

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة محمد البشير الابراهيمي برج بوعريش
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.
كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
قسم العلوم البيولوجية
Département des Sciences Biologiques

Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : sciences alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Intitulé

**Essai d'amélioration de la stabilité d'un jus de figue de
barbarie non pasteurisé**

Présenté par :

- ✓ ALI MEHANNI Chaima
- ✓ BRAHIMI Meriem

Devant le jury :

Mme BENBOUGUERRA Nawel	MCB	Université de BBA	Président
Mr TOUATI Nouredine	MCA	Université de BBA	Encadrant
Mr BENYOUCEF Nabil	MCB	Université de BBA	Examineur

Année universitaire : 2020/2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord le bon Dieu de nous avoir donné le courage et la volonté d'achever ce travail. Dieu merci pour la santé, et le courage qui nous ont accompagnés durant le cursus universitaire.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés à la présidente de jury Mme BENBOUGEURRA Nawel.

Nous tenons particulièrement à adresser nos remerciement les plus vifs à notre encadreur Mr TOUATI Nouredine de nous avoir proposé ce thème et de nous guider tout au long de son élaboration malgré ses occupations. Merci pour ses précieux conseils et sa patience.

Nos vifs remerciement vont également à Mr BENYOUCEF Nabil pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail, et de l'enrichir par leurs propositions.

A Mme SAKHRAOUI Amira de nous avoir aidé à réaliser ce travail.

Nous remercions les responsables et les techniciens du laboratoire de l'université Mohammed El Bachir El Ibrahimi qui ont été disponibles pour nous donner un petit coup de main et beaucoup d'encouragement spécialement à « Mr Khalil » responsable de laboratoire phytopathologie.

Enfin, nos remerciements s'adressent à tous les enseignants et à toutes personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A celle qui est mon exemple de la réussite, que j'ai tant aimée et respectée, qui m'a donné de l'amour ; de la tendresse et de la force, ma très chère mère ; que Dieu te protège et te prête une longue et heureuse vie.

A mon très cher père, pour son amour, ses sacrifices et son soutien dans mes échecs et mes réussites. Que Dieu le procure bonne santé et longue vie.

A mes chers frères : Salaheddine et sa femme Sara, Walid et sa femme Meriem, Zakaria et sa femme Basma.

A ma très chère sœur Imane et son époux Fathi.

A mes neveux : Moukim, Mohammed, Younes, Adem.

A mes nièces : Houyam, Chahd.

A toute la famille BRAHIMI et HAMMA.

A mes meilleurs copines : Imane, Zahra, Mebarka, Sonia et Mouna et bien sûr à mon binôme Chaima et toute sa famille.

A mon soutien morale et source de joie et de bonheur Aymen

A mes chers professeurs et toute la promotion QPSA (2020-2021).

Meriem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoirs, à la source d'amour incessible, à la mère des sentiments fragiles qui ma bénie par ses prières,

Ma belle maman Hadjira.

A mon support dans ma vie, qui m'a appris, m'a supporté et m'a dirigé vers la gloire,

Mon cher père Ammar.

A mes chers frères : Hamza et Bilal et ma jolie sœur : Maroua, source de joie et bonheur

A toute ma famille ALI MEHANNI et SAADAOUI et AGOUNE spécialement mes amours :

Imane et Fatom

A mon cher mari Adel qui m'a aidé et encouragé à terminer mon travail, merci pour votre soutien.

A mes meilleurs copines : Imane, Zahra, Sonia, Mona et bien sûr à mon binôme Meriem et toute sa famille.

A mes chers professeurs et toute la promotion QPSA (2020-2021).

