

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

Faculté des Sciences et de la Nature et de la Vie
Département de Biologie Physico-chimique.
Filière : Sciences Biologiques.
Option : Biochimie Appliquée.



Réf :.....

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

MASTER

Thème

Effet de l'ajout des extraits de Ziziphus jujuba sur la qualité, les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante de la confiture traditionnelle de figue sèche, au cours de la conservation à 35° C

Présenté par :

BELLOUL Nadjat et BELLOUZE Nassima

Soutenu le : **15 Juin 2015**

Devant le jury composé de :

Mme. M. RAHMANI	MAA	Presidente
Mme. S. ALIOUI- ZEMOURI	MAB	Encadreuse
Mme. Y.BENMESSAOUD	MAA	Examinatrice

Année universitaire : 2014 / 2015

Remerciements

*En premier lieu, nous tenons à remercier notre **DIEU** notre créateur pour nous avoir donné la force pour accomplir ce travail.*

Nous désirons exprimer notre profond et vif remerciement à notre promotrice

M^{me} ALIOUI-ZEMOURI S.

Qui a mis toute ses compétences à notre disposition, pour ses directives et conseils judicieux et

*Pour sa gentillesse tout au long de la réalisation de ce
modeste travail.*

*Nous voudrions aussi exprimer toute notre gratitude et nos remerciements à **M^{elle} SACI F.** pour son suivi à l'élaboration
de notre travail.*

*Nous remercions les membres du jury : **M^{me} BENMESSAOUD Y.** et
RAHMANI M. d'avoir accepté de juger notre
modeste travail.*

*Nous remercions également **M^{me} LOUAILECHE H.** directrice du laboratoire
de biochimie appliquée.*

Nos dernier remerciements à nos familles, nos amis proches et

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin

Pour l'aboutissement de ce travail.

Dédicaces

*A ceux qui sont les plus chers à mon cœur à
vous mes parents.*

A vous mes frères, sœurs et toute ma famille

A tous mes amis.

A mon binôme et sa famille.

*A toute la promotion de 2^{ème} année master
« Biochimie Appliquée ».*

*Aux merveilleux moments passés, aux
souvenirs qu'on gardera toujours.*

Merci pour tout.

Nadjat

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail, à mes très chers parents qui n'ont épargné aucun effort pour m'instruire et qui ont fait preuve de beaucoup de compréhensions et de sacrifices, qu'ils trouvent ici le témoignage de mon profond respect et ma reconnaissance.

A mes adorables frères et sœurs que j'aime tant, que je ne remercierai jamais assez pour leur soutien.

A tous mes cousins et cousines, ainsi qu'à mes amies, et tous ceux qui me connaissent.

A toi mon binôme et toute ta famille.

*A toute la promotion de **Biochimie Appliquée** 2014/2015.*

Nassima

SOMMAIRE

Remerciements

Liste des abréviations

Liste des figures et tableaux

Introduction.....01

Chapitre I : Revue bibliographique

I.1. Radicaux libres et antioxydants

I.1.1. Radicaux libres.....03

I.1.2. Espèces réactives de l'oxygène (ERO).....03

I.1.3. Origine.....03

I.1.4. Stress oxydatif.....04

I.1.5. Dommages oxydatifs.....04

I.1.6. Antioxydants.....06

I.1.6.1. Définition.....06

I.1.6.2. Types d'antioxydants.....06

I.1.6.2.1. Antioxydants endogènes.....06

I.1.6.2.2. Antioxydants exogènes (naturels).....08

I.2. Généralité sur la confiture

I.2.1. Historique.....08

I.2.2. Définition.....08

I.2.3. Valeur nutritionnelle.....09

I.2.4. Ingrédients de base de la confiture.....09

I.2.5. Fabrication industrielle de la confiture.....11

I.2.6. Conservation de la confiture.....	12
I.2.6.1. Définition.....	13
I.2.6.2. Techniques de la conservation.....	13
I.2.6.2.1. Procédés physiques.....	13
I.2.6.2.2. Conservation par séparation et élimination d'eau.....	13
I.2.6.2.3. Procédés chimiques.....	14
I.2.6.2.4. Conservation par extraits de plante.....	15
I.3. Présentation de la figue (<i>ficus carica</i>)	
I.3.1. Historique.....	15
I.3.2. Description.....	16
I.3.3. Taxonomie.....	16
I.3.4. Composition chimique de la figue.....	17
I.3.5. Usage et effet thérapeutique de la figue.....	18
I.3.6. Antioxydants de la figue.....	18
I.3.6.1. Composées phénoliques.....	19
I.3.6.1.1. Flavonoïdes.....	20
I.3.6.1.2. Anthocyanines.....	22
I.3.6.2. Caroténoïdes.....	22
I.4. Présentation de jujubier <i>Ziziphus jujuba</i>	23
I.4.1. Description.....	23
I.4.2. Taxonomie.....	23

Chapitre II : Matériel et Méthodes

II.1. Echantillonnage.....	24
II.1.1. Préparation du matériel végétal.....	24
II.1.2. Préparation de la confiture.....	25

II.1.3. Préparation de l'extrait de plante.....	26
II.2. Paramètres physico-chimiques.....	26
II.2.1. Humidité.....	26
II.2.2. pH.....	26
II.2.3. Acidité titrable.....	27
II.2.4. Indice réfractométrique.....	27
II.2.5. Couleur.....	27
II.3. Dosage des antioxydants	28
II.3.1. Préparation des extraits de confiture.....	28
II.3.2. Dosage des polyphénols totaux.....	28
II.3.3. Dosage des flavonoïdes.....	28
II.4. Mesure de l'activité antioxydant.....	29
II.4.1. Activité anti- radicalaire.....	29
II.4.2. Pouvoir réducteur.....	29
II.5. Analyse statistique.....	30

Chapitre III : Résultats et discussion

III.1. Paramètres physico-chimiques.....	31
III.1.1. Humidité.....	31
III.1.2. pH.....	32
III.1.3. Acidité titrable.....	34
III.1.4. Indice réfractométrique.....	35
III.1.5. Couleur.....	37
III.2. Antioxydants.....	38
III.2.1. Polyphénols totaux.....	38
III.2.2. Flavonoïdes.....	40
III.3. Activité antioxydant.....	41

III.3.1. Activité anti- radicalaire.....	41
III.3.2. Pouvoir réducteur.....	42
III.4. Evolution des différents paramètres entre T0 et T30.....	45
Conclusion et perspectives.....	47
Références bibliographiques.....	49
Annexe	

LISTE DES FIGURES

Figures	Titres	Pages
1	Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliquées en biologie.	04
2	Réactions chimiques liées aux antioxydants.	07
3	Diagramme de fabrication des confitures.	11
4	(A) coupe transversale de figue. (B) photographie de l'arbre de figuier.	17
5	Structure de base des polyphénols.	19
6	Structure générale des flavonoides.	21
7	Structure de base des flavonols.	21
8	Structure de base des flavanols.	22
9	Photographie des feuilles de jujubier	24
10	Evolution de l'humidité des confitures analysées au cours de la conservation.	31
11	Evolution du pH des confitures analysées au cours de la conservation.	33
12	Evolution de l'acidité titrable des confitures analysées au cours de la conservation.	34
13	Evolution de l'indice réfractométrique des confitures analysées au cours de la conservation.	36
14	Evolution de la couleur des confitures analysées au cours de la conservation.	37
15	Evolution des teneurs en polyphénols totaux des confitures analysées au cours de la conservation.	38
16	Evolution des Teneurs en flavonoïdes des confitures analysées au cours de la conservation.	40
17	Evolution de l'activité antiradicalaire des confitures analysées au cours de la conservation.	41
18	Evolution du pouvoir réducteur des confitures analysées au cours de la conservation.	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titres	Pages
I	Espèces réactives de l'oxygène radicalaires et non radicalaires.	03
II	Valeurs nutritionnelles approximatives d'une confiture.	9
III	Teneur en pectine des principaux fruits utilisés pour les confitures.	10
IV	Composition chimique de la figue sèche et de la figue fraîche.	17
V	Classification des composés phénoliques.	20
VI	Photographie de la figue sèche blanche (région et morphologie).	24
VII	(A) Photographie de la confiture de la figue sèche. (B) Echantillons de différentes confitures analysées.	25
VIII	Paramètre physico-chimiques, antioxydants et activité antioxydante de broyat et confiture de la figue sèche à T0.	32
IX	Taux d'évolution des différents paramètres entre T0 et T30 des confitures analysées.	43

Introduction

Introduction

L'oxygène, molécule indispensable à la vie, est susceptible d'entraîner des effets dommageables dans l'organisme, via la formation des radicaux libres et d'espèces réactives de l'oxygène (ERO). Ces radicaux libres, utiles à l'organisme à faibles doses, sont produits par divers mécanismes physiologiques. Ils peuvent endommager les molécules biologiques, dont les acides gras, les protéines et l'ADN (**Pincemail et al., 2002**). Lorsque la production devient excessive, les différents systèmes antioxydants se mettent en place mais peuvent être dépassés. Ce déséquilibre entre la production des ERO et leur destruction par les systèmes de défense antioxydants correspond au stress oxydant (**Bonnefont-Rousselot et al., 2003**).

La figue, *Ficus carica* L est largement consommée en méditerranée, fraîche, sèche ou en confiture. Dans la médecine traditionnelle, la figue est utilisée pour ses propriétés laxatives, pour renforcer les systèmes cardiovasculaire et respiratoire. Leurs propriétés bénéfiques sont en relation avec son activité antioxydante due à la présence de composées phénoliques et plus particulièrement aux flavonoïdes, qui sont les plus connus pour leur fort potentiel à piéger les radicaux libres (**Vinson et al., 2005**).

Les confitures étaient, dans le passé, le moyen privilégié pour conserver les fruits les plus fragiles (fraises, abricots, mûres, ...etc.) après la récolte. C'est un aliment d'humidité intermédiaire préparé en bouillant la pulpe de fruits avec du sucre, la pectine et d'autre ingrédients (conservateurs, colorants et arômes) jusqu'à l'obtention d'un mélange à consistance raisonnablement épaisse (**Codex alimentaire, 2009**).

Le stockage de la confiture de fruit à température élevée mène à une diminution significative des valeurs nutritives et des propriétés sensorielles de ce dernier (**Vidhya et Narain, 2011**). D'autres procédés physiques (chaleur, froid), chimiques (additifs alimentaires) et par élimination de l'eau peuvent intervenir afin de préserver la comestibilité des fruits et leurs propriétés gustatives et nutritives en empêchant le développement des microorganismes qui en contient et qui peuvent, dans certains cas, entraîner une intoxication alimentaire (**Boumendjel, 2005**).

L'utilisation des molécules antioxydantes de synthèses est actuellement remise en cause en raison des risques toxicologiques potentiels. Désormais, de nouvelles sources végétales d'antioxydants naturels sont recherchées (**Bougandoura et Bendimerad, 2012**).

Les extraits de plusieurs plantes, parmi lesquelles différentes herbes et épices, ont montré une activité antioxydante intéressante. Le jujubier est un arbuste épineux et fruitier, appartient à la famille des Rhamnacées, originaire de chine. Les feuilles de *Ziziphus jujuba* contiennent un ensemble d'antioxydants essentiellement les polyphénols (**Farag et al., 1989**).

Le présent travail est basé sur trois principaux chapitres, initié par une revue bibliographique, le second chapitre présent matériel et méthodes et le dernier chapitre concerne les résultats et discussion. Le manuscrit vise les objectifs suivants :

- ❖ Déterminer les paramètres physico-chimiques (pH, Humidité, Brix, Acidité titrable et couleur) de quartes variétés de confitures (confiture de la figue sèche, confiture de la figue sèche avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%), confiture de la figue sèche avec l'ajout de 0,1% de l'extrait des feuilles de jujube et confiture de la figue sèche avec l'ajout de 0,15% de l'extrait de jujube) au cours de la conservation.
- ❖ Evaluation de l'activité antioxydante (pouvoir réducteur et activité anti-radicalaire) et dosage des antioxydants (polyphénols et flavonoïdes) des confitures analysées pendant un mois de stockage (T0, T5, T12, T20 et T30) à 35°C.

*Matériel et
méthodes*

I.1. Radicaux libres et antioxydants

I.1.1. Radicaux libres

Un radical libre est défini comme toute molécule possédant un ou plusieurs électrons non appariés (**Borg et Reeber, 2004**). Cette molécule est très instable et réagit rapidement avec d'autres composants, essayant de capturer l'électron nécessaire pour acquérir la stabilité, une réaction en chaîne débute lorsqu'un radical libre attaque la molécule stable la plus proche en lui arrachant son électron, et la molécule attaquée devient elle-même un radical libre (**Martinez-Cayuela, 1995**).

I.1.2. Espèces réactives de l'oxygène (ERO)

L'espèce réactive dérivée de l'oxygène est utilisée pour la description des formes d'oxygène, qui sont énergétiquement plus réactives que l'oxygène moléculaire. Parfois, elles sont appelées espèces oxygénées actives (EOA). Elles regroupent l'ensemble des dérivés radicalaires de l'oxygène, mais également d'autres composés non radicalaires très réactifs (Tableau I), (**Edreva, 2005**).

Tableau I : Espèces réactives de l'oxygène radicalaires et non radicalaires (**Halliwell, 2006**).

Espèces réactives de l'oxygène (ERO)	
Formes radicalaires	Formes non radicalaires
Superoxyde ($O_2^{\cdot -}$)	Peroxyde d'hydrogène(H_2O_2)
Hydroxyl (OH^{\cdot})	Acide hypochloreux($HOCl$)
Peroxyle(ROO^{\cdot})	Ozone(O_3)
Alcoxyle(RO^{\cdot})	Oxygène singulet (1O_2)
Hydroperoxyde (HOO^{\cdot})	Nitroperoxyde($ONOOH$)

I.1.3. Origine

Les ERO sont produits par divers mécanismes physiologiques (Figure 1) afin de détruire des bactéries au sein des cellules phagocytaires (macrophages, polynucléaires) ou pour réguler des fonctions cellulaires létales tel que la mort cellulaire programmée ou l'apoptose.

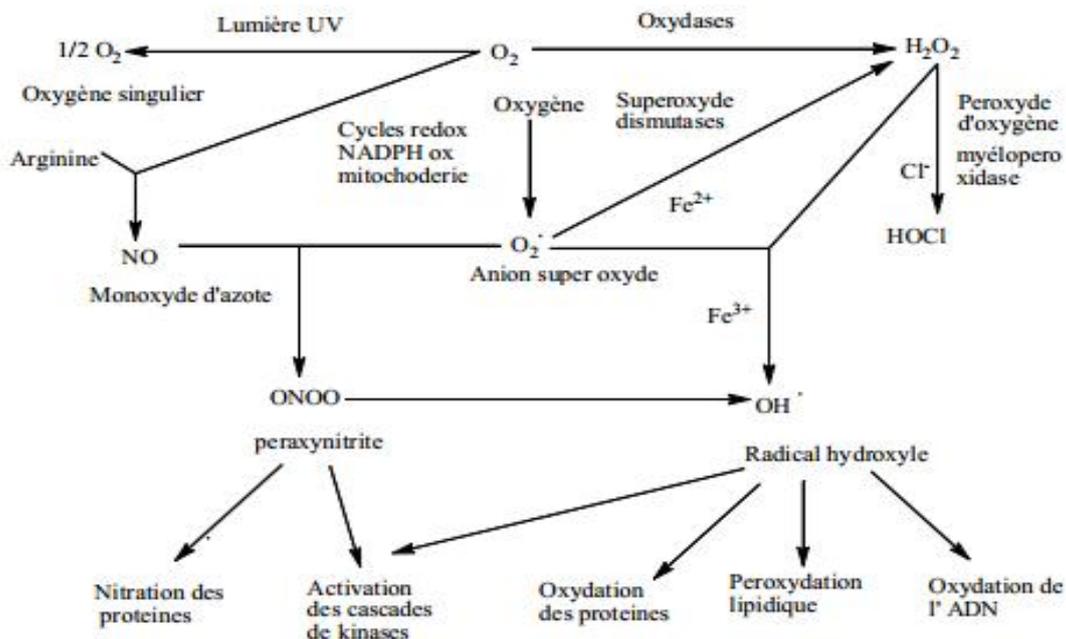


Figure 1 : Origine des différents radicaux libres oxygénés et espèces réactives de l'oxygène impliquées en biologie (Favier, 2003).

I. 1.4. Stress oxydatif

Le stress oxydatif est défini comme étant le déséquilibre entre la génération des espèces réactive de l'oxygène et la capacité du corps à neutraliser et à réparer les dommages oxydatifs (Boyd *et al.*, 2003).

I.1.5. Dommages oxydatifs

La production excessive des radicaux libres provoque des lésions directes de molécules biologiques : oxydation de l'ADN, des protéines, de lipides et des glucides, mais aussi des lésions secondaires dues au caractère cytotoxique et mutagène des métabolites libérés, notamment lors de l'oxydation des lipides (Favier, 2003). Les principales cibles radicalaires sont :

❖ Oxydation des lipides membranaires

Le radical hydroxyle est capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons des acides gras poly-insaturés (AGPI) : c'est la phase d'initiation. Le radical lipidique réagit avec une molécule d'oxygène pour former un radical peroxyde (ROO^\bullet), suffisamment réactif pour arracher un H^+ à un AGPI voisin, propageant ainsi la réaction (Atkin, 2005). Il en résulte une altération de la fluidité membranaire qui conduit inévitablement à la mort cellulaire. Les peroxydes générés seront neutralisés par la glutathion peroxydase ou continueront à s'oxyder et à se fragmenter en aldéhydes (malondialdéhyde, 4-hydroxynonéol), dont les activités pro-athérogènes sont bien connues.

