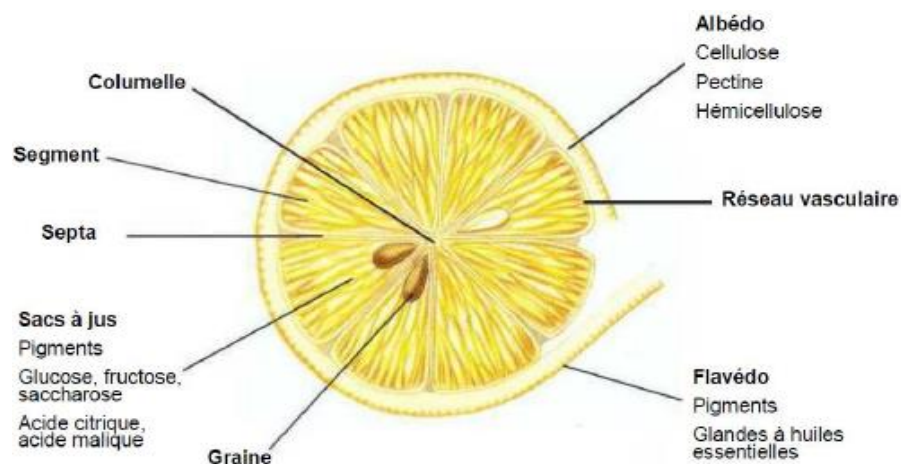


Figure 1 : Caractéristiques morphologiques d'une orange (Hendrix *et al.*, 1995).

I.2. Classification botanique

D'après Kimball (1999) et Guingnard (2001), la position systématique occupée par les agrumes est la suivante :

Ordre :Géraniales

Sous ordre :Géraniineae

Classe : Dicotyledoneae

Sous classe :Archichalmydeae

Division :Embryophyta

Sous division :Angiospermes

Famille :Rutaceae

Sous famille : Aurantiodeae

Tribu : Citreae

Sous tribu : Citrinae

Genre : *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus*.

Le genre citrus inclue la plupart des agrumes ; il renferme plusieurs espèces, et ces dernières renferment un grand nombre de variétés qui se distinguent par la forme du fruit, la couleur de la pulpe, la période de maturité, et les caractéristiques organoleptiques des fruits (Ollitrault *et al.*, 2000).

I.2.1. Oranges douces (*Citrus sinensis* L.)

Les oranges douces sont les plus consommées (Saunt, 1990 ; Lelebek *et al.*, 2008). Ce sont des fruits à épiderme orange ou rougeâtre lisse avec une pulpe douce sucrée et acidulée (Saidani et Brahmi, 2003). Cette espèce renferme quatre catégories communes :

- **Oranges communes (blondes)**

Les oranges blondes ont une chair orange claire, avec ou sans pépins, parfumée et très juteuse. Elles sont de forme aplatie (Michael et Lucy, 1998). Elles incluent les variétés suivantes : Shamouti, la Salustina, Boindo, Pera, Pineapple, Ovale et Valencia qui est très consommée comme orange tardive (Somogyi *et al.*, 1996 ; Ortiz *et al.*, 2002 ; Rapisarda *et al.*, 2008 ; Bernardi *et al.*, 2010).

- **Oranges Navels**

Elles se caractérisent par la présence d'un ombilic (Navel en anglais), une excroissance à l'extrémité du fruit, et par une quasi absence de pépins (Michel et Lucy, 1998).

Elles renferment les variétés : Naveline, Navelate, Newhalle, Thomson Navel et Washington Navel (Somogyi *et al.*, 1996).

- **Oranges pigmentées (sanguines)**

Les oranges pigmentées sont caractérisées par une chair et une écorce colorées en rouge plus au moins violacées. Elles incluent les variétés : Moro, Torocco (Messina et Meli), Portugaise, Sanguinelli, Double fine et double fine améliorée (Washington sanguine) (Spiegel-roy et Goldschmidt, 1996 ; Ortiz *et al.*, 2002).

- **Oranges non acides (sucrées ou douceâtres)**

Les oranges non acides sont caractérisées par leur faible acidité. Les oranges douceâtres sont consommées généralement sous forme cru. Elles incluent deux variétés : Sucrefia ou Imperial et Succari (Ortiz *et al.*, 2002).

I.2.2. Oranges amères (*Citrus aurantium* L.)

L'orange amère se distingue par sa peau épaisse et rugueuse, de couleur jaune verdâtre. Son fruit est plus plat et contient beaucoup de pépins (Leroy, 1968).

I.3. Composition chimique de l'orange

L'orange est un fruit particulièrement juteux et désaltéré, elle contient plus de 85% d'eau. Sa composition chimique diffère d'une variété à une autre. Elle contient très peu de lipides, de protéines et de fibres (Tableau I). Le saccharose est le sucre le plus dominant. La sérine et la proline sont les principaux acides aminés. Le potassium, le magnésium et le calcium sont les principaux minéraux et l'acide citrique est l'acide organique le plus dominant (Li-ying *et al.*, 2008).

Tableau I : Composition chimique des oranges (Souci *et al.*, 1994).

Composants	Teneurs (%)
Eau	85,70
Protéines	1,00
Lipides	0,20
Glucides	8,25
Fibres	1,60
Acides organiques	1,13
Minéraux	0,48

I.4.Importance économique

I.4.1.Production mondiale

L'évolution de la production des oranges enregistrée au niveau mondial au cours de la période allant de 2010 à 2019 est illustrée dans la figure 2. La production mondiale des oranges a connu une baisse en 2012 pour atteindre 70 millions de tonnes après avoir été 72 millions de tonnes en 2011, mais cela n'a pas duré car en 2013, la production a augmenté et a continué d'évoluer jusqu'à 2019 pour atteindre 78 millions de tonnes.

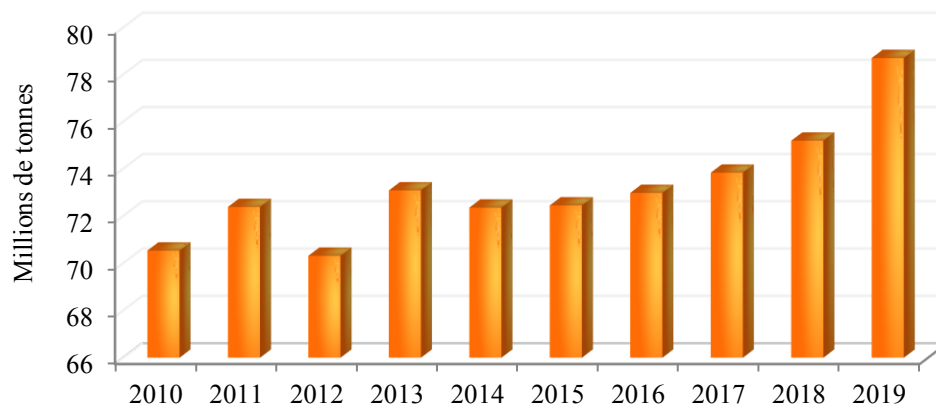


Figure 2 : Evolution de la production mondiale de l'orange (FAOSTAT, 2019).

I.4.2.Production nationale

L'évolution de la production des oranges enregistrée au niveau national au cours de la période allant de 2010 à 2019 est illustrée dans la figure 3. La production algérienne des oranges la plus faible a été enregistrée en 2010 avec 600 milliers tonnes, suivie d'une augmentation à partir de 2011 jusqu'à 2015. Une diminution a été enregistrée en 2016 pour reprendre l'évolution en 2017 et atteindre 1 million de tonnes en 2019.

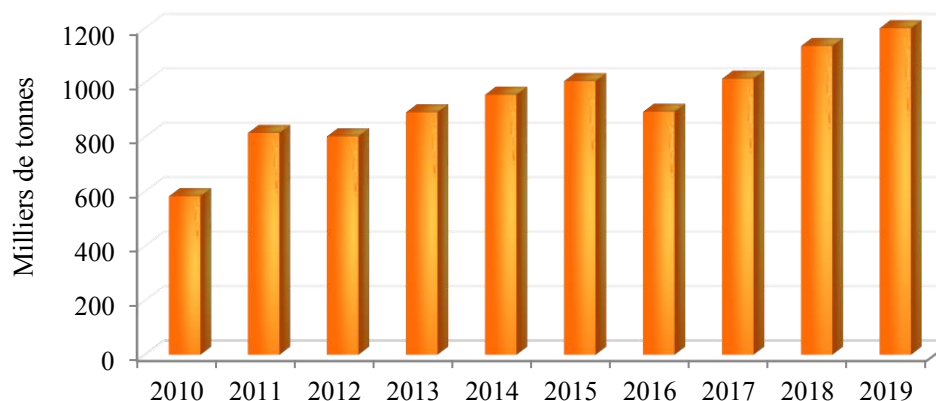


Figure 3 : Evolution de la production nationale de l'orange (FAOSTAT, 2019).

II. Valorisation des sous produits naturels

II.1. Définition de la valorisation

C'est le processus de création de la valeur à partir des déchets, en fabriquant un produit adapté pour l'utilisation économique et sociale. La valorisation est une démarche ayant pour objet de diminuer les quantités de déchets agricoles, domestiques ou industriels à stocker, à mettre en décharge ou à éliminer d'une façon ou d'une autre (Ramade, 2008).

II.2. Valorisation des sous produits de transformation de fruits

La production des sous-produits ne cesse d'augmenter vu l'extension et le développement perpétuel de la technologie de transformation des fruits (Chandrasekaran, 2012). Lors de la transformation industrielle de ces fruits dans différents produits, les étapes impliquées sont beaucoup plus nombreuses et entraînent l'apparition de certains résidus (tableau II) (Grigoraş, 2012).

Tableau II : Quantité des sous-produits issus de la transformation des fruits (Chandrasekaran, 2012).

Fruit	Production annuelle (million de tonne Mt)	Production/fruit transformé (%)	Déchets annuels (million de tonne Mt)
Orange	31,2	50	15.6
Pomme	1.7	NA	/
Poire	1	NA	/
Pêche	50	15-20	5-9
Raisin	30	30	9
Banane	1	30	<0,3
Kiwi	30	3-7	0,9-2,1

II.2.1. Ecorces d'orange

Les déchets d'agrumes issus de l'industrie de transformation, générés après extraction de jus, constituent environ 50% de sa masse humide de fruits. Leur élimination représente une grande préoccupation, cependant, ils peuvent entraîner des pertes économiques car ils contiennent des ingrédients précieux (Debajyoti *et al.*, 2020).

Initialement, grâce à sa composition chimique illustrée dans le tableau III, des tentatives ont été faites pour employer l'écorce d'orange sèche en tant qu'additif alimentaire, et même comme supplément médical pour des animaux. D'autres études ont poursuivi

l'extraction de quelques sous-produits comme les pectines, caroténoïdes, flavonoïdes et parfum, très utiles dans l'industrie alimentaire (Bicu et Mustata, 2011).

Tableau III : Composition chimique globale des écorces d'orange (M'hiri, 2015).

Composants	Teneur (g/100g MS)
Eau	2,97-3,79
Sucres solubles	6,52-47,81
Protéines	1,79-9,06
Minéraux	2,52-10,03
Lipides	0,48-4
Huiles essentielles	0,6-1
Caroténoïdes	0,01-0,20
Vitamine C	0,109-1,150
Composés phénoliques	0,67-22,32
Fibres	6,30-82,69

II.2.2. Pépins de raisin

Le raisin (figure 4) est l'une des plus grandes cultures fruitières au monde, avec une production annuelle de plus de 77 millions de tonnes (FAOSTAT, 2019). Les résidus annuels de raisin produits s'élèvent à 15,8 millions de tonnes, les graines constituent une proportion considérable du marc, s'élevant à 38–52 % sur une base de matière sèche (Maier et *al.*, 2009).

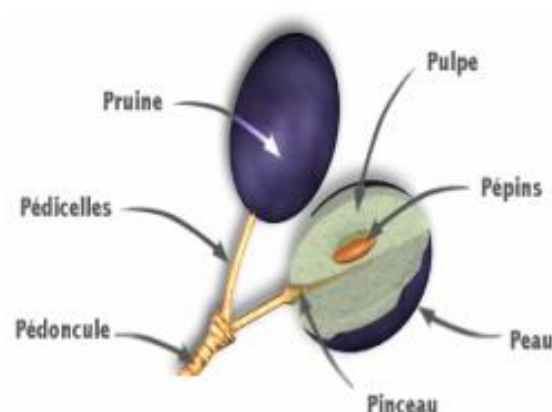


Figure 4 : Structure d'un grain de raisin (Anonyme, 2021).

En addition à sa composition chimique riche illustrée dans le tableau IV, le pépin de raisin contient une quantité élevée d'huile essentielle de très grande qualité, connue pour ses vertus alimentaires et ses propriétés diététiques, cosmétologiques et antioxydantes qui vont lui permettre de lutter contre les radicaux libres (Demelin, 2012).

Tableau IV : Composition chimique des pépins de raisin (Cabanis *et al.*, 1998).

Constituants	Teneurs exprimées en % poids frais
Eau	25-45 %
Composés glucidiques	34-36 %
Lipides	13-20 %
Matières azotées	4-6,5 %
Tanins	4-10 %
Matières minérales	2-4 %

III.Principes actifs issus de la valorisation des sous-produits

Les effets bénéfiques sont attribués à la richesse des fruits en principes actifs tels que les fibres alimentaires, les vitamines, les métabolites secondaires etc. Une partie de ces molécules bioactives peuvent se retrouver aussi dans les résidus obtenus lors de la transformation des fruits dans différents produits (Grigoraş, 2012).

III.1.Antioxydants

Un antioxydant peut être défini comme toute substance capable de neutraliser les radicaux libres, et prévenir ou réduire les dommages causés par eux, avant qu'ils réagissent avec des cibles biologiques (Moure *et al.*, 2001).

La propriété antioxydante est représentée principalement par les composés suivants :

III.1.1. Composés phénoliques

Les composés phénoliques (figure 5) sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux, non essentiels à la survie de la plante. Au niveau végétal, les composés phénoliques sont un moyen de défense contre le rayonnement U.V, les agressions par les pathogènes et ils contribuent à la pigmentation des plantes (Manach *et al.*, 2004 ; Ignat *et al.*, 2011).

