

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'enseignement supérieur  
et de la recherche scientifique  
Université Chadli Bendjedid  
El Tarf



جامعة الشاذلي بن جديد

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي  
جامعة الشاذلي بن جديد  
الطارف

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

كلية علوم الطبيعة و الحياة

Department des Sciences Agronomiques

قسم العلوم الزراعية

## Mémoire de Fin d'Études

Présenté en vue de l'obtention d'un Diplôme de Master II

Spécialité : Sécurité Agro-Alimentaire et Assurance Qualité

«SAAAQ»

### THÈME

Valorisation du jus de figue de barbarie *Opuntia ficus-indica* d'El Tarf

Présenté Par : M<sup>elle</sup>. BENATIA Khawla

M<sup>r</sup>. BOUHACHICHA Ismail

Soutenu le : 30/06/2022

Devant le jury composé de :

Dr. TOUMI A. MCB Présidente Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

DR. MOUICI S. MCB Examinatrice Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Dr. BENABADALLAH A. MCA Promotrice Université Chadli Bendjedid, El-Tarf

Année universitaire 2021 - 2022

## **Remerciement**

*Avant toute chose, nous remercions Dieu le tout puissant pour nous avoir accordé le courage, la volonté, la force et la patience pour avoir à ce stade d'étude.*

*Il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude et nos plus vifs remerciements à notre encadreur **M<sup>lle</sup> BENABDDALLAH Amina**, pour avoir accepté de nous encadrer et pour ses orientations dont nous avons bénéficié.*

*Nos sincères remerciements s'adressent également à **M<sup>me</sup> MOUICI Samia**, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de jury de soutenance, Qu'elle trouve ici nos sincères impressions de gratitude et de respect.*

*Ainsi qu'à **M<sup>me</sup> TOUMI Abir** pour avoir accepté de juger ce travail, Qu'elle trouve ici toute nos expressions respectueuses.*

*Nous remercions aussi toutes les membres de laboratoire d'agronomie.*

*Enfin, nous tenons à remercier sincèrement toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.*



## *Dédicace*

*À ma chère mère,*

*À mon cher père,*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières  
à mon égard, de me soutenir et de m'épauler  
pour que je puisse atteindre mes objectifs.*

*À mes sœurs,*

*Pour ces soutiens moraux et leurs conseils  
précieux tout au long de mes études.*

*À mon cher ami Adam Boudellal*

*Pour leur aide et supports dans les moments  
difficiles et leur patience infinie.*

*À tout mes amis,*

*Pour ces ententes et ces sympathies.*

*De Khaoula*



## *Dédicace*

*Je remercie dieu de m'avoir donné  
santé Courage et volonté pour  
réaliser ce Travail.*

*J'ai le grand honneur de dédier ce  
travail à :*

*Mes très Chers parents pour le  
soutien qu'ils m'apportent  
abondamment.*

*Mes sœurs et mes frères.*

*Chaque membre de ma famille.*

*Mes amis proches.*

*Ce travail est également dédié à mes  
collègues d'études.*

*De Ismaïl*



## Table des matières

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

### Partie bibliographique

<b>Chapitre I :Le jus de fruits</b>	<b>1</b>
1. Définitions	1
2. Production de jus	1
2.1.Production mondial	1
2.2.Production National	2
3. La consommation de jus de fruits	2
3.1. Consommation mondiale	2
3.2. Consommation nationale :	3
4. Les différents types de jus :	3
4.1. Jus de fruits pressé directement par des procédés d'extraction mécaniques :	3
4.2.Concentré de jus de fruits :	3
4.3.Jus de fruits obtenu par extraction hydrique :	4
4.4.Purée de fruits destinée à la production de jus et de nectars de fruits :	4
4.5.Concentré de purée de fruits destiné à la production de jus et de nectars de fruits	4
4.6.Nectar de fruits :	4
5. Propriétés Nutritionnelle de jus de fruits :	5
6. Propriétés médicinales des jus de fruits :	5
7. Dangers potentiels des jus de fruits :	6
<b>CHAPITRE II : Figue de barbarie</b>	<b>7</b>
1. Définition :	7
2. Historique	7
3. Composition chimique du fruit :	10
4. Utilisations et applications du fruit	10
5. Utilisations et applications des tiges de cactus	10
5.1. La tige de cactus comme fourrage	11
5.2.Produits traditionnels	12
5.3. Calanche	13
5.4. Produit traditionnel : Purée, jus et concentrés de jus	13
6. Utilisation du figuier de barbarie en médecine.	14
6.1.Médecine traditionnelle	14
6.2. Usage médicinal	14
6.3. Effet anti-cancer	14
6.4.Effet antiviral	14
6.5. Effet anti-inflammatoire	14
6.6. Effet antidiabétique (type II)	15
6.7. Effets antihyperlipidémiques et hypercholestérolémiques	15
7. Produits cosmétiques	15
7.1. Fabrication de crème à base de cladodes de cactus	16
7.2. Fabrication du savon de cladode de cactus	16
<b>Partie expérimentale</b>	
<b>CHAPITRE III : Matériels et méthodes</b>	<b>18</b>
1. La matière végétale	18

2. La méthodologie de travail	18
3. Prétraitement de matière première, fabrication du jus de figue de barbarie brut	18
3.1. Récolte de la figue de barbarie	18
3.2. Lavage :	19
3.3. Epluchage :	20
3.4. Mixage :	20
3.5. Filtration :	21
3.6. Emballage et stockage :	22
4. Analyses physicochimiques	22
4.1. Détermination du pH	23
4.1.1. Principe	23
4.1.2. Protocole	23
4.2. Détermination de l'acidité titrable	23
4.2.1. Principe	23
4.2.2. Expression des résultats	23
4.2.3. Protocole	24
4.3. Détermination du degré Brix	24
4.3.1. Principe	24
4.3.2. Protocole	24
4.4. Dosage des composés phénoliques dans le jus	25
4.4.1. Antioxydants phénoliques	25
4.4.1.1. Le dosage des polyphénols totaux	25
4.4.2. Dosage des flavonoïdes	26
4.4.2.1. Mode opération	26
4.5. Evaluation de l'activité antioxydant:	27
4.5.1. Test DPPH:	27
4.5.2. Test d'ABTS	27
<b>Chapitre IV : Résultats et discussion</b>	<b>29</b>
1. Evolution du pH	29
2. Acidité triturable	29
3. Degré Brix	29
4. Analyse phytochimique	30
Conclusion	31
Références bibliographiques	32
Résumé	

## Liste des figures

- Figure 1: Le jus de fruits.** ..... Error! Bookmark not defined.
- Figure 2: Quelques types de jus de fruits.**..... Error! Bookmark not defined.
- Figure 3: Propriétés nutritionnelles de quelques jus de fruits.** Error! Bookmark not defined.
- Figure 1: Fruits de figues de Barbarie de l'Opuntia ficus-indica cultivé. (a) Variété à pulpe rouge. (b) Variété à pulpe jaune variété. Photos : Valentina Saniccolo et Francesco Cepolina** ....Error! Bookmark not defined.
- Figure 2: LA distribution mondiale de l'Opuntia spp. (Bolivia in the circle , Sáenz 2013,3)** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 3: Quelques produits valable aux marchés à l'état-Unis. States J. Bremner (DESERTUSA), D'Arrigo Bros, (California) (2005)**.....Error! Bookmark not defined.
- Figure 4:Jus produits à partir de fruits de différentes couleurs fruits de poire de cactusC. Sáenz, Chile (1996)** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 5: Bonbon de la figue de barbarie, confiture et sirop. (Staber F. : Staber H.)** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 6: Suppléments à base d'Opuntia C. Sáenz et E. Sepúlveda, Chili (2005)** ..... Error! Bookmark not defined.
- Figure 7: Crème extrait de cladodes de cactus C. Sáenz, Chile (2001)** Error! Bookmark not defined.
- Figure 8:Shampooing, et savons à base de poire de cactus C. Sáenz et E. Sepúlveda, Chile (2005).**.....Error! Bookmark not defined.
- Figure 1: Le figuier de barbarie d'Opuntia ficus-indica (TEMAGOULT Asma) .....** Error! Bookmark not defined.
- Figure 2: Types de systèmes de transport (caisse en bois et paca) A. Rodríguez-Félix, Mexico (2005)**.....Error! Bookmark not defined.
- Figure 3: Le lavage de fruit S (áenz, Chile (2002)** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 4: Brossage des figues de Barbarie pour enlever les épines C. Sáenz, Chili (2002)** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 5: Epluchage de figue de barbarie (Benatia et Bouhachicha, 2022)**..... Error! Bookmark not defined.
- Figure 6: Mixage de fruit (Benatia et Bouhachicha, 2022).** ....Error! Bookmark not defined.
- Figure 7: Filtration le jus figue de barbarie (Benatia et Bouhachicha, 2022).** ..... Error! Bookmark not defined.
- Figure 8: Le jus naturel et les graine obtenues de figue de barbarie. (Benatia et Bouhachicha, 2022)**.....Error! Bookmark not defined.
- Figure 9: Emballage et stockage de jus de figue de barbarie. (Benatia et Bouhachicha, 2022)**.....Error! Bookmark not defined.
- Figure 10: Diagramme représentant les processus de jus de fruits de figue de barbarie.** .....Error! Bookmark not defined.
- Figure 11: L'appareil du pH-mètre. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** Error! Bookmark not defined.

**Figure 12: Dosage de l'acidité titrable. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** ..Error! Bookmark not defined.

**Figure 13: Appareil de Brix. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** .....Error! Bookmark not defined.

**Figure 14: Dosage de polyphénol. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** ....Error! Bookmark not defined.

**Figure 15: Dosage de flavonoïde. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** .....Error! Bookmark not defined.

**Figure 16: Test de DPPH : ( DPPH +JUS PUR = changement de couleur ) . (Benatia et Bouhachicha, 2022).**.....Error! Bookmark not defined.

**Figure 17: Test ABTS : Changement de la couleur. (Benatia et Bouhachicha, 2022).** .....Error! Bookmark not defined.

## Liste des tableaux

Tableau 1: Les principaux pays producteurs de jus de fruits. **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 2: Les principaux pays consommateurs de jus de fruits. .... **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 1: Les résultats des analyses physicochimiques de jus de figue de babrbarie. .... **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 2: Les résultats des analyses phytochimiques de jus de figue de babrbarie. .... **Error! Bookmark not defined.**

Tableau 3: Les résultats des analyses antioxydant de jus de figue de babrbarie..... **Error! Bookmark not defined.**

# **Introduction**

# Introduction

---

## Introduction

Le fruit de la poire de cactus est une baie ovale et allongée, avec un réceptacle épais (écorce) et un péricarpe juteux. La partie comestible (pulpe) contient un nombre relativement important de graines. L'écorce des fruits commercialement mûrs d'*Opuntia* représente 33 à 55% du fruit, tandis que la pulpe représente 45 à 67% ; les graines, contenues dans la pulpe, représentent 2 à 10% [1]. Ce fruit communément appelé "thon" en Amérique du Sud est originaire du Mexique et se trouve aujourd'hui dans la plupart des régions sèches du monde (mer Méditerranée, Afrique du Sud et Australie). Il a été introduit en dehors de l'Amérique latine après la colonisation espagnole. Il porte de nombreux noms, comme **nopal** et **nopalito**, en référence à la tige verte du cactus [2]. Dans la littérature anglaise, il peut être désigné par **prickly pear** dans les recherches anciennes ou par **cactus pear** dans les ouvrages plus récents. Malheureusement, la faible importance économique de la tige de cactus et du fruit de la figue de barbarie, déterminée par les faibles volumes commercialisés, a interdit le manque d'informations actualisées qui permettraient de démontrer son importance socio-économique et environnementale. [3].

Le cactus donne des fruits très rafraîchissants appelés tunas. Ces fruits sont consommés soit à l'état frais ou transformés (séchés, congelés, jus, fruits confits, sirop, alcool et confitures), Les graines des fruits sont utilisées pour extraire de l'huile très précieuse et largement utilisée dans le domaine cosmétique, dont un litre fait entre 800 et 1000 euros, Les raquettes sont utilisées comme fourrage pour le bétail. Elles apportent de l'énergie et de l'eau. Récemment, ces raquettes sont utilisées pour traiter les eaux. [4].