❖ Oxydation des protéines

L'action des radicaux libres a lieu sur les chaînes latérales de certains acides aminés comme le thiol des cystéines. A proximité des sites de liaison d'ions métalliques peuvent se dérouler des réactions d'oxydation, qui produisent des acides aminés anormaux. Les radicaux libres sont également responsables de la formation de ponts disulfures, qui modifient la conformation des protéines et nuisent à leurs activités biologiques (activité enzymatique, transduction d'un signal) (Borg et Reeber, 2004).

❖ Oxydation de l'ADN

Les radicaux libres peuvent induire des effets mutagènes ou l'arrêt des réplifications de l'ADN. Ils agissent en provoquant des altérations de bases, des pontages ADN protéines (Krippeit-Drews *et al.*, 1994). L'attaque radicalaire peut entraîner l'oxydation des bases, ce qui donne naissance à un grand nombre de bases modifiées. Ils peuvent aussi attaquer les protéines qui sont très nombreuses à entrer en contact avec l'ADN pour le protéger (histones) ou pour le lire (enzymes et facteurs de la réplication ou de la transcription), entraîne des pontages des protéines. Comme ils peuvent attaquer la liaison entre la base et le désoxyribose, créant un site abasique, ou attaquer le sucre lui-même, créant une coupure de chaîne simple brin (Favier, 2003).

I.1.6. Antioxydants

I.1.6.1. Définition

Un antioxydant est défini comme étant une substance chimique qui peut, à de faibles concentrations ralentir ou inhiber l'oxydation des substrats biologiques (piégeage des radicaux libres, absorption d'énergie excédentaire de l'oxygène singulet pour la transformer en chaleur et ils agissent en formant des produits finis non radicalaires) (Magalha *et al.*, 2008 ; Vansant, 2004). Ils permettent le maintien de la qualité et l'augmentation de la durée de conservation du produit, sans effet sur les propriétés sensorielle et nutritionnelle du produit alimentaire.

En outre, l'antioxydant alimentaire idéal, doit être soluble dans les graisses, efficace à faible dose et non toxique, n'entraîne ni coloration, ni odeur, ni saveur indésirable et résistant aux processus technologiques, il est stable dans le produit fini (Pokorny *et al.*, 2001).

I.1.6.2. Types d'antioxydants

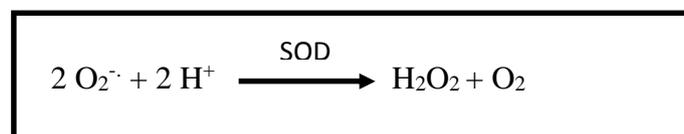
I.1.6.2.1. Antioxydants endogènes

Les cellules possèdent un système antioxydant pour assurer l'élimination des ERO et respecter l'état redox intracellulaire. Il se compose d'enzymes (le superoxyde dismutase, la catalase et les glutathions peroxydases) et de protéines (transferrine, céruléoplasmine, albumine).

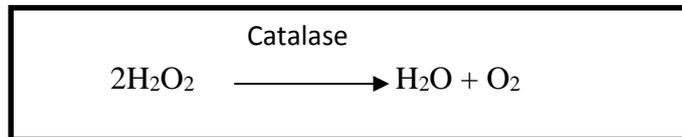
❖ Système enzymatique

Selon Avissar *et al.* 1989, l'organisme humain possède un système enzymatique, constitué principalement de :

- Le superoxyde dismutase (SOD) : diminue la durée de vie de l'anion superoxyde $O_2^{\cdot-}$ par une réaction de dismutation, elle produit de l'oxygène et du peroxyde d'hydrogène (Borg et Reeber, 2004).



- La catalase : transforme le peroxyde d'hydrogène (H₂O₂) en simple molécule d'eau (Borg et Reeber, 2004).



- Le glutathion peroxydase (GP_x) : la glutathion peroxydase est une enzyme qui constitue l'un des plus importants systèmes enzymatiques de protection car elle est capable non seulement de détoxifier le peroxyde d'hydrogène, mais aussi d'autres hydroperoxydes résultant de l'oxydation du cholestérol ou des acides gras (Ganther, 1999).

Au total, le mécanisme réactionnel invoqué dans la détoxification active peut être résumé dans la figure 2 :

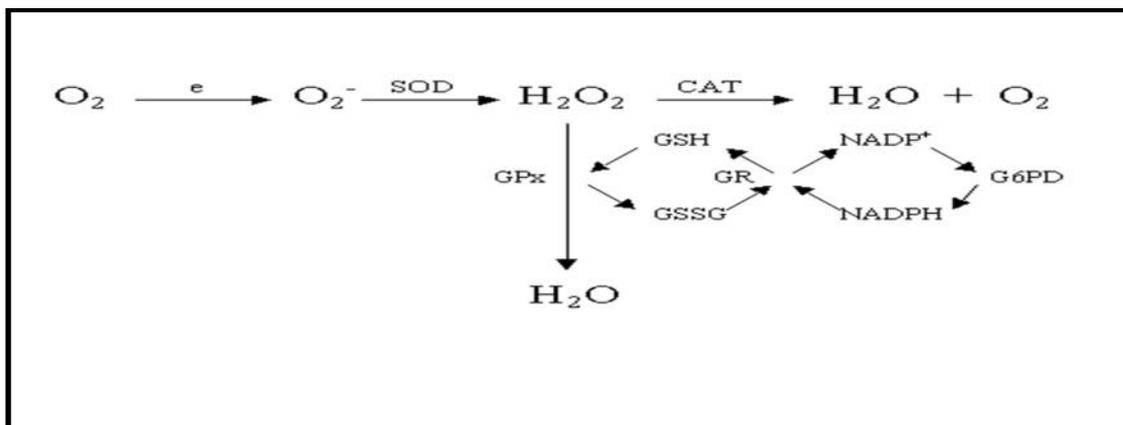


Figure 2 : Réactions chimiques liées aux antioxydants (Rolland, 2000).

❖ Système non enzymatique

En plus des systèmes de défenses précédemment cités, un autre système de défense non enzymatique peut aussi intervenir tel que plusieurs protéines qui circulent dans le sérum peuvent prendre en charge des ions métalliques libres qui sont potentiellement toxiques, il s'agit de la transferrine et de la lactoferine pour le fer et la ceruloplasmine pour le cuivre. Elles agissent comme des chélateurs et maintiennent les ions métalliques sous forme

inactive par rapport à la combinaison possible avec le peroxyde d'hydrogène (**Borg et Reeber, 2004**).

I.1.6.2.2. Antioxydants exogènes (naturels)

Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants *in vivo*. Elles incluent le bêta carotène, l'albumine, l'acide urique, les œstrogènes, les polyamines, les flavonoïdes, l'acide ascorbique, les composés phénoliques, la vitamine E...etc. Ils peuvent stabiliser les membranes en diminuant leur perméabilité et ils ont également une capacité de lier les acides gras libres (**Svoboda et Hampson, 1999**).

I.2. Généralité sur la confiture

I.2.1. Historique

Le mot confiture vient du verbe confire du latin « *confisio* » qui veut dire préparer. Comme le sucre, les confitures ont été introduites tardivement en Europe par l'intermédiaire du monde arabe. Au moyen âge, l'appellation confiture désigne toutes les confiseries réalisées à partir d'aliments cuits dans du sucre ou du miel : bombons, fruits, confits...etc. Les confitures étaient dans le passé, le moyen privilégié pour conserver les fruits les plus fragiles (par exemple : fraises, abricots, mûres) après la récolte. Longtemps, ils ont été considérés comme un produit de luxe, les confitures se banalisent au début du XIX^{ème} siècle grâce à la découverte du sucre de betterave (**Anne et Luguët, 2012**).

I.2.2. Définition

La confiture est l'art de conserver par le sucre, fruits, légumes, tiges, racines, feuilles, ou fleurs de façon traditionnelle. Elle est obtenue par cuisson de fruit ou d'autre partie de la plante appropriée avec des sucres.

La confiture est le mélange porté à la consistance gélifiée de sucre, de pulpe, et/ou de un ou plusieurs espèces de fruits et d'eau. Le produit final doit contenir au moins 30% de fruits et 45% Brix (le degré brix est le poids en gramme de matière sèche contenue dans 100 grammes d'une solution dans l'eau distillées). La confiture peut être élaborée à partir de différentes préparations du fruit entier, pulpe de fruits, purée de fruits, l'extrait aqueux de fruits (**Codex alimentaire, 2009**).

I.2.3. Valeur nutritionnelle

Les valeurs des 19 éléments nutritifs de la confiture représentés dans le tableau II sont liées à l'énergie alimentaire qui est exprimée en Kilocalories (Kcal) et en Kilojoule (KJ) où les protéines, les glucides et les matières grasses parmi les meilleurs sources d'énergie alimentaire. En plus, la confiture est riche en d'autres composée tel que les vitamines, les minéraux et les fibres (**Anonyme, 1991**)

Tableau II : Valeurs nutritionnelles approximatives d'une confiture (**Anonyme, 1991**).

Aliment	Mesure (ml)	Poids (g)	Energie (Kcal)	Energie (KJ)	Protéine (g)	Glucide (g)	Sucre totaux (g)
Confiture	15	20	56	234	tr	14	10
	Fibre alimentaire totale (g)	Gras totaux (g)	Gras satures (g)	Cholestérol (mg)	Calcium (mg)	Fer (mg)	Sodium (mg)
	0,2	tr	tr	0	4	0,1	6
	Potassium (mg)	Magnésium (mg)	Phosphore (mg)	Vitamine A (EAR)	Vitamine C (mg)	Vitamine B12 (mcg)	Caféine (mg)
	16	1	4	tr	2	0	0

I.2.4. Ingrédients de base de la confiture

La confiture est composée de deux éléments clés : les fruits et les glucides, mais aussi d'autres agents qui interviennent tels que la pectine et les acides organiques.

❖ Fruits

Elles apportent 10 à 15 % de cellulose brute, des éléments minéraux, des matières pectiniques et des acides organiques (citrique, malique ou tartrique) (**Latrasse, 1986**). Tous les fruits et certains légumes se prêtent à la confiture, qu'on utilise leur chaire (l'abricot, pêche, fraise, poire, framboise) leur jus (pomme, groseille) ou leur écorce comme les agrumes (citron, orange, pamplemousse).

❖ Glucides

Constitue la part la plus importante dans la composition de la confiture, environ 63 à 65 %. Le sucre permet la conservation de la confiture ou il inhibe le développement des micro-organismes dans le milieu, sert généralement à la formation de gel et améliore le gout. En générale le sucre blanc cristallisé (saccharose) (Roger, 1962) est le plus utilisé, car le sucre non raffiné peut contenir des impuretés, qui risquent d’altérer la conservation.

❖ **Pectines**

Ce sont des substances chimiques responsables de la formation de gel, elles sont contenues naturellement dans les fruits, plus au moins en grande quantité suivant que le fruit est à la maturité intermédiaire ou bien mûr (Tableau III) (Biton, 2002).

Tableau III : Teneur en pectines des principaux fruits utilisés pour les confitures (Biton, 2002).

Fruits pauvres	Cerises, pêches, myrtilles, raisin
Fruits moyennement riches	Fraises, framboises, mures
Fruits riches	Coing, groseilles, prunes, cassis, abricots
Fruits très riches	Citrons, pommes, oranges, agrumes

Il peut être nécessaire d’en rajouter au cours de cuisson pour assurer la gélification du mélange. Il existe les pectines naturelles (les propectines, les pectines, et les acides pectique) obtenue au cours de processus de maturation des fruits comme agrume, mangue, pomme et les pectines industrielles, qui se présent sous forme de solution concentré ou de poudre.

❖ **Acides organiques**

Les acides organiques (acides tartrique, malique et citrique) sont indispensables à la fabrication de la confiture, puisqu’ils jouent plusieurs rôles, tels que l’empêchement du développement des microorganismes, mettre les pectines en solution pour qu’elles forment un gel et faciliter l’inversion du saccharose (Latrasse, 1986).

I.2.5. Fabrication industrielle de la confiture

La fabrication industrielle des confitures présente l'avantage de produire de grande quantité en un temps réduit, et d'assurer un contrôle à chaque étape de fabrication (Albagnac *et al.*, 2002). Le diagramme de la figure 3 présente les différentes étapes de fabrication.

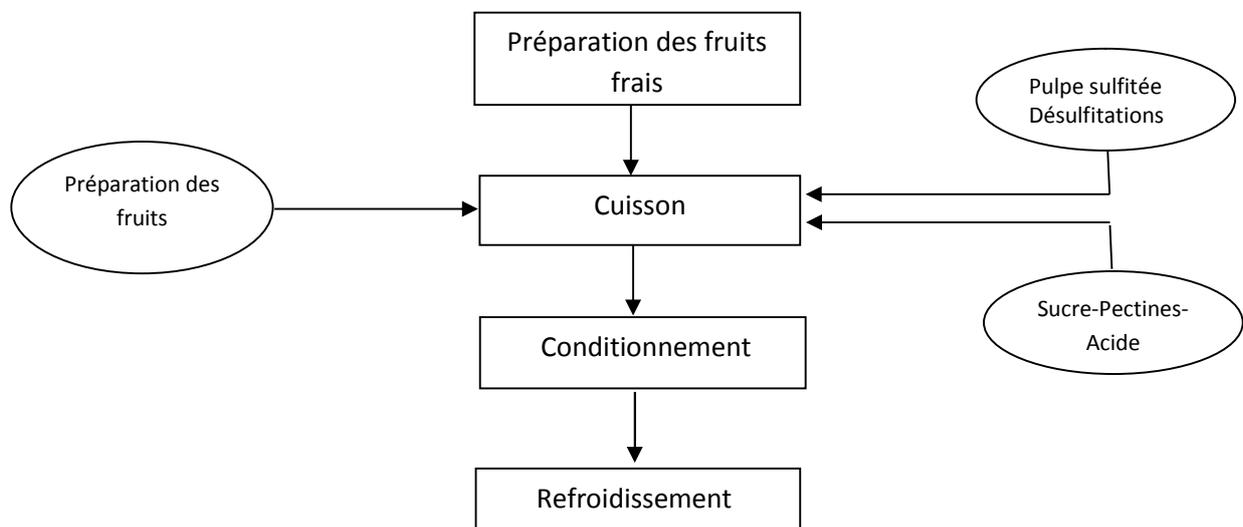


Figure 3 : Diagramme de fabrication des confitures (Biton, 2002).

❖ Préparation des fruits frais

• Parage (triage)

Les fruits doivent être lavés pour éliminer les particules de terre, et de matières végétales qui sont inconsommables, qui ne se conserve pas ou qui ne correspond pas à la demande commerciale (Mazollier et Scandalla, 1999).

• Lavage

Le lavage s'effectue avec l'eau potable qui à pour objectif d'éliminer les particules étrangères, il permet également d'entraîner les résidus superficielle de produit de traitement et d'éliminer la contamination microbienne naturelle (Raoulte, 1987).

- **Cuisson**

C'est une étape fondamentale dans la fabrication de confiture. Deux modes de cuisson peuvent être utilisés, le premier est atmosphérique qui s'effectue par chauffage de mélange fruit et sucre dans une bassine pour favoriser l'évaporation de l'eau ; le second par ébullition ou sous vide qui s'effectue sous une température et de pression approprié (**Biton, 2002**).

- **conditionnement**

Le conditionnement consiste à remplir des récipients (métallique ou en verre) à chaud pour assurer une autopasteurisation du contenu et protéger la recontamination par les moisissures ou les levures. Les récipients doivent être fermés et étiquetés, pour donner les informations nécessaires concernant le produit aux consommateurs (date de fabrication et de péremption, le nom commercial) (**Codex alimentaire, 2009**)

- **Refroidissement**

Le refroidissement doit intervenir immédiatement après le conditionnement pour éviter la dégradation des pectines par la chaleur. Il peut être fait par immersion dans de l'eau froide ou par aspersion par des jets d'eau froide.

I.2.6. Conservation de la confiture

I.2.6.1. Définition

La conservation est généralement définie comme une méthode utilisée pour préserver un état existant ou pour empêcher une altération susceptible d'être provoquée par des facteurs chimiques (oxydation), physiques (température, lumière) ou biologiques (microorganismes). La vitesse d'altération dépend des caractéristiques intrinsèques liées à l'aliment et aux conditions extrinsèques, qui sont liées à l'environnement (**El - Atyqy, 2010**).

Il existe de nombreux conservateurs utilisables dans les produits alimentaires (confiture), en accord avec les lois internationales de protection des consommateurs (François, 1995).

I.2.6.2. Techniques de la conservation

I.2.6.2.1 Procédés physiques

❖ Conservation par la chaleur

Le traitement des fruits par la chaleur est aujourd'hui la plus importante technique de conservation à long terme. La température élevée tue les microorganismes et neutralise les enzymes, les spores encore présents ne pourront pas se développer en bactéries et l'aliment sera protégé de toutes contamination venue de l'extérieur. La pasteurisation et la stérilisation parmi les méthodes, qui interviennent dans le traitement d'aliment par la chaleur afin de détruire toutes formes microbiennes vivantes existantes (James et Kuipers, 2003).