Chaima

Table de matière

I. Matériels et méthodes	3
I.1. Préparation des échantillons	3
I.2. Suivi des paramètres physico-chimiques	3
I.2.1. Potentiel d'hydrogène.....	3
I.2.2. Acidité titrable	3
I.2.3. Degré de Brix.....	4
I.2.3. Indice de brunissement	4
I.3. Détermination des substances antioxydantes.....	4
I.3.1. Composés phénoliques totaux.....	4
I.3.2. Flavonoïdes totaux	4
I.4. Evaluation de l'activité antioxydante.....	5
I.4.1. Activité anti radicalaire (test DPPH).....	5
I.4.2. Pouvoir réducteur	5
I.5. Analyses microbiologiques	5
I.5.1. Préparation des dilutions	5
I.5.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	5
I.5.3. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	6
I.6. Analyse statistique	6
II. Résultats et discussion	7
II.1. Evolution des paramètres physico-chimiques	7
II.1.1. Potentiel d'hydrogène	7
II.1.2. Acidité titrable	8
II.1.3. Degré de Brix	9
II.1.4. Indice de brunissement.....	10
II.2. Evolution de la teneur en antioxydants	11
II.2.1. Composés phénoliques totaux	11
II.2.2. Flavonoïdes totaux	13
II.3. Evolution de l'activité antioxydante.....	14
II.3.1. Activité anti-radicalaire.....	14
II.3.2. Pouvoir réducteur.....	16
II.4. Analyses microbiologiques	17
II.4.1. Coliformes totaux	18
II.4.2. Coliformes fécaux.....	19
Conclusion	20

Liste des figures

Figure 1 : Evolution du pH du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichie (b) au cours de la conservation	8
Figure 2 : Evolution de l'acidité titrable du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichie (b) au cours de la conservation	9
Figure 3 : Evolution du degré brix du jus de figue de barbarie enrichi (a) et non enrichie (b) au cours de la conservation	10
Figure 4 : Evolution de l'indice de brunissement du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichie (b) au cours de la conservation	11
Figure 5 : Evolution de la teneur en CPT des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation	12
Figure 6 : Evolution de la teneur en Flavonoïdes totaux de jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation	14
Figure 7 : Evolution des valeurs du pouvoir réducteur des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation	15
Figure 8 : Evolution des valeurs du pouvoir réducteur des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation	16

Liste des tableaux

Tableau I : Résultats de l'analyse microbiologique du jus non enrichie	17
Tableau II : Résultats de l'analyse microbiologique du jus enrichie.....	18

Liste des abréviations

AA : Activité Antioxydante

BI : Browning index

Cpt : Composés phénoliques totaux

DPPH :Radical 2,2-Diphényle-1-Picrylhydrazyl.

EAG : Equivalent acide galique

EQ : Equivalent quercitine

OFI : *Opuntia ficus indica*

pH : Potentiel hydrogène

Pr : Pouvoir réducteur

UFC : Unité Formant Colonie

VRBG :Violet Red Bile Glucose Agar

Introduction

L'importance des fruits en matière de nutrition, de santé et d'économie, n'est plus à démontrer. Ce sont eux, avec les légumes, qui transportent le mieux les vitamines, les minéraux, les fibres alimentaires, les antioxydants et autres substances bioactives. Outre ces éléments, les fruits fournissent également des glucides, des protéines et des calories en assez grande quantité. Par conséquent, les fruits comme les légumes jouent un rôle important dans notre alimentation quotidienne, et il est conseillé d'en prendre au moins cinq portions par jour.

Opuntia ficus indica (OFI), est une plante arborescente qui peut atteindre de 3 à 5 mètres de haut son organisation en cladodes, couramment appelés raquettes, est particulière. Elle est originaire des régions semi-arides des États-Unis du Mexique et de l'Amérique du sud (Schweizer, 1997 ; Noble, 2002). Sa culture est propagée sur d'autres continents grâce à sa capacité d'adaptations aux différentes conditions environnementales. En Algérie, OFI se développe sur le littoral méditerranéen et notamment dans les régions de la Kabylie ; mais sa culture est marginalisée, sa production est limitée et sa consommation reste saisonnière.