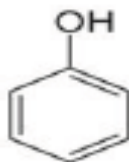


Figure 5 : Structure du polyphénol (Chira *et al.*, 2008).

III.1.1.1. Acides phénoliques

Un acide phénolique est un composé organique qui possède au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique. Les acides phénoliques sont divisés en deux classes : les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (Richter, 1993).

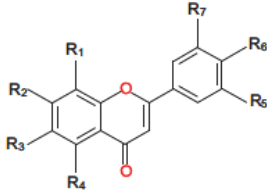
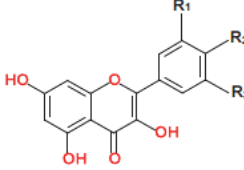
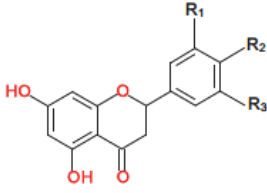
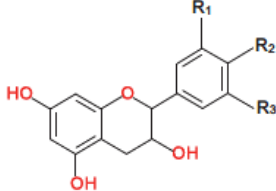
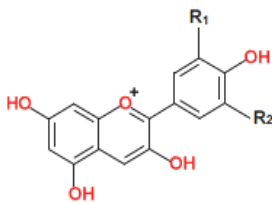
III.1.1.2. Tanins

Les tanins sont des molécules à poids moléculaire élevé qui constituent le troisième groupe important des composés phénoliques. Ainsi, les tanins se réfèrent à l'acide tannique, qui a une structure composée d'un glucose central et 10 groupes galloyl, ce sont des polyphénols solubles dans l'eau et sont présents dans les écorces des fruits de quelques plantes (Gulçin, 2010). Deux sous-classes se distinguent : tanins hydrolysables et les tanins condensés (Bravo, 1998).

III.1.1.3. Flavonoïdes

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des composés phénoliques de faible poids moléculaire possédant un squelette carboné en C6-C3-C6 (Erdman *et al.*, 2007 ; Ignat *et al.*, 2011). Il existe plusieurs groupes de flavonoïdes, illustrés dans le tableau V, chaque groupe comprend lui-même de nombreux composés qui diffèrent selon le degré d'hydroxylation et de glycosylation (Grigoraş, 2012).

Tableau V : Structures des flavonoïdes. (Grigoraş, 2012)

	Structure des flavonoïdes	Exemples
Flavones		$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_6 = OCH_3$; $R_5 = R_7 = H$: Tangéretine $R_1 = R_7 = H$; $R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R_6 = OCH_3$: Sinensetine $R_1 = H$; $R_2 = OH$: Apigénine $R_1 = R_2 = OH$: Lutéoline
Flavanones		$R_1 = H$; $R_2 = OH$: Naringénine $R_1 = OH$; $R_2 = OCH_3$: Hespérétine
Flavanols		$R_1 = R_2 = OH$; $R_3 = H$: Catéchine $R_1 = H$; $R_2 = R_3 = OH$: Epicatéchine
Flavonols		$R_1 = R_3 = H$; $R_2 = OH$: Kaempférol $R_1 = R_2 = OH$; $R_3 = H$: Quercétine
Anthocyanidines		$R_1 = OH$; $R_2 = H$: Cyanidine $R_1 = R_2 = H$: Pélargonidine $R_1 = OCH_3$; $R_2 = H$: Péonidine $R_1 = R_2 = OH$: Delphinidine $R_1 = OCH_3$; $R_2 = OH$: Pétunidine $R_1 = R_2 = OCH_3$: Malvidine

III.1.2. Acide ascorbique

L'acide ascorbique (figure 6) est la forme réduite de la vitamine C (Sekli-Belaidi, 2011). L'acide ascorbique a des propriétés antioxydantes et métaboliques importantes aussi bien chez les végétaux que chez les animaux. C'est un excellent piègeur des radicaux libres et

peut protéger divers substrats biologiques (protéines, acides gras, ADN) de l'oxydation par une neutralisation des espèces réactives de l'oxygène (Jacob *et al.*, 2000).

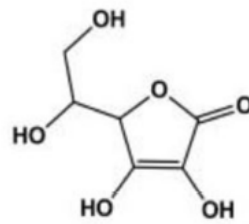


Figure 6 : Structure de l'acide ascorbique (Chira *et al.*, 2008).

III.1.3. Caroténoïdes

Les caroténoïdes (figure 7) font partie d'une grande classe de composé chimique caractérisé par la présence d'un enchainement linéaire de huit unités isopréniques associé en deux groupes de quatre unités C₂₀ (géranyl-géranyl) qui s'organisent en un hydrocarbure acyclique en C₄₀H₅₆ (Morais *et al.*, 2002 ; Dutta *et al.*, 2005).

Leur importance en tant que composants nutritionnels est également bien reconnue; certains caroténoïdes sont des précurseurs de la vitamine A, ont une activité antiradicalaire significative (Ghedira, 2005 ; Alquezar *et al.*, 2008 ; Dias *et al.*, 2009)

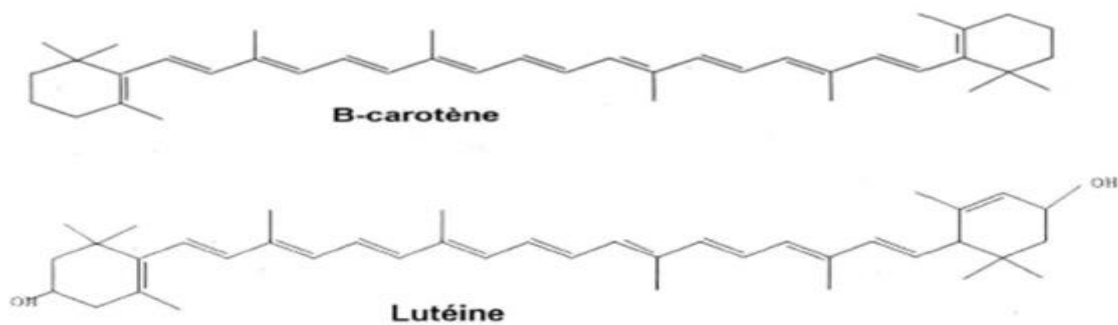


Figure 7 : Structure de quelques caroténoïdes identifiés dans l'orange (Landrum, 2010)

III.2. Effet de la pasteurisation sur l'activité antioxydante

Le jus d'orange frais non pasteurisé a une durée de conservation limitée. Traditionnellement, la pasteurisation thermique est utilisée pour inactiver les micro-organismes afin de prolonger la durée de conservation (Chen et Wu, 1998). Ce traitement conventionnel entraîne des effets indésirables sur les produits finis, tels que des altérations de la couleur, des dommages à la saveur, des pertes de vitamines et de nutriments (Vikram *et al.*, 2005).

Le jus d'orange est une source importante de composés caractérisés par une activité antioxydante et reconnus comme bénéfiques pour la santé humaine. Il contient des teneurs élevées en caroténoïdes comme le β -carotène, en acide ascorbique et en flavonoïdes. Gardner *et al.* (2000) ont mesuré la contribution de ces différents composés à l'activité antioxydante globale du jus. L'acide ascorbique représentait entre 65 et 100 % de l'activité anti-oxydante globale. Ce résultat a été confirmé par Gil- Izquierdo *et al.* (2002) qui ont montré que 77 à 96 % de l'activité anti-oxydante globale était due à la vitamine C. L'oxydation de l'acide ascorbique est favorisée par la température (Kennedy *et al.*, 1992), la présence d'ions métalliques (fer et cuivre) (Khan et Martel, 1967), et la teneur en oxygène dissous (Solomon et Svanberg, 1995).

Gil-Izquierdo *et al.* (2002) ont mesuré les teneurs en vitamine C (acide ascorbique et déhydroascorbique) d'un jus avant et après pasteurisation à l'échelle industrielle et n'ont pas observé de pertes après un traitement à 95°C pendant 30 s. Naim *et al.* (1997), à l'échelle pilote, observe une dégradation d'acide L-ascorbique de 11 % après une pasteurisation à 90-92°C pendant 30s. Rassis et Saguy (1995) observe les mêmes teneurs en vitamine C avec des pasteurisations à 84, 87 et 90°C pendant 72 s. Il s'avère donc que les teneurs en vitamine C sont peu affectées par le traitement de flash-pasteurisation.

Partie
Expérimentale

I. Matériel et Méthodes

I. Matériel végétal

I.1. Jus d'orange

Trois variétés d'orange locale « Tardive », « Sanguine » et « Thomson » du genre (*Citrus sinensis*) ont été achetées en fin avril et stockées au frais à 4°C. Les oranges étaient bien mures et ne présentaient aucun signe de blessure (figure 8).

Pour l'obtention du jus, les oranges ont été bien lavées avec l'eau du robinet puis tranchées en deux. L'orange est pressée à l'aide d'un presse-agrumes et le jus est récupéré, l'opération est refaite chaque jour d'analyse.



Figure 8 : Photographie des oranges utilisées

I.2. Ecorces d'orange

Les oranges de la variété double-fine ont été bien lavées avec de l'eau de robinet, puis épluchées. Les écorces ont été découpées en petits morceaux qui sont ensuite séchés à l'ombre et à température ambiante pendant 10 jours. Ensuite, les écorces ont été broyées finement à l'aide d'un moulin à café (figure 9). La poudre obtenue a été ensuite conditionnée dans des bocaux et stockée à 4°C.

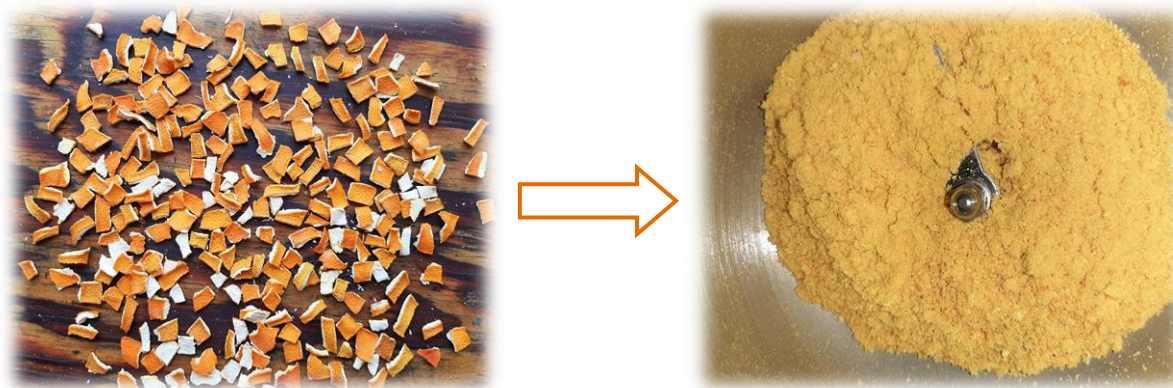


Figure 9 : Préparation et traitement des écorces d'orange.

I.3.Pépins de raisin

Des raisins de la variété « Red globe » ont été procurés du marché. Les baies de raisin ont été lavées et coupées en deux pour récupérer les pépins. Ces derniers ont été séchés à l'ombre et à température ambiante. Ensuite, les pépins ont été broyés finement à l'aide d'un moulin à café (figure 10). La poudre obtenue a été ensuite conditionnée dans des bocaux et stockée à 4°C.



Figure 10 : Préparation et traitement des pépins de raisin.

II.Préparation et traitement des échantillons

II.1.Jus enrichi

Dans la présente étude, deux échantillons de jus, de chaque variété ont été enrichis avec les écorces d'orange et pépins de raisin.

Afin de préparer ces jus enrichis ; jus enrichi avec écorces (JEE) et le jus enrichi avec pépins (JEP), nous avons optimisé la quantité de poudre d'écorces d'orange ainsi que celle des pépins de raisin qu'il faut rajouter aux jus. L'optimisation a été basée sur une évaluation sensorielle que nous avons effectuée nous même au niveau du laboratoire physico-chimique de l'unité El-kseur CEVITAL (Tableau VI). Le choix a été fait sur la base d'utiliser le maximum de matrice qui n'a pas atteint le seuil d'amertume ou d'astringence. Pour cela, nous avons testé six quantités différentes à volumes de jus constants.

Les échantillons qui ont fait l'objet des analyses physicochimiques sont : jus frais (JF) ; jus enrichi avec écorces (JEE) et le jus enrichi avec pépins (JEP). Quant aux analyses phytochimiques, les échantillons analysés sont : JF : jus frais ; JP : jus pasteurisé ; JEEP : jus enrichi avec écorces pasteurisé ; JEPP : jus enrichi avec pépins pasteurisé.

Tableau VI : Quantités et traitements du jus enrichi avec les écorces d'orange et pépins de raisin.

Echantillon	Quantité ajoutée	Quantité choisie
Jus pressé et filtré de chaque variété (20 ml)	<u>Pépins de raisin</u>	300 mg
	200 mg	
	260 mg	
	300 mg	
	340 mg	
	400 mg	
Jus pressé et filtré de chaque variété (30 ml)	<u>Ecorces d'orange</u>	180 mg
	90 mg	
	100 mg	
	120 mg	
	150 mg	
	180 mg	
	200 mg	

II.2.Pasteurisation

Les différents jus d'orange préparés enrichis et non enrichis ont été pasteurisés dans le but de déterminer l'effet de la température sur les composés bioactifs des jus étudiés. Le barème de pasteurisation est le même que celui appliqué au niveau de l'unité El-kseur CEVITAL, pour les boissons à emballage P.E.T.

La pasteurisation a été faite dans un bain marie à $95 \pm 2^\circ\text{C}/30\text{s}$ suivie d'un refroidissement à $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

III.Analyses physico-chimiques

III.1. Potentiel hydrogène

Le pH est une mesure quantitative de l'acidité ou de basicité d'une solution, c'est un paramètre qui permet de mesurer la concentration en ions H^+ contenu dans une solution. Il s'agit d'une grandeur sans unité (Cachau-Herreillat, 2009).

Le pH des jus a été mesuré à l'aide d'un pH mètre (Figure 11).



Figure 11 : Photographie d'un pH-mètre.

III.2. Acidité

L'acidité titrable est déterminée suivant la méthode décrite par (AFNOR, 1974) : le jus est neutralisé par la solution d'hydroxyde de sodium (0,1N), en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine, jusqu'au virage de la couleur au rose (figure 11). L'acidité est exprimée en gramme d'acide citrique par litre de jus (g AC/L jus).

$$\text{Acidité (g /L)} = \frac{n_b \times M \times V_b}{V_a \times P}$$

Où **n_b** : Normalité de la solution d'hydroxyde de sodium (0,1 N).