❖ Conservation par le froid

L'utilisation du froid pour la conservation des aliments est sans conteste la technique la plus répandue. Les basses températures retardent le développement des micro-organismes, les réactions chimiques et enzymatiques qui entraînent la détérioration du produit. Les enzymes et les réactions chimiques sont considérablement ralenties à des températures basses (<5°C), alors que la majorité des microorganismes ne sont plus capables d'activité métabolique à des températures inférieures à -5°C. Certains, tels que les bactéries coliformes, sont même inactivées. Plusieurs procédés utilisent cette technique telle que la réfrigération et la congélation (El - Atyqy, 2010).

I.2.6.2.2. Conservation par séparation et élimination d'eau

❖ Conservation par le sucre

La conservation par le sucre est un savoir-faire connu depuis de nombreux siècles et que l'on retrouve encore de nos jours dans la fabrication des confiseries (fruits confits) et des confitures.

Les sucres sont dotés de nombreuses propriétés technologiques et organoleptiques qui les rendent attractif pour l'industrie alimentaire. En effet, outre leur pouvoir édulcorant naturel, ils sont utilisés comme agent de conservation d'aliment. Il s'agit essentiellement du saccharose qui possède la faculté de retarder la dégradation des aliments où la conservation ne peut se faire qu'à chaud puisque l'aliment doit perdre une partie de l'eau qu'il contient par évaporation tandis que le sucre, une fois dissous, se lie aux molécules d'eau restantes et les rend indisponibles pour la croissance de microorganismes, ce qui augmente la durée de vie des aliments (**Demoulin, 2009**).

❖ Séchage

Qui consiste à enlever l'excès d'humidité par évaporation de l'eau. On aboutit à des produits alimentaires dits secs.

I.2.6.2.3. Procédés chimiques

❖ Additifs alimentaires

Les additifs alimentaires sont définis comme étant des substances non habituellement consommées comme des aliments, possédant ou non une valeur nutritive et dont l'ajout intentionnel aux denrées alimentaires, dans un but technologique, au stade de leur fabrication, transformation, préparation, traitement, conditionnement, transport, ou entreposage, a pour effet, ou peut raisonnablement être estimé avoir pour effet, de les faire devenir composants des denrées alimentaires (**Becker et al., 2009**). Il existe plusieurs catégories des additifs alimentaires, parmi eux on trouve :

Les conservateurs : ils limitent, ralentissent ou stoppent la croissance de microorganismes présents ou entrants dans l'aliment, et préviennent donc l'altération des produits ainsi que les intoxications alimentaires, tels que l'acide sorbique E 200 et l'acide benzoïque E 210. (**El - Atyqy, 2011**)

Les antioxydants: ce sont des protecteurs chimiques, c'est-à-dire des molécules qui s'opposent aux phénomènes de stress oxydant, évitant ou bloquant les réactions d'oxydation, le plus souvent en réagissant avec les radicaux libres oxygénés impliqués dans ces processus, tels que l'acide ascorbique E300 et butylhydroxyanisole (BHA) E320 (**Boumendjel, 2005**)

I.2.6.2.4. Conservation par extrait de plante

L'utilisation des conservateurs synthétiques est actuellement déconseillée à cause de leurs effets biologiques indésirables chez les animaux et les être humains, ainsi que leurs risques cancérigènes (**Osman et Abdulrahmane, 2003**). En conséquence, au cours de ces dernières années, le développement des conservateurs à partir des extraits de plantes a été ciblé comme une stratégie viable pour l'inactivation microbienne dans les industries alimentaires, en raison de leur activité antifongique et antitoxigénique (**Murthy et al., 2009**).

Parmi les différents groupes de produits végétaux, certaines huiles essentielles de plante ont montrés leur efficacité, en tant qu'agents antifongiques contre une large gamme de champignons (**Prakash et al., 2012**) comme des agents antiaflatoxigéniques (**Jaya et Dubey, 2011**) et antioxydants (**Tomaino et al., 2005**).

Les activités antimicrobiennes des extraits de plante peuvent résider aussi en une série de différents composants tels que les différentes classes des composés phénoliques : flavonoïdes, tannins et autres. L'activité antimicrobienne est très probablement due aux effets combinés de l'absorption des polyphénols par les membranes bactériennes avec la rupture de ces membranes (**Ikigai et al., 1993**).

I.3. Présentation de la figue *Ficus carica*

I.3.1. Historique

Originnaire du Moyen-Orient, la figue est reconnue depuis l'antiquité pour ses propriétés thérapeutiques et nutritives. A l'époque, elle servait déjà d'aliment (sous forme fraîche, grillée ou séchée), de médicament ainsi que d'agent sucrant. La figue a ainsi servi d'édulcorant bien avant que le sucre ne soit connu. Ce sont les Grecs et les Romains qui répandirent sa culture en Europe. Aujourd'hui, la figue est cultivée en Turquie, en Grèce, aux Etats-Unis, au Portugal ainsi qu'en Espagne qui en sont les plus importants producteurs (**Haesslein et Oreiller, 2008**).

I.3.2. Description

Ficus carica, arbuste ou petit arbre de 5 m de hauteur, avec des feuilles alternées, palmés, mais très polymorphes, racines non adventives, écorces grisâtres légèrement rudes (Forest *et al.*, 2003).

La figue est un faux fruit de figuier ce que l'on considère comme un fruit est en réalité un réceptacle de forme concave où sont fixées un grand nombre de fleurs unisexuées. La figue a une forme de petit sac charnu contenant un orifice, l'ostiole hermétiquement clos par des bractées imbriquées. Les véritables fruits sont les innombrables petits grains qui parsèment la chaire de la figue, ce que l'on appelé akènes.

Selon les variétés, la figue peut être trouvée blanche, jaune, verte, noire ou violette et plus ou moins sucrée avec deux formes sèches ou fraîches. Cette dernière forme est très fragile et rapidement périssable à la température ambiante, elle peut se conserver au réfrigérateur pendant trois jours au maximum ou être séchée par l'exposition au soleil afin d'obtenir de la figue sèche (Figure 4), (El-Khaloui, 2010).

La figue sèche s'appelé en kabyle 'thazzarth' et en arabe 'attine', cité dans la sourate 'Attine' du coran (Oukabli, 2003).

I.3.3. Taxonomie

Règne : végétal.

Sous règne : Tracheophytes.

Super division : Spermaphytes.

Embranchement : Phanerogames.

Class : Dicotyledones.

Sous class : Hamamelidiees.

Ordre : Urticales.

Famille : Moracéae (famille des mures) (Wanger *et al.*, 1999).

Genre : *Ficus*

Espèce : *Ficus carica* L (Bailey et Bailey, 1976).

(A)

(B)

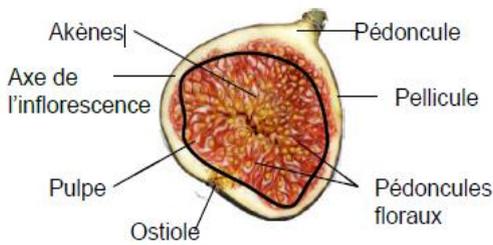


Figure 4 : (A) coupe transversale de figue (modifiée à partir de **Haesslein et Oreiller, 2008**). (B) photographie de l'arbre de figuier (**Oukabli, 2003**).

I.3.4. Composition chimique de la figue

Les figues sont des fruits très appréciés depuis l'antiquité. Ils sont riches en vitamines (B et C) et en minéraux (Mg, Ca, K et Na), contiennent de sucres, des protéines, des lipides et des fibres ; par rapport à la figue sèche la figue fraîche est peut-être plus calorique (Tableau IV), (**Solomon, 2006**).

Tableau IV : Composition chimique de la figue sèche et la figue fraîche (composition moyenne pour 100 g) (**Solomon, 2006**).

L'aliment	Figue fraîche	Figue sèche
Energie (Kcal)	74	305
Energie (kJ)	309	1274
Glucide (g)	16.6	69.1
Protéine(g)	1.1	4.2
Lipide (g)	0.3	1.3
Fibre alimentaire (g)	2.9	8
Sodium (mg)	3	40
Potassium (mg)	238	1010
Magnésium (mg)	21	70

Calcium (mg)	46	126
Fer (mg)	0.9	2.5
Carotène (mg)	0.11	0.08
Vitamine B1 (mg)	0.1	0.08
Vitamine B2 (mg)	1	0.09
Vitamine B3 (mg)	0.46	0.80
Vitamine B6 (mg)	0.11	0.22
Vitamine C (mg)	5	1

I.3.5. Usage et effet thérapeutique de la figue

La richesse de la figue en fibre et en potassium qui sont les principaux éléments nutritifs contribuant à prévenir de nombreuses affections.

Les fibres aident dans tous les aspects de la digestion, elles permettent de mieux absorber les nutriments et de contrôler le taux de sucre absorbé durant le repas, l'empêchant d'augmenter trop rapidement. Elles protègent également de nombreuses affections intestinales, cardiovasculaires et elles sont considérées comme des agents hépatoprotecteurs et hypolipidimiques (**Lazreg Aref, 2010**).

La figue est à conseiller aux enfants, femmes enceintes, personnes âgées, sportifs, cardiaques et anémiques. Pour résister au froid hivernal, les populations rurales consomment des figues sèches, en les associant souvent à l'huile d'olive (**Jeddi, 2009**).

La figue se révèle un aliment équilibrant, laxatif doux, constitue un important draineur des voies respiratoires (**Marlett et al., 2002**).

I.3.6. Antioxydants de la figue

Plusieurs études ont montrés que le fruit de figue sèche contient un taux élevé de polyphénols, en particulières les flavonoïdes et les anthocyanines qui agissent comme des antioxydants physiologiques, dont leur rôle est la prévention contre les processus pathologiques liés au cancer et les dommages causés par les radicaux libres dans l'organisme humain (**Aljane et Sdiri, 2014**).

I.3.6. 1. Composés phénoliques ou les polyphénols

❖ Définition

Les polyphénols ou les composés phénoliques constituent une des plus grandes familles de molécules organiques largement répandues dans le règne végétal, avec plus de 8000 structures phénoliques qui sont connues. Le terme polyphénol a été introduit en 1980 en remplacement un terme ancien de tanin végétal. Ce sont des métabolites secondaires des végétaux présents dans toutes les parties de la plante (**Beta *et al.*, 2005**), caractérisés comme l'indique le nom par la présence de plusieurs groupements phénoliques associés en structures plus ou moins complexes, généralement de hauts poids moléculaires.

Les composés phénoliques forment le groupe des composés phytochimiques le plus important, ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs: racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, grains et bois (**Boizot et Charpentier, 2006**).

❖ Structure et Classification

Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique (benzénique), auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle, libre ou engagé avec d'autres fonctions, éther, ester, ou hétéroside (Figure 5) (**Fumio *et al.*, 2003**).

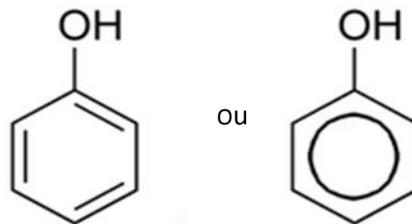


Figure 5 : Structure de base des polyphénols (**Fumio *et al.*, 2003**).

Les composés phénoliques peuvent être regroupés en de nombreuses classes, (Tableau V) qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'une simple C₆ à des formes très polymérisées), ensuite par le degré de modification de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation... etc.) enfin par les liaisons possibles de ces molécules de base avec d'autres molécules (glucides, lipides, protéines, autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques) (**Macheix *et al.*, 2005**).

Tableau V: Classification des composés phénoliques (**Sarni-Manchado et Cheynier, 2006**).

Nombre d'atomes de carbone	Squelette de base	Classe
06	C6	Phénols simples, benzoquinones
07	C6-C1	Acides phénoliques
08	C6-C2	Acetoquinones, acide phenylacetique
09	C6-C3	Acide hydroxycinnamique, polypropène, coumarine, isocoumarine
10	C6-C4	Naphtoquinone
13	C6-C1-C6	Xanthone
14	C6-C2-C6	Stilbene, anthraquinone
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes, isoflavonoïdes
18	(C6-C3) ²	Lignanes, neolignanes
30	(C6-C3-C6) ²	Biflavonoïdes
n	(C6-C3) n (C6) n (C6-C3-C6) n	Lignines Catecholmelanine (Tannins condensés)

I.3.6.1.1. Flavonoïdes

Le nom flavonoïde provient du terme flavedo, désignant la couche externe des écorces d'orange (**Piquemal, 2008**), cependant d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été plutôt prêté du flavus ; (flavus=jaune) (**Male ev et Kunti, 2007**). Les flavonoïdes représentent une très large gamme de composés naturels (composés phénoliques).

Ces molécules ont tous la même structure chimique de base, ils possèdent un squelette carboné de 15 atomes de carbones constitué de deux cycles aromatiques que désignent les lettres (A) et (B), reliés par une chaîne en C3 en formant ainsi l'hétérocycle oxygéné qui désigne la lettre (C) (**Erdman et al., 2007**). Généralement, la structure des flavonoïdes est représentée selon le système C6-C3-C6 (**Emerenciano et al., 2007**) en

formant une structure de type diphényle propane dont des groupements hydroxyles, oxygènes, méthyles, ou des sucres peuvent être attachés sur les noyaux de cette molécule (Figure 6) (Narayana, 2001).

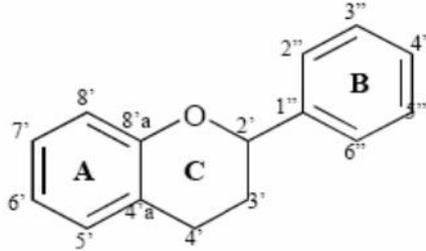


Figure 6 : Structure générale des flavonoïdes (Ricardo *et al.*, 2006).

❖ Flavonols

Ce sont les flavonoïdes dominants dans les aliments ; les plus représentatifs sont la quercitine et le kaempferol (Manach *et al.*, 2004). Ces composés se distinguent par la présence d'un groupement OH en position C-3 (Figure 7). Selon Del caro et Piga (2008), les variétés de figes noires sont plus riches en flavonols que les variétés de figes blanches.

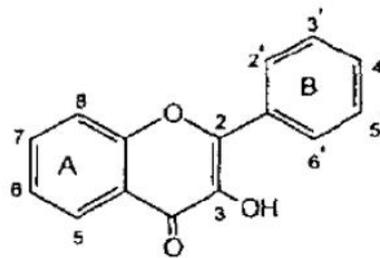


Figure 7 : Structure de base des flavonols (Perron et Brumaghim, 2009).

❖ Flavanols

Ils existent sous deux formes : monomérique (catechine) et polymérique (proanthocyanidines) (Figure 8) (Manach *et al.*, 2004). Les catéchines jouent un nombre important d'activités biologiques incluant le piégeage des radicaux libres. Les principaux composés présents dans les figes sont les catéchines et épicatechines.

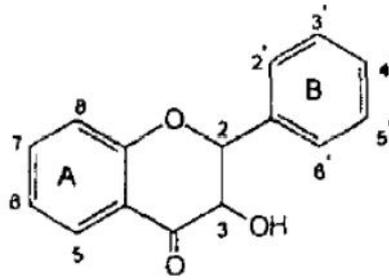


Figure 8 : Structure de base des flavanols (Manach *et al.*, 2004).

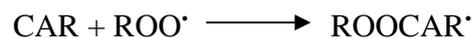
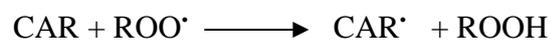
I.3.6.1.2. Anthocyanines

Les anthocyanines sont des pigments qui participent à la coloration de certaines parties des plantes (fleurs, fruits et feuilles) en bleu, rouge et mauve. L'analyse par RMN a permis de constater que dans les variétés de figues étudiées, l'anthocyanine dominant est la cyanidine -3-rhamnoglucoside (Solomon *et al.*, 2006).

I.3.6.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes sont, avec la chlorophylle et les anthocyanes, les pigments les plus répandus dans la nature ; le β -carotène, le lycopène, la lutéine, la γ -cryptoxanthine, l' α -Carotène, et la zéaxanthine sont les 6 caroténoïdes majoritaires, mais le plus connu est le β -carotène (Graille, 2003).

Les caroténoïdes peuvent agir en tant qu'antioxydants car Ils sont capables de bloquer les chaînes de réactions radicalaires selon plusieurs mécanismes : transfert d'électron, abstraction d'hydrogène et addition (El-Agamey *et al.*, 2004) :



I.4. Présentation de jujubier *Ziziphus jujuba*

I.4.1. Description

Le jujubier est un arbuste épineux et fruitier, appartient à la famille des Rhamnacées (**Koné et al., 2009**), il forme des touffes de quelques mètres de diamètre pouvant atteindre 2 m de hauteur. Ses fruits sont des drupes à noyaux soudés, de couleur jaune doré à rouge en phase de maturité, dont le diamètre est compris entre 1 à 2 cm. Les rameaux sont tomenteux, blanchâtres, en zigzag. Ils portent des épines disposées par deux à l'aisselle des feuilles : l'une est droite et effilées, un peu orientée vers le haut, l'autre en crochet un peu plus courte, plutôt orientée vers le bas.

Les feuilles sont alternées, à forme très variable, elliptiques, ovales à marges entiers. Chaque feuille porte à sa base deux stipules transformées en épine inégale et vulnérable (**Depommier, 1988**).

I.4.2. Taxonomie

Règne : Planta.

Embranchement : Spermaphytes.

Sous- embranchement : Angiospermes.

Division : Magnoliopsida.

Ordre : Rhamnoles.

Famille : Rhamnacées.

Genre : *Ziziphus*.