Environ 80% de la superficie de l'Algérie est aride à semi-aride, elle possède des points forts (climat, ressources phylogénétiques et terrains), pour développer la culture de la figue de barbarie. La plantation de l'*Opuntia* occupent une superficie de 52.000 hectares en Algérie ; Avec plus de 40 variétés au total dont 6 sont à fruit comestible. La figue de barbarie algérienne est non seulement réputée par son goût succulent et sucré, mais elle contient une grande quantité de graines comparée avec celle du Maroc ou de la Tunisie. Certains la classeraient parmi les meilleures de tout le bassin méditerranéen après celle de Sicile. [5]

Parmi les wilayas qui comptent le plus de superficie en terme de figuiers de barbarie, figurent Bordj Bou Arreridj, M'Sila et Médéa, Tizi Ouzou, Souk Ahras et Batna notamment, a fait savoir le responsable au sein du haut commissariat au développement de la steppe (HCDS).

En Algérie, la culture de la figue de barbarie est à l'état sauvage, ce qui rend sa cueillette très difficile mais préserve son originalité d'où la nécessité de l'inscrire comme produit bio et de réfléchir au label. Les commerciaux devraient s'inspirer de l'expérience turque et les producteurs et les industriels devraient s'intéresser à l'expérience tunisienne et marocaine pour la transformation des produits dérivés, l'organisation en associations et coopératives de production et de commercialisation, le figuier de barbarie se limite à la seule production du fruit ainsi, un projet financé par le gouvernement mexicain a été lancé pour familiariser les producteurs algériens avec les nouvelles technologies de production aussi bien de feuilles que des fruits. Il s'agira d'ouvrir de nouveaux marchés à la

# Introduction

---

consommation et à l'exportation de ce produit agricole à titre de référence, le Mexique en tant que premier producteur et exportateur dans le monde, engrange 50 millions de dollars par an. L'Algérie exporte des quantités infimes d'où il est nécessaire de faire une étude pour le développement de la filière. [6]

La figue de barbarie est un fruit qui n'est pas facile à manipuler et de plus il est difficile à stocker. Pour contribuer au développement de la filière de transformation de la figue de barbarie en Algérie et répondre parfaitement aux exigences socio-économiques des régions désertiques et steppiques, nous avons essayé d'élaborer un jus extra à base de la figue de barbarie (Kharmous ou El hendi).

Nous avons jugé utile de structurer le présent document en deux volets:

Le premier volet est une étude bibliographique, qui comporte deux chapitres:

Chapitre 1 : traiter des généralités sur le jus de fruit.

Chapitre 2: traiter des généralités sur la figue de barbarie, sa composition et sa valeur nutritionnelle.

Le deuxième volet est une étude expérimentale: qui comprend deux chapitres:

Chapitre 1: Matériel et méthodes

Chapitre 2: Résultats et discussions, où sont discutés les résultats obtenus.

### 1. Définitions

Le jus est défini au sens le plus général comme le contenu fluide extractible des cellules ou des tissus de fruits. [7] Bien que de nombreux jus de fruits soient le résultat évident de l'expression du liquide du fruit entier ou coupé, il existe certains fruits pour lesquels la distinction n'est pas aussi évidente. Par exemple, le fait de presser la chair de la mangue pelée donne peu de jus, jusqu'à ce que la chair soit broyée. Même dans ce cas, le résultat final est une purée épaisse. En revanche, les pommes broyées donnent un jus facile à exprimer. L'ajout d'eau à la purée de mangue diminue la consistance, mais elle n'est pas considérée comme du jus. Le liquide exprimé à partir de citrons, de limes et de fruits excessivement acides est certainement du jus, mais le liquide est trop acide pour être considéré comme du jus. Il est certainement du jus consommé directement sans être dilué avec du sucre et de l'eau pour produire une limonade ou un citron vert.



Figure 1: Le jus de fruits.

### 2. Production de jus :

#### 2.1. Production mondiale:

La production mondiale de jus et nectars de fruits s'élevait à 40 milliards de litres en 2005. Au cours des dernières années, le taux de croissance annuel moyen est de 3%. Le jus d'orange occupe la première place avec 36% de la production mondiale, suivi du jus de pomme avec 27%, et du jus de raisin avec 20%. [8]

Les principaux pays exportateurs de jus de fruits industriels selon le classement établi par la FAO en 2003, sont par ordre d'importance : la Chine, l'Inde, le Brésil, les USA, l'Italie et le Mexique.

Selon le type de fruits, les principaux pays exportateurs de jus sont :

Orange : Brésil

## CHAPITRE I : Le jus de fruits.

USA : Pomme

Chine : Pologne

Raisin : Europe de sud, USA

Pêche : Amérique de sud

Ananas : Thaïlande

Mangue : Inde

**Tableau 1: Les principaux pays producteurs de jus de fruits.**

Pays	Production en Milliards de litres	Part en %
USA	8	20
Chine	5	12,5
Alemagne	3,5	9
Brésil	1	2,5
France	1	2,5
Angleterre	1	2,5
Espagne	1	2,5

### 2.2. Production national :

Le marché algérien de jus et nectars de fruits connaît une forte croissance. Cette dernière s'accompagne d'une tendance vers une offre plus diversifiée et qualitatives. En 2007, la production nationale de jus et nectars de fruits estimée est de 150 à 170 millions de litres/ an.

Les acteurs majeurs de la filière jus et nectars en Algérie sont : NCA Rouiba, Vitajus, Jutop, Bonjus...etc. [9]

### 3. La consommation de jus de fruits :

#### 3.1.Consommation mondiale

Selon une estimation réalisée par la fédération internationale des jus de fruits (I.F.U), la consommation mondiale de jus et atteignait 33 milliards de litre en 1998 et passerait à 73 milliards dans une vingtaine d'année. [9]

Le marché européen est le premier marché mondial du jus de fruits avec 10,7 milliards de litres consommés et la France est en deuxième position avec 16 % des volumes de vente en Europe, derrière l'Allemagne avec 26 % du marché européen en volume. [8]

Les plus grands consommateurs de jus de fruits sont désormais les États-Unis avec 35,7 litres par personne. L'Allemagne est à la deuxième place alors que leur consommation en 2005 était de 39,6 litres par personne. Les jus de fruits les plus consommés en Allemagne sont le jus de pommes (12,8 litres par personne et par an) suivi par le jus d'orange (8,9 litres par personne et par an). [10]

**Tableau 2: Les principaux pays consommateurs de jus de fruits.**

Pays	Consommation Litre/an/habitant
Etats-Unis	35,7
Allemagne	33,5

## CHAPITRE I : Le jus de fruits.

Finlande	32,1
Australie	29,7
Espagne	28,6

### 3.2. Consommation nationale :

La filière des jus et boissons du secteur agroalimentaire est l'une des plus dynamiques en Algérie. Le marché des jus et boissons passera, selon les prévisions des experts contenues dans une communication du ministère du commerce, présente lors d'une récente journée d'étude, de 12 millions d'hectolitres en 2003 à 19 millions d'hectolitres en 2008. [11]

## 4. Les différents types de jus :

### 4.1. Jus de fruits pressé directement par des procédés d'extraction mécaniques :

Jus de fruits à base de concentré obtenu en reconstituant du jus de fruits concentré, tel que défini à la Section avec de l'eau potable répondant aux critères énoncés à la Section (c).



Figure 2: Quelques types de jus de fruits.

### 4.2. Concentré de jus de fruits :

Un concentré de jus de fruits est le produit qui correspond à la définition donnée à la Section ci-dessus, après élimination physique de l'eau en quantité suffisante pour porter la valeur Brix à un niveau supérieur de 50% au moins à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit, comme indiqué dans l'Appendice. Pour la production du jus destiné à être concentré, des procédés adaptés sont utilisés et peuvent être associés à la diffusion concomitante de cellules ou de pulpe de fruits dans l'eau, à condition que les

## CHAPITRE I : Le jus de fruits.

---

matières sèches solubles du fruit dont l'eau a été extraite soient ajoutées au jus d'origine avant concentration.

Les concentrés de jus de fruits peuvent contenir des substances aromatiques et des composés aromatisants volatils restitués<sup>1</sup>, qui doivent tous être obtenus par des moyens physiques adaptés et provenir du même type de fruit. De la pulpe et des cellules<sup>2</sup> obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruit peuvent être ajoutées.

### **4.3.Jus de fruits obtenu par extraction hydrique :**

Le jus de fruits obtenu par extraction hydrique est le produit obtenu par diffusion dans l'eau: du fruit à pulpe entier dont le jus ne peut être extrait par aucun procédé physique ou du fruit entier déshydraté.

Ces produits peuvent être concentrés et reconstitués.

La teneur en matière sèche du produit fini doit être conforme à la valeur Brix minimale définie dans l'Appendice pour le jus reconstitué.

### **4.4.Purée de fruits destinée à la production de jus et de nectars de fruits :**

La purée de fruits destinée à la production de jus et de nectars de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu par des procédés appropriés, par exemple en passant au tamis ou en broyant la partie comestible du fruit entier ou pelé sans en prélever le jus. Le fruit doit être sain, parvenu à un degré de maturation approprié et frais ou bien conservé par des moyens physiques ou par un ou plusieurs des traitements appliqués conformément aux dispositions pertinentes de la Commission du Codex Alimentaires.

La purée de fruits peut contenir des substances aromatiques et des composés aromatisants volatils restitués<sup>1</sup>, à condition qu'ils aient été obtenus par des moyens physiques adaptés et à partir du même type de fruit. De la pulpe et des cellules<sup>2</sup> obtenues par des moyens physiques adaptés à partir du même type de fruit peuvent être ajoutées.

### **4.5.Concentré de purée de fruits destiné à la production de jus et de nectars de fruits :**

Le concentré de purée de fruits destiné à la production de jus et de nectars de fruits est obtenu par élimination physique de l'eau de la purée de fruits en quantité suffisante pour accroître la valeur Brix d'au moins 50% par rapport à la valeur Brix établie pour le jus reconstitué du même fruit, comme indiqué dans l'Appendice.

Le concentré de purée de fruits peut contenir des substances aromatiques<sup>1</sup> ou des composés aromatisants volatils restitués, à condition qu'ils aient été obtenus par des moyens physiques adaptés et à partir du même type de fruit.

### **4.6.Nectar de fruits :**

Le nectar de fruits est le produit non fermenté, mais fermentescible, obtenu en ajoutant de l'eau, avec ou sans adjonction de sucres tels que définis à la Section 3.1.2(a), de miel et/ou de sirops tels que décrits à la Section 3.1.2(b), et/ou d'édulcorants parmi ceux

## CHAPITRE I : Le jus de fruits.

énumérés dans la *Norme générale pour les additifs alimentaires* (NGAA), à des produits visés dans les Sections ou à un mélange de ces produits. Des substances aromatiques, des composés aromatisants volatils, de la pulpe et des cellules<sup>2</sup>, qui doivent tous avoir été obtenus à partir du même type de fruit et par des moyens physiques adaptés, peuvent être ajoutés. Le produit doit en outre répondre aux critères définis pour les nectars de fruits dans l'Appendice. [12]

### 5. Propriétés Nutritionnelle de jus de fruits :

Il n'y a pas de grande différence entre les fruits et le jus de fruit dans la composition proximale et les propriétés nutritionnelles. [13]

Les groupes de substances sont les glucides, les vitamines hydrosolubles et les vitamines hydrosolubles, les minéraux (potassium, calcium et magnésium), les acides organiques, les acides aminés, les fibres et les polyphénols comme les anthocyanes les anthocyanes, les composés aromatiques, les caroténoïdes et d'autres substances bioactives.

Les jus de fruits sont également des sources importantes de certaines vitamines, notamment les vitamines A, B et C qui C, qui agissent comme des antioxydants, empêchent les changements de indésirables et retardent le développement du rancissement. Les précurseurs de la vitamine A comme le  $\beta$ -carotène et certains caroténoïdes sont présents dans les jus de fruits jaunes-orangés tels que mangue, papaye, ananas, orange, fruit de la passion, phalsa ,tomate, framboise et melon musqué.[14]

Le complexe vitaminique B et le folate sont présents dans l'orange, le pamplemousse, l'ananas et d'autres jus de fruits tropicaux ,Aonla, ber, noni, cerise de Barbade, tomate, goyave, kiwi, orange , citron vert, fraise, raisin, mangue, ananas, les jus de cerises et de fruits de la passion contiennent une grande quantité de vitamine C. [15]



Figure 3: Propriétés nutritionnelles de quelques jus de fruits.