M : Masse moléculaire de l'acide citrique (192,13g).

V_b : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium (ml).

V_a : Volume de jus (ml).

P : Nombre de protons portés par l'acide citrique (3)

IV. Dosage des composés bioactifs

IV.1. Dosage des composés phénoliques

IV.1.1. Dosage des polyphénols totaux

La teneur en composés phénoliques totaux des extraits a été déterminée par le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est constitué d'un mélange d'acide phosphotungstique qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits (Ribéreau-Gayon, 1968).

La teneur en composés phénoliques est déterminée selon la méthode décrite par Velioglu *et al.* (1998). 200 µl de l'échantillon sont mélangés avec 1500 µl du réactif de Folin–Ciocalteu (dilué au 1/10). Après 3 min, 1500 µl de carbonate de sodium (6%) sont additionnés. L'absorbance est mesurée à 760 nm après 30 min d'incubation. La teneur en composés phénoliques est exprimée en mg équivalent d'acide gallique par 100 ml de jus (mg EAG/100 ml de jus) par référence à une courbe d'étalonnage (Annexes 1).

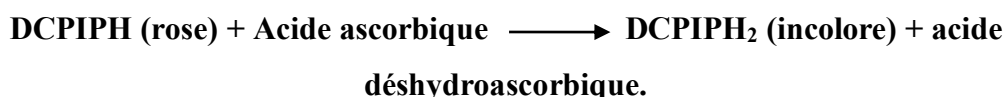
IV.1.2. Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes est déterminée par la méthode colorimétrique de Lamaison et Carnat (1991) rapportée par Bahorun *et al.* (1996). Cette méthode est basée sur la formation de complexes jaunâtres suite à la chélation de métaux Al_3^+ , utilisés sous forme de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$), par les groupements OH. La coloration ainsi formée est proportionnelle au taux de flavonoïdes dans le mélange (Ribereau-Gayon, 1968).

1 ml de chlorure d'aluminium ($AlCl_3$, 2%) sont additionnés à 1 ml de l'échantillon. Après incubation pendant 15 min à l'obscurité et à température ambiante, les absorbances des échantillons sont lues au spectrophotomètre à 430 nm. Chaque essai est réalisé en trois répliques. Les résultats sont rapportés en mg équivalent de quercitine par 100 ml de jus (mg EQ/ 100 ml de jus) en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexe 2).

IV.2. Dosage de la vitamine C

Le dosage est basé sur la réaction d'oxydation de la vitamine C par une solution de DCPIP (2,6-dichlorophénolindophénol) en milieu acide, le produit de réduction de ce dernier est de couleur rose. Si la vitamine C est présente, la coloration bleue du DCPIP qui devient rose dans les conditions acides, va donner un composé incolore en oxydant l'acide ascorbique selon les réactions suivantes (Hughes, 1983).



La teneur en vitamine C a été déterminée selon la méthode décrite par Mau *et al.* (2005). Un volume de 5 ml de jus est mélangé avec 5 ml d'acide oxalique (0,4%), Après agitation pendant 5 min le mélange est centrifugé à 4500T/15 min. 500 µl du surnageant sont mélangés avec 2500 µl de DCPIP (2,6-dichlorophénolindophénol). L'absorbance est mesurée à 515 nm. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100 ml de jus) en se référant à une courbe d'étalonnage (Annexes 3).

IV.3. Dosage des caroténoïdes

2 ml de jus d'orange sont mélangés avec 10 ml de solvant d'extraction (hexane/acétone/éthanol 5,5/ 2,5/ 2). Après agitation pendant 10 min, la phase hexanique est récupérée (Soto-Zamora *et al.*, 2005). L'opération a été répétée jusqu'à l'épuisement total de la couleur. La phase hexanique et la phase non hexanique sont ensuite misent dans une ampoule à décanter, 1ml de KOH a été ajouté, le mélange est vigoureusement homogénéisé puis laisser se décanter, la phase supérieure (hexanique) a été récupérée. La teneur en caroténoïdes est déterminée par la mesure d'absorbance à 450 nm et les résultats sont exprimés en mg équivalent β-carotène par 100 ml de jus (mg Eβ-carotène/100 ml jus) en se rapportant à une courbe d'étalonnage (Annexes 4).

IV.4. Evaluation du pouvoir antioxydant

IV.4.1. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur se base sur la réaction d'oxydoréduction, dont la réduction du chlorure ferrique (FeCl₃) en chlorure ferreux (FeCl₂) en présence d'un agent chromogène : le Ferricyanure de Potassium en milieu acidifié par l'acide trichloracétique (Ribeiro *et al.*, 2008).

Le pouvoir réducteur a été déterminé selon la méthode décrite par Oyaizu (1986) rapportée par Kumar *et al.* (2005). Un volume de 1ml de l'échantillon est ajouté à 2,5 ml de tampon phosphate (pH 6,6 ; à 0,2 M), suivi de 2,5ml de Ferricyanure de Potassium à 1% et après agitation, le mélange est soumis à l'incubation à 50°C pendant 20 min. 2,5 ml d'acide trichloracétique à 10% sont additionnés au mélange.

Un volume de 2,5 ml du surnagent est ajouté à 2,5 ml d'eau distillée, puis 0,5 ml de chlorure ferrique à (0,1%) est ajouté au mélange. L'absorbance est lue à 700 nm. Le pouvoir réducteur des extraits est exprimé en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100 ml de jus) (Annexes 3).

IV.4.2. Activité anti-radicalaire DPPH'

L'activité antiradicalaire est déterminée par une méthode basée sur la réduction du radical diphényl picryl-hydrazyl (DPPH'), par don d'atomes d'Hydrogènes ou d'électrons (Molyneux, 2004).

Le protocole utilisé dans cette méthode est celui de Milardovié *et al.* (2006). Il consiste à mélanger 2900 µl de la solution DPPH' avec 100µl de l'échantillon ; la mesure de la réaction de réduction de la solution du DPPH' a été faite à 515 nm après incubation de 30 min. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide ascorbique par 100 ml de jus (mg EAA/100ml de jus) en référant à une courbe d'étalonnage (Annexes 3).

V. Analyse statistique

Une analyse descriptive des résultats de trois essais a été réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007, afin de déterminer les moyennes et les écarts types.

D'autre part, une étude statistique a été faite par l'analyse de la variance ANOVA au seuil ($p < 0,05$) à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5.

II. Résultats et Discussion

I. Paramètres physico-chimiques

I.1. Acidité et pH

Le pH et l'acidité des jus d'orange des trois variétés sont rapportés dans le tableau ci-dessous (tableau VII).

Tableau VII : Le pH et acidité des jus d'orange des échantillons de jus étudiés.

Variétés	Paramètres	Echantillons		
		JF	JEE	JEP
Tardive	pH	3,28±0,01 ^{cδ}	3,34 ± 0,01 ^b	3,36 ± 0,01 ^a
	Acidité	13,48±0,2 ^{αα}	12,84 ± 0,19 ^b	13,27 ± 0,08 ^a
Sanguine	pH	3,63±0,01 ^{bβ}	3,67 ± 0,01 ^a	3,66 ± 0,01 ^a
	Acidité	8,4±0,05 ^{aβ}	8,63 ± 0,06 ^a	7,94 ± 0,36 ^b
Thomson	pH	4±0,01 ^{cα}	4,06 ± 0,01 ^b	4,18 ± 0,02 ^a
	Acidité	5,89±0,01 ^{bδ}	5,76 ± 0,13 ^b	6,11 ± 0,08 ^a

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes, dans chaque ligne, présentent des différences significatives ($p < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, dans la colonne JF et pour chaque paramètres (pH et acidité), présentent des différences significatives ($p < 0,05$). Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais ; JEE : Jus enrichi avec écorces ; JEP : Jus enrichi avec pépins.

Les agrumes sont classés comme des fruits acides, car leur matière soluble est essentiellement constituée de sucres et d'acides organiques dont les acides citriques, maliques, oxaliques, tartriques, galacturoniques, quinquiques, ect. (Karadeniz, 2004). Ces derniers contribuent à la saveur particulière et au goût de jus d'agrumes, et une acidité élevée qui les protège contre le développement des microorganismes pathogènes (Estève *et al.*, 2005).

Comme le montre le tableau VII, il existe des différences significatives en l'acidité et le pH des jus frais (JF) entre les différentes variétés. L'acidité du JF varie de 13,48 g/l pour la Tardive à 5,89 g/l pour la Thomson, avec un pH qui varie entre 3,28 à 4 pour les mêmes variétés, respectivement. Ces résultats sont proches de ceux rapportés par Brugos *et al.*, 2018. Ce qui explique le goût sucré avec une acidité relativement faible de la Thomson par rapport à la Tardive.

Concernant la Sanguine, les résultats obtenus dans la présente étude sont similaires à ceux d'autres variétés rapportées dans la littérature, telles que les variétés Moro et T. Messina

d'Italie (Rapisarda *et al.*, 2008) et les variétés Moro et Sanguinello de Turquie (Kelebek *et al.*, 2008) qui varient de 3,62 à 3,70 et 7,9 à 12,9 g/l pour le pH et l'acidité respectivement.

D'après les résultats de l'analyse statistique, quelle que soit la variété, le pH et l'acidité des échantillons de jus enrichis avec les deux matrices ont enregistré des différences significatives par rapport aux jus frais, pour chaque variété, respectivement. En effet, les échantillons de jus enrichis avec les écorces d'orange et les pépins de raisin de la Tardive ont présenté un pH élevé et une acidité faible par rapport au jus frais préparé avec la même variété.

Le pH et l'acidité de la Sanguine ont enregistré des valeurs plus élevées que celle du jus frais en raison de l'enrichissement avec les écorces d'orange. Concernant la Thomson, l'échantillon du jus enrichi avec les écorces a enregistré un pH élevé et une acidité faible comparativement au jus frais, contrairement à l'échantillon du jus enrichi avec les pépins de raisin qui a enregistré une augmentation de l'acidité et du pH. Ces résultats peuvent être expliqués par la libération de molécules à partir des deux matrices comme les protons provenant des acides organiques comme la Vitamine C, contenu dans les écorces d'orange.

II. Dosage des antioxydants

II.1. Composés phénoliques

II.1.1. Polyphénols totaux

Les résultats de la teneur en composés phénoliques des différents échantillons sont représentés dans la figure 12.

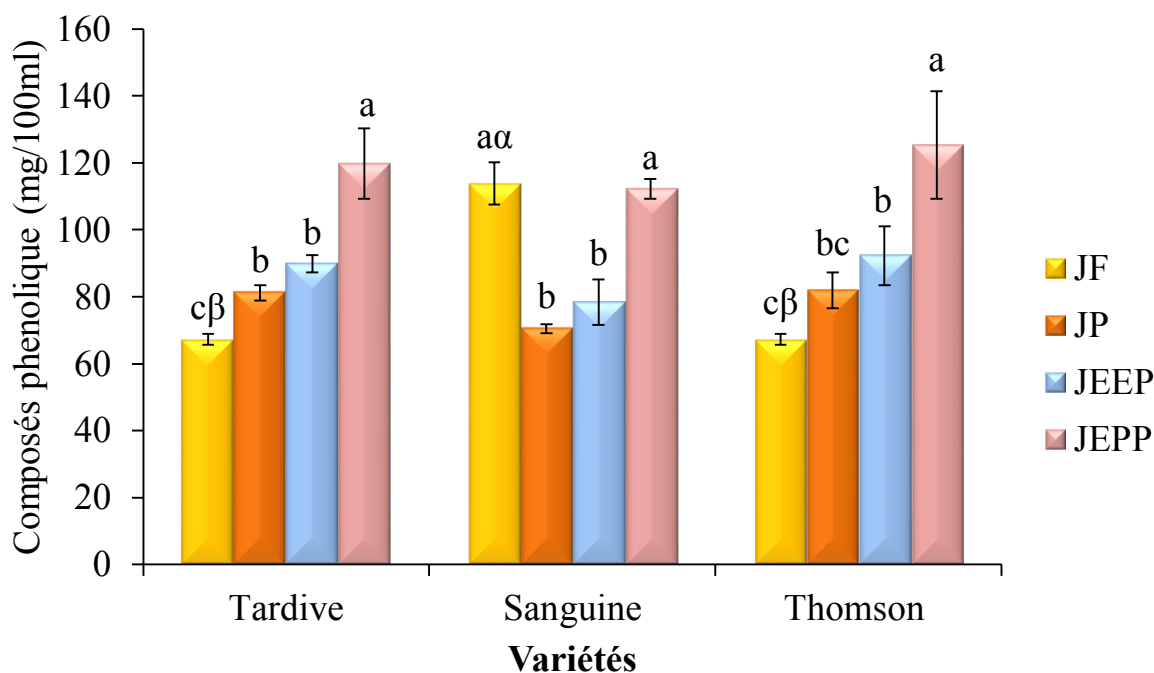


Figure 12 : Teneurs en composés phénoliques totaux des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEEP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

Les résultats obtenus pour le jus frais (JF) révèlent une différence significative entre les teneurs en composés phénoliques de la variété Sanguine avec 133,82 mg EAG/100 ml, et les deux variétés Thomson et Tardive avec une moyenne de 67,27 mg EAG/100 ml de jus. Peter *et al.* (2011) et Jinxue *et al.* (2021), ont rapporté des teneurs en polyphénols totaux des variétés Sanguine et Tardive de 96,4 mg EAG/100 ml et 56,9 mg EAG/100 ml, respectivement. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus dans la présente étude, dans le cas de la variété Sanguine. En revanche, l'inverse est noté pour la variété Tardive. Ces différences pourraient être dues à l'effet de plusieurs facteurs dont l'origine des échantillons, qu'est en relation directe avec les conditions climatiques, les conditions pratiques à savoir les appareils de mesure.