Espèce : *Ziziphus jujuba* (**Gilman et Watson, 1994**).

*Matériel et
méthodes*

II.1. Echantillonnage

II.1.1. Préparation du matériel végétale

➤ **Figue sèche**

L'échantillonnage est réalisé sur trois échantillons de la figue sèche blanche, de trois régions différentes (Beni Maouche, Bouandesse et Kherrata), qui sont achetées le 13 février 2015. La photographie et la morphologie de ces figues sèches sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau VI : Photographie originale de la figue sèche blanche (région et morphologie).

Région	Bouandesse	Beni Maouche	Kherrata
Morphologie			

➤ ***Ziziphus jujuba***

L'espèce *Ziziphus jujuba* a été récoltée par la promotrice en septembre 2013, les feuilles de la plante sont ensuite séchées, broyées jusqu'à obtention d'une poudre homogène et conservé dans des flacons de verre, à l'abri de la lumière et l'humidité pour des utilisations ultérieures (Figure 9).



Figure 9 : Photographie des feuilles de jujubier

II.1.2. Préparation de confiture

La préparation de la confiture à base de figue sèche est réalisée selon le procédé suivant :

1^e étape : les fruits ont été triés puis lavés avec l'eau potable afin d'éliminer et se débarrasser des particules de terre et les microorganismes.

2^e étape : découpage en petites morceaux et cuisson à la vapeur.

3^e étape : la figue obtenue est transférée dans une autre casserole pour l'ajout d'autres ingrédients (650 g de sucre et un litre de l'eau distillée afin d'obtenir une solution de saccharose de 60 à 70° de Brix).

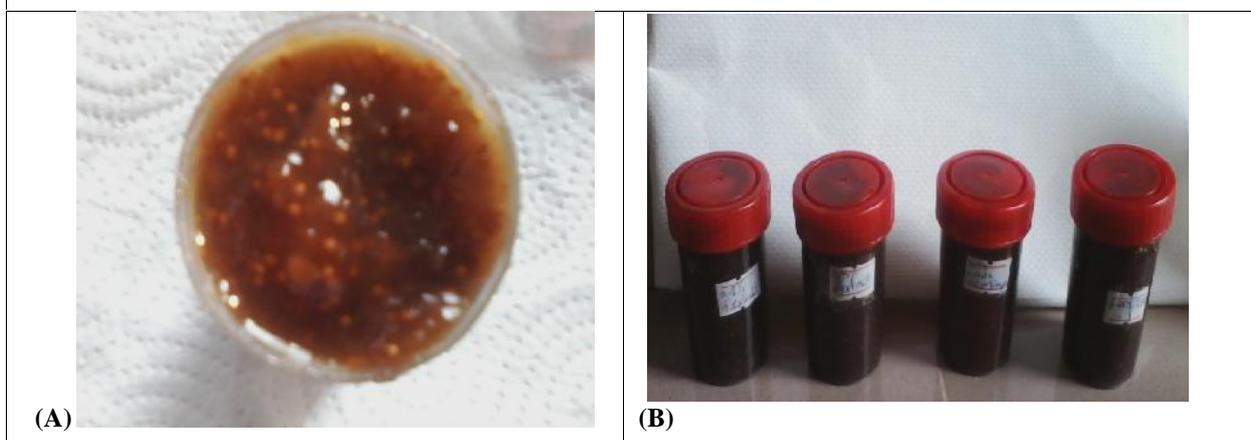
4^e étape : la confiture obtenue est refroidit par immersion de la casserole dans de l'eau froide.

5^e étape : La confiture est partagée en quatre lots différents :

- Lot 01 : confiture sans aucun ajout.
- Lot 02 : confiture avec ajout de l'acide ascorbique avec la concentration 0.1%.
- Lot 03 : confiture avec ajout d'extrait de plante avec une concentration de 0.1%.
- Lot04 : confiture avec ajout d'extrait de feuilles de jujube avec une concentration de 0.15%.

6^e étape : conditionnement dans des boites en plastique stérile et conservation à la température 35°C. Les prélèvements sont effectués à partir des lots 1, 2,3 et 4 après 0, 5, 12, 20 et 30 Jour (Tableau VII).

Tableau VII : (A) Photographie de la confiture de la figue sèche, (B) Echantillons de différentes confitures analysées



II.1.3. Préparation de l'extrait de plante

Une quantité de 10g de matériel végétal (feuille de jujube) broyée, est macérée dans 200 ml de solvant d'éthanol absolu, sous agitation magnétique pendant 1h30 (Erturk *et al.*, 2003). Le surnageant a été récupéré et le culot a été ensuite ré-extrait avec 200ml du solvant suivant les mêmes étapes. Les surnageants de la première et deuxième extraction ont été mélangés, puis centrifugés à 3000 tours / min pendant 5 min; l'extrait est ensuite filtré.

Les filtrats ont été évaporés presque à sec au moyen d'un évaporateur rotatif de 54-60°, C jusqu'à évaporation. Les résidus secs ont été pesés puis conservés dans le congélateur.

II.2. Paramètres physico-chimiques

II.2.1. Humidité

2g de chaque confiture sont pesées dans une boîte de pétri puis mis dans l'étuve à 105° C pendant 24h. Après étuvage, les échantillons ont été récupérés pour mesurer le poids perdu au cours du séchage afin de déterminer le taux d'humidité de la confiture selon la formule suivante :

$$\text{Humidité \%} : (P_1 - P_2) * 100 / (P_1 - P_3).$$

P₁ : Poids initial de confiture et de la boîte de pétri avant le séchage (en gramme).

P₂ : Poids final de la confiture et de la boîte de pétri après le séchage (en gramme).

P₃ : Poids de la boîte de pétri vide. (Hillel, 1989).

II.2.2. pH

1 g de l'échantillon est dilué à 20 ml avec l'eau distillée. Le mélange est agité pendant 10 min par un agitateur magnétique, pour permettre une meilleure homogénéisation. Après l'étalonnage de pH-mètre à l'aide de deux solutions tampon (4 et 7) puis la sonde est introduite dans la solution à tester. La valeur de pH est notée directement après stabilisation de l'afficheur de l'appareil.

II.2.3. Acidité titrable

L'acidité titrable correspond à la somme des acides minéraux et organiques présents dans un produit, elle est exprimée en fonction de l'acide citrique. La solution préparée pour la mesure de pH a subi une sonication pendant 3 min, à l'aide d'un sonicateur, puis titré avec une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0,1 N) jusqu'au pH 8,1. Les résultats de l'acidité titrable sont exprimés en gramme d'acide citrique pour 100g de produit. (Wang *et al.*, 2013).

$$C_{\text{acide citrique}} = [v(\text{NaOH}) * C(\text{NaOH}) / V_{\text{acide}}] * 0.069 * 100.$$

V (NaOH) : Volume de NaOH

C (NaOH) : Concentration de NaOH

V acide : Volume de confiture analysé

0.069 : Facteur spécifique de l'acide citrique

II.2.4. Brix

La mesure de degré brix a été réalisée par la méthode refractométrique pour avoir le taux de la matière sèche soluble dans l'échantillon.

Cette technique consiste à déposer une goutte de chaque confiture sur la surface du prisme du réfractomètre puis baisser le deuxième prisme sur la premier, puis le réfractomètre sera réglé jusqu'à l'obtention d'une zone claire et une autre obscure. La fin de séparation entre deux zones correspond à l'indice de réfraction.

II.2.5. Couleur

La couleur est parmi les apparences qui attirent le consommateur, elle est considérée comme l'un des facteurs définissant la qualité du produit.

1g d'échantillon est dilué dans 5ml d'eau distillée, la solution est homogénéisée à l'aide d'un agitateur magnétique pendant 3 min, puis filtrée. L'absorbance est mesurée à 420 nm (Gonzalez-Miret *et al.*, 2005).

II.3. Dosage des antioxydants

II.3.1. Préparation des extraits de confiture

L'acétone 60% est utilisée comme solvant d'extraction des composés phénoliques, des flavonoïdes. Un mélange de 0,5g d'échantillon et 15 ml d'acétone 60% subissent une sonication pendant 5 min suivi d'une centrifugation à 5000 tours /min pendant 10 min. Les extraits sont récupérée puis filtrés (**Bachir bey et al., 2013**).

II.3.2. Dosage des polyphénols totaux

Les polyphenoles ont été déterminés par spectrophotométrie selon la méthode de Folin- Ciocalteu (**Singleton et al ., 1999**) : ce réactif de couleur jaune est constitué par un mélange d'acides phosphotungestique et phosphomolybdique. Lorsque les polyphenols sont oxydés, ils réduisent le réactifs Folin-Ciocalteu en un complexe ayant une couleur bleue constitue d'oxyde de tungstène et de molybdène. L'intensité de la couleur est proportionnelle au taux des composés phénoliques oxydés (**Boizot et charpentier, 2006**).

Cette méthode consiste à mélanger 200 µl d'extrait de la confiture, 1 ml de réactif folin-ciecalteu dilué à 1/10. Après 3 minutes, le carbonate de sodium 6% a été ajouté, le mélange est incubé à l'obscurité et à la température ambiante pendant 90 minutes. Les absorbances sont mesurées à 730 nm.

Une courbe d'étalonnage est préparée en utilisant l'acide gallique comme standard pour déterminer la concentration des composés phénoliques. Les résultats sont exprimés en mg équivalent d'acide gallique (EAG) /100g de confiture (Figure 1, annexe I).

II.3.3. Dosage des flavonoïdes

L'analyse quantitative des flavonoïdes est réalisée par le dosage spectrophotometrique selon la méthode décrite par **Kim et al, (2003)**. Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium, en présence des métaux de Cl et d'Al, un complexe jaunâtre des flavonoïdes est formé et l'intensité de cette coloration est proportionnelle à la quantité des flavonoïdes présents dans l'extrait.

Un volume de 750 µl d'extrait est additionné d'un même volume de chlorure d'aluminium (2%). Après incubation à température ambiante pendant 30 minutes à l'obscurité, l'absorbance est mesurée à 400 nm. La teneur en flavonoïdes est exprimée en mg équivalent de quercitine/100g de produit, par référence à une courbe d'étalonnage. (Figure 2, annexe I).

II.4. Mesure de l'activité antioxydante

II.4.1. Activité anti-radicalaire

Le DPPH est un radical libre stable violet en solution, il présente une absorbance caractéristique à 517 nm, cette couleur disparaît rapidement lorsque la DPPH est réduit en diphenylpicryl hydrazine par un composé anti radicalaire, entraînant ainsi une décoloration. L'intensité de la couleur est proportionnellement inverse à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (**Sanchez-Moreno, 2002**).

1,5 ml de solution de DPPH sont ajoutés à 100 µl de la solution d'extrait, puis les tubes sont incubés à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes. Les absorbances sont mesurées à 517 nm. L'activité anti radicalaire est estimée selon l'équation suivante :

$$\text{Activité anti-radicalaire (\%)} = (\text{Abs}_t - \text{Abs}_e / \text{Abs}_t) * 100.$$

Abs_t : Absorbance du témoin

Abs_e : Absorbance de l'extrait (**Djeridane, 2006**)

II.4.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur est l'aptitude des antioxydants présents dans les extraits à réduire le fer ferrique (Fe⁺³) du complexe ferricyanure en fer ferreux. La forme réduite donne une couleur verte qui est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait.

Le pouvoir réducteur est estimé selon la méthode rapporté par **Viuda-Mortos et al (2011)**. 200 µl de l'extrait sont mélangés avec 500 µl de tampon phosphate (0,2 M ; pH 6,6) et 500µl de ferricyanure de potassium (1%), puis le mélange est incubée à 50° C pendant 20 min dans le bain marin. Après refroidissent, 500 µl de TCA (10%), 500 µl de l'eau distillée suivis de 100 µl de FeCl₃ (0,1%) sont ajoutés. L'absorbance des solutions obtenues est mesurée à

700 nm. Le pouvoir réducteur des échantillons est exprimé en mg équivalent d'acide gallique /100g de la confiture, en se référant à une courbe d'étalonnage de l'acide gallique. (Figure 3, annexe I).

II.5. Analyse statistique

Toutes les données réalisées sont la moyenne de trois essais. Une analyse descriptive des résultats est réalisée à l'aide du logiciel Microsoft Office Excel 2007, afin de déterminer les moyennes et les écarts types.

Une analyse de la variance (ANOVA) est appliquée à l'aide du logiciel STATISTICA 5.5, afin de mettre en évidence les différences significatives entre les échantillons de la confiture pour chaque paramètre. Le degré de signification des données est pris à la probabilité $p < 0,05$.

*Résultats et
discussion*

III.1. Paramètres physico-chimiques

III.1.1. Humidité

D'après les résultats obtenus, l'humidité de la figue sèche augmente significativement ($p < 0,05$) après sa transformation en confiture de 36,03% à 50,94% (tableau VIII).

Ces valeurs sont supérieures à celles obtenus par le département agriculture Américain rapportées par **Vinson *et al.* (2005)** : $11 \pm 5\%$; cela peut être dû au mode et à la durée de séchage appliqué aux figes.

Les résultats du test d'humidité des confitures de figes sèches analysées présentent des différences significatives ($p < 0,05$) (Figure 10).

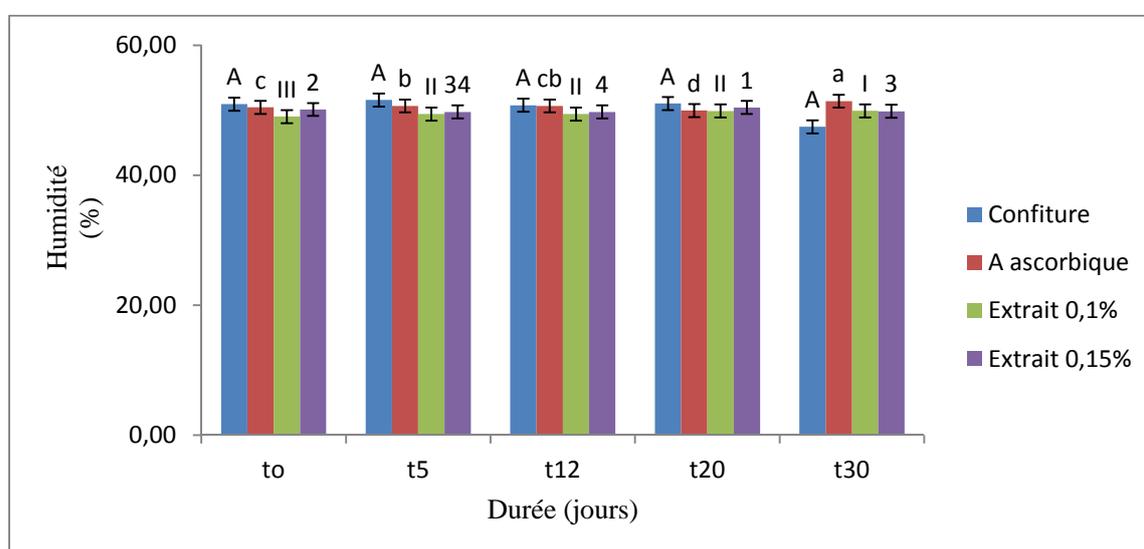


Figure 10 : Evolution de l'humidité des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C à T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

Pour la confiture sans aucun ajout, l'humidité reste stable durant toute la période de stockage (50,94%). Contrairement à la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%), où l'humidité marque une augmentation non significative durant les 12 premiers jours de 50,44% à 50,66%, suivie d'une légère diminution à T20 (49,96%), suivie d'une augmentation significative à la fin de stockage (51,39%).

Pour la confiture avec ajout de 0,1% de l'extrait, l'humidité augmente progressivement au cours des 30 jours de stockage de 49,02% à 49,9%. Par contre l'humidité de la confiture avec ajout de 0,15% de l'extrait, diminue pendant les 12 premiers jours de stockage de 50,12% (T0) à 49,75% (T12), suivie d'une légère augmentation à T20 (50,42%) et une diminution à la fin de stockage atteindre 49,85%.

III.1.2. pH

La détermination de pH est très importante dans le cas des confitures. Elle indique la qualité de la conservation et sert à mettre en évidence d'éventuelles fermentations microbiennes.

Le broyat de figue sèche présente un pH de 4,59 et après transformation en confiture une légère augmentation est constatée, pH (4,66) (tableau VIII).

Tableau VIII : Paramètres physico-chimiques, antioxydants et activité antioxydante de broyat et confiture de la figue sèche à T0

Paramètres physico-chimiques		Broyat	Confiture
	Humidité		36,038 ^b ± 0,118
pH		4,59 ^b ± 0,005	4,66 ^a ± 0,08
Acidité titrable		0,58 ^a ± 0,002	0,18 ^b ± 0,02
Brix		64,8 ^a ± 0,26	46,45 ^b ± 0,07
Couleur		0,21 ^b ± 0,001	0,81 ^a ± 0,01
Antioxydants	Polyphénols totaux	2434 ^a ± 27,87	1422 ^b ± 3
	Flavonoïdes	570 ^a ± 7,93	272 ^b ± 3,46
Activité antioxydante	DPPH	44,87 ^a ± 0,49	15,91 ^b ± 0,59
	Pouvoir réducteur	59 ^b ± 0,006	177 ^a ± 3

Les résultats qui portent des lettres différentes sont significativement différents : a b.

Des résultats semblables sont obtenus par **Mohammed *et al.* (2008)**, pour la confiture de pomme (pH= 4,60) et d'autres obtenus par **Sindumathi *et al.* (2014)**, sont inférieurs à ceux de la présente étude pour la confiture de noix de coco (pH= 2,86).