### 6. Propriétés médicinales des jus de fruits :

La consommation de jus de fruits a un effet bénéfique naturel sur le système humain en l'hydratant et en agissant comme une d'électrolytes. [16]

## CHAPITRE I : Le jus de fruits.

---

L'eau ainsi absorbée par les malades présente l'avantage supplémentaire d'apporter simultanément du sucre et des minéraux en même temps. Ces jus abaissent la densité de l'urine et accélèrent ainsi l'élimination des déchets azotés et des chlorures en agissant comme un diurétique. Les jus de fruits ont un effet normalisant et donnent à l'organisme un regain d'énergie à l'organisme afin qu'il puisse surmonter un certain nombre problèmes de santé [17]

Il est efficace pour soigner la déshydratation, la fatigue, la constipation et autres troubles digestifs, les troubles rénaux et de la vessie, ainsi que les problèmes de vision tels que le glaucome et la cataracte [18]

Ce liquide étonnant peut aider à réparer les dommages l'appareil digestif en soulageant les douleurs d'estomac et en normalisant les fonctions intestinales Plus récemment, l'influence de la vitamine C provenant de jus de fruits dans la modulation des gènes et modification des voies biochimiques a été démontrée, en particulier dans endothélium des vaisseaux sanguins et l'athérosclérose.[19]

### 7. Dangers potentiels des jus de fruits :

Boire trop de jus peut entraîner une mauvaise nutrition, de la diarrhée, des gaz, des douleurs abdominales, des ballonnements et des caries dentaires. Les enfants ont une préférence pour les boissons aux fruits car elles ont bon goût, l'emballage est attrayant, les jus de fruits sont peu coûteux et pratiques et donc remplacent des aliments importants dans le régime alimentaire. Une enquête sur l'alimentation des nourrissons dans les familles asiatiques. En Angleterre a montré qu'à l'âge de 5 mois 75 % des mères pakistanaises et blanches, 63 % des mères indiennes et 61% des mères bangladeshies donnaient des jus de fruits comme source de boisson non lactée. [14]

En remplaçant le lait dans le régime alimentaire, le nombre d'enfants l'apport journalier recommandé (AJR) en calcium a considérablement diminué pour atteindre seulement 50% et constitue donc un grand problème de santé. Le calcium dans ces jus n'est pas biologiquement équivalent au calcium du lait, La teneur élevée en vitamine C des jus de fruits favorise l'absorption du fer, mais les composés polyphénoliques dans certains jus de fruits inhibent l'absorption du fer. Les boissons aux fruits sont une cause fréquente de caries dentaires et favorisent une alimentation difficile. Les modifications des habitudes intestinales, c'est-à-dire la distension abdominale, flatulences et diarrhée. Fréquemment observées avec les boissons aux fruits.

D'autres études ont montré que la consommation de jus de fruits en grande quantité est associée à petite taille, l'obésité, le diabète sucré et la malnutrition et provoque la diarrhée du jeune enfant des tout-petits. [20]

Les jus de fruits stockés non pasteurisés peuvent être une source de graves infections bactériennes, fongiques et à levures, et à levures graves. [21]

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

---

### 1. Définition :

Les plantes appartenant au genre *Opuntia* spp. sont les plus abondantes de la famille des Cactacées. Dans toutes l'Amérique ainsi que dans la zone centrale de la Méditerranée, en Europe, en Asie, en Afrique et en Australie les espèces d'*Opuntia* présentent des tiges aplaties appelées "pencas" ou cladodes. Le fruit de la figue de cactus également appelé figue de Barbarie est une baie ovale allongée, avec un péricarpe épais, une pulpe juteuse avec un nombre considérable de graines et un fruit semi-dur. Nombre considérable de graines et une écorce semi-dure avec des épines. Le péricarpe et la pulpe comestible peuvent avoir différentes couleurs comme le vert, le blanc verdâtre, le jaune canari, le jaune citron, le rouge, le rouge cerise ou le violet des teintes violettes.

Le poids moyen des fruits de figues de Barbarie varie de 100 à 160 g selon le site d'origine et la culture. site d'origine et de la culture. La partie utilisable du fruit est composée de l'écorce (48%-52%) et de la pulpe (48%-52%). La pulpe peut être subdivisée en graines et en pulpe filtrée (44%-45%). cette dernière étant la base des produits à base de fruits et de jus.[22]



**Figure 1: Fruits de figues de Barbarie de l'*Opuntia ficus-indica* cultivé. (a) Variété à pulpe rouge. (b) Variété à pulpe jaune variété. Photos : Valentina Saniccolo et Francesco Cepolina**

### 2. Historique

La forme sans épines de *O.ficus-indica* (figure 1) est un cultivar horticole. D'après les données sur les coprolithes, la domestication de cette espèce remonte à environ 8000 à 9000 ans. Le site origine de *O.ficus-indica* était restée un mystère jusqu'à récemment. Selon le modèle de dispersion de Griffith (2004) basé sur des données moléculaires les ancêtres d'*O.ficus-indica* ont été les premiers à se reproduire. d'*O.ficus-indica* ont été sélectionnés dans le centre du Mexique parmi des taxons arborescents portant des fruits charnus, y compris des taxons étroitement apparentés.

Fruits charnus, y compris des espèces étroitement apparentées, telles qu'*Opuntia hyptiacantha* F.A.C. Weber, *Opuntia leucus-indica*, etc. Weber, *Opuntia leucotricha* DC, *Opuntia megacantha* Salm-Dyck, et *Opuntia streptacantha* Lem. La sélection pour obtenir des épines réduites et de gros fruits chez *O. ficus-indica* a probablement impliqué plusieurs clones uniques provenant de la même variété. a vraisemblablement impliqué divers clones uniques

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

provenant de plusieurs lignées parentales, formant ainsi un groupe non monophylétique (*O. ficus-indica*) groupe non monophylétique. [23]



**Figure 2: LA distribution mondiale de l'*Opuntia* spp. (Bolivia in the circle , Sáenz 2013,3)**

Les plantes cultivées étaient ensuite distribuées par le biais de marchés commerciaux dans toute la Méso-Amérique, puis dans les Caraïbes et sans doute en Amérique du Sud. On a émis l'hypothèse que cette espèce a été transportée en Europe par Christophe Colomb lors de son voyage de retour des Amériques en 1493, puis qu'elle aurait été dispersée et naturalisée dans la région méditerranéenne de l'Europe et de l'Afrique du Nord, et finalement et finalement dans d'autres régions arides et semi-arides du monde. Actuellement, *O. ficus-indica* est cultivé pour ses fruits dans les vastes régions sèches du monde, avec le Mexique, l'Algérie, Brésil, le Chili, la Sicile et l'Afrique du Nord étant les producteurs les plus importants. [24]

D'autres espèces largement cultivées au nord et au centre du Mexique pour leurs gros fruits comestibles sont *O. megacantha* leurs gros fruits comestibles sont *O. robusta* J.C. Wendl. et *O. durangensis* Britton & Rose, deux taxons polyploïdes. [23]

La saison de récolte des *Opuntia* spp. varie d'avril à août sur le continent américain et de novembre à décembre dans le bassin méditerranéen. [25]

**Tableau : Nom scientifique, nom commun, origine et utilité des espèces de figue de Barbarie. [26]**

taxon	Origine	Utiliser
<i>Opuntia leucotricha</i> et <i>O. rastrera</i>	Mexique	Avantages pour la santé, alimentation des animaux domestiques, approvisionnement en eau, usages ornementaux
<i>Opuntia humifusa</i>	Canada	Consommation humaine, culture fourragère, prévention de l'érosion des sols, produits pharmaceutiques. (hydratation d'urgence)

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

<b><i>Opuntia monacantha</i></b> <b>et usages industriels</b>	Espagne, Amérique du Sud usages industriels	Consommation humaine et avantages sanitaires et pharmaceutiques, utilisations chimiques et industrielles. usages industriels
<b><i>Opuntia engelmannii</i></b>	centre-sud, sud-ouest des États-Unis et nord du Mexique	Cultivé comme plante ornementale ou comme haie vive et le fruit est comestible, avantages pour la santé
<b><i>Opuntia microdasys</i></b>	centre et nord du Mexique	Aliments pour animaux, produits pharmaceutiques et santé, consommation humaine
<b><i>Opuntia megacantha</i></b>	Amérique du Nord et Mexique	Bienfaits pour la santé et l'alimentation animale, consommation humaine
<b><i>Opuntia stricta</i></b>	Australie, Amérique centrale	Avantages pour la santé et alimentation animale, consommation humaine, clôtures vivantes
<b><i>Opuntia cochenillifera</i></b>	Afrique du Sud	Les deux usages traditionnels médicinaux et comestibles
<b><i>Opuntia ficus-indica</i></b>	Ethiopie	Bienfaits pour la santé, alimentation animale et fruits pour l'homme
<b><i>Opuntia ficus-indica</i></b>	Ethiopie	Avantages pour la santé, alimentation animale et fruits pour l'homme
<b><i>Opuntia ficus-indica</i></b>	Argentina and Mediterranean region	2Health benefits, animal feedstuff and fruits for humans
<b><i>Opuntia dillenii</i></b>	Italie	Bienfaits pour la santé, l'alimentation animale et les fruits pour l'homme

### 3. Composition chimique du fruit :

De nombreuses études présentent des résultats concernant la valeur nutritive et les propriétés du fruit de la poire de cactus. La caractéristique la plus louée est le niveau élevé de vitamine C, supérieur à celui de nombreux autres fruits comme la pastèque, le raisin, les pommes, les poires et les bananes, Les fruits contiennent des sels minéraux tels que le calcium, le potassium, le magnésium, le sodium et des antioxydants. Le goût est sucré, légèrement acide Ces baies charnues sont ovoïdes ou rondes de 5-10 cm de long et 4-8 cm de diamètre, avec de petites épines sur la peau et une chair juteuse blanche, jaune, rouge, orange ou violette, avec de nombreuses graines. . [27]

Le fruit se caractérise par une forte teneur en sucre (12-17%) et une faible acidité (de 0,03 à 0,12% en acide citrique). La quantité élevée d'eau et la teneur en fibres en font un bon ingrédient pour aider à perdre du poids. La poire de cactus verte est celle qui a la plus grande

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

taille sur le marché en raison de la quantité d'eau plus élevée. Les consommateurs des pays producteurs préfèrent la poire verte, également appelée blanche, car la couleur de la pulpe est blanche. On observe que la poire verte contient moins de sucre (hydrate de carbone) et plus de protéines que les deux autres variétés de l'expérience Carrasco. [28]

**Tableau (4): Composition des fruits de figue de barbarie vert, rouge et orange (g/100g de fruit). (Carrasco R. R. de & Encina Zelada C. R. 2008)**

Composant	Vert	Roug	Orange
Humidité	81.7	78.4	80.6
Cendres	0.4	0.4	0.5
Protéine brut	1.5	0.9	0.9
Cellulose brut	3.7	3.5	3.9
Matière grasse	0.1	0.1	0.1
Glucides	16.3	20.2	17.9
Énergie	72.1	85.3	76.1

#### 4. Utilisations et applications du fruit

Les fruits sont principalement consommés frais en Bolivie, mais dans d'autres pays d'Amérique latine comme le Chili et le Mexique, le fruit est couramment transformé de nombreux produits sont répertoriés avec des applications sur l'industrie cosmétique, l'industrie alimentaire, l'industrie pharmaceutique et l'industrie textile [29] Nous allons commencer par les produits transformés comestibles.

En général, on observe une augmentation de l'intérêt pour la transformation industrielle en différents produits tels que Le jus, les confitures, les marmelades et gelées On retrouve une situation similaire au Brésil, où les fruits sont consommés sous forme de jus, de bonbons et de fruits secs, ce qui représente une source supplémentaire de revenus et de fruits secs, ce qui représente une source de revenus supplémentaire pour les petits producteurs. [30]

Au Mexique, de nombreux produits sont fabriqués à partir du fruit de la poire de cactus : jus, miel, fromage, pâte de fruit, gelée et vin de bonne qualité peuvent être trouvés sur le marché. La marmelade peut également être fabriquée à partir de l'écorce du fruit.



**Figure 3: Quelques produits valable aux marchés à l'état-Unis. States J. Bremner (DESERTUSA), D'Arrigo Bros, (California) (2005)**

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

---

Enfin, certains sous-produits du fruit peuvent être extraits, comme les colorants et la pectine de l'écorce du fruit [31],[28]



**Figure 4: Jus produits à partir de fruits de différentes couleurs fruits de poire de cactus C. Sáenz, Chile (1996)**

### 5. Utilisations et applications des tiges de cactus

Les tiges de poire de cactus ont de nombreuses applications dans la gastronomie, la construction, la médecine et l'industrie de la viande. Nous allons commencer par l'utilisation pour la consommation humaine.