Outre les procédés de transformation ayant des effets délétères sur le potentiel antioxydant des fruits, les traitements thermiques (couramment utilisés pour la conservation des aliments) et la conservation provoquent aussi des modifications des propriétés physico-chimiques et des teneurs en substances bioactives qui se traduisent par des altérations des qualités organoleptiques, nutritionnelles et fonctionnelles (Touati . 2014 ; Barba et al., 2012 ; Mehinagic et al., 2011 ; Trost et al., 2008).

Plusieurs études ont été réalisées sur la pulpe et les graines de figue de barbarie à travers le monde ref. Cependant, à notre connaissance, il n'y a pas de travaux publiés sur le jus de figue de barbarie. Cette thématique vise à améliorer la stabilité du jus non pasteurisé de figue de barbarie par enrichissement de ce dernier avec de l'extrait sec de ses graines.

Le présent mémoire est organisé en :

- Revue de littérature, englobe les généralités sur la figue de barbarie, des notions sur les dérivés de fruits et les effets de leur entreposage.
- Partie expérimentale, englobe le matériel et les méthodes utilisés pour cette étude ainsi que les résultats et discussion, et enfin, une conclusion et perspectives.

Chapitre I

Matériels et méthodes

I. Matériels et méthodes

I.1. Préparation des échantillons

Les fruits ont été récoltés à Ain Hamra, wilaya de Bordj Bou Arréridj (Algérie) vers la fin du mois d'août 2020. Ces fruits ont été débarrassés de leurs épines, lavés, pelés puis malaxés avec un mélangeur électrique (SEB 500 Watt). Après avoir séparé les graines de la pulpe, cette dernière a été centrifugée (SIGMA 3-30KS) à 3000 rpm pendant 10 min. Le filtrat récupéré, constituant le jus, a été scindé en deux lots : Le premier lot a été enrichi avec l'extrait sec des graines de figue de barbarie (100 mg/l) préalablement préparés (données non présentées), tandis que le deuxième lot est considéré comme témoin. Les deux lots ont été stockés à 10, 20 et 30 °C. Les prélèvements pour analyse ont été effectués après 2, 4, 6, 8, 10 et 12 jours.

I.2. Suivi des paramètres physico-chimiques

I.2.1. Potentiel d'hydrogène

La mesure du potentiel d'hydrogène a été effectuée à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné.

I.2.2. Acidité titrable

La détermination de l'acidité titrable consiste à introduire dans un Bécher 10 ml d'échantillon (jus) avec quelques gouttes d'indicateur coloré (Phénolphthaléine 0,1% dans l'éthanol pure). Le mélange réactionnel est titré avec la solution NaOH 0,1N jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante. L'acidité a été calculée selon l'équation suivante :

$$AT (\%) = ((N_{NaOH} * C_b) / V_{\text{échantillon}}) * M_m_{\text{acide citrique}} / (3 * 10)$$

On divise par 3 parce que l'acide citrique est un triacide (nécessite trois molécules d'NaOH pour être neutralisé) ; alors que la division par 10 c'est dans le but d'exprimer les résultats par rapport à 100 ml.

I.2.3. Degré de Brix

Le degré brix traduit le taux de la matière sèche soluble dans une solution, il est mesuré avec un réfractomètre. Après avoir placé une goutte de jus sur la surface de la plaque en verre, la valeur indiquée représente le degré brix exprimé en %.

I.2.3. Indice de brunissement

L'indice de brunissement est déterminé selon la méthode rapportée par (Meydav *et al.*, 1977). Les échantillons sont centrifugés ($824 \times g$; $18\text{ }^{\circ}\text{C}$; 20 min); les surnageant récupérés sont dilués avec de l'éthanol (v/v) puis filtrés à travers du papier Whatman n° 2. L'absorbance est mesurée à 420 nm.