Les teneurs en polyphénols totaux des trois variétés ont montré des tendances différentes pour le jus pasteurisé non enrichi (JP) comparativement aux jus frais des variétés respectives ; Une réduction d'environ 39% pour la Sanguine a été notée. Cette baisse peut être due à la dégradation des anthocyanes pourvus dans cette variété, qui sont très sensibles à

la chaleur (Liazid *et al.*, 2014). Cependant, dans le cas des variétés Tardive et la Thomson, une augmentation de la teneur en composés phénoliques, pour atteindre 81 mg EAG/100 ml, a été observée. Plusieurs études ont montré qu'une haute température a un impact positif sur l'extraction des composés phénoliques en expliquant que la température permet d'augmenter la solubilité des composés actifs à extraire, les coefficients de diffusion ainsi que la perméabilité des parois cellulaires (Afoakwah *et al.*, 2012 ; Muthuselvi *et al.*, 2012 ; Wissam *et al.*, 2012).

L'enrichissement avec les écorces d'oranges n'a pas entraîné de changements significatifs ($p > 0,05$) du contenu phénolique total des variétés Tardive et Sanguine, mais une augmentation significative de 81,88 à 92,32 mg EAG/100 ml a été observée pour la Thomson. Cette augmentation est rapportée par les écorces d'orange, en effet, il a été démontré que ces derniers contiennent des niveaux de composés phénoliques totaux plus élevés que les autres parties d'agrumes (Guimaraes *et al.*, 2010).

Une forte augmentation significative ($p < 0,05$) a été observée en raison de l'enrichissement avec les pépins de raisin, quelle que soit la variété en question, et présentent ainsi les teneurs les plus élevées (119,76, 112,23 et 125,29 mg EAG/100 ml de jus), respectivement en comparaison avec d'autres échantillons. L'augmentation de la teneur en polyphénols totaux pourrait être attribuée à la libération de composés phénoliques liés à partir de leurs précurseurs glycosidiques respectifs ou de leurs formes polymères (Variyar *et al.*, 2004) suite à l'application de la pasteurisation. En effet, Sevinc et Asli. (2021), ont montré que la poudre de pépins de raisin est très riche en tanins.

II.1.2. Flavonoïdes

Les résultats de la teneur en flavonoïdes des différents échantillons sont représentés dans la figure 13.

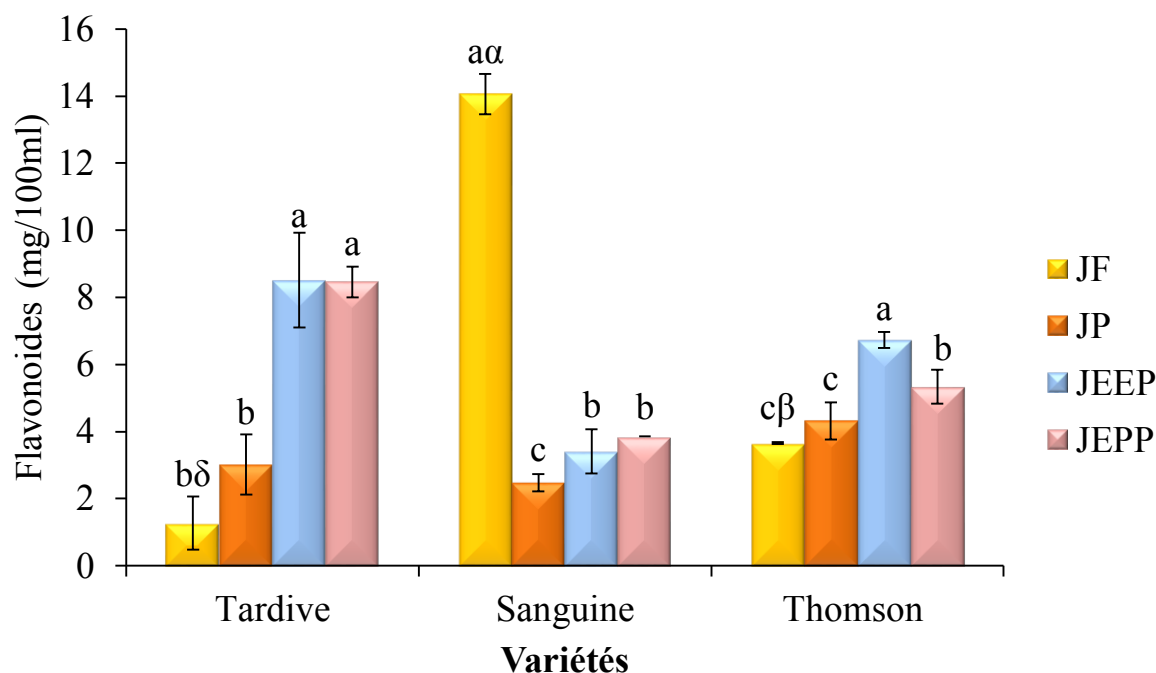


Figure 13 : Teneurs en Flavonoïdes des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEEP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

Les flavonoïdes sont l'un des groupes de composés naturels les plus diversifiés et les plus répandus, sont des composés phénoliques naturels importants et possèdent un large spectre d'activités chimiques et biologiques, y compris des propriétés d'élimination des radicaux (Quettier, 2000).

L'étude statistique a révélé des différences significatives entre les teneurs en flavonoïdes du JF des trois variétés. La Sanguine a la concentration la plus élevée (14,05 mg EQ/ 100 ml de jus), suivie par la Thomson avec 3,65 mg EQ/100 ml, tandis que la Tardive possède la plus faible concentration d'une valeur de 1,28 mg EQ/100 ml. Par rapport aux autres variétés d'agrumes, les oranges sanguines (pigmentées ou rouges) contiennent des anthocyanes dans leur chair, ainsi qu'une teneur plus élevée en flavanones et en acides hydroxycinnamiques (Kelebek *et al.*, 2008), cette propriété peut expliquer les résultats obtenus dans cette étude.

Les résultats de la présente étude sont inférieurs à ceux rapportés par Guimarães *et al.* (2010), qui ont indiqué pour le jus d'orange une valeur de 62 mg EAG/100 ml. Cela peut être

expliqué par la différence des variétés, le climat, la technique d'analyse ainsi que le standard utilisé.

Concernant les échantillons de jus pasteurisés (JP), comparativement aux jus frais, l'analyse statistique a marqué une différence significative pour la variété Sanguine : la pasteurisation a induit une réduction d'environ 82%, de la teneur en flavonoïdes. Cela peut être expliqué par la sensibilité de ces composés bioactifs à la température. En effet, certains facteurs physiques et chimiques tels que le pH, la température, la disponibilité de l'oxygène, l'activité des enzymes, les sucres et les produits de dégradation des sucres peuvent affecter la stabilité et la dégradation des flavonoïdes (Lo Piero, 2015). En revanche, la pasteurisation n'a pas affecté significativement les teneurs en flavonoïdes des variétés Tardive et Thomson.

Aucune différence n'a été trouvée entre les échantillons de jus enrichis (JEEP et JEPP) de la Tardive et de la Sanguine. Cependant l'analyse statistique indique des différences significatives ($p < 0.05$) entre les échantillons de jus enrichis de la Thomson, et à noté que le jus enrichi avec les écorces d'orange a donné la teneur la plus élevée. Ceci s'explique par l'apport d'une quantité en plus de flavonoïdes par les écorces d'orange. Ces derniers contiennent de nombreux flavonoïdes, y compris polyméthoxylés flavones (PMF), C - ou O - glycosyléflavones, O-glycosyléflavanones, flavonols et de nombreux autres différents acides phénoliques, ainsi que des dérivés apparentés (Anagnostopoulou et *al.*, 2005).

II.2. Vitamine C

Les résultats de la teneur en vitamine C des différents échantillons sont représentés dans la figure 14.

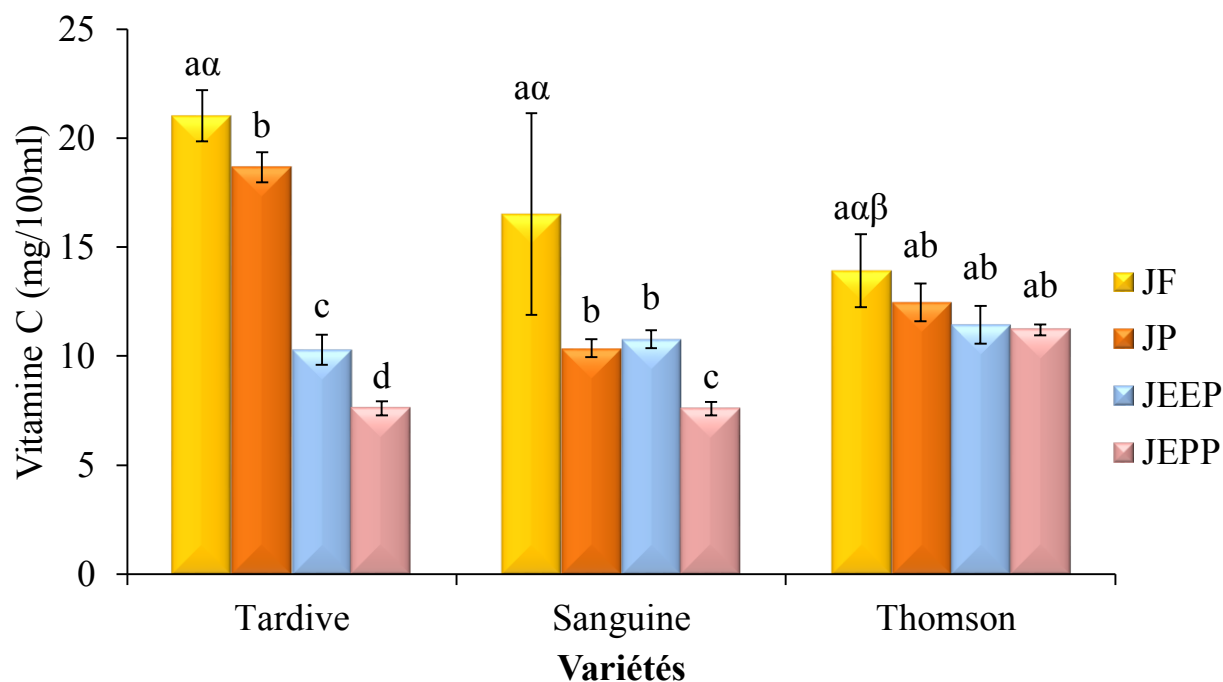


Figure 14 : Teneurs en vitamine C des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

L'acide ascorbique est un nutriment alimentaire vital pour l'homme et les agrumes sont la principale source de cette vitamine. De plus, Xu *et al.* (2008), ont rapporté une relation significative entre l'acide ascorbique et la capacité antioxydante du jus d'orange.

Les résultats statistiques obtenus pour les échantillons de jus frais (JF) indiquent qu'il ya une différence significative entre la teneur en acide ascorbique de la Tardive qui renferme la teneur la plus élevée (21,03 mg EAA/100 ml de jus) et les deux autres variétés Sanguine et Thomson, qui enregistrent des valeurs de 16,52 et 13,92 mg EAA/100 ml de jus, respectivement.

Ces résultats sont très faibles par rapport à ceux rapportés par Rapisarda *et al.* (1999), qui ont enregistré des teneurs en acide ascorbique pour le jus d'orange variant de 41,7 à 78,1 mg EAA/100 ml. Cette différence peut être justifiée par une extraction incomplète dans la présente étude. D'autres facteurs peuvent également être impliqués, notamment la sensibilité de l'acide ascorbique à l'oxydation par l'air et au milieu aqueux (Silva, 2005).

Lee et Kader (2000) et Kader (2002), ont rapporté que la variabilité des teneurs en acide ascorbique des raisins est affectée par plusieurs facteurs tels que les facteurs pré-récolte y compris les conditions climatiques notamment l'exposition au soleil, la maturité à la récolte, la méthode de récolte, les conditions de manipulation post-récolte (stockage), les espèces, les cultivars, les tissus, ainsi que le génotype (Sharique et Beigh, 2009), tous ces facteurs sont responsables de la grande variation de la teneur en vitamine C des fruits et légumes.

L'analyse statistique révèle une différence significative entre le JF et le JP. Une baisse de concentration en acide ascorbique a été constatée pour les 3 échantillons de jus pasteurisé, avec des taux de 11%, 37% et 10% pour la Tardive, la Sanguine et la Thomson, respectivement. Ces taux de dégradation sont proches de 7% rapporté par Gomes *et al.* (2021), sauf pour la Sanguine.

Gomes *et al.* (2021), montrent que dans le jus d'orange, la dégradation thermique de l'acide ascorbique a été affectée par la valeur du pH, le niveau d'oxygène dissous, la maturité des fruits et la variété d'agrumes. Ces mêmes auteurs indiquent également, que la vitamine C est très sensible aux conditions de stress utilisées lors de la transformation des aliments, comme l'application de températures élevées pour inactiver les micro-organismes d'altération et les enzymes endogènes.

L'étude statistique a montré des différences significatives entre les teneurs en acide ascorbique des jus enrichis avec pépins pasteurisés (JEPP), les jus enrichis avec écorces pasteurisés (JEEP) et les jus pasteurisés (JP), une baisse de 18,66 mg EAA/100 ml à 10,28 mg EAA/100 ml a été signalée pour la Tardive, et ce, malgré la teneur élevée des écorces en vitamine C (74,7 à 98,2 mg d'acide ascorbique/100g) (Escobedo-Avellaneda *et al.*, 2014).

Cela peut être dû à la dégradation de l'acide ascorbique durant le séchage à l'air libre. En effet la dégradation de l'acide ascorbique est accélérée par une exposition à la lumière visible ou aux radiations UV, surtout en présence de certains agents photo-sensibilisants comme la méthionine, la riboflavine, certains colorants ou certains agents sucrant comme le fructose (Tikekaret *et al.*, 2011).

II.3. Caroténoïdes

Les résultats de la teneur en caroténoïdes des différents échantillons sont représentés dans la figure 15.