Les tiges de poire de cactus, également connues sous le nom de nopalitos, sont traditionnellement consommées au Mexique, mais elles ont également commencé à être exportées vers les communautés des États-Unis, du Canada, du Japon, de l'Italie et de la Turquie en raison de leur faible valeur calorifique, de leur teneur élevée en fibres et de leur valeur nutritionnelle. La tige de poire de cactus est considérée comme un aliment fonctionnel car elle est une source importante de fibres, d'hydrocolloïdes (mucilage), de pigments (bétalaïnes et caroténoïdes), de calcium et de potassium, et de vitamine C. Tous ces composants sont très prisés pour une alimentation saine et comme ingrédients pour concevoir de nouveaux aliments.

Dans la cuisine mexicaine, la consommation de tiges de cactus est profondément ancrée dans le régime alimentaire des gens en raison de leur coût généralement faible, de leur goût aigre agréable, de leurs notes aromatiques herbacées et de leurs caractéristiques nutritionnelles et fonctionnelles.

Les jeunes tiges (de la taille d'une main) sont récoltées et vendues fraîches dans les supermarchés ou dans des boîtes de conserve prêtes à être conservées. Dans le régime alimentaire mexicain, la tige de la poire de cactus est souvent consommée comme légume dans les salades.

La tige de cactus est également consommée en jus, en mixant la tige fraîchement épluchée dans un robot culinaire, seule ou avec d'autres fruits. [32]

#### 5.1. La tige de cactus comme fourrage

L'utilisation des cladodes d'*Opuntia* et des figues de Barbarie dans l'alimentation des ruminants. L'*Opuntia* est utilisé comme fourrage dans plusieurs zones semi-arides et arides du monde entier, notamment Afrique du Sud, où les agriculteurs brûlent les épines et permettent

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

---

aux moutons, chèvres et bovins d'utiliser les cladodes comme source d'alimentation pendant les périodes de sécheresse. [33]

Les cladodes d'Opuntia sont une source d'eau, d'hydrates de carbone, de vitamines et de calcium dans les régimes alimentaires des ruminants en saison sèche ont souligné que les cladodes de figues de Barbarie, dans les régions de terres sèches, combinés avec d'autres sources d'alimentation, peuvent être bénéfiques pour réduire les besoins des ruminants en cultures fourragères. [34]

Les cladodes d'Opuntia sont très appétents et lorsqu'ils sont combinés avec des sources de fourrage conventionnelles, ils peuvent maintenir les moutons adultes pendant les pénuries alimentaires. Des études de croissance utilisant d'Opuntia dans les régimes alimentaires des agneaux attestent de son effet positif sur la croissance à des niveaux d'inclusion ne dépassant pas 50%. [35]

Il a également été constaté qu'il n'avait pas d'effet négatif sur le poids vif, les métabolites et la reproduction chez les chèvres sur le poids vif, les métabolites et la reproduction des chèvres pendant la saison de reproduction Une étude [36] sur La composition chimique des cladodes plutôt que celle des fruits. Les cladodes d'Opuntia peuvent remplacer le foin des pâturages jusqu'à 60% chez les ruminants alors qu'ailleurs, Opuntia a été utilisé comme substitut aux concentrés pour les chèvres et les vaches laitières en lactation. Avec des chèvres et des vaches laitières en lactation, avec des effets minimes sur la production de lait Shetty et al ont déclaré que les cladodes d'Opuntia ne sont pas commercialisables en tant que légume mais qu'ils sont utilisés comme fourrage laitier comme mais qu'ils sont utilisés comme fourrage laitier car ils améliorent la saveur et la qualité du lait, ainsi que la couleur du beurre, réduisant ainsi les coûts de production. [37]

la couleur du beurre, réduisant ainsi la nécessité d'acheter des aliments concentrés pour les vaches laitières en lactation vaches laitières allaitantes En raison d'une concentration plus faible en protéines brutes (CP) ( $30 < CP \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ ), protéines supplémentaires, telles que l'azote non protéique, doivent être ajoutées à l'alimentation de ces animaux pour répondre à leurs besoins d'entretien et de production animaux pour répondre à leurs besoins d'entretien et de production Une pénurie d'eau peut réduire la consommation d'aliments, la digestibilité et par conséquent l'amélioration du poids du bétail. [38]

Les cladodes d'Opuntia ont une teneur élevée en eau, et lorsqu'ils sont fournis en abondance, les ruminants ont besoin de peu d'eau abondantes, les ruminants n'ont besoin que de peu ou pas d'eau supplémentaire et leur consommation d'aliments peut être améliorée. [39]

On conclut que l'Opuntia est vital pour diminuer la consommation d'eau chez les chèvres laitières en lactation Par conséquent, les cladodes d'Opuntia peuvent servir d'alternative l'eau pour les ruminants, et plus particulièrement pendant les saisons sèches. Des vitamines, des antioxydants et différents flavonoïdes sont présents dans les cladodes d'Opuntia, dont la quercétine 3-méthyl éther, un piègeur de radicaux très efficace. [40]

### 5.2.Produits traditionnels

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

Les procédures traditionnelles de conservation encore appliquées aujourd'hui, notamment au Mexique, ont été développées à l'origine pour des espèces sauvages (*O. streptacantha* et *O. robusta*).

Ils comprennent le "fromage" de thon ( queso de tuna ), un produit séché obtenu par concentration supplémentaire d'une préparation visqueuse de fruits de cactus ressemblant à du caramel (melcocha ) enrichie de raisins secs, de noix et de pignons pour améliorer la saveur et le goût. [41]

Une étude sur la transformation de la pulpe de poire cactus en feuilles de fruits a été rapportée par (Sepúlveda et al. (2000), lorsque les pulpes de coing et de poire cactus ont été mélangées dans un rapport de 25:75 pour obtenir une alternative naturelle aux bonbons.[42]

### 5.3. Calanche

La calanche est un autre produit traditionnel. Cette boisson faiblement alcoolisée est obtenue par fermentation de la pulpe et du jus de poire de cactus dans des fûts en bois (Sáenz, 2000). Cependant, les deux produits sont fabriqués à l'échelle artisanale et sont principalement consommés frais après leur production.[43]

### 5.4. Produit traditionnel : Purée, jus et concentrés de jus

La préservation des nutriments caractéristiques, du goût, de l'arôme et de la couleur, la longue durée de conservation, la facilité de manipulation et la commodité font du jus un produit précieux et attrayant pour les consommateurs et l'industrie alimentaire. En outre, les multiples propriétés fonctionnelles de la poire de cactus correspondent bien à la demande croissante d'aliments et d'ingrédients naturels favorables à la santé.[44]

En outre, la diversité des couleurs à base de pigments de bétalaïne est considérée comme la caractéristique la plus frappante des poires de cactus Avec des teneurs en pigments pouvant atteindre 1140 mg/kg de pulpe de fruit, les poires cactus méritent d'être considérées pour la coloration des fruits.[45,46]



Figure 5: Bonbon de la figue de barbarie, confiture et sirop. (Staber F. : Staber H.)

### 6. Utilisation du figuier de barbarie en médecine.

#### 6.1.Médecine traditionnelle

En médecine traditionnelle l'*Opuntia ficus indica* a été utilisé pour le traitement des brûlures, des plaies, des œdèmes, l'hyperlipidémie, l'obésité et la gastrite catarrhale. Les extraits alcooliques sont indiqués pour leur action anti-inflammatoire, hypoglycémiques et antiviraux.[47]

#### 6.2. Usage médicinal

Comme pour de nombreux fruits et légumes , les plantes de cactus ont également été signalées comme étant bénéfiques pour la santé pour la santé Ces effets sont démontrés dans les le traitement de plusieurs maladies. Cependant, la plupart des informations sur les études pharmacologiques portent sur le cactus tiges de cactus plutôt que de ses fruits, les premières étant encore moins fréquentes dans les pays non producteurs. encore moins fréquents dans les pays non producteurs. [48]

#### 6.3. Effet anti-cancer

Les études les plus récentes suggèrent que l'extrait de fruit de poire de cactus (i) inhibe la prolifération des lignées cellulaires de cancer du col de l'utérus, de l'ovaire et de la vessie in vitro et de cellules cancéreuses du col de l'utérus, des ovaires et de la vessie. la croissance tumorale dans le modèle de cancer ovarien de la souris nude in vivo. [49]

Ces expériences ont montré que l'inhibition était dose- (1, 5, 10 et 25% d'extrait de poire de cactus) et L'administration intra-péritonéale de l'extrait de cactus chez la souris n'a pas affecté le poids corporel de l'animal, qui i qui est actuellement utilisé comme agent de chimioprévention du cancer de l'ovaire chimioprévention. [50]

#### 6.4.Effet antiviral

Une étude intéressante a démontré que l'administration d'un extrait de tige de cactus (*Opuntia streptacantha*) à des souris, des chevaux et des humains inhibe la réplication intracellulaire d'un certain nombre de virus de l'ADN et de l'ARN, tels que l'herpès. virus à ADN et à ARN tels que le virus de l'herpès simplex de type 2, l'herpèsvirus virus de l'herpès, le virus de la pseudo-grippe, le virus de la grippe le virus de la maladie respiratoire syncytiale et le VIH-1. Un site inactivation de virus extracellulaires a également été rapportée par les mêmes auteurs. Cependant, le(s) composant(s) inhibiteur(s) actif(s) inhibiteurs actifs de l'extrait de cactus utilisé dans cette étude n'ont pas été étudiés. l'extrait de cactus utilisé dans cette étude n'a pas été étudié et, à ce jour, aucune autre étude n'a traité de ce sujet spécifique. ce sujet spécifique. [51]

#### 6.5. Effet anti-inflammatoire

De nombreuses études ont évoqué les actions analgésique et anti-inflammatoires du genre *Opuntia* en utilisant soit l'extrait de fruit d'*Opuntia dillenii* cladodes lyophilisés soit les phytostérols des extraits de fruits et de tiges. [52]

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

L'identification le bêta-sitostérol comme principe anti-inflammatoire actif de l'extrait de tige. Les lésions gastriques dans les études sur les rats ont été réduites à la fois par les poudres de tige et de fruit.

Enfin, la bétanine et l'indicaxanthine ont stimulé un effet inhibiteur sur l'activité de chloration de la myriophylle à un pH neutre plutôt qu'à un pH de 5. [53]

### 6.6. Effet antidiabétique (type II)

Les tiges du figuier de Barbarie ont été utilisées traditionnellement pour traiter traditionnellement pour traiter le diabète au Mexique .

De nos jours, l'*Opuntia spp.* fait partie de la majorité des produits recommandés par les herboristes italiens qui pourraient être efficaces pour réduire dans la réduction de la glycémie. [54]

### 6.7. Effets antihyperlipidémiques et hypercholestérolémiques

Effets Des preuves expérimentales suggèrent que la poire de cactus réduit le taux de cholestérol dans le sang humain et modifie la composition des densités (LDL). [55]

Le cholestérol, LDL et de triglycérides ont étaient trouver dans le plasma de rats fortement après 30 jours d'une administration quotidienne (1 g/kg) de cladodes lyophilisés de d'*Opuntia ficus indica L.*, Les stérols, qui constituent la majeure partie des insaponifiables dans insaponifiables de nombreuses huiles sont intéressants en raison de leur capacité à abaisser le taux de cholestérol de 10 à 15 % dans le cadre d'un régime alimentaire sain Récemment,Ils ont observé une diminution du cholestérol total plasmatique et du cholestérol LDL (VLDL cholestérol, sans effet sur les concentrations de cholestérol HDL après l'ajout d'huile de graines (25 g/kg) au régime alimentaire de rats. [56]



Figure 6: Suppléments à base d'*Opuntia C. Sáenz et E. Sepúlveda*, Chili (2005)

### 7. Produits cosmétiques

L'industrie cosmétique est complexe et hautement compétitive. De nombreux produits différents sont fabriqués à partir de cladodes de cactus, notamment des savons, shampooings et divers types de crèmes, lotions et masques faciaux. masques pour le visage. La plupart sont

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

---

fabriqués au Mexique. Les opérations de base de fabrication et les additifs utilisés sont décrits ci-dessous.