Les résultats de la mesure du pH des confitures (sans ajout, avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) et des extraits de plante) analysées et leurs évolutions au cours de la conservation pendant un mois à 35°C sont illustrés dans la figure 11.

Les valeurs du pH de la confiture sans ajout reste stable jusqu'au 5^{ème} jour (4,66), après une diminution significative ($p < 0,05$) est notée à partir de 12^{ème} jour (4,52) jusqu'à la fin de stockage (4,42). Pour la confiture avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) le pH diminue significativement ($p < 0,05$), pendant toute la période de stockage de 4,52 (T0) à 4,32 (T30).

La même évolution de pH est constatée pour la confiture avec ajout de 0,1% de l'extrait mais avec des valeurs différentes : de 4,65 (T0) à 4,46 (T30). A l'inverse de la confiture avec ajout de 0,15% de l'extrait, le pH diminue de 4,74 à 4,61 (T0 à T5 respectivement), pour qu'il régresse et se stabilise durant le reste de période de stockage (4,51).

Cette diminution des valeurs de pH peut être due à la fermentation des glucides contenus dans le produit analysé. Ces résultats sont similaires à ceux de **Wang *et al.* (2006)**, qui ont rapporté une baisse du pH d'un jus de carotte concentré conservé à 25 et 35° C durant 150 jours.

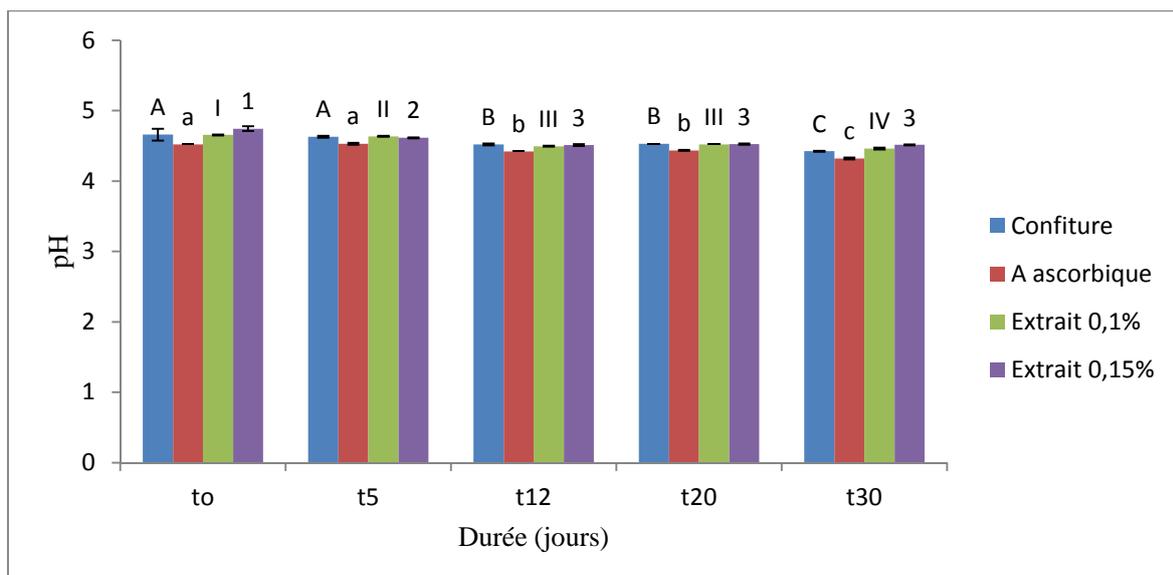


Figure 11: Evolution du pH des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

III.1.3. Acidité titrable

La valeur de l'acidité est une mesure de la stabilité, la qualité et la durée de conservation de la confiture. Elle est due à la présence des acides organiques dans les fruits et ceux qui sont formés durant la conservatio

L'acidité de broyat du fruit présente une grande diminution lors de la transformation de la figue sèche en confiture (0,58 à 0,18g/100g) (tableau VIII).

L'évolution de l'acidité des confitures analysées au cours de stockage (30jours) à 35°C sont illustrés dans la figure 12.

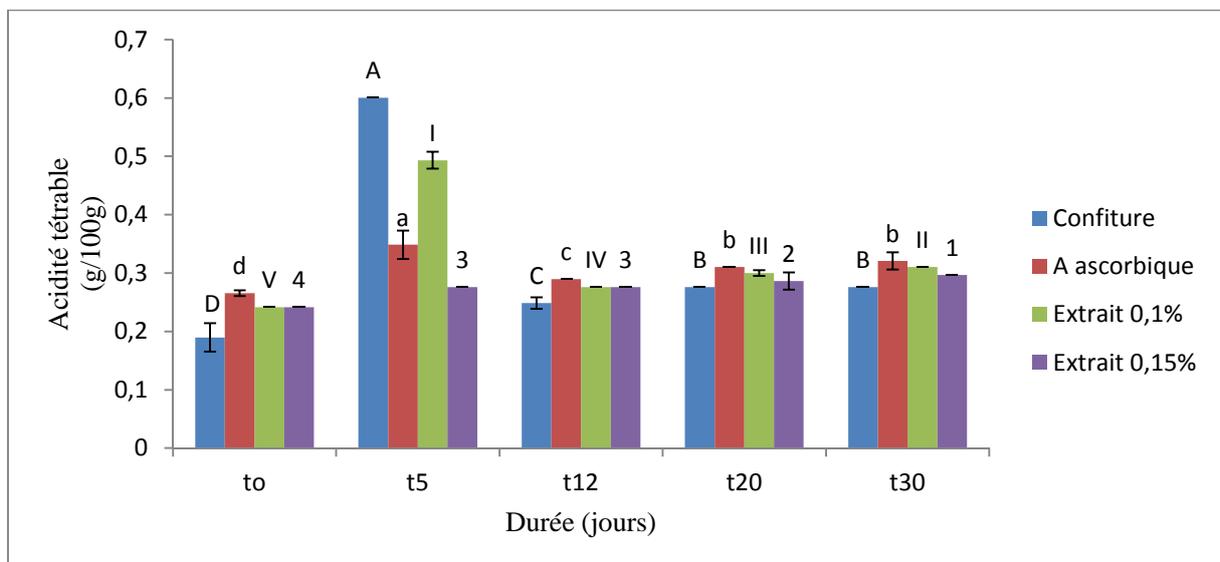


Figure 12: Evolution de l'acidité titrable des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

Pour la confiture sans ajout et avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%), l'analyse statistique montre une augmentation significative ($p < 0,05$) pendant les 5 premiers jours (de 0,18 à 0,60 et 0,26 à 0,34 g /100g respectivement), suivie d'une diminution durant le 12^{ème} jours (0,24 et 0,28 g/100g respectivement) pour qu'il augmente et reste stable jusqu'à la fin de stockage (0,27 et 0,32 g/100g respectivement). Une augmentation significative ($p < 0,05$) est enregistré pour la confiture avec ajout de 0,1% de l'extrait pendant les 5 premiers jours de

0,24 g/100g à 0,49 g/100g, suivie d'une régression significative à T12 (0,27 g/100g), après une augmentation progressive est observée à la fin de stockage (0,31 g/100g).

L'acidité titrable de la confiture avec ajout de 0,15% de l'extrait augmente progressivement pendant toute la durée de la conservation : de 0,24 à 0,29 g/100g.

Touati et al. (2014), ont montré que à la fin de conservation les valeurs initiales de confitures d'abricot ont augmentés de 0,98 ; 1,02 et 1,03% à 5°C, 25°C et 37°C, respectivement.

La régression de l'acidité durant les premiers jours de stockage peut être due aux interactions chimiques entre les constituants de la confiture, et l'augmentation à la fin de conservation peut être expliquée par la production des acides organiques par les microorganismes.

Ozyurt et al. (2011), ont étudié la durée de conservation de sardine stockée en glace avec le romarin, leurs résultats ont montré que l'addition de l'extrait de plante améliore la qualité sensorielle des poissons et prolonge la durée de conservation de 3 jours comparés aux échantillons témoins.

III.1.4. Indice réfractométrique

L'indice réfractométrique ou le degré Brix sert à mesurer la fraction de saccharose dans un produit c'est-à-dire le pourcentage de la matière sèche soluble.

Les résultats de la mesure de degré Brix montrent une diminution significative ($p < 0,05$) au cours de la transformation de la figue sèche de 64,8% à 46,45% (tableau VIII). Ces valeurs sont inférieures à celles obtenues par **Chauhan et al. (2012)**, sur la confiture de noix de coco (68,6%).

L'évolution de degré Brix des confitures analysées au cours de stockage, sont présentés dans la figure 13.

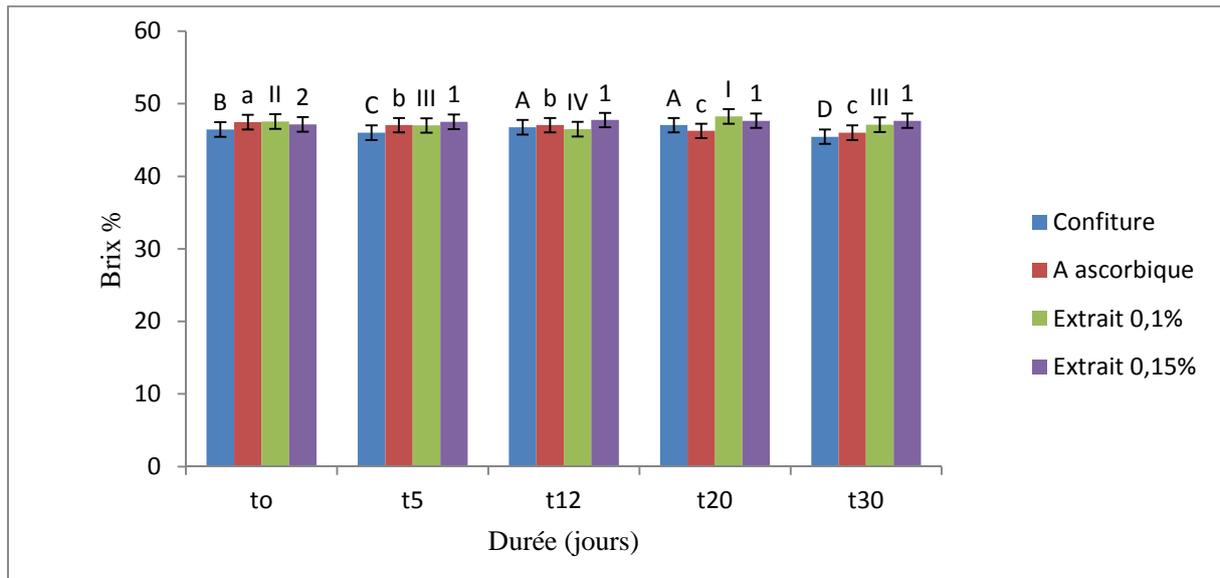


Figure 13: Evolution de l'indice réfractométrique des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage

Pour la confiture sans ajout, l'analyse statistique montre une différence non significative ($p < 0,05$) où le degré Brix diminue pendant les 5 premiers jours de stockage de 46,45 à 46%, suivie d'une augmentation significative ($p < 0,05$) durant le 20^{ème} (47,5%), à fin de diminuer significativement ($p < 0,05$) à la fin de période de conservation (45,45%). Pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%) le taux de la matière sèche diminue durant toute la période de stockage de 47,45% à 46%.

Pour la confiture avec 0,1% de l'extrait, les valeurs de Brix diminuent significativement pendant les 12 premiers jours de 47,55 à 46,5%, suivie d'une augmentation significative à T20 (48,25%) et une diminution est notée pendant le 30^{ème} jours (47,1%). Contrairement à la confiture avec ajout de 0,15% de l'extrait, le degré Brix reste stable pendant toute la durée de stockage (47,5%) à l'exception de la valeur initiale (47,15%). Ces résultats sont concordent avec ceux obtenus par **Abbo et al. (2006)**, qui ont enregistré une baisse de degré Brix d'un jus de fruit tropical après une conservation de 60 jours; cette diminution peut être due, à la réduction de la teneur en sucres par la fermentation.

III.1.5. Couleur

Un des paramètres les plus importants auxquels les consommateurs sont sensibles en choisissant des nourritures est la couleur. Les résultats de la présente étude montrent une augmentation significative ($p < 0,05$) de la couleur de broyat de figue sèche au cours de sa transformation en confiture de 0,21 à 0,81 (tableau VIII).

La figure 14 montre des changements légers des paramètres de couleur pour les 4 variétés de confiture analysées.

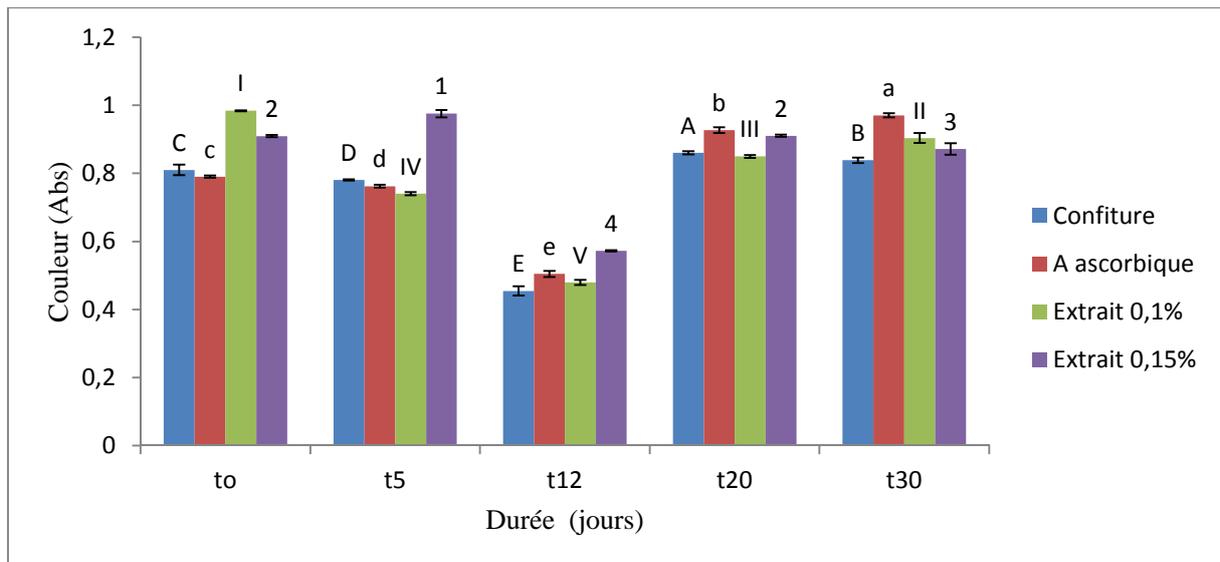


Figure 14: Evolution de la couleur des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

L'évolution de la couleur de confiture sans ajout note une diminution significative ($p < 0,05$) durant les 12 premiers jours (0,81-0,45), puis la couleur augmente à T20 (0,86) pour qu'il diminue vers la fin de stockage (0,83).

L'analyse statistique montre une diminution significative de la couleur de confiture avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) et 0,1% de l'extrait au cours des 12 premiers jours (0,79 à 0,50 et 0,90 à 0,47 respectivement), suivie d'une augmentation significative ($p < 0,05$) pendant le reste de période de stockage (0,50 à 0,97 et de 0,47 à 0,90).

A l'inverse, les résultats de couleur de confiture avec l'ajout de l'extrait 0,15% augmentent pendant les 5 premiers jours de 0,90 à 0,97, suivie d'une diminution à T12 (0,57)

et augmentation à T20 (0,91) pour retourner à une diminution à 0,87 à T30. Des résultats similaires sont obtenus par **Touati *et al.* (2014)**, qui ont constatés qu'à la fin de stockage il ya une réduction de la couleur de confiture d'abricot conservée à 5°C, 25°C et 37°C. Cela peut être dû à la formation de pigments bruns par réaction de Maillard.

Selon **Serpen et Geokmen, 2009**, lors de conservation de l'huile de tournesol avec l'extrait des grains de café, la couleur de produit analysé va changer après 3 mois de stockage (diminution puis augmentation de la couleur qui peut être liés à l'oxydation des acides gras polyinsaturés).

III.2. Antioxydants

III.2.1. Polyphénols totaux

Les composés phénoliques sont des molécules biologiquement actives, ils sont largement répandus dans les fruits et les légumes, permettent à l'organisme de lutter contre les agressions des espèces réactives de l'oxygène via leurs propriétés antioxydantes naturelles.

La teneur en composées phénoliques de broyat de figue sèche (2434 mg EAG/100g) est supérieure à celle obtenue lors de transformation de ces fruits en confiture (1422 mg EAG/100g) (tableau VIII).

La figure 15 représente l'évolution de la teneur en polyphénols des confitures analysées au cours de la conservation à 35°C.