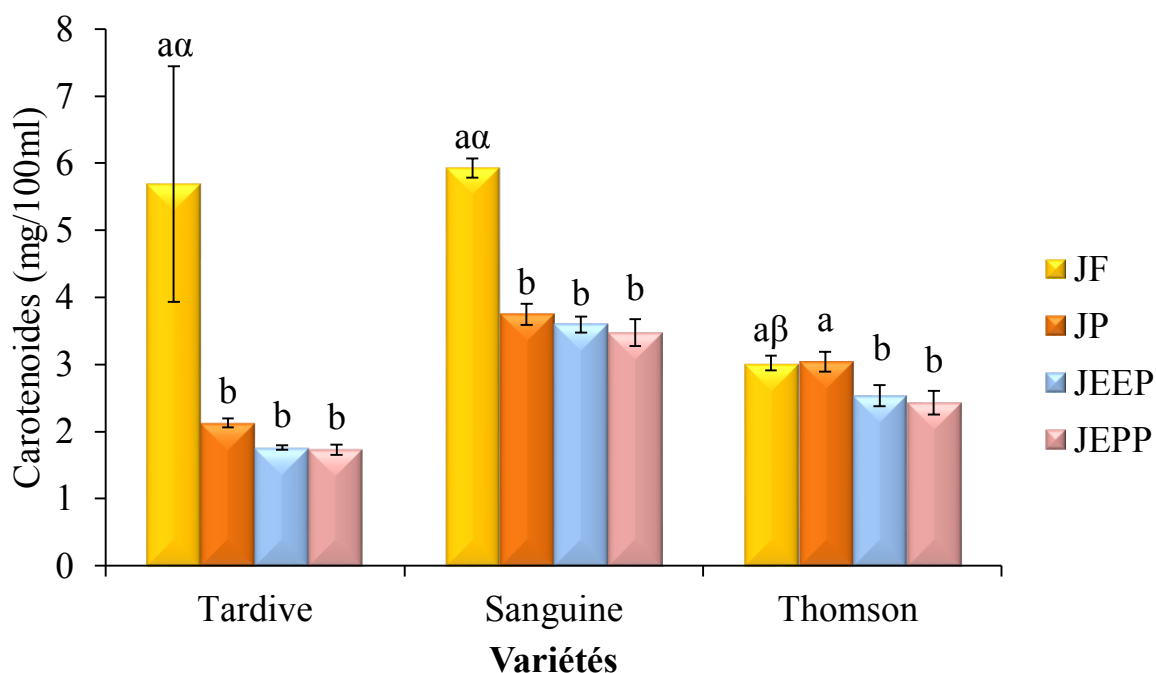


Figure 15 : Teneurs en caroténoïdes des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEEP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

L'étude statistique n'a pas révélé de différences significatives entre la teneur en caroténoïdes du JF de la Tardive et la Sanguine, cependant une différence significative a été marquée entre ces deux variétés et la Thomson qui a enregistré la teneur la plus faible (3,02 mg E β C/100 ml). Les résultats sont supérieurs à ceux trouvés par Estève *et al.* (2009) qui a enregistré 1,3672 mg/100 ml pour la variété Navel. Ces écarts peuvent être expliqués par l'effet variétal mais également par d'autres facteurs liés à l'environnement. En effet, la composition et la teneur en caroténoïdes des fruits peuvent être influencées par des facteurs génétiques, les régions géographiques, les méthodes de transformation et de stockage des fruits (Giuffrida *et al.*, 2019).

L'étude statistique a démontré des différences significatives entre les teneurs en caroténoïdes du JF et du JP des variétés Tardive et Sanguine avec des taux restants de 37,43% et 63%, respectivement, dans le jus pasteurisé. Tandis qu'aucune différence significative n'a été perçue pour le jus de la Thomson.

D'après Lu *et al.* (2018), le β -carotène total a diminué de manière évidente après le traitement thermique, avec 76,08 % restant dans le jus CaraCara. De même, aucun changement significatif n'a été détecté après un traitement thermique par Sánchez-Moreno *et al.*, 2005.

Les caroténoïdes sont des composés hautement insaturés avec un système étendu de doubles liaisons conjuguées et sont donc sensibles à l'oxydation, l'isomérisation et d'autres changements chimiques pendant le traitement thermique (Shi et LeMaguer, 2000). La stabilité thermique des caroténoïdes est affectée par leur structure chimique, leur forme moléculaire, leur solubilité, leur hydrophobie, leur état cristallin, etc. (Nguyen *et al.*, 2001).

D'autre part, aucune différence significative n'a été démontrée entre les teneurs en caroténoïdes des jus enrichis avec écorces et les jus pasteurisés pour la Tardive et la Sanguine, contrairement à la Thomson qui a marqué une baisse significative, sachant que les teneurs les plus élevées en caroténoïdes (1,04 à 6,21 mg de β -carotène/100 g) ont été trouvées dans les écorces (Escobedo-Avellaneda *et al.*, 2014). Cela peut être dû à l'oxydation de la structure du caroténoïde hautement insaturée qui peut se produire par auto-oxydation, qui est une réaction en chaîne radicalaire spontanée en présence d'oxygène, ou par photo-oxydation produite par l'oxygène en présence de lumière (Kidmose *et al.*, 2002).

L'étude statistique a révélé une baisse significative de 3,04 à 2,43 mg de β -carotène entre la teneur en caroténoïdes de l'échantillon du jus pasteurisé et celui enrichi avec les pépins de raisins uniquement pour le jus de la Thomson.

Cette diminution peut être due à la composition des pépins de raisin riche en acides gras insaturés (Linoléique 58-78 %, palmitique 5,5-11 %, stéarique 3-6 %, oléique 12-28 %) (Kremer, 2017), en effet, les acides gras peuvent estérifier les caroténoïdes particulièrement les xanthophylles, qui deviennent par la suite moins polaires que les xanthophylles libres ce qui réduit leur biodisponibilité (Giuffrida *et al.*, 2019).

II.4. Evaluation du pouvoir antioxydant

II.4.1. Pouvoir réducteur

Les résultats du pouvoir réducteur des différents échantillons sont rassemblés dans la figure 16.

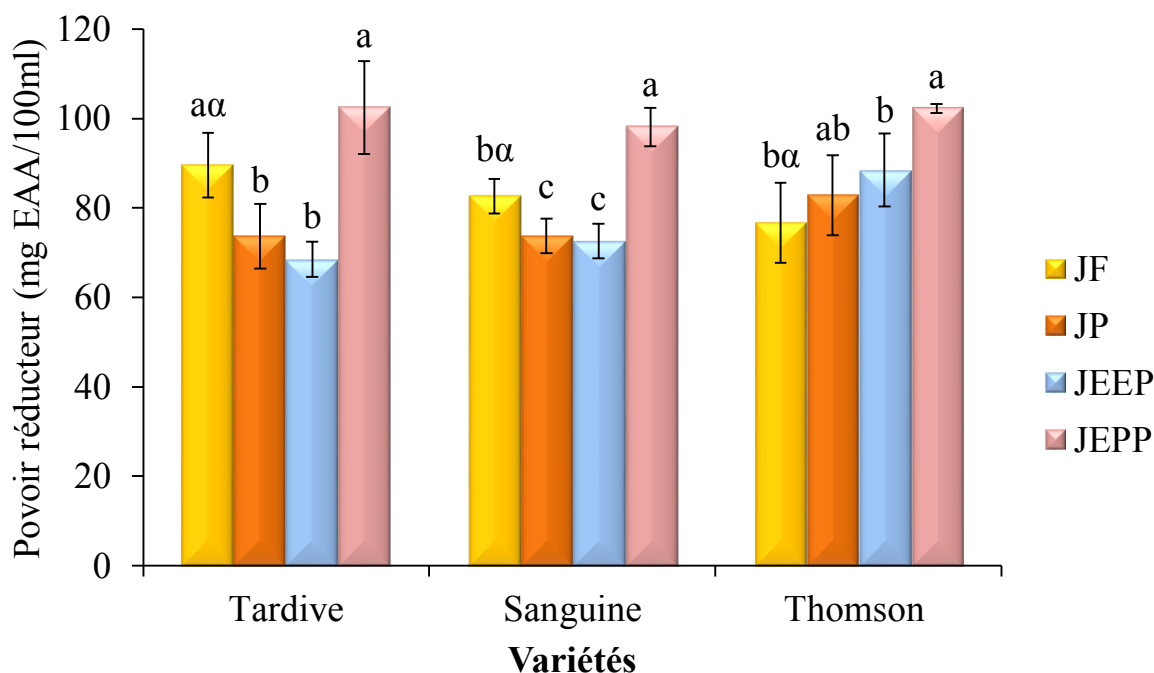


Figure 16 : Pouvoir réducteur des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEEP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

Les résultats obtenus n'ont enregistré aucune différence significative entre les capacités anti-oxydantes des trois jus frais étudiés. Le jus de la Tardive présente l'activité antioxydante la plus élevée avec 89,59 mg EAA/100 ml de jus, suivie par celui de la Sanguine (82,62 mg EAA/100 ml) puis de la Thomson avec 76,65 mg EAA/100 ml.

Nos résultats sont plus élevés que ceux obtenus par Xu *et al.* (2008), qui ont rapporté un pouvoir réducteur de 30,74 mg EAA/100 ml de jus d'agrumes, et 4 fois plus supérieures que les résultats rapportés par Guimarães *et al.* (2010), qui ont enregistré une teneur pour le jus d'orange de 319 mg/100 ml. Selon Xu *et al.* (2008), la capacité antioxydante est influencée par plusieurs facteurs, tels que la variété, le degré de maturation, le sol, le climat et les méthodes analytiques.

L'activité réductrice des échantillons de jus pasteurisés est significativement réduite par rapport aux jus frais d'environ 17 % et 10 % pour la Tardive et la Sanguine, respectivement, alors qu'elle a augmenté pour la Thomson pour atteindre 82,84 mg

EAA/100ml de jus. Ceci peut s'expliquer par la libération des différentes classes polyphénoliques, comme il a été démontré dans l'analyse des polyphénols totaux..

La diminution de la capacité antioxydante des jus d'orange pasteurisés est due à la diminution du taux des composés phénoliques totaux qui sont altérés sous l'effet de la température élevée. Le potentiel antioxydant dépend, selon Huang *et al.* (2006), de la teneur en composés phénoliques, particulièrement les flavonoïdes.

L'enrichissement avec les écorces d'orange n'a pas entraîné de changement significatif ($p > 0,05$) de l'activité réductrice comparativement à l'échantillon de jus pasteurisé de la Tardive et la Sanguine, cependant une augmentation de 82,84 à 88,48 mg EAA/100 ml de jus a été observée pour la Thomson. La capacité antioxydante des écorces d'agrumes pourrait être liée à la présence de composés phénoliques. De multiples composés tels que les flavanones, les glycosides de flavanone et les flavones polyméthoxylés sont particuliers aux agrumes, qui sont relativement rares dans d'autres plantes (Liet *al.*, 2006).

Le pouvoir réducteur des trois échantillons de jus pasteurisés enrichis avec les pépins de raisin, est significativement ($p < 0,05$) le plus important par rapport aux échantillons de JP ; l'activité la plus prononcée est attribuée à la Tardive avec (102 mg EAG/100 ml de jus). L'enrichissement avec les pépins de raisin influence positivement l'activité réductrice des échantillons.

II.4.2. Activité anti-radicalaire DPPH'

Les résultats du pouvoir anti-radicalaire par le DPPH' des différents échantillons sont rassemblés dans la figure 17.

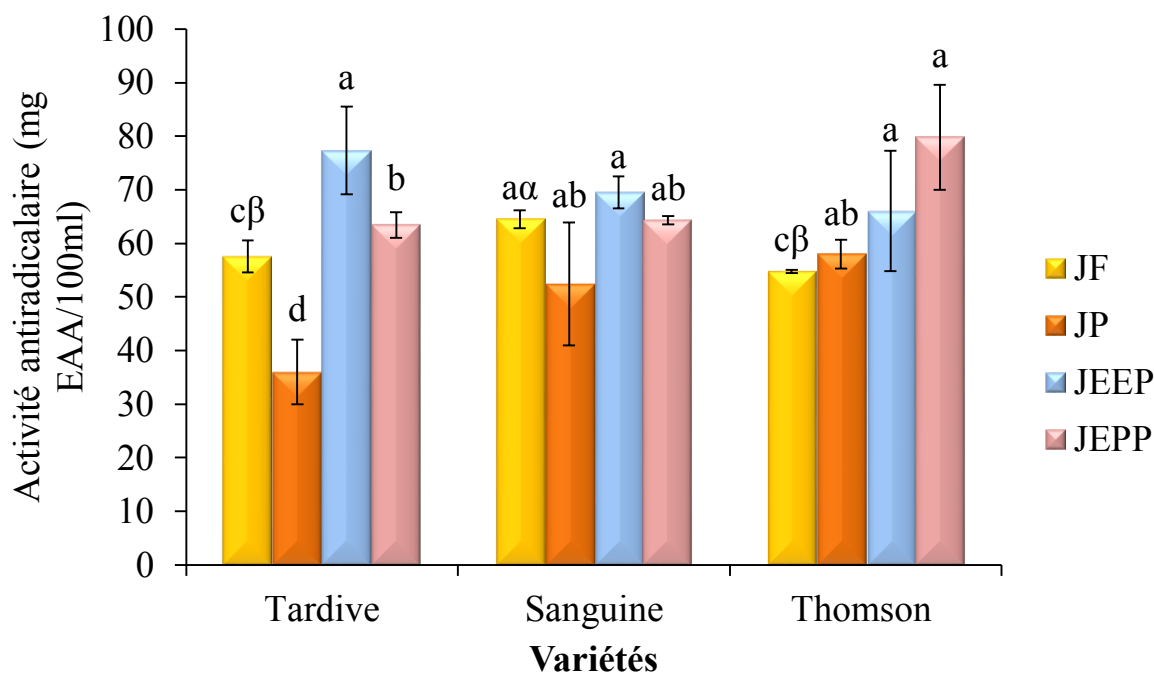


Figure 17 : Activité antiradicalaire des différents échantillons de jus.

Les valeurs désignées par des lettres latines différentes présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre les échantillons de jus par variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $a > b > c$. Les valeurs désignées par des lettres grecs différentes, présentent des différences significatives ($p < 0,05$) entre le jus frais de chaque variété. Les résultats sont classés par ordre décroissant ; $\alpha > \beta > \delta$. JF : Jus frais, JP : Jus pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec écorces pasteurisé, JEPP : Jus enrichi avec pépins pasteurisé.

L'analyse statistique indique des différences significatives entre l'activité antiradicalaire du jus frais (JF) de la Sanguine, enregistrant ainsi la valeur la plus élevée de 64,55 mg EAA/100ml. Quant à la Tardive et à la Thomson, présentent des activités anti-radicalaires statistiquement similaires. Selon Gorinstein *et al.* (2001), plus la teneur totale en polyphénols est élevée, plus la capacité antioxydante est grande. En effet, les résultats de nos analyses des composés phénoliques le confirment.