### 7.1. Fabrication de crème à base de cladodes de cactus

La crème d'Opuntia est normalement fabriquée à partir du jus extrait des cladodes. La base de la fabrication a été décrite par Correa (communication personnelle). La phase huileuse, composée de 8 pour cent d'acide stéarique, 2 % de vaseline blanche et 2 % d'huile minérale, est mélangée à 70 °C dans un récipient à double fond. La phase aqueuse est composée de 10 % de propylène glycol, 0,1 % de méthylparaben, 0,1 pour cent de paraben de propyle, 3,6 pour cent de triéthanol amine et 69,2 % d'eau. Après les deux phases sont tempérées, la phase aqueuse est versée sur la phase huileuse et agitée vigoureusement. L'agitation jusqu'à ce que l'émulsion obtenue atteigne une température d'environ 40 °C, date à laquelle 5 pour cent de jus de cladode est ajouté. La crème est conditionnée comme décrit.



**Figure 7: Crème extrait de cladodes de cactus C. Sáenz, Chile (2001)**

### 7.2. Fabrication du savon de cladode de cactus

Le savon glycéринé peut être fabriqué à partir de la poire de cactus selon les méthodes proposées par Correa (communication personnelle). La phase huileuse est basée sur un mélange d'acides gras provenant du suif (27%), d'huile de coco (7 %) et d'huile de ricin (5 %), mélangés et fondus ensemble dans un récipient à 70 °C. La phase aqueuse séparée est préparée à partir d'un mélange de 15 % de sucre et de 9 % de glycérine, 10 pour cent de jus de cladode, 0,25 pour cent d'EDTA et 10,75 % d'eau. Les deux phases sont ensuite mélangées et chauffées dans un condenseur à reflux avec une solution alcoolique d'hydroxyde de sodium (6 % avec 10 % d'éthanol) dans un condenseur à reflux. pour cent avec 10 pour cent d'éthanol) dans un condenseur à reflux.

La masse de savon obtenue doit être légèrement alcaline (0,1 pour cent). Le parfum et le colorant sont ajoutés tout en maintenant une température d'environ 65 °C. La masse de savon est versée dans des moules et on la laisse refroidir. Les savonnettes individuelles peuvent alors être retirés, emballés dans du papier ou du plastique et conditionnés dans de petits cartons. [57]

Par voie orale, l'Opuntia ficus-indica est généralement bien toléré. Cependant, il a été rapporté qu'il peut causer une légère diarrhée, des nausées, une

## CHAPITRE II : Figue de barbarie.

---

augmentation du volume des selles, une augmentation de la fréquence des selles, une plénitude abdominale et des maux de tête. et une faible obstruction colique, dans des livres de médecine populaire traditionnelle et des rapports de cas Bien que le public et certains professionnels de la santé pensent que les médicaments à base de plantes sont relativement sûrs parce que ils sont "naturels". [58]

Il y a remarquablement peu de données pour soutenir cette hypothèse. Cependant, des effets secondaires peuvent également survenir en raison de contaminants dans les produits à base de plantes, comme les métaux lourds, notamment le plomb, le mercure ou l'arsenic, et d'autres produits pharmaceutiques non déclarés, ajoutés intentionnellement et illégalement aux plantes pour produire un effet désiré. [59]

En outre, il existe d'autres facteurs qui peuvent également affecter la teneur en constituants actifs dans le produit à base de plantes (comme les micro-organismes, les toxines microbiennes et les facteurs génétiques). Tous les remèdes végétaux contiennent des composés chimiques qui sont considérés comme potentiellement toxiques et sont cités dans la banque de données des substances Data Bank (National Library of Medicine, Bethesda, Maryland), il est utile de lancer d'autres investigations pour évaluer les risques et les avantages de l'utilisation de l'*Opuntia ficus-indica*.



**Figure 8:Shampooing, et savons à base de poire de cactus C. Sáenz et E. Sepúlveda, Chile (2005).**

# **Partie expérimentale**

## CHAPITRE III : Matériels et méthodes

---

Notre travail expérimental consiste en un essai de formulation d'un jus de fruits préparé à base d'un concentré de figue de barbarie. Ce travail a été réalisé à la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie –Université d'El Tarf, en collaboration avec CARAJUS, Pour atteindre l'objectif souhaité si dessous.

### 1. La matière végétale

La matière végétale utilisée dans ce travail est constitué d'une quantité de 80 unités de fruit (le figue de barbarie de variété cactus d'Alger), (acheté frais sur un marché local a Annaba et expédié directement au laboratoire CARA JUS). Le poids des fruits se varie entre 100-160 g, la longueur de 5 à 10 cm, épaisseur entre 4 et 8 cm, d'un couleur différent (vert, orange, rouge), la quantité des fruits à été conserver dans une température -4°C au laboratoire juste après récolte des fruits.



**Figure 1: Le figuier de barbarie d'*Opuntia ficus-indica* (TEMAGOULT Asma)**

### 2. La méthodologie de travail

La méthodologie de recherche suivie dans la réalisation de la présente a consisté en la collecte de la matière première suivie de sa transformation grâce aux différentes opérations unitaires en vue d'obtenir un jus de figue de barbarie brut et la réalisation de différentes analyses physico-chimiques et antioxydants pour évaluer la qualité du jus produit.

### 3. Prétraitement de matière première, fabrication du jus de figue de barbarie brut

Les opérations de prétraitements peuvent êtres décrites comme suit :

#### 3.1. Récolte de la figue de barbarie :

L'étude a été réalisée sur les fruits du figuier de barbarie (*Opuntia ficus indica*) récoltés en (septembre 2021 dans la région de chatte, wilaya d'El taraf). Les fruits sont mûrs et de couleur différent.



**Figure 2: Types de systèmes de transport (caisse en bois et paca) A. Rodríguez-Félix, Mexico (2005)**

### 3.2. Lavage :

Le lavage de fruit se fait avec l'eau froide, En général, les fruits commercialisés ont été débarrassés de leurs épines, la suppression des Épines est faite manuellement par un brossage à sec.



**Figure 3: Le lavage de fruit S (áenz, Chile (2002)**

Si le fruit n'est pas débarrassé des épines, le frotter dans un chiffon ou du Papier journal pour les éliminer. S'il en reste encore, laver les fruits sous l'eau en le rotant avec une brosse.



**Figure 4: Brossage des figes de Barbarie pour enlever les épines C. Sáenz, Chili (2002)**

### 3.3.Epluchage :

Une fois les épines supprimées, piquer la peau du fruit avec une fourchette, Couper avec un couteau les deux extrémités, puis fendre la peau dans toute sa longueur. Passer la pointe du couteau délicatement dans l'entaille pour retirer le fruit de son envol.



**Figure 5: Epluchage de figue de barbarie (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### 3.4. Mixage :

Après avoir épluché les fruits, on les met dans l'extracteur de jus avec 0.5 l d'eau pour facilement pressée.



**Figure 6: Mixage de fruit (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### 3.5. Filtration :

Elimination les graines de fruit et le jus.



**Figure 7: Filtration le jus figue de barbarie (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

Après la filtration il y a le résultat final le jus naturel de figue de barbarie :



**le jus naturel de figue de barbarie**



**les graine obtenues**

**Figure 8: Le jus naturel et les graine obtenues de figue de barbarie. (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### 3.6. Emballage et stockage :

Le jus est rempli dans des bouteilles stériles en Verre.



Figure 9: Emballage et stockage de jus de figue de barbarie. (Benatia et Bouhachicha, 2022).

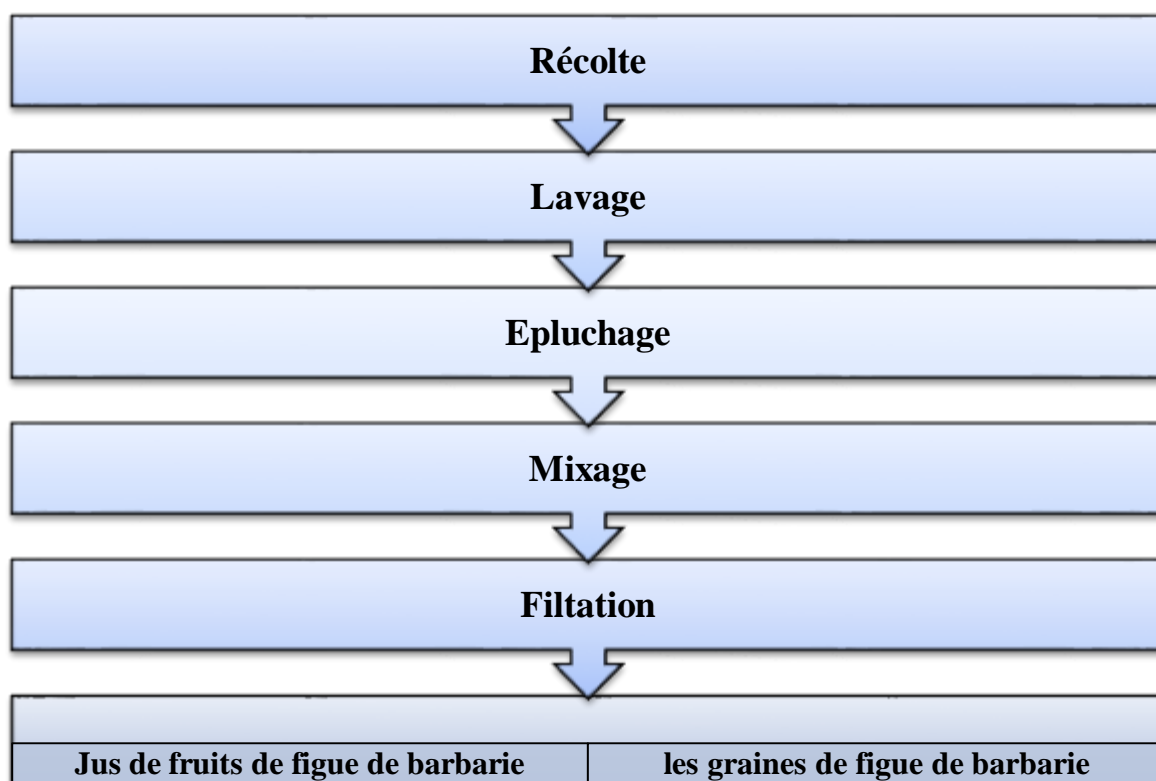


Figure 10: Diagramme représentant les processus de jus de fruits de figue de barbarie.

### 4. Analyses physicochimiques

Elle a consisté à la détermination des paramètres chimiques tels que (le PH, l'acidité titrable, le degré brix ,) et (dosage des composés phénoliques dans le jus).

### 4.1. Détermination du pH

#### 4.1.1. Principe

Le pH se définit comme le logarithme négatif de la concentration en ions hydrogène. Il est mesuré à l'aide d'une électrode en verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogène. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre, à haute impédance communément appelé pH-mètre.[61]

#### 4.1.2. Protocole

L'électrode en verre et la sonde du pH-mètre sont introduits directement dans le produit et la valeur du pH sera affichée sur l'écran de l'appareil.



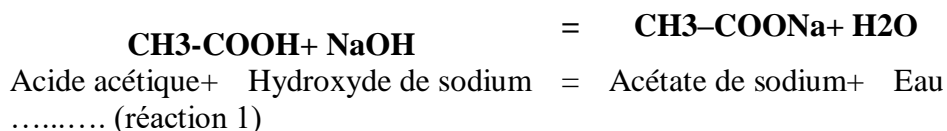
Figure 11: L'appareil du pH-mètre. (Benatia et Bouhachicha, 2022).

### 4.2. Détermination de l'acidité titrable

#### 4.2.1. Principe

L'acidité titrable représente la somme des acides minéraux et organiques présents dans le produit. Elle est exprimée en fonction de l'acide dominant. L'acidité de la boisson est due principalement à l'acide citrique.

La mesure se fait par titrage avec une solution d'hydroxyde de sodium (réaction 1) jusqu'au point final: pH = 8,2 [62]



#### 4.2.2. Expression des résultats

L'acidité titrable est calculée selon la méthode décrite par Friedrich (2001), à partir de l'équation ci- après :

$$\text{AT (g/100mL)} = \frac{(V)(N)(\text{meq.wt.}) (100)}{(1000)(v)}$$

**AT** : acidité titrable ;

**Cb** : chute de burette de la solution NaOH ;

**N** : normalité de la solution NaOH (0.1 N) ;

**meq.wt** : coefficient du standard (64 pour l'acide citrique).

### 4.2.3. Protocole

- Centrifuger l'échantillon de jus pendant 5 min à 5°C
- 10 ml de l'échantillon de jus (centrifugé) ont été ajoutée à 100 mL d'eau distillée
- Titrer avec du NaOH (0.1N) jusqu'à l'obtention d'un pH



Figure 12: Dosage de l'acidité titrable. (Benatia et Bouhachicha, 2022).