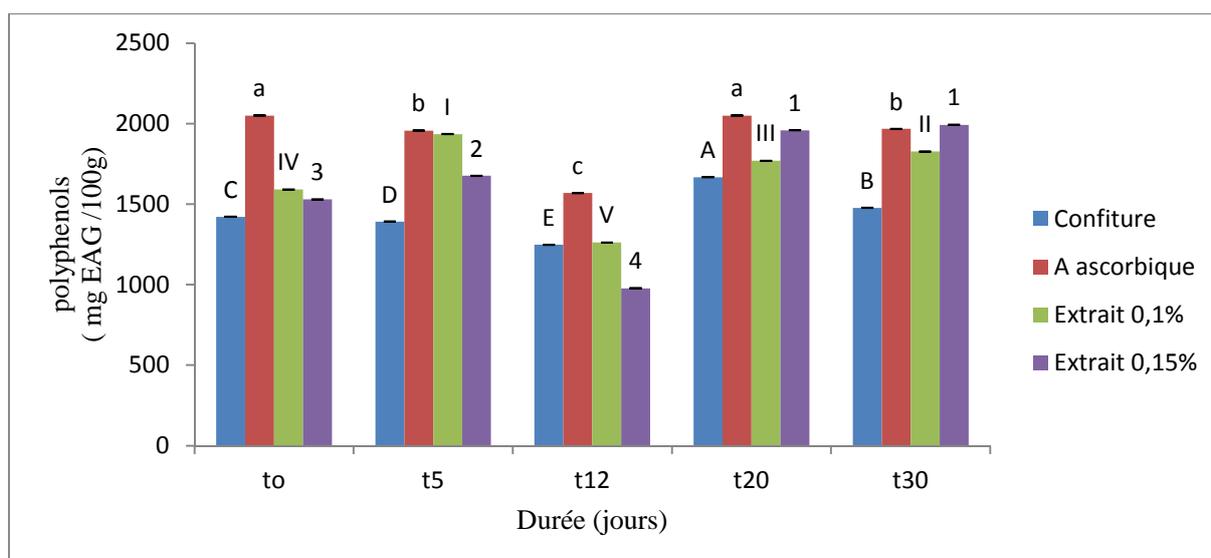


Figure 15: Evolution des teneurs en polyphénols totaux des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

L'analyse statistique montre une diminution significative ($p < 0,05$) de teneur en polyphénols de la confiture sans ajout, de 1422 mg (T0) à 1248 mg EAG/100g (T12), suivie d'une augmentation significative à T20 (1667 mg EAG/100g) et une diminution est observée vers la fin de stockage (1477 mg EAG/100g).

Pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%), l'analyse statistique montre une diminution significative ($p < 0,05$) au cours des 12 premiers jours de 2050 à 1569 mg EAG/100g, suivie d'une augmentation significative pour atteindre 2050 mg EAG/100g au bout de 20^{ème} jours, après une diminution significative est notée à la fin de stockage 1968 mg EAG/100g.

L'évolution de la teneur en polyphénols des confitures avec ajout des extraits de plante (0,1 et 0,15%) augmentent significativement ($p < 0,05$) pendant les 5 premiers jours de 1591 à 1935 mg EAG/100g et 1530 à 1676 mg EAG/100g respectivement, (où la teneur en composés phénolique dans la confiture avec 0,1% est supérieure à celui de confiture avec 0,15% d'extrait), après une chute massive est observée au cours de 12^{ème} jour (1262 et 977mg EAG/100g respectivement). Au delà de T20, le taux des polyphenols augmente progressivement (où la teneur en composés phénolique dans la confiture avec ajout de l'extrait 0,15% est supérieure à celui de confiture avec 0,1% d'extrait) jusqu'à la fin de stockage de 1770 à 1827 mg EAG/100g et 1969 à 1993 mg EAG/100g respectivement). Cette augmentation peut être due à la richesse de l'extrait de *Ziziphus jujuba* en composés phénoliques (3729,09 mg EAG/g extrait).

Des études similaires sont effectuées par Lee (2009), qui note que l'extrait éthanolique des feuilles d'olivier était plus concentré, que les autres extraits, en composés phénolique plus puissants, ce qui explique son effet antioxydant plus efficace dans l'huile de conola chauffée.

L'évolution de la teneur en composés phénoliques des confitures à base de fruit dépend de plusieurs conditions de stockage qui causent la destruction des polyphénols, tels que l'état physiologique de fruit, le mode de préparation de la confiture, la température de stockage et le type d'emballage.

III.2.2. Flavonoïdes

Les teneurs des flavonoïdes du broyat de figue sèche et de confiture sont comprises entre 570 mg EQ/100g et 272 mg EQ/100g respectivement (tableau VIII).

La figure 16, représente l'évolution de la teneur en flavonoïdes des confitures analysées au cours de la conservation à 35°C.

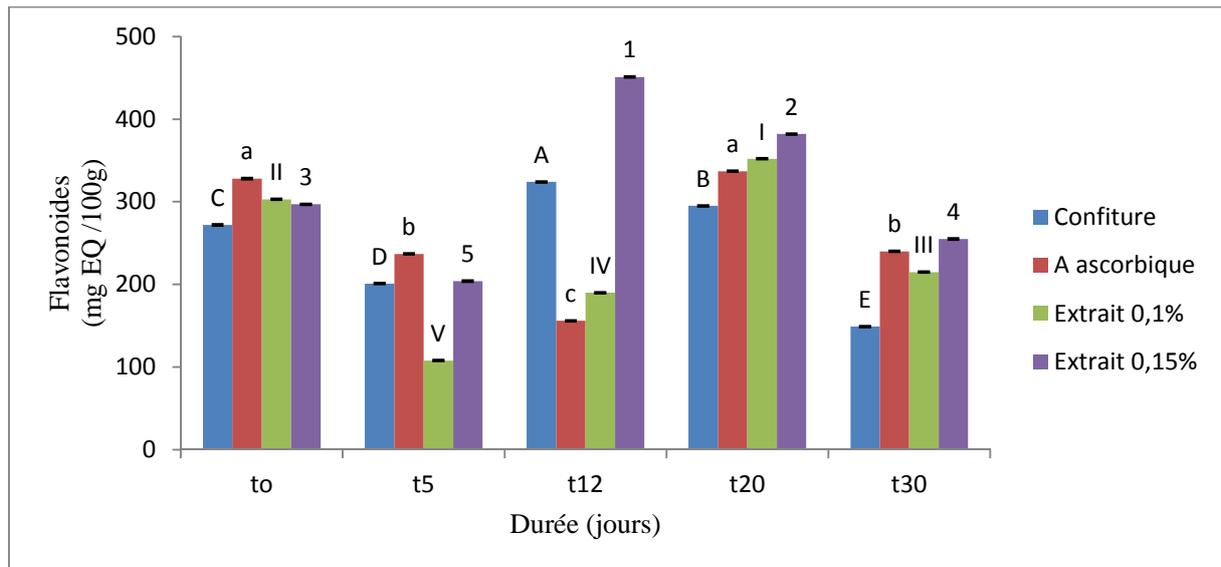


Figure 16: Evolution des teneurs en flavonoïdes des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

La teneur en flavonoïde de la confiture sans ajout et avec ajout de 0,15% de l'extrait diminue significativement ($p < 0,05$) au cours des 5 premiers jours (272 à 201 mg EQ/100g et 297 à 204 mg EQ/100g respectivement), suivie d'une augmentation à T12 (324 et 451 mg EQ/100g respectivement), après le taux des flavonoïdes diminue progressivement de 295 à 149 mg EQ/100g et 382 à 255 mg EQ/100g respectivement) pendant le 20^{ème} et 30^{ème} jours.

A l'inverse le taux des flavonoïdes pour la confiture avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) diminue en gamme T0-T12 (328-156 mg EQ/100g respectivement), puis une augmentation significative pendant le 20^{ème} jour (337 mg EQ/100g), suivie d'une diminution à la fin de stockage (240 mg EQ/100g).

Pour la confiture avec l'extrait de 0,1%, la teneur en flavonoïde diminue au cours des 12 premiers jours de 330 à 190 mg EQ/100g, après à partir de T20, il ya une augmentation progressive pour qu'elles atteignent 352 mg EQ/100g, puis une diminution est enregistrée jusqu'à la fin de stockage (215mg EQ/100g). Tandis que l'analyse statistique montre que l'extrait de *Ziziphus jujuba* contient 1102,63738 EQ/g extrait.

Une baisse de 23,55% des flavonoïdes a été observée pour un jus d'orange sanguine après 85 jours de conservation à 22°C (Hamedani *et al.*, 2012). Les résultats de la présente étude concordent avec ceux obtenus par Igual *et al.* (2013), sur la confiture de pamplemousse qui indique une diminution de la concentration des flavonoïdes durant toute la période de stockage.

III.3. Activité antioxydante

III.3.1. Activité antiradicalaire

L'activité antiradicalaire, basée sur la réduction du radical DPPH, est estimée par le taux de neutralisation du radical par les constituants des variétés de confiture. Elle est très utilisée du fait de sa rapidité et de sa reproductibilité.

L'activité antiradicalaire de broyat de figue sèche est de 44,87%, une grande diminution est observée lors de transformation de fruit en confiture sans ajout de 15,91% (tableau VIII).

L'évolution de L'activité antiradicalaire des 4 échantillons de confiture analysés pendant la durée de conservation à 35°C (30 jours) est illustrée dans la figure 17.

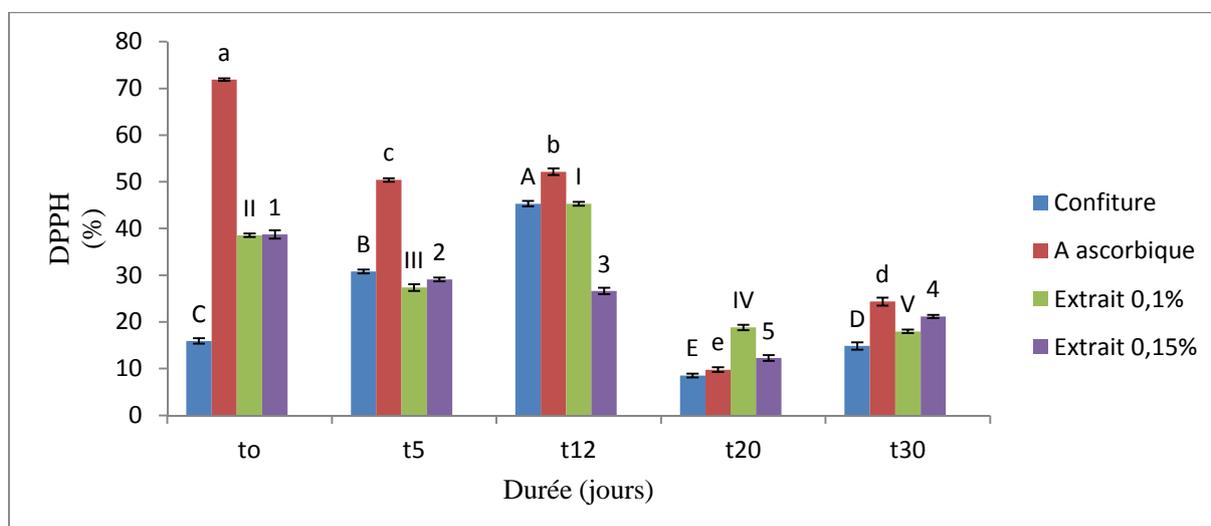


Figure 17: Evolution de l'activité antiradicalaire des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35° C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

Durant les 12 premiers jours, l'analyse statistique montre que le pourcentage d'inhibition de la confiture sans ajout augmente significativement ($p < 0,05$) de 15,91% à 45,2% ; et une chute de l'activité à partir du 12^{ème} jour (54,29%) jusqu'au 30^{ème} jours (14,84%).

Concernant la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique(0,1%), les résultats montrent une diminution de l'activité anti-radicalaire pendant les 5 premiers jours de stockage de 71,88% à 50,39%, suivie d'une légère augmentation à T12 (52,15%), puis d'une régression durant le 20^{ème} jour de 9,76% ; et une augmentation significative à la fin de stockage de 24,34% (T30).

Pour la confiture avec l'ajout de l'extrait 0,1%, on remarque une diminution significative ($p < 0,05$) au cours des 5 premiers jours de 38,55 à 27,36%, suivie d'une augmentation pendant le 12^{ème} jour (45,29%) puis l'activité diminue jusqu'à la fin de stockage (17,97%). L'activité anti-radicalaire de confiture avec l'ajout de l'extrait 0,15% diminue significativement durant tous les 20 jours de conservation (de 38,74% à 12,27%), suivie d'une légère augmentation pendant le 30^{ème} jour (21,16%).

Chougui et al. (2015), ont rapportés que l'extrait de l'écorce de la figue de barbarie a une puissance de réduction du fer ferrique et une activité anti-radicalaire pour la margarine conservé. Des études similaires sont effectuées par **Budryn et al. (2014)**, qui ont rapportés une augmentation de l'activité antiradicalaire de l'huile de tournesol avec ajout de l'extrait vert de café après 3 mois de stockage.

L'augmentation de l'activité anti-radicalaire peut être liée à l'augmentation de la teneur en composés phénolique durant les premiers jours de stockage, par contre, la régression de l'activité peut être due à l'effet des extraits de plante et la durée de conservation.

III.3.2. Pouvoir réducteur

Le test du pouvoir réducteur met en évidence la capacité d'une molécule à réduire un oxydant en lui cédant un électron, permettant ainsi de bien apprécier l'activité antioxydante de l'extrait testé.

Le pouvoir réducteur de broyat de figue sèche (59 mg EAG/100g) est inférieur au pouvoir réducteur enregistrés après transformation de ce fruit en confiture (177 mg EAG/100g) (tableau VIII).

Tableau IX : Taux d'évolution des différents paramètres entre T0 et T30 des confitures analysées

	Confiture sans ajout	Confiture avec ajout de l'acide ascorbique	Confiture avec ajout de 0,1 % d'extrait	Confiture avec ajout de 0,15 % d'extrait
pH	↘ 5,15%	↘ 4,42%	↘ 4,08%	↘ 2,74%
Acidité titrable	↗ 50%	↗ 23,07%	↗ 29%	↗ 20%
Brix	↘ 2,57%	↘ 3,25%	↘ 0,94%	↘ 0,73%
Couleur	↗ 0,83%	↗ 0,97%	→ 0,90%	↘ 0,87%
Polyphenols	↗ 3,86%	↘ 4%	↗ 14,83%	↗ 30,26
Flavonoïdes	↘ 45,22%	↘ 26,82%	↘ 29,04%	↘ 14,14%
Pouvoir réducteur	↗ 10%	↘ 19%	↗ 18%	↗ 16%
DPPH	↘ 67%	↘ 66,13%	↘ 53, %	↘ 45%

Les flèches (↗ ↘ →) indiquent respectivement, augmentation, diminution ou la stabilité de paramètre.

L'analyse statistique du pouvoir réducteur des échantillons de confitures analysées pendant la durée de conservation est illustrée dans la figure 18.

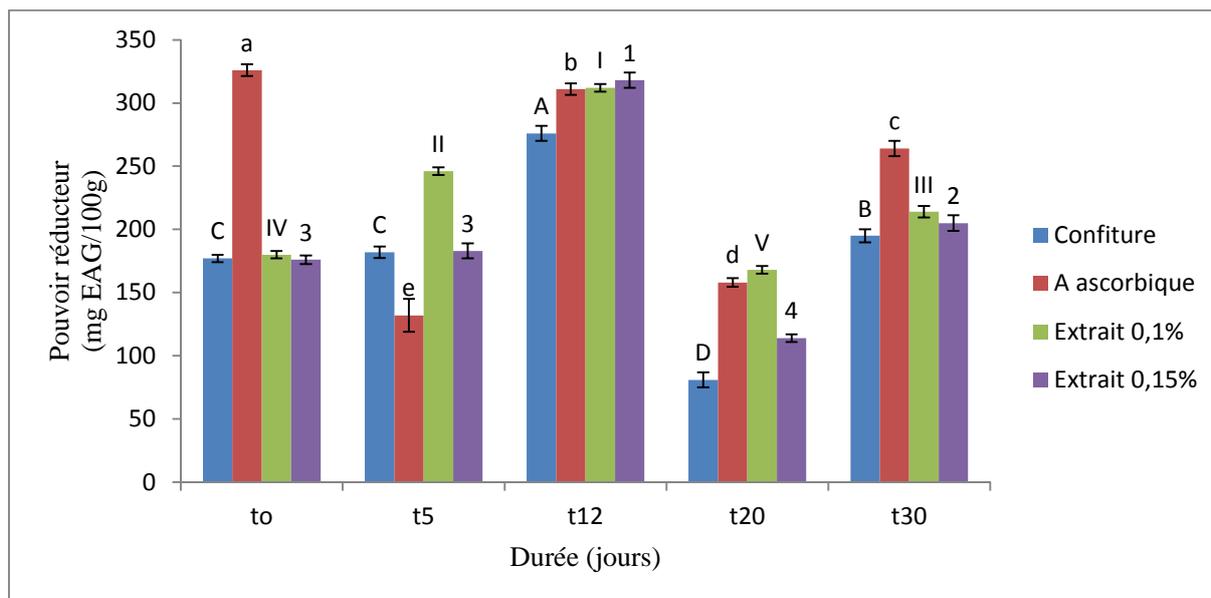


Figure 18: Evolution de pouvoir réducteur des confitures analysées au cours de la conservation.

Les barres verticales représentent les écarts types ;

Des lettres différentes indiquent des résultats significativement ($p < 0,05$) : Les chiffres numériques, les lettres majuscules, les lettres minuscules et les chiffres romains sont attribués pour la comparaison statistique des échantillons à 35°C pendant T0, T5, T12, T20 et T30 de stockage.

L'évolution du pouvoir réducteur pour la confiture sans ajout est très variés en fonction de temps de conservation où il y a une augmentation significative ($p < 0,05$) entre 177 à 276 mg EAG/100g pendant T0 et T12, une diminution est observée à T20 (81 mg EAG/100g), afin d'augmenter durant la fin de stockage (195 mg EAG/100g).