L'activité anti-radicalaire des différents jus pasteurisés présente un effet significatif qui varie d'une variété à une autre. En effet, l'activité anti-radicalaire des échantillons de jus pasteurisé a baissé comparativement aux jus frais pour la Tardive et la Sanguine. Tandis que, le jus de la Thomson a connu une augmentation significative, de l'activité anti-radicalaire, de 54,78 à 58 mg EAA/100ml.

Ces résultats sont en agrément avec ceux obtenus dans la partie de dosage des antioxydants ; La chaleur a probablement dégradé les molécules contribuant à l'activité anti-

radicalaire, tandis que l'augmentation de activité antioxydante dans le cas de la variété Thomson, peut être attribuée à la dégradation des composants phénoliques polymères en phénols simples, augmentant ainsi leur solubilité et leur capacité d'interaction avec le DPPH (Kondapalli *et al.*, 2014).

Les résultats de l'analyse statistique montrent des différences significatives en termes d'activité anti-radicalaire, entre les jus enrichis et les jus pasteurisés. Une augmentation de l'activité anti-radicalaire est enregistrée pour tous les échantillons de jus enrichis avec les écorces d'orange et les pépins de raisins.

En effet, Escobedo-Avellaned *et al.* (2014), ont démontré que l'écorce d'orange a augmenté les composés phénoliques, les flavonoïdes et l'activité antioxydante d'une orange broyée de 111 %, 783 % et 304 %, respectivement, par rapport au jus. Cependant, les pépins de raisin contiennent ce qu'on appelle les OPC : oligomères proanthocyanidines aux vertus antioxydantes qui appartiennent à la famille des flavonoïdes. Ils vont avoir pour rôle de piéger les radicaux libres qui sont néfastes pour l'organisme. Les OPC sont 50 fois plus efficaces que la vitamine E et 20 fois plus que la vitamine C (Ouradou, 1998).

Conclusion

Cette étude vise à corriger les pertes en antioxydants causées par les traitements thermiques des jus de fruits, en valorisant les écorces d'orange et les pépins de raisin. Les déchets végétaux, qui prennent leur place dans la chaîne de recyclage en pleine expansion, prennent chaque jour une grande importance pour notre monde.

Les analyses physicochimiques indiquent que le pH des jus frais varie entre 3,28 et 4 avec une acidité qui varie entre 13,48 g/l et 5,89 g/l. Les résultats de l'analyse statistique, ont révélé des différences significatives entre les valeurs du pH et l'acidité des échantillons de jus frais et les échantillons de jus enrichis avec les deux matrices.

Les résultats obtenus pour 3 échantillons de jus frais (JF), nous ont permis de déduire que le fruit étudié contient un groupe d'antioxydants naturels, qui ont une forte activité antioxydante, qui diffèrent d'une variété à l'autre. Le dosage a révélé des teneurs en polyphénols totaux variant de 67,27 à 133,82 mg EAG/100ml de jus et en flavonoïdes qui oscillent de 1,28 à 14,05 mg EQ/100ml de jus. Quant aux teneurs en vitamine C et en caroténoïdes des échantillons de jus frais, elles représentaient 13,92 à 21,03 mg EAA/100ml et 3,02 à 5,93 mg E β C/100ml de jus, respectivement. Les résultats ont révélé une activité antioxydante importante pour les échantillons de jus frais.

La présente étude a illustré l'effet de la pasteurisation sur les antioxydants et le pouvoir antioxydant du jus d'orange étudié. En effet, le dosage des composés phénoliques et des flavonoïdes de la Sanguine a révélé des réductions de 39% et 82%, respectivement. De même une diminution de l'activité anti-radicalaire a été enregistrée. Cependant, un impact positif considérable a été révélé pour la pasteurisation, sur l'extraction de certains composés bioactifs notamment les composés phénoliques et les flavonoïdes.

L'enrichissement des jus d'orange avec la poudre de pépins de raisin et la poudre des écorces d'orange a permis non seulement de corriger les pertes en composés bioactifs induites par la pasteurisation mais également de les compenser. En effet, l'échantillon de jus enrichi avec les pépins de raisin a donné de meilleurs rendements en composés phénoliques avec une augmentation de 46% et 34% par rapport au jus frais et au jus pasteurisé, respectivement.

De même le pouvoir réducteur a augmenté de 53% par rapport au jus pasteurisé. Quant à l'activité anti-radicalaire et la teneur en flavonoïdes, le jus enrichi avec les écorces d'orange a enregistré un apport d'environ 25% et 84%, respectivement.

A la lumière de ces résultats, l'utilisation des poudres de pépins de raisin et d'écorces d'orange issus de la transformation des fruits, paraît prometteuse dans le but d'enrichir, les jus de fruits, par des antioxydants naturels. Une réflexion et des essais sur l'application industrielle à l'échelle pilote de l'enrichissement du jus d'orange par ces sous produits naturels méritent d'être menés.

Il serait donc intéressant de penser à mieux exploiter ces sous produits par :

- Une étude approfondie pour une meilleure optimisation du rapport (matrice/jus) ;
- Une étude toxicologique pour les sous produits naturels étudiés ;
- Caractérisation par utilisation de méthodes plus précises : HPLC, RMN...
- Penser à une application à l'échelle industrielle ;
- Penser à éliminer les pesticides ;

*Références
bibliographiques*

A

AFNOR .(1974). Détermination de l'acidité titrable.

Afoakwah A.N., Owusu J., Adomako C. et Teye E. (2012). Microwave assisted extraction (MAE) of antioxidant constituents in plant materials. *Global Journal of Bio-Science and BioTechnology*, 1 (2): 132-140.

Agocs A., Nagy V., Szabo Z., Mark L., Ohmach R. et Deli J. (2007). Comparative study on the one carotenoid composition on the peel and the pulp of different citrus species. *Food Science and Emerging Technology* 83(3): 390-394.

Alquezar B., Rodrigo M.J. et Zacarías L. (2008). Regulation of carotenoid biosynthesis during fruit maturation in the red-fleshed orange mutant Cara Cara. *Phytochemistry*, 69(10) : 1997-2007.

Anagnostopoulou MA., Kefalas P., Kokkalou E., Assimopoulou AN., Papageorgiou VP.(2005). Analyse de composés antioxydants dans l'écorce d'orange douce par HPLC-détection à barrette de diodes-spectrométrie de masse à ionisation électrospray. *Chromatographie biomédicale*, (19) : 138 – 148.

B

Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C. et Pinkas M. (1996). Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations. *Arzneim-Forsch DrugResearch*.(46): 1086 –1108.

Bernardi J., Licciardello C., Russo M.P., Chiusano M. L., Carletti G., Recupero G.R. et Marocco A. (2010). Use of a custom array to study differentially expressed genes during blood orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) ripening, *Journal of Plant Physiology*, (167) : 301–310.

Bicu I., Mustata F. (2011). Cellulose Extraction from Orange Peel Using Sulfite Digestion Reagents. *Bioresource Technology*,(102) :10013-10019.

Bocco A., Cuvelier M.E., Richard H. et Berset C., (1998). Antioxydant activity and phenolic composition of citrus peel and seed extracts. *Journal of Agricultural and food Chemistry*,(46) :2123-2129.

Bravo L. (1998). « Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance ». *Nutrition Reviews*,(56): 317-333.

Brugos AFO., JAW Gut. et CC Tadini .(2018). Cinétique d'inactivation de la pectine méthylestérase dans la pasteurisation assistée par micro-ondes du jus d'orange *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, (97) : 603 – 609.

C

Cabanis J.C., Cheynier V. et Teissedre P.L. (1998). Caractérisation de la matière première et des produits élaborés. In: *Œnologie fondements scientifiques et technologiques*. Tec & Doc, Lavoisier. Paris. (24) : 1359-1363.

Cachau-Herreillat D. et Laffitte M. (2009). Des expériences de la famille acide-base: réussir, exploiter et commenter 50 manipulations de chimie (Bruxelles, Belgique: De Boeck). 541.372 CAC

Cao X. et Y. Ito. (2003). Extraction par fluide supercritique de l'huile de pépins de raisin et séparation ultérieure des acides gras libres par chromatographie à contre-courant à grande vitesse. *Journal of Chromatography*.(1021) : 117 – 124.

Chandrasekaran M. (2012). *Valorization of Food Processing By-Products*. 1st Ed. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group, pp. 91-146,. ISBN 978-1-4398-4885-2.

Chen C.S. et Wu M.C. (1998). Kinetic models for thermal inactivation of multiple pectinesterases in citrus juices. *J.Food Sci.* (63) 5 : 1–4.

Cheong M.W., Chong Z.S., Liu S.Q., Zhou W.B., Curran P. et YuB. (2012). Caractérisation de calamansi (*Citrus microcarpa*) Part I : volatiles, aromatic profile and phenolics acids in the peel.. *Food Chemistry*. (134) : 686-695.

Chethan S. et Malleshi N.G.(2007). Finger millet polyphénols : optimisation of extraction and the effect of pH on their stability. *Food chemistry*, 105 : 862-870.

Chou C.F. et Huang, Y.L. (2003). Composition of the chemical composition and physiochemical properties of different fibers prepared from the peel of *Citrus sinensis* L. cv Liucheng. *Journal of agricultural and food chemistry* pp 51, 2615.

Ⓓ

Debajyoti Kundu., Mohan Das., Reddhy Mahle., Pritha Biswas., Sandipan Karmakar. et Rintu Banerjee. (2020). Valorisation des sous-produits de la transformation des fruits. Édité par : Charis M. Galanakis. Pp 309.

Demelin E. (2012). Le raisin et ses applications thérapeutiques. Thèse de doctorat. Université de Limoges. Faculté de pharmacie pp 109.

Dias MG., Filomena M., GFC Camões. et Oliveira L. (2009). Caroténoïdes dans les fruits et légumes traditionnels portugais. *Food Chemistry*. (113) : 808-815.

RASSIS. etIsraell SAM SAGUY. (1995). La cinétique des changements de qualité du jus d'orange concentré aseptique pendant le traitement et le stockage commerciaux, *Journal of food science + technology* ,(30)2 : 191-198.

Ⓔ

Erdman J., Balentine D., Arab L., Beecher G., Hollman P., Keen C.L., Mazza G., Messina M., Scalbert A., Vita J., Williamson G. et Burrowes J. (2007). Flavonoids and Heart Health: Proceedings of the ILSI North America Flavonoids Workshop May 31- June 1, 2005, Washington, DC1–4. *Journal of Nutrition*. (137) : 718-737.

Escobedo-Avellaned Zamantha.,Gutiérrez-Uribe Janet., Valdez-Fragoso Aurora., Antonio J. etWalti-Chanes Jorge. (2014).Phytochimiques et activité antioxydante du jus, du flavedo, de l'albédo et de l'orange broyée. *Journal des aliments fonctionnels*. (6) : 470-481.

Esteve M.J., Barba F.J., Palop S. et Frígola A. (2009). The effects of non-thermal processing on carotenoids in orange juice. *Czech Journal of Food Sciences*. (27) : S304–S306.

Esteve M.J., Frigola A., Rodrigo C. et Rodrigo D. (2005).Effect of storage period under variable conditions on the chemical and physical composition and colour of Spanish refrigerated orange juices.Food examination survey epidemiologic follow-up study.*American Journal of Clinical Nutrition*.(76): 93-99.

F

Faure H., Fayol V., Galabert C., Grolier P., Le Moel G., Steghens J. P. et Nabet F. (1999). Les caroténoïdes: 1. Métabolisme et physiologie. In *Annales de biologie clinique.*, 57(2) : 169-183.

G

Gardner P. T., White T. A. C., McPhail D. B. et Duthie G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*, 68(4) : 471–474.

Ghedira, K. (2005). Les flavonoïdes: structure, propriétés biologiques, rôle prophylactique et emplois en thérapeutique. *Phytothérapie*. 3(4) :162-169.

Ghanem N., Mihoubi D., Kechaou N. et Boudhrioua N. (2012). Microwave dehydration of tree citrus peel cultivars : Effect on water and oil retention capacities, color, shrinkage and total phenol content. *Industrial Crops and Products*. (40) : 167-177.

Gil-Izquierdo A., Gil M.I. et Ferreres F. (2002). Effect of processing techniques at industrial scale on orange juice antioxidant and beneficial health compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (50) : 5107–5114.

Giuffrida Danièle., Francesco Cacciola., Paula Mapelli Brahm., Carla M. Stinco., Paola Dugo., Marianna Oteri., Luigi Mondello. et Antonio Meléndez-Martínez. (2019). Composition de caroténoïdes et d'esters de caroténoïdes libres dans les jus d'orange et de mandarine espagnols de diverses variétés. *Food Chemistry*, (300) : 125139.

Grohmann K. et Baldwin E.A. (1992). Hydrolysis of orange peel with pectinase and cellulose enzymes. *Biotechnology letters*, 14(12) : 1169-1174.

Gulçin I. (2010). Antioxydants properties of resveratrol : A structure-activity insight. *Innovative Food Science And Emerging Technology*. (11) : 210-2018.

Guimarães L., Barros ., Barreira., MJ Sousa., AM Carvalho. Et IC Ferreira. (2010). Cibler les radicaux libres excessifs avec les zestes et les jus d'agrumes : pamplemousse, citron, citron vert et orange *Chimie alimentaire. Toxicol.* (48) : 99 – 106.

Gomez P. L., Welte-Chanes J. et Alzamora S. M. (2011). Hurdle technology in fruit processing .Annual review of food science and technology. Pp 447-465.

Gomes A.,Ana Leticia Rodrigues Costa., Pamela Dias Rodrigues., Ruann Janser Soares de Castro.etEric Keven Silva.(2021).Food Control. (131) : 108391.

Grigoraş. (2012). « valorisation des fruits et des sous-produits de l'industrie de transformaton des fruits par extraction des composes bioactifs » [thèse de doctorat, école doctorale sciences et technologies, bacău.

Goulas V. et Manganaris G.A. (2012). Exploring the phytochemical content and antioxydantpotential of Citrus fruits grown in Cyprus. Food Chemistry.(131) : 39-47.

Gorinstein Shela.,Martin-Belloso Olga., Seo parc Yong., Haruenkit Ratiporn, Lojek Antonin., Ciz Milan., Caspi Abraham., Libman Imanuel. etTrakhtenberg Simon. (2001).Comparaison de quelques caractéristiques biochimiques de différents agrumes. chimie alimentaire, (74)3 : 309-315.