## 4.3. Détermination du degré Brix

### 4.3.1. Principe

Le degré Brix traduit le taux des matières sèches solubles, contenues dans une solution. Il consiste à mesurer l'indice de réfraction d'un échantillon à une température de 20°C, puis à effectuer une conversion de cet indice en résidu sec soluble. Ce dernier, déterminé par réfractomètre «SCHMIDT», exprime la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé, dans des conditions déterminées de préparation et de température. Cette concentration est exprimée en pourcentage en masse. [63]

### 4.3.2. Protocole

- Déposer une goutte d'échantillon sur la surface de prisme.
  - Rabattre le deuxième prisme sur le premier.
  - Orienter le réfractomètre vers une source lumineuse, deux parties apparaissent : un cercle et l'échelle.
  - Régler le cercle jusqu'à avoir deux zones équivalentes : une claire et l'autre sombre
- Le degré Brix est la valeur affichée sur l'échelle du réfractomètre.



**Figure 13: Appareil de Brix. (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### **4.4. Dosage des composés phénoliques dans le jus**

#### **4.4.1. Antioxydants phénoliques**

Les composés phénoliques sont classés comme des antioxydants primaires qui sont principalement des piègeurs de radicaux libres (FRS) qui retardent ou inhibent l'étape d'initiation ou interrompent l'étape de propagation de l'oxydation des lipides, diminuant ainsi la formation de produits de décomposition volatils (par ex, aldéhydes et cétones) qui provoquent le rancissement [64]

##### **4.4.1.1. Le dosage des polyphénols totaux**

Les contenus phénoliques totaux des échantillons de jus de figes de Barbarie ont été déterminés à l'aide d'une méthode Folin Ciocalteu modifiée citée par Wolfe et al , mesure a été exprimée en équivalents d'acide gallique en microgrammes par gramme de jus.

##### **Protocol**

Il a été réalisé comme suit, 200  $\mu$ l de la solution d'extraction de jus obtenue est mélangée avec 9ml d'eau distillé et 200  $\mu$ l de réactif Folin-Ciocalteu avec un Vortex et maintenu à température ambiante ( $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) pendant 10 min. Ensuite, nous avons ajouté 1,25  $\mu$ l d'une solution de carbonate de sodium à 20%, on l'a mélangé dans un vortex et on l'a maintenu dans l'obscurité pendant 120 min. L'absorbance a été mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre (Model Ultrospec 100 pro SHIMADZU, Germany) à 760 nm. Les résultats ont été exprimés en mg d'équivalents d'acide gallique (mg EAG/100ml)



**Figure 14: Dosage de polyphénol. (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### 4.4.2. Dosage des flavonoïdes

Le contenu total en flavonoïdes a été évalué en utilisant la méthode colorimétrique au chlorure d'aluminium rapportée par Lin et Tang, avec de légères modifications.[65]

#### 4.4.2.1. Mode opération

- Dans un tube à essai 500  $\mu$ l de l'extrait brut de jus.
- Suivis de 150  $\mu$ l de nitrite de sodium ( $\text{NaNO}_2$ ) à 5%.
- Après 5 min, 100  $\mu$ l de trichlorure d'aluminium ( $\text{AlCl}_3$ ) à 10% (m/v) est rajouté au mélange.
- Après 6 min d'incubation à la température ambiante.
- 1 ml de carbonate de sodium ( $\text{NaCO}_3$ ) à 1 M est additionné. Immédiatement Le mélange est complètement agité afin d'homogénéiser le contenu.
- L'absorbance de la solution de couleur rosâtre est déterminée à 510 nm contre un blanc.



**Figure 15: Dosage de flavonoïde. (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

### Préparation de la courbe d'étalonnage

Une courbe d'étalonnage est réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant de la catéchine comme contrôle positif.

## CHAPITRE III : Matériels et méthodes

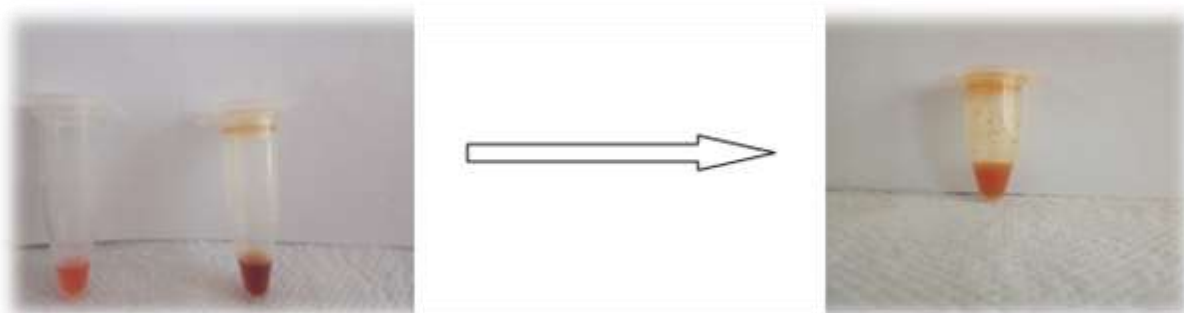
La teneur en flavonoïdes totaux des extraits de plante étudiée est exprimée en milligramme (mg) équivalent de la catéchine par 100 gramme de la matière végétale sèche (mg EC/100g).

### 4.5. Evaluation de l'activité antioxydant:

#### 4.5.1. Test DPPH:

L'activité du DPPH a été mesurée selon le protocole suivant : Le principe de cette méthode est la réduction de DPPH (2, 2-diphényl -1- picrylhydrazyl) qui est un radical libre stable possédant un électron non apparié sur un atome du pont d'azote. Cette délocalisation empêche la polymérisation du composé, qui reste sous forme monomère relativement stable à température ambiante. Ainsi, cet état induit l'apparition d'une couleur violet foncée bien caractéristique de la solution DPPH. Cette couleur disparaît en présence d'antioxydant lorsque le DPPH est réduit, passant au jaune pâle du groupe pécryl. L'intensité de la couleur est inversement proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons [66].

Brièvement, une solution de 0,4 mM de DPPH préparée dans le méthanol et 160  $\mu$ l de cette solution ont été ajoutés à 40  $\mu$ l d'échantillon dilué dans des solutions de méthanol à des concentrations différentes. 30 minutes plus tard, l'absorbance a été mesurée à 517 nm. Le BHT et l' $\alpha$ -tocophérol ont été utilisés comme normes antioxydantes, pour la comparaison de l'activité avec les extraits utilisés. La faible valeur d'absorbance de la réaction du mélange indique une activité de piégeage des radicaux libres supérieures [67]. La capacité à piéger le radical DPPH a été calculée selon l'équation suivante :



**Figure 16: Test de DPPH : ( DPPH +JUS PUR = changement de couleur ) .  
(Benatia et Bouhachicha, 2022).**

#### 4.5.2. Test d'ABTS

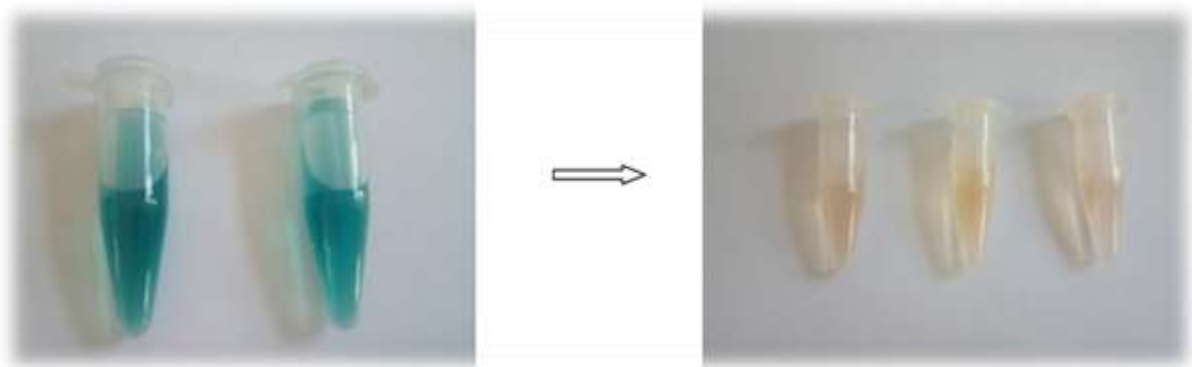
La méthode du radical ABTS est l'un des tests les plus utilisés pour la détermination de la concentration des radicaux libres. Il est basé sur la neutralisation d'un radical cation résultant de la mono-électronique oxydation du chromophore synthétique 2,2'- azino-bis (3 éthylbenzothiazoline -6- sulfonique acide) (ABTS $\bullet$ ). ABTS $\bullet$  ABTS $^{++}e^-$ . Ce réactif de couleur bleu est reconverti en forme neutre incolore. La réaction peut être suivie par spectrophotométrie. Ce test est souvent désigné sous le nom de Capacité Antioxydants en Equivalent Trolox (TEAC). La réactivité des différents antioxydants testés est comparée à

## CHAPITRE III : Matériels et méthodes

---

celle du Trolox, qui est un analogue hydrosoluble de la Vitamine E (**Lassemar et Tair, 2019**).

Les deux produits, l'ABTS et le persulfate de potassium  $K_2S_2O_8$ , en solution aqueuse sont mélangés et mis à l'abri de la lumière pendant 12 à 16H. L'absorbance de la solution ainsi obtenue est ajustée par de l'éthanol ou  $H_2O$  à  $0.700 \pm 0.020$  à 734 nm avant l'usage. (ABTS+)  $\rightarrow$  19,2 mg (7 mM) ABTS + 5 ml  $H_2O$  + 3,3 mg (2.45 mM)  $K_2S_2O_8$  +5 ml  $H_2O$ , attendre 16 heures à l'abri de la lumière (M de l'ABTS = 548,68 g / mol, M du  $K_2S_2O_8$  = 270,32 g / mol) (**Lassemar et Tair, 2019**). La mesure de l'absorbance de l'ABTS avec le spectrophotomètre.



**Figure 17: Test ABTS : Changement de la couleur. (Benatia et Bouhachicha, 2022).**

## Chapitre IV : Résultats et discussion

Dans ce chapitre, les différents résultats obtenus sont présentés.

Les paramètres mesurés lors des analyses physico-chimiques du produit fini sont : l'extrait sec soluble (Brix), le pH, l'acidité triturable, les polyphénols totaux, le pouvoir antioxydant. Nos résultats sont présentés dans les Tableaux respectivement.

Tableau 1: Les résultats des analyses physicochimiques de jus de figue de barbarie.

	Les valeurs
<b>pH</b>	<b>6,29</b>
<b>Acidité</b>	<b>1,125</b>
<b>Brix</b>	<b>ATC=9.3</b>

Concernant le pH, nous avons obtenus 6.29 ; pour l'acidité 1,125g/L ; et pour le Brix ATC=9,3

### 1. Evolution du pH

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit affronter pour assurer sa prolifération (Sadler et Murphy, 2010). Ainsi, le Codex Alimentarius recommande dans ce cas une valeur de pH.

Le pH de l'extrait de fruit d'*Opuntia ficus indica* est légèrement acide. Il est de 6,29. Nos résultats concordent avec ceux de (Pimienta. 1994) [68] .qui ont travaillé sur les variétés de *Opuntia spp.* Du Mexique et de l'Argentine, ont trouvés que les valeurs de pH sont entre 6,4 et 7,1. Par contre (Asma *et al.*, 2017).[69]. Qui ont travaillé sur les variétés de l'Algérie, et ils ont **trouver**  $5,54 \pm 0.012$ . Ce c'est peut être des a la maturation des fruits a la variété.

Cette limite de pH peut favoriser la multiplication des levures et moisissures et Parallèlement freine le développement des bactéries à l'exception des acidophiles [70]

### 2. Acidité triturable

Alors que la teneur totale en acide de nos variétés est très juteuse 1, 125 est presque identique à L'acidité d'autres fruits comme l'orange (1,13%), fraise (1,05%), abricot (1,40%) et kiwi.[71]

### 3. Degré Brix

Le degré Brix désigne le taux de matière sèche soluble (TTS). Dans cette étude, le taux de brix trouvé pour la figue de barbarie est de 9,3 %. Cette valeur est identique à celle donnée par Bouzoubaà *et al.*, (2014) pour le cactus cultivé au Maroc.