Contrairement aux valeurs de confiture avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) qui note une régression significative ($p < 0,05$) de 326 à 132 mg EAG/100g, suivie d'une augmentation de 311 mg EAG/100g durant le 12^{ème} jour, puis la valeur diminue à 158 mg EAG/100g (T20), après une augmentation pendant les derniers jours de stockage est remarquée (264 mg EAG/100g).

L'analyse statistique montre également une augmentation de pouvoir réducteur des confitures avec ajout des extraits de plante (0,1 et 0,15%) au cours des 12 premiers jours de 180 à 312 mg EAG/100g et 176 à 318 mg EAG/100g respectivement, suivie d'une diminution durant le 20^{ème} jour (168 et 144 mg EAG/100g respectivement), en fin une augmentation est notée à T30 (214 et 205 mg EAG/100g respectivement).

Les résultats de la présente étude concordent à ceux obtenue par **Klimczak et al. (2007)**, qui ont enregistré une baisse de 34% et 57% de pouvoir réducteur d'un jus d'orange,

après 6 mois de stockage à 28 et 38°C, respectivement. Le pouvoir antioxydant est fortement lié à la structure des composés phénoliques (**Picinelli lobo *et al.*, 2009**), au nombre de groupements hydroxyles attachés aux noyaux phénoliques et le nombre de noyaux aromatiques (**Zulueta *et al.*, 2012**).

III.4. Evolution des différents paramètres entre T0 et T30

La comparaison entre T0 et T30 de chaque paramètre pour les différentes confitures analysées est illustrée dans le tableau IX.

- ❖ L'évolution du pH entre T0 et T30 montre une diminution de 5,15% pour la confiture sans ajout ; 4,42% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%); 4,08% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 2,72% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%).
- ❖ L'évolution de l'acidité titrable entre T0 et T 30 montre une augmentation de 50% pour la confiture sans ajout ; 23,07% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%); 29% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 20% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%).
- ❖ L'évolution de l'indice refractometrique montre une diminution de 2,75% pour la confiture sans ajout ; 3,25% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%); 0,94% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 0,73% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%) durant un mois de stockage.
- ❖ L'évolution de la couleur montre une augmentation de 0,83% pour la confiture sans ajout ; 0,97% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%); puis une stabilité de 0,90% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et une diminution de 0,87 % pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%) durant un mois de stockage.
- ❖ L'évolution de teneur en polyphenols entre T0 et T 30 montre une augmentation de 3,86% pour la confiture sans ajout; 14,83% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 30,26% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%) et une diminution de 4% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%).
- ❖ L'évolution de teneur en flavonoïde entre T0 et T30 montre une diminution de 45,22% pour la confiture sans ajout ; 26,82% pour la confiture avec l'ajout de l'acide

ascorbique (0,1%); 29,04% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 14,14% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%).

- ❖ L'évolution de pouvoir reducteur entre T0 et T 30 montre une augmentation de 10% pour la confiture sans ajout; 18% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 16% pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%) et une diminution de 19 % pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%).
- ❖ L'évolution de l'activité antiradicalaire entre T0 et T30 montre une diminution de 67% pour la confiture sans ajout ; 66,13% pour la confiture avec l'ajout de l'acide ascorbique (0,1%); 53% pour la confiture avec ajout de l'extrait de plante (0,1%) et 45 % pour la confiture avec ajout de l'extrait (0,15%).
- ❖ Pour tous les paramètres analysés l'extrait 0,15% est le meilleur par rapport aux autres.

Conclusion

CONCLUSION

La présente étude a pour but d'évaluer l'effet de l'addition des extraits de feuilles de *Ziziphus jujuba* sur la conservation de la confiture traditionnelle de figue sèche pendant un mois à 35°C, par la détermination des paramètres physico-chimiques (humidité, pH, acidité titrable, Brix, et couleur) et le dosage des principaux antioxydants (polyphénols totaux et flavonoïdes), ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante (activité antiradicalaire et pouvoir réducteur).

Nos résultats montrent que le broyat de figue sèche est riche en polyphénols (2434 mg EAG/100g) et en flavonoïdes (570 mg EQ/100g) par rapport à la confiture (1369 mg EAG/100g et 316 mg EQ/100g respectivement).

Au cours de stockage à 35°C durant un mois, les paramètres physico-chimiques des quatre variétés de confitures analysées (confiture de la figue sèche, confiture de la figue sèche avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%) confiture avec ajout d'extraits de feuilles de *Ziziphus jujuba* 0,1% et 0,15%) sont significativement ($p < 0,05$) affectés.

La diminution du pH des échantillons de confiture pendant toute la période de stockage est accompagnée avec une augmentation de l'acidité titrable où la confiture avec ajout de 0,15% de l'extrait des feuilles de jujube marque la diminution la plus faible de pH (2,74%) et l'augmentation la plus faible en acidité titrable (20%) par rapport aux autres confitures analysées. Une légère altération de la couleur et une diminution de l'indice réfractométrique sont enregistrés pour toutes les confitures analysées pendant 30 jours.

Les apports différents en composés bioactifs sont enregistrés entre les différentes variétés de confitures. Des pertes importantes en teneur en flavonoïdes et de l'activité antiradicalaire sont enregistrés tout au long de stockage pour la confiture sans ajout ou avec ajout de l'acide ascorbique et l'extrait de 0,1%. Cependant, une légère perte en composés analysés est enregistrée pour la confiture avec ajout de l'extrait 0,15% ce qui prouve son efficacité dans la conservation, cela peut être dû à l'existence des valeurs élevées des composés phénoliques dans l'extrait des feuilles de jujube.

En effet, à l'exception de la confiture avec ajout de l'acide ascorbique, le pouvoir réducteur augmente durant toute la période de stockage pour atteindre 16% pour la confiture avec 0,15% de l'extrait. La teneur en composés phénoliques totaux augmente également,

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

cela est dû à la température de conservation (35°C) qui améliore le rendement d'extraction des composés phénoliques.

Ces résultats pourraient servir à développer des techniques de valorisation des extraits de plante comme agents de conservation naturels à la fois antioxydant et antimicrobien dans l'industrie agroalimentaire.

Références

Bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- ❖ Abbo, E. S., Olurin, T. O. et Odeyemi, G. (2006). Studies on the storage stability of soursop (*Annona muricata L.*) juice. *African Journal of Biotechnology*, 5 (19): 1808-1812.
- ❖ Albagnac, G., Varoquaux, P. et Montigaud, J.C. (2002). Technologie de transformation des fruits, *Edition Lavoisier*, p. 426.
- ❖ Aljane, F. et Sdiri, N. (2014). Phytochemical characteristics as affected by fruit skin color of some fig (*Ficus carica L.*) accessions from southeastern Tunisia. *Revue des Regions Arides*, 34: 5-17.
- ❖ Anne, S. et Luguet, S. (2012). Confiture inratable : des recettes gourmandes et vraiment faciles. *Edition Leduc*, p. 11.
- ❖ Anonyme. (1999). Valeurs nutritive de quelque aliment usuel, p.1-56.
- ❖ Atkin, M.A., Gasper, A., Ullegaddi, R. et Powers, H.J. (2005). Oxidative susceptibility of unfractionated serum or plasma: response to antioxidants *in vitro* and to antioxidants supplementation. *Clinical Chemistry*, (51): 2138-2144.
- ❖ Avissar, N., Whitin, J.C. et Allen, P.Z. (1989). Plasma selenium-dependent glutathione peroxidase. *Journal of Biological. Chemistry*, 2: 15850-15855.

B

- ❖ Bachir bey, M., Louiaileche, H. et Zemouri., S. (2013). Optimisation of phénolic compounds recovery and antioxidant activity of light and dark dried fig (*Ficus carica. L*) varieties. *Food Science and Biotechnology*, 22, 1613-1619.
- ❖ Bailey, L. H. et Bailey, E.Z. (1976). *Hortus Third*. Macmillan General Référence, NY.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Becker, L., Bendouma, N., Bonnart, A., Bousqui re, J., Douzeau A., Gervais, C. et Hiernaux, M. (2009). Les aditifs alimentaires : le meilleur et le pire, p.3-23.
- ❖ Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. et Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal chemistry*, 82(4) : 390-393.
- ❖ Biton, M. (2002). Conservation par le sucre : confiture, gelées, fruits sur sucre. In : *Technologie de transformation des fruits*. TEC et DOC. Paris : Lavoisier, p. 423-426.
- ❖ Boizot, N. et Charpentier, J.P. (2006). Le cahier des techniques de l'INRA, p. 79-80.
- ❖ Borg, J. et Reeber, A. (2004). Biochimie métabolique. *Edition ellipses* .Paris, p. 217-219-220-223-225.
- ❖ Bougandoura, N. et Bendimerad, N. (2012). Evaluation de l'activité antioxydant des extraits aqueux et méthanoliques de *Saturejia calamintha ssp.Nepita* (L.) Briq. *Revue Nature et technologie*, 09 :14-19.
- ❖ Bounnefont-Rousselot, D., Therond,P. et Delatter,J. (2003). Radicaux libres et antioxydants. *Edition : Flammarion Médecine-Sciences*,p. 59-81.
- ❖ Boyd, B., Ford, C., Koepke, M.C., Gary, K., Horn, E., McAnalley, S. et McAnalley, B. (2003). Etude pilote ouverte de l'effet antioxydant d'Ambrotose sur des personnes en bonne santé. *Glycoscience et Nutrition*, 4 (6):7. (cited in Mohammedi Z, 2005).
- ❖ Budryn, G., Nebesny, E., Zyzelewicz, D. et Oracz, J. (2014). Properties of model systems of sunflower oil and green coffee extract after heat treatment and storage. *Food Science and Technology* 59: 467-478.

C

- ❖ Chauhan, O.P., Archana, B.S., Singh, A., Raju, P.S. et Bawa, A.S. (2012). Utilisation of tender coconut pulp for jam making and its quality evaluation during storage. *Food Bioprocess Technology*, 6, 1444-1449.
- ❖ Chougui, N., Djerroud, N., Naraoui, F., Hadjal, S., Aliane, K., Zeroual, B. et Larbat, R. (2015). Physicochemical properties and storage stability of margarine containing *Opuntia ficus-indica* peel extract as antioxidant. *Food Chemistry*, 173: 382–390.
- ❖ Codex alimentaire. (2009). Norme du codex pour les confitures, gelées et marmelade. Codex standar 296: p. 1-10.

D

- ❖ Del Caro, A. et Piga, A. (2008). Polyphenol composition of peel and pulp of two Italian fresh fig fruits cultivars (*Ficus carica* L). *European Food Research Technology*, 266: 715-719.
- ❖ Demoulin, G. (2009). Le sucre dans tous ses états ! Décryptage des informations nutritionnelles, p.1-8.
- ❖ Depommier, D. (1988). *Ziziphus Mauritiana* Lam. Culture et utilisation en pays Kapsiki (Nord-Cameroun). *Revue Bois et Forêts des tropiques*, N° 218 :57-62.
- ❖ Djeridane, A. (2006). phenolic extracts from various Algerian plants as strong inhibitors of porcine liver carboxylesterase. *Journal enzymology inhibition med chemistry* 21 :719-726 .

E

- ❖ Edreva, A. (2005). Generation and scavenging of reactive oxygen species in chloroplaste: a submolecular approach. *Agriculture, Ecosystems and Environnement* 106 (2-3), 119-133.
- ❖ Erdman, W.J., Balentine, J. D., Arab, L., Beecher, G., Dwyer, J. T., Folts, J., Harnly., Hollman, J. P., Keen, C.L. *et al.* (2007). Flavonoids and heart health: Proceeding of the ILSI North America flavonoids workshop, may 31-june 1, 2005, Washington. *Journal of Nutrition*, 137 (3 supp1): 718 -737.
- ❖ El-Agamey, A., Lowe, G.M., McGarvey, D.J., Mortensen, A., Phillip, D.M., Truscott, T.G. et Young, A.J. (2004). Carotenoid radical chemistry and antioxidant/pro-oxidant properties. *Archives Biochemistry Biophysics*, 430: 37- 48.
- ❖ El-Atyqy. (2010). Techniques de conservation des aliments.p.1-6.
- ❖ El-Khaloui, M. (2010). Valorisation de la figue au Maroc. Ministère de l'Agriculture et de la pêche maritime. N°186:1-4.
- ❖ Emerenciano, V. P., Barbosa, K. O., Scotti, M. T. et Ferrero, M. J. P. (2007). Self organising maps in chemotaxonomic studies of Asteraceae : a classification of tribes using flavonoid data. *Journal of brazilian chemical society*, 18 (5): 891-899.
- ❖ Erturk, O., Kati, H., Yayli, N. et Demirbag, Z. (2003). Antimicrobial activity of *Viscum album* L. subsp. *abietis* (Wiesb). *Turkish Journal of Biology*, 27, 255–258.

F

- ❖ Farag, R.S., Badei, A.Z.M.A. et El-Baroty, G.S.A. (1989). Influence of thyme and clove essential oils on cottonseed oil oxidation. *Journal of the American oil Chemical Society*, 66: 800-804.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Favier, A. (2003). Le stress oxydant. Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *L'actualité chimique*, p. 108-115.
- ❖ Forest, S., Kim, S. et Lloyd, L. (2003). Ficus carica: Edible fig Moraceae. United States Geological Survey--Biological Resources Division Haleakala Field Station, Maui, Hawai'I, p.1-6.
- ❖ Fumio, I., Yuichi, F., Kazuhisa, I. et Tetsuo, S. (2003). Toxicological aspects of Kampo medicines in clinical use. *Chimio-biological Interactions*, (145): 235-250.
- ❖ François M. (1995). Transformer les fruits tropicaux. Paris, GRET, CTA, p.220.

G

- ❖ Ganther, H.E. (1999). Selenium metabolism, selenoproteins and mechanisms of cancer prevention: complexities with thioredoxinreductase. *Carcinogenesis*.20 (19): 1657- 1666.
- ❖ Gilman, E. F. et Watson, D.G. (1994). *Ziziphus jujube* Chinese Date. *Fact Sheet*. ST-680:1-3.
- ❖ Gonzalez-Miret, M. L., Terrab, A., Hernaz, D., Fernandes-Recanales, M. A. et Heredia, F. J. (2005). Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanicalorigin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, (53): 2574 - 2580.
- ❖ Graille, J. (2003). Lipide et corps gras alimentaire.*Edition Tec et Doc LAVOISIER*, Paris.p.469.

H

- ❖ Haesslein, D.et Oreiller, S. (2008).Fraîche ou sèche, la figue est dévoilée. Haute Ecole De Sante de Genève, Filière Nutrition et Dietetique, p. 1-4.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Halliwell, B. (2006). Réactives species and Antioxidants. Redox Biology is a Fundamental Theme of Aerobic Life. *Plant Physiology* 141(2):312-322.
- ❖ Hamedani, M., Rabiei, V., Moradi, H., Ghanbari, A. et Azimi, M. R. (2012). Determination of storage duration and temperature effects on fruit quality parameters of blood orange (*Citrus sinensis* cv. Tarocco). *Biharean Biologist*. 6 (1): 10-13.
- ❖ Hillel, D. (1989). L'eau et le sol, principes et processus physiques. *Edition Cabaye librairie*, p. 10-12.

I

- ❖ Igual, M., Garcia-Martinez, E., Camacho, M.M. et Martinez-Navarret, N. (2013). Jam processing and storage effect on -carotene and flavonoids content in grapefruit. *Journal of Functional Foods*, 5: 736-744.
- ❖ Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y. et Shimamura, T. (1993). Bactericidal catechins damage the lipid bilayer. *Biochemistry Biophysics Acta* 1147, 132–136.

J

- ❖ James, I. F. et Kuipers, B. (2003). La conservation des fruits et des légumes. *Fondation Agromisa, Wageningen*, p.7-12.
- ❖ Jaya Prakash, B. et Dubey, N.K. (2011). Evaluation of chemically characterised essential oils of *Coleus aromaticus*, *Hyptis suaveolens* and *Ageratum conyzoides* against storage fungi and aflatoxin contamination of food commodities. *International. Journal. Food Science Technolgy*. (46): 754–760.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Jeddi, L. (2009). Valorisation des figues de Taounate, Potentiel, Mode et stratégies proposées, Option: Industries Agricoles et Alimentaires. Affectation actuelle : Direction provinciale d'agriculture de Taounate.

K

- ❖ Kim, D.O., Chum, O.K., Kim, Y.J., Moon, H.Y. et Lee, C.Y. (2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 5: 6509-6515.
- ❖ Klimczak, I., Malecka, M., Szlachta, M. et Gliszczynska, S. (2007). Effects of storage on the content of polyphenols, vitamine C and the antioxidant activity of orange juice. *Journal of Food Composition and analysis*. 20: 313-322.
- ❖ Koné, B., Kalnganire, A. et Doumbia, M. (2009). La culture de jujubier : un manuel pour l'hurticulteur sahélien. *Word Agroforestry Centre (ICRAF)*.
- ❖ Krippeit-Drews, P., Lang, F., Haussinger, D et Drews, G. (1994). H₂O₂ induced hyperpolarization of pancreatic B-cells. *Pflugers Arch*, 426:552-554.