Guignard J L. (2001). In Botanique systematique moleculaire.12eme Edition Masson (Paris). pp 304.

H

Hendrix C. M., Redd J. B. et Ashurst P. R. (1995).Chemistry and Technology of Citrus Juices and By-Products. In : « Production and Packaging of Non-Carbonated Juices and Fruit Beverages ». Ed. Blackie Academic & Professional. pp. 53-87.

Hughes D.E. (1983). Trimetric determination of ascorbic acid with 2,6-dichlorophenol indophenols in commercial liquid diets. Journal of pharmaceutical sciences. (72) :126-129.

Huang Ho. (2010) . Polymethoxy flavones are responsible for the anti-inflammatory activity of citrus fruit peel, Food Chem.(119) : 868-873.

I

Ignat I., Volf I. et Popa V. (2011). A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. Food Chemistry. Vol 126. pp 1821-1835.

Ismail, A.M.S. (1996). Utilisation of orange peels for the production of multi-enzyme complexes by some fungal strains. Process Biochemistry. 31(7) : 645-650.

J

Jacob R., Hasegawa S. et Manners G. (2000). The potential of Citrus Limonoids as Anticancer Agents. *Perishables Handling Quarterly Issue*. Pp. 102.

Jawad A., Langrish T. A. G. (2012). Optimisation of total phenolic acids extraction from mandarin peels using microwave energy: The importance of the Maillard reaction, *Journal Food Eng.* (109) :162-174.

Jayaprakasha. et Bhimanagouda. (2007).Évaluation in vitro des activités antioxydantes dans des extraits de fruits de cédrat et d'orange sanguine *Chimie alimentaire*, (101):410 – 418.

Jinxue H., Lu L., Mingyue S., Tianming Y., Xuejin M. et Yuanxing W. (2021).Variations des acides phénoliques et de l'activité antioxydante de l'orange navel à différents stades de croissance. *Chimie alimentaire*, (306) : 129980.

John J.F. et Linsksens H.F. (2001). Analysis of test and aroma. Ed : Springer,Berlin. Pp.125-127.

Ju-Cho., Ju-Cho., Gyu Lee., Kun-Ho., Yokoyama. Kim H. (2018).Effet anti-obésité de la farine de pépins de raisin riche en polyphénols prébiotiques complétée par des bactéries lactiques probiotiques dérivées du kéfir. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 (47), article 12498.

K

Kader A.A. (1992).Post harvest technology of horticultural crops. Ed. Oakland, Florida.

Karadeniz F. (2004).Main Organic Acid Distribution of Authentic Citrus Juices in Turkey.*Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* (28): 67-271.

Kelebek H., Canbas A. et Selli, S. (2008).Détermination de la composition phénolique et de la capacité antioxydante des jus d'orange sanguine obtenus à partir de cvs. Moro et Sanguinello (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cultivés en Turquie. *chimie alimentaire*, 107(4) :1710-1716

Kennedy., ZS Rivera., LL Lloyd., FP Warner. etJumel. (1992). Stabilité de l'acide L ascorbique dans le jus d'orange traité de manière aseptique dans des cartons TetraBrik et effet de l'oxygène. Food Chemistry. 45 (5) : 327 – 331.

Khan., Arthur E. et Martell. (1967). Les ions métalliques et les chélates métalliques ont catalysé l'oxydation de l'acide ascorbique par l'oxygène moléculaire. I. Oxydation catalysée par ions cuivriques et ferriques. Journal de l'American Chemical Society, 89 (16) :4176-4185.

Kidmose U., Edelenbos M., R. Nøbæ. etChristensen LP. (2002). Stabilité de la couleur des légumes .DB MacDougall (Ed.) , Color in food: Improving quality , CRC Press , Floride, Boca Raton. pp. 179 – 232

Kimball A.D. (1999). Description of Citrus Fruit. In : << Citrus Processing : A Complete Guide >> juice and orange wine made from a Turkish cv. Kozan. Food Chemistry, (107) :1710-1716.

Kondapalli N., Sadineni V., Variyar SP., Sharma A. et Obulam VSR. (2014). Impact de l'irradiation γ sur la capacité antioxydante du vin de mangue (*Mangifera indica* L.) de huit cultivars indiens et la protection du vin de mangue contre les dommages à l'ADN causés par l'irradiation Biochimie des procédés. (49) :1819 – 1830

Kumar R.S., Sivakumar T., Sunderam R.S., Gupta M., Mazumdar U.K., Gomathi P.,ajeshwarY., Saravanan S., Kumar M.S., Muruges K. et Kumar K.A. (2005).Antioxydant and antimicrobial activities of *Bauhinia racemosa* L. stem bark. Brazilian.Journal of Medical and Biological Research. (38):1015-1024.

Kremer C. (2017). Le raisin et ses intérêts thérapeutiques. Thèse de doctorat en Sciences pharmaceutiques. hal- 01947106. UNIVERSITE DE LORRAINE, France.

ℒ

Ladrum J.T. (2010). Carotenoides Physical, Chemical, and Biological Functions and Properties.Ed. CRC Press Tylor et francis Group.Landon. pp : 66.

Lagha-Benamrouche Samira., Lydia Addar., Hassiba Boudershem., Saïda Tani.et Khodir Madani. (2017). « Caractérisation chimiques des écorces d'oranges, identification

par GC-MS et évaluation du pouvoir antioxydant de leurs huiles essentielles ».Revue Nature et Technologie. 10(1) : 112-115.

Lamaison J.L. et Carnat A. (1991).Teneurs en principaux flavonoïdes des fleurs et des feuilles de *Crataegus monogyna* Jacq. et de *Crataegus laevigata* (Poiret) DC. en fonction de la végétation. Pl. Med. Phytother, (25): 12 - 16.

Leroy J.F. (1968). Les agrumes. In <<les fruits tropicaux et subtropicaux<< . Ed. Presses universitaires, France. Pp 1-128.

Lee S.K. et Kader A.A. (2000).Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology, (20):207-220.

Liaid A., Barbero G.F., Azaroual L., Palma M. et Barroso C.G. (2014). Stability of anthocyanins from red Grape skins under pressurized liquid extraction and ultrasound-Assisted extraction conditions. Molecules, (19) : 21034-21043

Li B., B. Smith. Et MM Hossain. (2006). Extraction des composés phénoliques des écorces d'agrumes : I. Méthode d'extraction par solvant. Séparer. Purif. Technol.(48) : 182 - 188.

Liorach R., Espin, J.C., Tomas Barberan F. et Ferreres F. (2003). Valorisation of cauliflower (*Brassica oleracea* L. var.botrytis) byproducts as a source of antioxidant phenolics. Journal of Agricultural and Food Chemistry,(51)2181.

Li., Smith. et Hossain. (2006). Extraction of phenolics from citrus peels I. Solvent extraction method, Sep. Purif. Technol., (48) : 182-188.

Li-ying, N., Ji-hong, W., Xiano-jun, L., Fang, C., Zheng-Fu., W., Guang-Hua Z. et Xiaosang, H. (2008). Physicochemical characteristics of orange juice samples from seven cultivars. Agriculture science in China, (7) : 41-47.

Lo Piero. (2015). L'état de l'art de la biosynthèse des anthocyanes et de sa régulation dans les oranges douces pigmentées [(*Citrus sinensis*) L. Osbeck]. Journal of Agricultural and Food Chemistry, (63): 4031 – 4041

Lu Y., Zhang C., Bucheli P. et Wei D. (2006). Citrus flavonoids in fruit and traditional Chinese medicinal food ingredients in China. Plant Foods Human Nutrition. (61) : 57-65.

Lu Qi., Chunhua Zhu. et Siyi Pan. (2018). Effet du traitement thermique sur les caroténoïdes, les flavonoïdes et l'acide ascorbique dans le jus d'orange cv. Cara Cara. Food Chemistry . (265) : 39-48.

M

Mahmood A.U., Greenman J. et Scragg, A.H. (1997). Orange and potato peels extracts : Analysis and use as Bacillus substrates for the production of extracellular enzymes in continuous culture. Enzyme and Microbial Technology, (22) : 130-137.

Maier T., Schieber A. et Kammerer. (2009). Carle Résidus de la production d'huile de pépins de raisin (Vitis vinifera L.) en tant que source précieuse d'antioxydants phénoliques. Chimie alimentaire, (112) :551 – 559

Mau J.L., Tsai S.Y., Tseny Y.H. et Huang J.S. (2005). Antioxidant properties of méthanolic extracts from Ganoderma tsugae. Food Chemistry, 93(4):641-649.

Manach C., Scalbert A., Morand C., Remesy C. et Jimenez L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. Journal of Clinical Nutrition. 79 (5) : 727-747.

M'hiri N. (2015). Etude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits d'écorces de l'orange « Maltaise demi-sanguine » et exploration de la corrosion de l'acier au carbone. thèse de doctorat en procédés biotechnologiques et alimentaires. Université de Lorraine. France.

Michael M. et Lucy B. (1998). Low desert citrus varieties. The university of Arizona. Publication A-Z 1001. Pp 1-6.

Milardović S., Iveković D. et Grabarić B.S. (2006). A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. Bioelectrochemistry, (68): 175-180.

Molyneux P. (2004). The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Journal of Science Technology. 26 (2): 211-219.

Monrad., Suárez., Motilva., King., Srinivas , Howard. (2014). Extraction d'anthocyanes et de flavan-3-ols de marc de raisin rouge en continu en couplant l'extraction à l'eau chaude avec un expulseur modifié. Res. Int. (65) : 77 – 87

Moure A., Cruz J. M., Franco D., Dominguez J. M., Sineiro J., Dominguez H. et Parajo J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. Food Chemistry. 72(2) :145-171.

Moulehi S., Bourgou I., Ourghemmi T. M. et Saidani. (2012). Variety and ripening impact on phenolic composition and antioxidant activity of mandarin (*Citrus reticulata* Blanco) and bitter orange (*Citrus aurantium* L.) seeds extracts, Ind. Crops Prod. (39) : 74- 80.

Muthuselvi S., Sathishkumar T., Kumaresan K. et Mohan Rajeshkumar M. (2012). Improved inulinase activity by *Penicillium purpurogenum* grown in microwave pretreated coffee spent by orthogonal design of experiment. Innovative Romanian Food Biotechnology. (11) : 44-50.

N

Naim M., Schutz O., Zehavi U., Rouseff R., L. et Haleva-Toledo E. (1997). Effects of orange juice fortification with thiols on pvinylguaiacol formation, ascorbic-acid degradation, browning, and acceptance during pasteurization and storage under moderate conditions. J. Agric. Food Chem. (45) : 1861-1867.

Nguyen Minhthy. et David François, Steven Schwartz. (2001). Sensibilité à l'isomérisation thermique des caroténoïdes dans différentes variétés de tomates. Journal of the science of food and agriculture. (81)9 : 910-917.

O

Ollitrault P., Dambier D., Froelicher Y., Luro F. et Cottin, R. (2000). La diversité des agrumes : structuration et exploitation par hybridation somatique. Compte rendu d'Académie d'Agriculture de France. 86 (8) : 197-221.

Ortiz M.J., Dugo G. et Di G.A. (2002). Botany : Taxonomy, Morphology and Physiology of fruit, leaves and flowers. In « Citrus : The Genus Citrus ». ed. Taylor et Francis. Pp 16-35.

OURADOU J.F. (1998). Le raisin, ses coproduits et leur utilisation pour l'homme. Thèse vétérinaire. Toulouse: Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. pp 132.

Oyaizu M. (1986). Studies on product of browning reaction prepared from glucose amine. Japanese Journal of Nutrition. (44): 307-315.

P

Pascoal Laiber., Sousa Cruz., Pimentel de Abreu., Barros Santos., Bernardes Fanaro., Roberto MAROSTICA Júnior., Freitas Silva., Alves Moreira., Claudio Cameron., Larraz Ferreira. et Junger Teodoro (2021). Évaluation de la capacité antioxydante, de la composition volatile et de la teneur en phénols des variétés hybrides de *Vitis vinifera* L. saphir doux et surprise sucrée. *Chimie alimentaire*.(366) 130644.

Peter A.Roussos. (2011). Phytochimiques et capacité antioxydante du jus d'orange (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck cv. Salustiana) produit dans le cadre d'un système d'agriculture biologique et intégrée en Grèce. *Journal of Scientia Horticulturae*. pp. 253-258.

Polèse Jean-Marie. (2008). La culture des agrumes. Artémis éd. Paris.

Q

Quettier DC. (2000). Composés phénoliques et activités antioxydantes des coques et de la farine de sarrasin *Journal of Ethnopharmacology*,(72) : 35 – 42.

R

Ramade F. (2008). Dictionnaire encyclopédique des sciences de la nature et de la biodiversité. Dunod.

Rapisarda P., Lo Bianco M., Pannuzzo P. et Timpanaro N. (2008). Effect of cold storage on vitamin C, phenolics and antioxidant activity of five orange genotypes [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck]. *Postharvest Biology and Technology*. (49) : 348–354.

Rapisarda, P Rapisarda, A Tomaino, R Cascio, F Bonina, A Pasquale, et A Saija. (1999). Efficacité antioxydante influencée par la teneur en phénols des jus d'orange frais. *Journal de chimie agricole et alimentaire*, (11): 4718–4723

Ribereau–Gayon P. (1968). Notion générale sur les composés phénoliques. In : Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod. pp : 1-40.

Ribeiro S.M.R., Barbosa L.C.A., Queiroz J.H., Knodler M. et Schieber A. (2008). Phenolic compounds and antioxidant capacity of Brazilian mango (*Mangifera indica* L.) varieties. *Food Chemistry*. (110): 620–626.

Richter G. (1993). Composés phénoliques. In; Métabolisme des végétaux: physiologie et biochimie, Ed. Tec et Doc. Pp 317-333.

S

Säidani M. et Brahim M. (2003). Biochemical characterization of blood orange, sweet orange, lemon, bergamot and bitter orange., *Phytochem.* (62) : 1283-1289.

Sánchez-Moreno., Place Lucia., Pedro Elez-Martinez., Begoña De Ancos., Olga Martín-Belloso. Et M. Pilar Cano. (2005) . Impact des champs électriques à haute pression et pulsés sur les composés bioactifs et l'activité antioxydante du jus d'orange en comparaison avec le traitement thermique traditionnel. *Journal de chimie agricole et alimentaire.* 53(11) : 4403–4409.