Chougui *et al.*, 2013, signalent un Brix un peu élevé qui est de (12 à 17%) pour les figues de barbarie de la région de Bejaïa. Des valeurs aussi plus élevées sont rapportées pour les

variétés cultivées au Mexique et en Argentine, qui s'étendent de (11.86% à 16 %) (Felker et al., 2005 : Yahia et Mondragon-Jacobo, 2011).

### 4. Analyse phytochimique

**Tableau 2: Les résultats des analyses phytochimiques de jus de figue de babrbarie.**

Analyse	Les valeurs
<b>Polyphénole</b>	<b>2,15 mg EAG/g de jus</b>
<b>Flavonoïde</b>	<b>2,33 ER/g de jus de fruit</b>

Les résultats des analyses phytochimiques de notre jus de fruit sont mentionnés dans le tableau au dessus.

Concernent les polyphénole nous avons obtenu **2,15 mg= (2150 ug) EAG/g de jus** et les Flavonoïde **2, 33 mg= (2330) ug ER/g de jus de fruit**

Cependant Coria Cayupán et al. (2007) ont trouvé (54 à 112 mg /100 g de fruits frais d'Argentine) et (Chavez-Santoscoy et al. 2009) qui trouve dans des jus de figues de barbarie mexicaines allant de 55,4 à 226,3µg GAE/g de jus, largement inférieur de nos résultats.

### 4. Les analyses antioxydant

**Tableau 3: Les résultats des analyses antioxydant de jus de figue de babrbarie.**

Analyse	Les valeurs
<b>DPPH</b>	<b>IC<sub>50</sub>=8</b>
<b>ABTS</b>	<b>IC<sub>50</sub>=4</b>

Notre résultat le DPPH est : IC<sub>50</sub>=8, et la ABTS : IC<sub>50</sub>=4

Les résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus montrent que le jus de figue de barbarie présente un IC<sub>50</sub> de 8 µg/ml pour le DPPH et de 4 µg/ml, pour l'ABTS. Ces valeurs indiquent que le jus de figue de barbarie possède une excellente activité antioxydante, toutefois les valeurs du standard trolox utilisé sont les meilleurs (0,025 µg /ml). Nous remarquons que notre jus de fruit est doté d'une activité significative intéressante.

## Conclusion

---

Ce travail vise la caractérisation et la transformation de la figue de barbarie en jus

Les résultats les plus intéressants obtenus au terme de ce travail sont:

- L'évaluation du pouvoir antioxydant par les deux méthodes: DPPH et FRAP montre que le fruit possède une activité antioxydante intéressante. Ce qui lui ouvre de larges perspectives en industries agroalimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques. Le pouvoir antioxydant du fruit déterminé par le DPPH est  $IC_{50}=8$  et celui de la méthode ABTS est de  $IC_{50}=4$

La meilleure activité antioxydante est enregistrée pour l'extrait.

Le recours à la technologie de transformation de la figue de barbarie s'avère nécessaire afin de répondre parfaitement aux besoins socioéconomiques des régions arides et semi-arides.

A cette fin, il serait intéressant de faire les suggestions suivantes pour de futures études:

- Déterminer le profil en sucres, en fibres, en vitamines, en substances aromatiques et en polyphénols de la figue de barbarie;
- Extraire l'huile à partir des graines de la figue de barbarie et étudier le profil en acides gras pour mieux valoriser cette huile;
- Réaliser une étude économique sur le procédé de fabrication de la gelée et de la confiture élaborée.
- Essayer de transformer la figue de barbarie en d'autres produits alimentaires.

## Références bibliographiques

---

- [1] Cardador-Martínez, A., Jiménez-Martínez, C., & Sandoval, G. (2011). Revalorization of cactus pear (*Opuntia* spp.) wastes as a source of antioxidants. *Food Science and Technology*, 31, 782-788.
- [2] Anaya-Pérez, M. A., & Bautista-Zane, R. (2008). El nopal forrajero en México: del siglo XVI al siglo XX. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 5(2), 167-183.
- [3] Callejas-Juárez, N., Matus-Gardea, J. A., García-Salazar, J. A., Martínez-Damián, M. Á., & Salas-González, J. M. (2009). Situación actual y perspectivas de mercado para la tuna, el nopalito y derivados en el Estado de México, 2006. *Agrociencia*, 43(1), 73-82.
- [4] Arba, M. (2009, May). Le cactus opuntia une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. In *Actes du Symposium International AGDUMED-durabilité des systèmes de culture en zone méditerranéenne et gestion des ressources en eau et en sol* (pp. 14-16). Rabat: Cana Print.
- [5] Cherif E. 2016. Figue de barbarie : Un cactus source de richesse. L'essentielle de l'agroalimentaire et de l'agriculture N°100. Agro ligne.68p
- [6] <http://www.algex.dz/> produit d'avenir à l'export Création La figue de barbarie : 8 Octobre 2008
- [7] Ramirez, J. L., Hampton, A., & Du, X. (2022). Examining the consumer view of refreshing perception, relevant fruits, vegetables, soft drinks, and beers, and consumer age and gender segmentations. *Food Science & Nutrition*.
- [8] ANNONYME, 2017: le marché des boissons sans alcool.<http://www.agroligne.com>.
- [9] BOIRON A., ARVAULT G. (2008) Boissons montées en gamme. ed., La revue de l'industrie agroalimentaire Algérie, pp 29.
- [10] ANNONYMEb, 2017: Panorama des industries agro-alimentaires. <http://www.agriculture.gouv.fr>
- [11] MOURAD. (2003) La production d'eau minérale en Algérie en hausse.[www.algeriedz.com](http://www.algeriedz.com).
- [12] NORME GÉNÉRALE POUR LES JUS ET LES NECTARS DE FRUITS (CODEX STAN 247-2005)
- [13] Ruxton, C. H., Gardner, E. J., & Walker, D. (2006). Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. *International journal of food sciences and nutrition*, 57(3-4), 249-272.
- [14] Bhardwaj, R. L., Nandal, U., Pal, A., & Jain, S. (2014). Bioactive compounds and medicinal properties of fruit juices. *Fruits*, 69(5), 391-412.
- [15] Wills, R. B. H., Miller, J. B., & Matawie, K. M. (1998). Relationship between glycaemic index and nutrient composition of fruit and vegetables. *International Journal of Food Properties*, 1(2), 89-94.
- [16] Landon, S. (2007). Fruit juice nutrition and health. *Food Australia*, 59(11), 533-538.
- [17] Díaz-García, M. C., Obón, J. M., Castellar, M. R., Collado, J., & Alacid, M. (2013). Quantification by UHPLC of total individual polyphenols in fruit juices. *Food chemistry*, 138(2-3), 938-949.
- [18] Ruxton, C. H., Gardner, E. J., & Walker, D. (2006). Can pure fruit and vegetable juices protect against cancer and cardiovascular disease too? A review of the evidence. *International journal of food sciences and nutrition*, 57(3-4), 249-272.
- [19] Frikke-Schmidt, H., & Lykkesfeldt, J. (2009). Role of marginal vitamin C deficiency in atherogenesis: in vivo models and clinical studies. *Basic & clinical pharmacology & toxicology*, 104(6), 419-433.
- [20] Dennison, B. A., Rockwell, H. L., & Baker, S. L. (1997). Excess fruit juice

- consumption by preschool-aged children is associated with short stature and obesity. *Pediatrics*, 99(1), 15-22.
- [21] Bhardwaj, R. L., & Mukherjee, S. (2011). Effects of fruit juice blending ratios on kinnow juice preservation at ambient storage condition. *African Journal of Food Science*, 5(5), 281-286.
- [22] Madrigal-Santillán, E., García-Melo, F., Morales-González, J. A., Vázquez-Alvarado, P., Muñoz-Juárez, S., Zuñiga-Pérez, C., ... & Hernández-Ceruelos, A. (2013). Antioxidant and anticlastogenic capacity of prickly pear juice. *Nutrients*, 5(10), 4145-4158.
- [23] Griffith, M. P. (2004). The origins of an important cactus crop, *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae): new molecular evidence. *American Journal of Botany*, 91(11), 1915-1921.
- [24] Barbera, G., Carimi, F., & Inglese, P. (1992). Past and present role of the Indian-fig prickly-pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, Cactaceae) in the agriculture of Sicily. *Economic botany*, 46(1), 10-20.
- [25] Le Houérou, H. N. (1996). The role of cacti (*Opuntiaspp.*) in erosion control, land reclamation, rehabilitation and agricultural development in the Mediterranean Basin. *Journal of Arid Environments*, 33(2), 135-159.
- [26] Sipango, N., Ravhuhali, K. E., Sebola, N. A., Hawu, O., Mabelebele, M., Mokoboki, H. K., & Moyo, B. (2022). Prickly Pear (*Opuntia spp.*) as an Invasive Species and a Potential Fodder Resource for Ruminant Animals. *Sustainability*, 14(7), 3719.
- [27] Galdino, P. O., de Figueirêdo, R. M., Queiroz, A. J. D. M., Galdino, P. O., & Fernandes, T. K. D. S. (2016). Stability of cactus-pear powder during storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20, 169-173.
- [28] Torres-Ponce, R. L., Morales-Corral, D., Ballinas-Casarrubias, M. D. L., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2015). Nopal: semi-desert plant with applications in pharmaceuticals, food and animal nutrition. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(5), 1129-1142.
- [29] Flores-Hernández, A., Murillo-Amador, B., Rueda-Puente, E. O., Salazar-Torres, J. C., García-Hernández, J. L., & Troyo-Diéguez, E. (2006). Reproducción de cochinilla silvestre *Dactylopius opuntiae* (Homóptera: Dactylopiidae). *Revista mexicana de biodiversidad*, 77(1), 97-102
- [30] Cardador-Martínez, A., Jiménez-Martínez, C., & Sandoval, G. (2011). Revalorization of cactus pear (*Opuntia spp.*) wastes as a source of antioxidants. *Food Science and Technology*, 31, 782-788.
- [31] Jorge, P., & Troncoso, L. (2016, April). Capacidad antioxidante del fruto de la *Opuntia apurimacensis* (ayrampo) y de la *Opuntia ficus-indica* (tuna). In *Anales de la Facultad de Medicina* (Vol. 77, No. 2, pp. 105-109). UNMSM. Facultad de Medicina.
- [32] Paiuc, E. (2017). Market analysis of Prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) production in Cochabamba, Bolivia. *Bern University of Applied Sciences*.
- [33] Mayer, J. A., & Cushman, J. C. (2019). Nutritional and mineral content of prickly pear cactus: A highly water-use efficient forage, fodder and food species. *Journal of Agronomy and Crop science*, 205(6), 625-634.
- [34] Todaro, M., Alabiso, M., Di Grigoli, A., Scatassa, M. L., Cardamone, C., Mancuso, I., ... & Bonanno, A. (2020). Prickly pear by-product in the feeding of livestock ruminants: Preliminary investigation. *Animals*, 10(6), 949.
- [35] Beltrão, E. S., de Azevedo Silva, A. M., de Moura, J. F. P., de Oliveira, J. P. F.,