L

- ❖ Latrasse, A. (1986). Les petits fruits et leur valorisation industrielle. p.66 – 69.
- ❖ Lazreg aref, H., bel hadj salah, K., Chaumont, J.P., Fekih, A., Aouni, M. et Khaled, S. (2010). In vitro antimicrobial activity of four *ficus carica* latex fractions against resistant human pathogens (antimicrobial activity of *ficus carica* latex) *Pakistan. Journal. Pharmaceutical Science*. 23 (1): 53-58.
- ❖ Lee, O.H., Lee, B.Y., Lee, J., Lee, H.B., Son, J.Y., Park, C.S. Shetty, K. et Kim, Y.C. (2009). Assesment of phenolics-enriched extract and fractions of olive leaves and their antioxydant activities. *Bioresource Technology*, 100 (23): 6701-6113.

M

- ❖ Macheix, J.J., Fleuriet, A. et Jay-Allemand, C. (2005). Presses polytechniques et universitaires romandes, p. viii, 1, 67, 162.
- ❖ Magalha, L., Segundo, M., Reis, S. et Lima Jose, L.F.C. (2008). Methodologies aspects about in vitro evaluation of antioxidants properties. *Analytica chimica acta*. 613, p. 1-19.
- ❖ Malešev, D. et Kunti , V. (2007). Investigation of metal-flavonoid chelates and the determination of flavonoids via metal-flavonoid complexing reactions. *Journal of the serbianchemical society*, 72 (10) : 921-939.
- ❖ Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C. et Jiménez, L. (2004). Polyphenols : Food sources and bioavailability. *Journal of American Society for Clinical Nutrition*, 79 : 727-747.
- ❖ Marlett, J.A., McBurney, M.I. et Slavin, J.L. (2002). Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association 2002 July*; 102(7):993-1000.
- ❖ Martinez-Cayuela, M. (1995). Oxygen free radicals and human disease. *Biochemistry*.77: 147-161.
- ❖ Mazollier, J. et Scandalla, D. (1999). La quatrieme gamme. In :Tirilly Y, bourgeois C.M. Technologie des legumes. *Edition Tec et Doc*, Paris, p. 349-362.
- ❖ Mohammad, A.,Durrani, Y., Zeb, A., Ayub, M. et Ullah, J.(2008). Développement of diet jam from apple grown in swat (NWFP).*Food science and Technology*,these de magister, vol 24, No 3.
- ❖ Murthy, P. S., Ramalakshmi, K. et Srinivas, P. (2009). fungitoxic activity of Indian borage (plectranthus amboinicus) volatiles. *Food chemistry*, 114(3): 1014–1018.

N

- ❖ Narayana, K. R., Reddy, M. S., Chaluvadi, M. R. et Krishna, D. R. (2001). Bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. *Indian journal of pharmacology*, 33: 2-16.

O

- ❖ Oukabli, A. (2003). Le figuier : un patrimoine génétique diversifié à exploiter. INRA, Transfert de technologie en agriculture, (106) :1014-0852.
- ❖ Osman, K.A. et Abdulrahman, H.T. (2003). Risk assessment of pesticide to human and the environment. *Saudi Journal. Biological Sciences*. 10, p. 81–106.
- ❖ Ozyurt, G., Kuley, E., Balikçi, E., Kaçar, ç., Gokdogan, S., Etyemez, M. et al. (2012). Effect of the icing with rosmarin extract on the oxidative stability biogenic amine formation in sardine (*Sardinella aurita*) during chilled storage. *Food and Bioprocess Technology*. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-011-0586-7>.

P

- ❖ Perron, N.R. et Brumaghim, J.L. (2009). A review of the Antioxidant Mechanisms of Polyphenol Compounds related to Iron Binding. *Cell Biochemistry and Biophysics*. 53: 75-100.
- ❖ Picinelli Lobo, A. P., Garcia, Y. D., Sánchez, J. M., Madrera, R. R. et Valles, B. S. (2009). Phenolic and antioxidant composition of cider. *Journal of Food Composition and Analysis*. 22: 644–648.
- ❖ Pincemail, J., Bonjean, K., Cayeux, K. et Defraigne J. O. (2002). Mécanismes physiologiques de la défense antioxydante. *Nutrition, Clinique et Métabolisme* 16 : 233-239.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Pokorny, G., Yanishlieva, N. et Gordon, H. (2001). Les antioxydants dans les aliments. Les applications pratiques. Woodhead Publishing limited. CRC Press. Cambridge Angleterre. p. 22- 70.
- ❖ Prakash, B., Singh, P., Kedia, A. et Dubey, N.K. (2012). Assessment of some essential oils as food preservatives based on antifungal, anti-aflatoxin, antioxidant activities and in vivo efficacy in food system. *Food Research International*. 49, p. 201–208.

R

- ❖ Raoulte, M. (1987). Transformation des fruits : jus, confiture, fruits secs. p. 57-75.
- ❖ Ricardo, O., Russo, Y. et Speranza Sanchez, M. (2006). Les flavonoïdes dans la thérapie cardio-vasculaire. *Revue costarric cardiologie*. Vol.8n.1 San Jose, p.1409-4142.
- ❖ Roger, D. (1962). Making jam commercially. Information division: Canada department of agriculture. Cat.N0, A73 -1144.

S

- ❖ Sanchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *International Journal of Food Science Technology*, 8: 121-137.
- ❖ Sarni-Manchado, P. et Cheynier, V. (2006). Les polyphénols en agroalimentaire. *Edition Technique et Documentation*, p.398.
- ❖ Serpen, A. et Gokmen, V. (2009). Evaluation of the Maillard reaction in potato crisps by acrylamide, antioxidant capacity and color. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22, 589-598.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Sindumathi, G. et Amutha, S. (2014). Processing and quality evaluation of coconut based jam. *Journal of environment science, Toxicology and food Tehnology*. Vol 8, p. 10-14.
- ❖ Singleton, V.L., Orthofer, R. et Lamuela-Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin Ciocalteu reagent. *Methods.Enzymology*. 299: 152-178.
- ❖ Solomon, A., Golubowicz, S., Yablowicz, Z., Grossman, S., Bergman, M., Gottlieb, H.E., Altman, A., Kerem, Z. et Flaishman, MA. (2006). Antioxidant activities and anthocyanin content of fresh fruits of common fig (*Ficus carica L.*). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 54: 7717-7723.
- ❖ Svoboda, K.P. et Hampson, J.B. (1999). Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory and other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.

T

- ❖ Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A. et Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89: 549–554.
- ❖ Touati,N.,Tarazona-Diaz, M.F.,Aguayo, E. et Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperture on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*. 145:23-27.

V

- ❖ Vansant, G. (2004). Radicaux libres et antioxydants : principes de base. Symposium « Antioxydants et alimentation ». Institut Danone.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ❖ Vinson, J.A., Zoubik, L., Bose, P., Sammam. et Proch, B-S. (2005). Dried fruits: Excelentin vitro and in vivo Antioxidants. *Journal of the American Collège of Nutrition*, 24 (1): 44- 50.
- ❖ Vidhya , R. et Narain, A. (2011). Formulation and Evaluation of Preserved Products Utilizing under Exploited Fruit, Wood Appel (Limounia acidissima). *Journal, Agriculture et Envirenement Science*, 10 (1) : 112-118.
- ❖ Viuda-Martos, M., Ruis-Navajas, Y., Fernandez-Lopes, J., Sendra, E., Sayas Barbera, E. et Perez-Alvarez, J.A. (2011). Antioxidant proprieties of pomegranate (Punicagranatun L.) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*.44: 1217-1223.

W

- ❖ Wagner, W.L., Herbst, D.R. et Sohmer, S.H. (1999). *Manual of the Flowering Plants of Hawai'i*. 2 vols. Bishop Museum Special Publication 83, University of Hawai'i and Bishop Museum Press, Honolulu, HI.
- ❖ Wang, H. Y., Hu, X. S., Chen, F., Wu, J. H., Zhang, Z. H., Liao, X. J. et Wang, Z. F. (2006). Kinetic analysis of non-enzymatic browning in carrot juice concentrate during storage. *European Food Research and Technology*. 223: 282–289.
- ❖ Wang, C., Cheng, D., Cao, J et Jiang, W. (2013). Antioxidant capacity and chemical constituents of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba Mill.*) at different ripening stages. *Food Science and Biotechnology*, 22 :639-644.

Z

- ❖ Zulueta, A., Francisco, J., Barba, M. J., Esteve et Frigola, A. (2012). Changes in quality and nutritional parameters during refrigerated storage of an orange juice-

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

milk beverage treated by equivalent thermal and non thermal processes for mild pasteurization. *Food Bioprocess technology*. 6: 2018-2030.

Sites électroniques

- ❖ Boumendjel, M. (2005). Conservation des denrées alimentaires. Consulté le 26 -04-2015, WWW.djamiatic.net.
- ❖ Piquemal,G. (2008). Les flavonoïdes. Consulté le 26-04-2015. (en ligne) : http://www.detoursante.com/index.php?Option=com_content&view=article&id=166&Itemid=215.
- ❖ Rolland, J.M. « Toxicité de l'oxygène dans les accidents de décompression ». 2000,*ARESUB* ,[En ligne], www.aresub.org.(Page consulté le 22 avril 2015).

Annexe

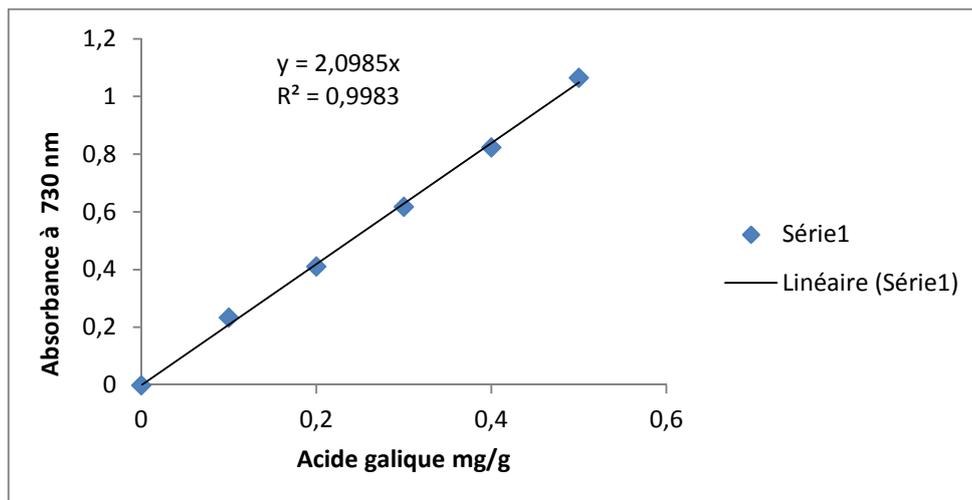


Figure 1 : Courbe d'étalonnage des polyphenols

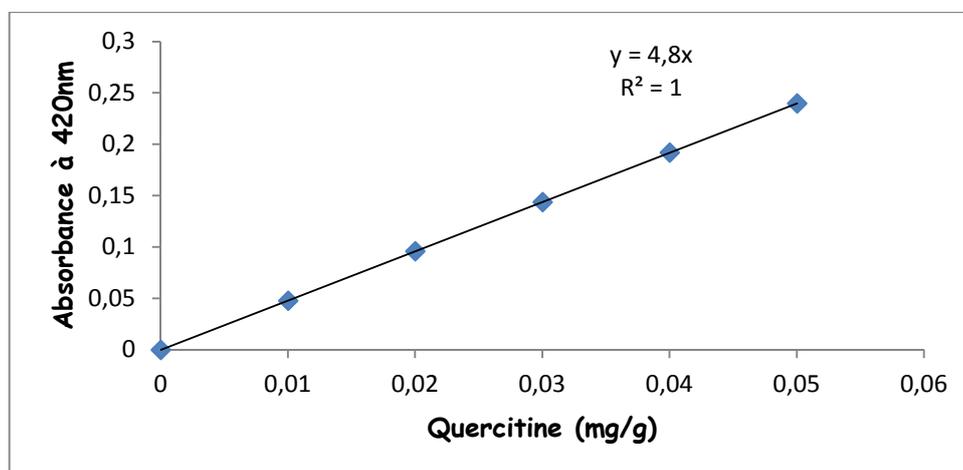


Figure 2 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

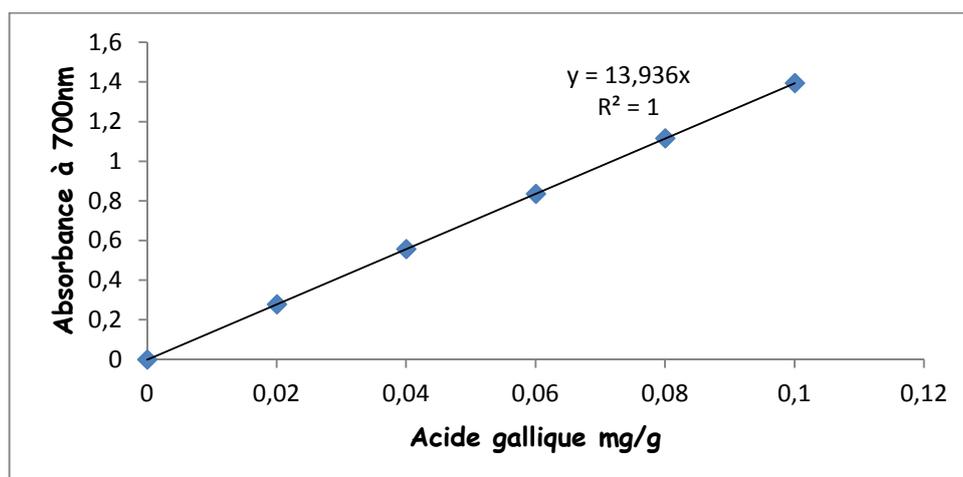


Figure 3 : Courbe d'étalonnage du pouvoir réducteur

Résumé

L'addition des extraits de plante en agroalimentaire a montré leurs effets positifs dans l'inhibition de la perte de qualité des denrées alimentaires durant le stockage. L'objectif de la présente étude est de mettre en évidence l'impacte de l'ajout de l'extrait de feuilles de *Ziziphus jujuba* sur la qualité, les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante de la confiture traditionnelle de figue sèche au cours de la conservation à 35° C pendant un mois. Les analyses ont été effectuées pour les quatre variétés de confitures (confiture sans ajout, avec ajout de l'acide ascorbique (0,1%), ajout de l'extrait de plante 0,1% et 0,15%). Les résultats obtenus ont permis d'affirmer que l'extrait 0,15% est le plus efficace pour la conservation de la confiture que la l'acide ascorbique et l'extrait 0,1% puisque le taux de diminution de pH (2,74%) et l'augmentation de l'acidité (20%) sont les plus faibles. Notamment le taux de perte des flavonoïdes (14,14%) et de l'activité antiradicalaire (45%) est également faible via la richesse des feuilles de *Ziziphus jujuba* en composés phénoliques totaux (3729,09 mg EAG/g extrait). L'extrait 0,15% est riche en composés phénoliques et de très bonnes propriétés antioxydantes, qui peut être valorisé dans plusieurs secteurs à savoir dans l'agroalimentaire et les produits pharmaceutiques.

Mots-clés : Activité antioxydant, conservation, confiture de figue sèche, extrait de *Ziziphus jujuba*, antioxydants.

Abstract

The addition of plant extracts into agroalimentary showed their positive effects on inhibiting the loss of the quality food during storage. The aim of this study is to highlight the impact of addition of *Ziziphus jujuba* leaves extract on quality, the contents on phenolic compounds and the antioxydant activity of a traditional dry fig jam during the conservation at 35° C for one month. The analyzes were performed for the four varieties of jam (jam without addition, with addition of the ascorbic acid (0.1%), plant extracts 0,1% and 0,15%). The results obtained has permitted to affirm that the extract 0,15% is most effective for jam conservation that the ascorbic acid and the extract 0,1% since the rate of decrease in pH (2,74%) and the increase in acidity (20%) are the most smaller. In particular the rate of the flavonoids loss (14, 14%) and the anti-radical activity (45%) is also small via the richness of *Ziziphus jujuba* leaves in total phenolic compounds (3729, 09 mg EAG/100g). The extract 0, 15% of plant is rich on phenolic compounds and of very good antioxydante property, which can be developed in several sectors like in the agroalimentary and pharmaceuticals products.

Key words: Antioxidant activity, conservation, jam of dry fig, *Ziziphus jujuba* extract, antioxidants.

إضافة المستخلصات النباتية في الزراعة الغذائية أظهر آثارها الإيجابية في منع فقدان جودة المواد الغذائية أثناء التخزين. الهدف من هذه الدراسة هو تسليط الضوء على تأثير كمية المركبات الفينولية و نشاطة على مربى التين الجاف التقليدي خلال الحفظ في 35° م لمدة شهر. أجريت التحاليل للأصناف الأربعة من المربي (مع إضافة حمض الأسكوربيد (0.1) ، إضافة مستخلصات نباتية (0.1) (0.15)). عليها سمحت بالتأكيد على 0 15 هو الأكثر فعالية للحفاظ على المربي مقارنة مع حمض الأسكوربيك و المستخلص (0.1) ، حيث أن معدل الانخفاض في المعامل الهيدروجيني (2.74) و زيادة الحموضة 20 هي الأدنى. و لاسيما معدل فقدان (14.14) (45) هي أيضا صغيرة و ذلك عن طريق الفينولية الكلية 3729.09 ملغ تعادل حمض القاليك. المستخلص 0 15 غني بالمركبات الفينولية و دو خصائص مضادة للأكسدة جيداً، و التي يمكن تقييمها في العديد من القطاعات مثل الزراعة الغذائية و المنتجات الصيدلانية.

مربي التين الجاف

الكلمات المفتاحية