SAUNT J. (1990). Citrus varieties of the world: an illustrated guide. Norwich: Sinclair International. Pp 128.

Sekli-Belaidi F. (2011). Fonctionnalisation de Surfaces d'électrodes par un Film de Poly (3,4-Ethylènedioxythiophène) PEDOT pour l'élaboration de Microcapteur Spécifique des acides Ascorbique et Urique: Application a l'étude des Propriétés Antioxydantes du Sérum Sanguin. Thèse de Doctorat de l'université de Toulouse.

Sevinc Akca et Asli Akpinar. (2021). Les effets du raisin, de la grenade, de la poudre de graines de sésame et de leurs huiles sur la crème glacée probiotique : teneur totale en phénols, activité antioxydante et viabilité probiotique. *Biosciences alimentaires.* 42 (101203).

Shahidi F., Varatharajan V., WY Oh. Et Peng H. (2019). Composés phénoliques dans les sous-produits agroalimentaires, leur biodisponibilité et leurs effets sur la santé *J. Food Bioact.* , (5) : 57 – 119.

Sharique A. et Beigh S.H. (2009). Ascorbic acid, carotenoids, total phenolic content and antioxidant activity of various genotypes of Brassica Oleracea encephala. *Journnal of Medical and Biological Sciences,* 3(1): 3-8.

Shi J. et Le Maguer M. (2001). dégradation du lycopène dans la transformation de la tomate. *Acta Hort.* (542) : 289-296.

Somogyi P.L., Barrett M.D. et Huil H.Y. (1996). Oranges and tangerines. In : << Processing Fruit : Science and Technology >>. Ed. CRC Press. Pp : 265-304.

Souci S. W., Fachmann W., Kraut H. (1994). Fruit. In : <<Food Composition>>. 5^{ème} Ed. CRC Press, London. Pp : 801-980.

Solomon O, et Svanberg U. (1995). Effet de l'oxygène et de la lumière fluorescente sur la qualité du jus d'orange pendant le stockage à 8°C. Food Chemistry. Pp 363-368..

Soto-Zamora G., Yahia E.M., Brecht J.K. et Gardea A. (2005). Effects of postharvest hot air treatments on the quality and antioxidant levels in tomato fruit. Food Science and Technology, (38) : 657-663.

Sugai AY., DS Shigeoka., GG Badolato. EtCC Tadini. (2002). Analyse physico-chimique et microbiologique du jus d'orange peu transformé stocké dans des canettes en aluminium. Science et technologie alimentaires. (22) : 233 – 238

Spiegel-Roy P. et Goldschmidt E.E. (1996). Horticultural classification of cultivated citrus. In. << Biology of citrus>>. 1^{ère} Ed. Cambridge University press. Pp : 19-44.

T

Tikekar Rohan V., Ramaswamy C., Anantheswaran., Ryan Elias., Luke F. et Laborde.(2011). Oxydation de l'acide ascorbique induite par les ultraviolets dans un système de jus modèle : identification des produits de dégradation. Revue de chimie agricole et alimentaire, (59) :8244-8248.

V

Variyar., Limaye. et Sharma. (2004). Augmentation radio-induite de la teneur en antioxydants du soja (Glycine max Merrill). Journal of Agricultural and Food Chemistry. (52) :3385 - 3388

Velioglu Y.S., Mazza G., Gao L. et Oomah B.D. (1998). Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits, Vegetables, and Grain Products. J. Agric. Food Chem. (46): 4113-4117.

Vikram V.B., Ramesh M.N. et Prapulla S.G. (2005). Thermal degradation kinetics of nutrients in orange juice heated by electromagnetic and conventional methods. J. Food Eng. (69) : 31–40.

W

Wang Y.C., Chuang Y.C. et Hsu, H.W. (2008). The flavonoid, carotenoid and pectin content in peels of citrus cultivated in Taiwan. Food Chemistry, (106) : 277-284.

Wang Y.C., Chuang, Y.C. et Ku, H. (2007). Quantification of bioactive compounds in citrus fruits cultivated in Taiwan, Food Chem., 102. 1163-1171. A. Jawad and T. A. G. Langrish, Optimisation of total phenolic acids extraction from mandarin peels using microwave energy: The importance of the Maillard reaction. J. Food Eng.(109) :162-174.

Wissam Z., Ghada B., Wassim A. et Warid K. (2012). Effective extraction of polyphenols and proanthocyanidins from pomegranate's peel. International Journal of Pharmaceutics. 4(3) : 675- 682.

X

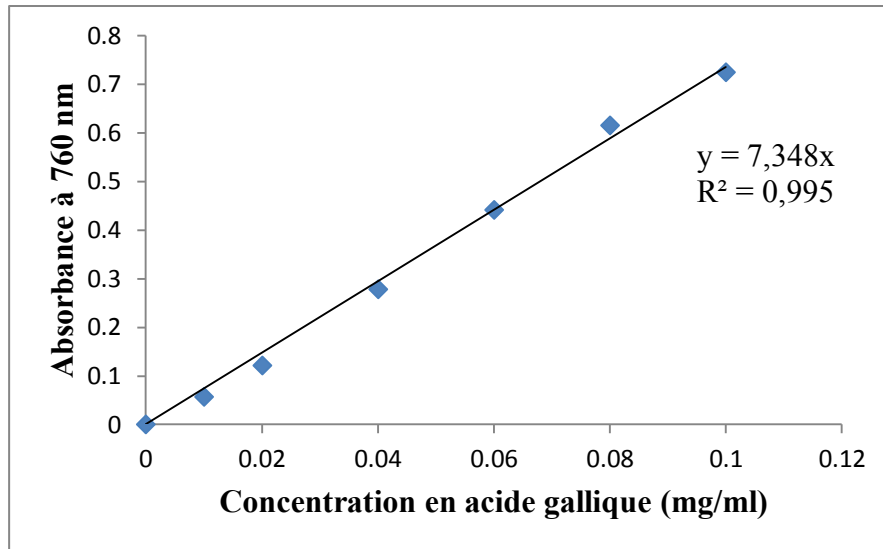
Xu G., Liu D., Chen J., Ye X., Ma. et Shi J. (2008). Composants du jus et capacité antioxydante des variétés d'agrumes cultivées en Chine. Chimie alimentaire. (106) : 545 – 551.

Références électroniques

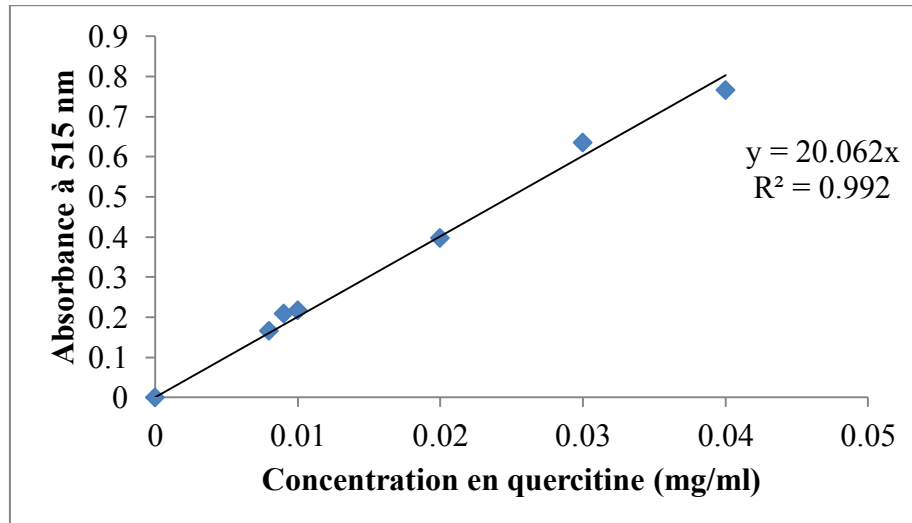
FAOSTAT: faostat.org

Anonyme, 2021 : <http://www.cavusvinifera.com>

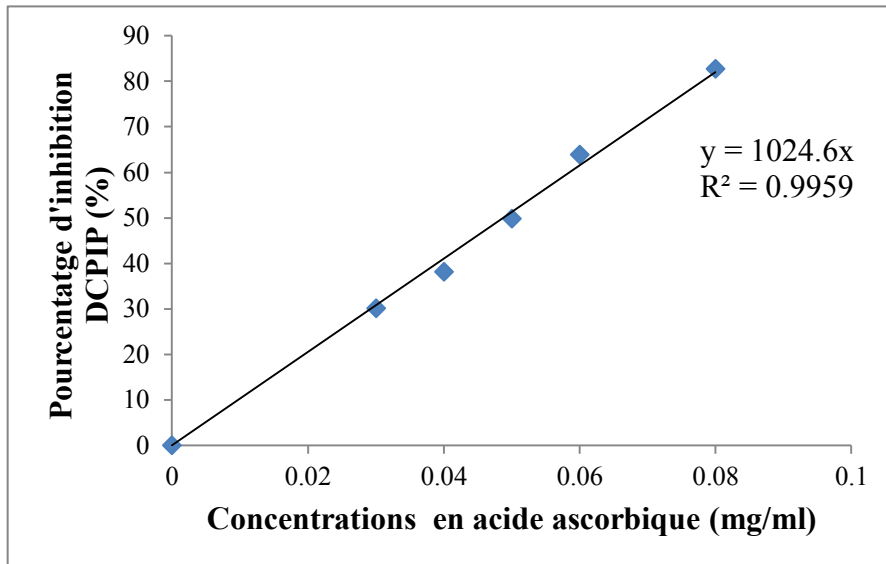
Annexes



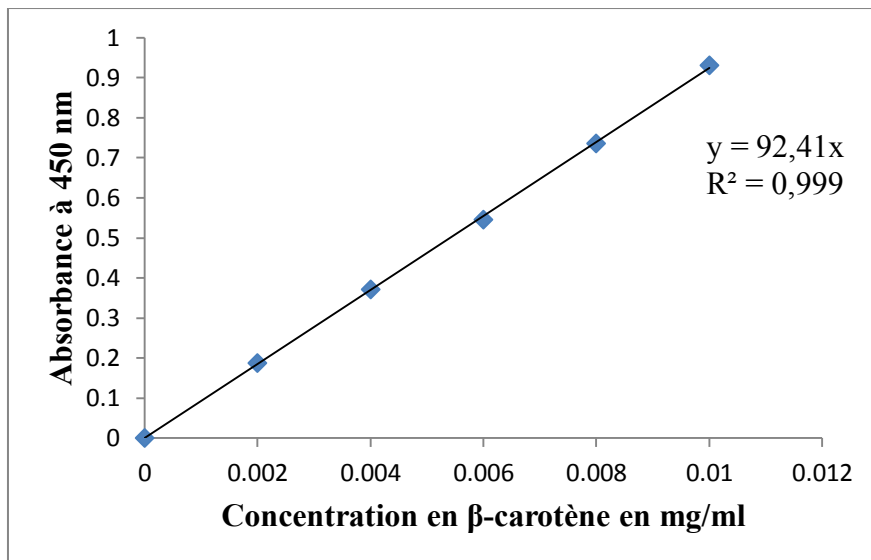
Annexe 1 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.



Annexe 2 : Courbe d'étalonnage des flavonoides.



Annexe 3 : Courbe d'étalonnage de la vitamine C.



Annexe 4 : Courbe d'étalonnage pour le dosage des caroténoïdes.

Résumé :

Le présent travail vise à valoriser les sous produits de transformation des fruits ; les pépins de raisins et les écorces d'orange pour l'enrichissement du jus d'orange. Le recours à l'exploitation de ces déchets s'avère intéressant non seulement en raison de leur composition riche en substances bioactives mais également pour les pertes que subit le jus suite à l'application de la pasteurisation. Dans ce sens, nous avons fait une étude sur trois variétés d'orange « Tardive », « Sanguine » et « Thomson », qui consiste à évaluer l'activité antioxydante ainsi que les teneurs en substances bioactives à savoir : les composés phénoliques, les flavonoïdes, les caroténoïdes, l'acide ascorbique dans les différents jus : frais, pasteurisé, enrichi pasteurisé. Un suivi des paramètres physicochimiques (pH et acidité) a été fait afin de déterminer l'impact des deux matrices sur ces derniers. Les résultats de l'analyse statistique, ont révélé des différences significatives entre les valeurs du pH et l'acidité des échantillons de jus frais et les échantillons de jus enrichis avec les deux matrices. Cependant, l'étude statistique a permis de mettre en évidence un apport en composés phénoliques et en flavonoïdes pour le jus pasteurisé, par les deux matrices et ce, pour tous les échantillons de jus enrichis. Les teneurs en vitamine C et en caroténoïdes n'ont pas pu être compensées après l'enrichissement des jus pasteurisés, tandis que le pouvoir réducteur et l'activité antiradicalaire de tous les jus pasteurisés ont connu une augmentation suite à l'enrichissement avec les pépins de raisins et les écorces d'oranges.

Mots-clés : Valorisation, Enrichissement, Jus d'orange, Pépins de raisins, Ecorces d'orange, Antioxydants.

Abstract :

The present work aims to valorise the by-products of fruit processing; grape seeds and orange peels for the enrichment of orange juice. The use of these wastes is interesting not only because of their composition rich in bioactive substances but also because of the losses that the juice suffers following the application of pasteurisation. In this sense, we have carried out a study on three varieties of orange "Late", "Bloody" and "Thomson", which consists in evaluating the antioxidant activity as well as the contents of bioactive substances namely: phenolic compounds, flavonoids, carotenoids, ascorbic acid in the different juices: fresh, pasteurized, enriched pasteurized. The physicochemical parameters (pH and acidity) were monitored to determine the impact of the two matrices on them. The results of the statistical analysis revealed significant differences between the pH and acidity values of the fresh juice samples and the juice samples fortified with the two matrices. However, the statistical study revealed a contribution of phenolic compounds and flavonoids for the pasteurised juice, by both matrices, for all the fortified juice samples. The vitamin C and carotenoid contents could not be compensated for after enrichment of the pasteurised juices, while the reducing power and antiradical activity of all the pasteurised juices increased following enrichment with grape seeds and orange peel.

Keywords : Valorization, Enrichment, Orange juice, Grape seeds, Orange peel, Antioxidants.