## Références bibliographiques

---

- Oliveira, R. L., Dias-Silva, T. P., & Bezerra, L. R. (2021). Effect of different blend levels of spineless cactus and Mombasa hay as roughage on intake, digestibility, ingestive behavior, and performance of lambs. *Tropical Animal Health and Production*, 53(1), 1-7.
- [36] Kamble, S. M., Debaje, P. P., Ranveer, R. C., & Sahoo, A. (2017). Nutritional importance of cactus: A review. *Trends in Biosciences*, 10(37), 7668-7677.
- [37] Tegegne, F., Kijora, C., & Peters, K. J. (2007). Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. *Small Ruminant Research*, 72(2-3), 157-164.
- [38] Misra, A. K., Mishra, A. S., Tripathi, M. K., Chaturvedi, O. H., Vaithyanathan, S., Prasad, R., & Jakhmola, R. C. (2006). Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. *Small Ruminant Research*, 63(1-2), 125-134.
- [39] Costa, R. G., Beltrão Filho, E. M., de Medeiros, A. N., Givisiez, P. E. N., do Egypto, R. D. C. R., & Melo, A. A. S. (2009). Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. *Small Ruminant Research*, 82(1), 62-65.
- [40] El-Mostafa, K., El Kharrassi, Y., Badreddine, A., Andreoletti, P., Vamecq, J., El Kebbaj, M. H. S., ... & Cherkaoui-Malki, M. (2014). Nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. *Molecules*, 19(9), 14879-14901.
- [41] Sáenz-Hernández, C. (1995). Food manufacture and by-products. In: Barbera, G., Inglese, P., and E. Pimienta-Barrios (Eds) *Agro-ecology, cultivation and uses of cactus pear*. FAO Plant Production and Protection Paper 132: 137-143.
- [42] Sepúlveda, E., C. Sáenz, and M. Alvarez (2000). Physical, chemical and sensory characteristics of dried fruit sheets of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) and quince (*Cydonia oblonga* Mill.). *Italian Journal of Food Science* 1: 47-54
- [43] Sáenz, C. (2000). Processing technologies: an alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *Journal of Arid Environments* 46: 209-225.
- [44] Stintzing, F.C., Schieber, A. and R. Carle (2000). Cactus pear – a promising component of functional food. *Obst-, Gemüse- und Kartoffelverarbeitung/Fruit, Vegetable and Potato Processing* 85: 40-47.
- [45] Stintzing, F.C., Herbach, K.M., Moßhammer, M.R., Carle R., Yi, W.E., Sellappan, S., Akoh, C.C., Bunch, R., and P. Felker (2005). Color, betalain pattern and antioxidant properties of cactus pear (*Opuntia* sp.) clones. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 442-451
- [46] Castellar, M.R., Obón, J.M., Alacid, M., and J.A. Fernández-López (2003). Color properties and stability of betacyanins from *Opuntia* fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 2772-2776.
- [47] Kaur, M., Kaur, A., & Sharma, R. (2012). Pharmacological actions of *Opuntia ficus indica*: A Review. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2(7), 15-18.
- [48] Donaldson, M. S. (2004). Nutrition and cancer: a review of the evidence for an anti-cancer diet. *Nutrition journal*, 3(1), 1-21.
- [49] Zou, D. M., Brewer, M., Garcia, F., Feugang, J. M., Wang, J., Zang, R., ... & Zou, C. (2005). Cactus pear: a natural product in cancer chemoprevention. *Nutrition*

## Références bibliographiques

---

- journal*, 4(1), 1-12.
- [50] De Palo, G., Mariani, L., Camerini, T., Marubini, E., Formelli, F., Pasini, B., ... & Veronesi, U. (2002). Effect of fenretinide on ovarian carcinoma occurrence. *Gynecologic oncology*, 86(1), 24-27.
- [51] Ahmad, A., Davies, J., Randall, S., & Skinner, G. R. B. (1996). Antiviral properties of extract of *Opuntia streptacantha*. *Antiviral research*, 30(2-3), 75-85.
- [52] Park E.H., J.H. Kahng S.H. Lee & K.H. Shin: An antiinflammatory principle from cactus. *Fitoterapia* 72, 288-90 (2001)
- [53] Lee, E. B., Hyun, J. E., Li, D. W., & Moon, Y. I. (2002). Effects of *Opuntia ficus-indica* var. *Saboten* stem on Gastric damages in rats. *Archives of pharmacal research*, 25(1), 67-70.
- [54] Cicero, A. F. G., Derosa, G., & Gaddi, A. (2004). What do herbalists suggest to diabetic patients in order to improve glycemic control? Evaluation of scientific evidence and potential risks. *Acta diabetologica*, 41(3), 91-98.
- [55] Galati, E. M., Tripodo, M. M., Trovato, A., d'Aquino, A., & Monforte, M. T. (2003). Biological activity of *Opuntia ficus indica* cladodes II: Effect on experimental hypercholesterolemia in rats. *Pharmaceutical Biology*, 41(3), 175-179.
- [56] Ennouri, M., Fetoui, H., Bourret, E., Zeghal, N., & Attia, H. (2006). Evaluation of some biological parameters of *Opuntia ficus indica*. 1. Influence of a seed oil supplemented diet on rats. *Bioresource Technology*, 97(12), 1382-1386.
- [57] Sáenz C., Sepúlveda E. & Matsuhira, B. 2004a. *Opuntia* spp. mucilage's: a functional component with industrial perspectives. *J. Arid Environ.* 57 (3): 275–290. Toxicologie de l'*Opuntia ficus indica*
- [58] De Smet PA (2002) Herbal remedies. *N Engl J Med* 347: 2046-2056.
- [59] Gagnier, J. J., DeMelo, J., Boon, H., Rochon, P., & Bombardier, C. (2006). Quality of reporting of randomized controlled trials of herbal medicine interventions. *The American journal of medicine*, 119(9), 800-e1.
- [60] Kleiner, O., Cohen, Z., & Mares, A. J. (2002). Low colonic obstruction due to *Opuntia ficus indica* seeds: The aftermath of enjoying delicious cactus fruits. *Acta Paediatrica, International Journal of Paediatrics*, 91(5), 606-607.
- [61] Chougui, N. (2014). *Caractérisation physico-chimique et évaluation du pouvoir antioxydant de variétés de figues de barbarie (Opuntia ficus-indica L.) de Bejaia*. Université de Bejaia, Bejaia
- [62] Friedrich, J. E. (2001). Titratable Activity of Acid Tastants, In *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. Ed John Wiley & Sons, Inc. pp 1-6.
- [63] Reid, D. S. (2003). Traditional Indirect Methods for Estimation of Water Content: Measurement of °Brix. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, University of California at Davis Davis, California. pp 141-145.
- [64] Alamed, J., Chaiyasit, W., McClements, D. J., & Decker, E. A. (2009). Relationships between free radical scavenging and antioxidant activity in foods. *Journal of agricultural and food chemistry*, 57(7), 2969-2976
- [65] Lin, J. Y., & Tang, C. Y. (2007). Determination of total phenolic and flavonoid contents in selected fruits and vegetables, as well as their stimulatory effects on mouse splenocyte proliferation. *Food chemistry*, 101(1), 140-147.
- [66] Sánchez-Moreno, C. (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food science and technology international*, 8(3), 121-137.

## Références bibliographiques

---

- [67] Bensouici, F., Souier, T., Dakhel, A. A., Iratni, A., Tala-Ighil, R., & Bououdina, M. (2015). Synthesis, characterization and photocatalytic behavior of Ag doped TiO<sub>2</sub> thin film. *Superlattices and Microstructures*, 85, 255-265.
- [68] (Pimienta-Barrios, E. (1994). Prickly pear (*Opuntia* spp.): a valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. *Journal of Arid Environments*, 28(1), 1-11.)
- [69] Asma, T., Bariza, Z., & Yassine, N. (2017). Algerian prickly pear (*Opuntia ficus-indica* L.) physicochemical characteristics. *International Journal of Scientific Research*, 5, 14-17.
- [70] Mert, M. (2010). *Effect of high hydrostatic pressure on microbial load and quality parameters of grape juice* (Master's thesis, Middle East Technical University).
- [71] Souci, S. W., Fachmann, W., & Kraut, H. (1994). Food composition. Tables of nutrition values.
- [72] Bouzoubaa Z, Essoukrati Y, Tahrouch S, Hatimi A, Gharby S, Harhar H, 2014. Phytochemical study of prickly pear from southern Morocco. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*. les technologies de laboratoires, 8, N°34.
- [73] Chougui N, Louaileche H, Mohedeb S, Mouloudj Y, Hammoui Y and Tamendjari A, 2013. Physico-chemical characterization and antioxidant activity of some *Opuntia ficus-indica* varieties grown in North Algeria. *African Journal of Biotechnology* Vol. 12(3), pp. 299-307
- [74] Felker, P.; Rodriguez, S. ; Casoliba, R.M. ; Filippini, R. ; Medina, D. et Zapata, R. 2005. Comparison of *Opuntia ficus-indica* varieties of Mexican and
- [75] Yahia E.M., & Mondragon-Jacobo C. 2011. Nutritional components and antioxidants capacity of ten cultivars and lines of cactus pear fruit (*Opuntia* spp.). *Food Research International*, 44, 2311-2318.
- [76] Coria Cayupán, Y., Ochoa, M. J., & Nazareno, M. A. (2007). Health-promoting substance contents and antioxidant properties of *Opuntia* sp. fruits from Sxantiago del Estero, Argentina. In *Proceedings of the VI International Congress on Cactus pear and Cochineal, Brazil*.
- [77] Chavez-Santoscoy, R. A., Gutierrez-Urbe, J. A., & Serna-Saldívar, S. O. (2009). Phenolic composition, antioxidant capacity and in vitro cancer cell cytotoxicity of nine prickly pear (*Opuntia* spp.) juices. *Plant Foods for Human Nutrition*, 64(2), 146-152.

## Résumé

En Algérie, la production d'*Opuntia ficus-indica* est importante. Ce fruit saisonnier est une caractéristique des régions arides et semi arides. Compte tenu de sa haute teneur en antioxydants, il a une excellente valeur nutritionnelle. L'objectif de cette recherche est l'étude de la Valorisation de jus de figue de barbarie *Opuntia ficus-Indica* de la région d'El Tarf (Algérie). En premier lieu, nous avons effectué des analyses physico-chimiques sur le jus de figue de barbarie puis des analyses phytochimiques ainsi qu'un analyse antioxydant.

Les résultats de cette étude expérimentale sont comparés à ceux de la même espèce provenant d'autres régions du monde. un pH de 6.29 et un Brix de 9.3 une acidité de 1.125 La quantité quantitative des composés phénoliques de Polyphénole est 2,15 mg EAG/g de jus Et de flavonoïde égale 2,33 ER/g de jus de fruit ainsi qu'un analyse antioxydant obtinent de DPPH de  $IC_{50}=8$  et de ABTS égalé  $IC_{50}=4$

**Mots-clés :** *Opuntia ficus-indica*, caractéristiques morphologiques, caractérisation physico-chimique, polyphénols, activité antioxydante, DPPH.

## Abstract

In Algeria, the production of *Opuntia ficus-indica* is important. This seasonal fruit is a characteristic of arid and semi-arid regions. Due to its high antioxidant content, it has an excellent nutritional value. The objective of this research is the study of the Valorization of prickly pear juice *Opuntia ficus-Indica* from the region of El Tarf (Algeria). First, we conducted physico-chemical analysis on the juice of prickly pear, then phytochemical analysis and antioxidant analysis.

The results of this experimental study are compared with those of the same species from other regions of the world. A pH of 6.29 and a Brix of 9.3 an acidity of 1.125 The quantitative quantity of phenolic compounds of Polyphenol is 2.15 mg EAG/g of juice And of flavonoid equals 2.33 ER/g of fruit juice as well as antioxidant analysis obtained DPPH of  $IC_{50}=8$  and ABTS equals  $IC_{50}=4$ .

**Keywords :** *Opuntia ficus-indica*, morphological characteristics, physicochemical characterization, polyphenols, antioxidant activity, DPPH

## الملخص

في الجزائر ، يعتبر إنتاج *Opuntia ficus-indica* أمراً مهماً. هذه الفاكهة الموسمية هي سمة من سمات المناطق القاحلة وشبه القاحلة. نظراً لاحتوائه على نسبة عالية من مضادات الأكسدة ، فإنه يتمتع بقيمة غذائية ممتازة. الهدف من هذا البحث هو دراسة تثمين عصير التين الشوكي *Opuntia ficus-Indica* من منطقة الطرف الجزائري). أولاً ، أجرينا تحليلاً فيزيائياً كيميائياً لعصير التين الشوكي ، ثم التحليل الكيميائي النباتي وتحليل مضادات الأكسدة.

تمت مقارنة نتائج هذه الدراسة التجريبية بنتائج نفس النوع من مناطق أخرى من العالم. درجة حموضة 6.29 و Brix 9.3 درجة حموضة 1.125 الكمية الكمية للمركبات الفينولية للبوليفينول 2.15 مجم / EAG جم من العصير وفلافونويد تساوي 2.33 ER / جم من عصير الفاكهة بالإضافة إلى تحليل مضادات الأكسدة التي تم الحصول عليها DPPH  $IC_{50} = 8$  و ABTS يساوي  $IC_{50} = 4$

الكلمات المفتاحية *Opuntia ficus-indica* -، الخصائص المورفولوجية ، الخصائص الفيزيائية والكيميائية ، البوليفينول ، النشاط المضاد للأكسدة ، DPPH.