I.3. Détermination des substances antioxydantes

I.3.1. Composés phénoliques totaux

La teneur en composés phénoliques totaux (CPT) des échantillons de jus a été déterminée par la méthode utilisant le réactif Folin-Ciocalteu (Adesegun *et al.*, 2007). Un aliquote de 100 μl de jus dilué est mélangé avec 800 μl de Folin-Ciocalteu (10%) et 400 μl de carbonate de sodium (7%). Après 30 min d'incubation à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 760 nm contre le blanc. Le résultat est exprimé en mg équivalent d'acide gallique (EAG) par 100 ml de jus en se référant à la courbe d'étalonnage. ($R^2=0,9967$)

I.3.2. Flavonoïdes totaux

La teneur en flavonoïdes totaux des échantillons de jus a été déterminée par une méthode colorimétrique (Ayoola *et al.*, 2008). Un volume de 2 ml jus a été ajouté à 2,0 ml de réactif de trichlorure d'aluminium AlCl_3 (2% dans le méthanol pure). L'absorbance a été enregistrée à 420 nm après 10 min d'incubation à température ambiante contre le blanc. Le résultat est exprimé en mg équivalent quercitine (EQ) par 100 ml de jus en se référant à la courbe d'étalonnage. ($R^2=0,9819$)

I.4. Evaluation de l'activité antioxydante

I.4.1. Activité anti radicalaire (test DPPH)

L'activité anti radicalaire a été évaluée selon la méthode décrite par (**Brand-Williams *et al.*,1995**). Un volume de 200 µL d'échantillon est ajouté à 1 ml de solution méthanolique de DPPH (60 µM). L'absorbance est mesurée à 517 nm après 30 min d'incubation à température ambiante et à l'obscurité. Le résultat est exprimé en mg équivalent acide gallique (EAG) par 100 ml de jus en se référant à une courbe d'étalonnage. ($R^2=0,9762$)

I.4.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur ferrique est évalué selon la méthode décrite par **Oyaizu (1986)**. Un volume de 2,5 ml d'échantillon de jus est mélangé à 2,5 ml de tampon phosphate (0,2 M; pH 6,6) et 2,5 ml de ferricyanure potassium (1%). Après 20 min d'incubation à 50 °C, 2,5 ml de la solution d'acide trichloracétique (10%) sont ajoutés. Un volume de 2,5 ml du mélange réactionnel est dilué ? avec de l'eau distillée (v/v) puis additionné de 500 µL de solution chlorure ferrique (0,1%). L'absorbance est mesurée à 700 nm et le résultat est exprimé en mg équivalent d'acide gallique (EAG) par 100 mL de jus se référant à une courbe d'étalonnage. ($R^2=0,994$)

I.5. Analyses microbiologiques

I.5.1. Préparation des dilutions

A partir de la suspension mère (jus de la figue de barbarie), des dilutions décimales ont été réalisées dans les conditions aseptiques.

I.5.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Un volume de 1 ml d'échantillon a été mis dans des boites de pétri vides préparées à cet usage et numérotées. Ensuite environ 20 ml de milieu (VRBG) a été versé. faire des mouvements circulaires et de va et vient en forme de 8 pour permettre à l'inoculum de bien se mélanger à la gélose utilisée. Les essais ont été réalisés en duplicata. Une série de boites ont été incubée à 37°C, pendant 24 h. cela servira à la

recherche des coliformes totaux, l'autre série a été incubée à 44 °C, pendant 48 h pour la recherche des coliformes fécaux.

I.5.3. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

Aseptiquement, 1 ml de jus a été porté dans une boîte de pétri stérile et numéroté. Ensuite environ 15 ml de milieu (sabauraud) a été versé. L'homogénéisation du milieu avec l'échantillon a été faite par des mouvements en forme de 8. Les essais ont réalisés en duplicata. Les boîtes ont été incubées à 25°C pendant 05 jours.

I.6. Analyse statistique

Les résultats expérimentant à l'aide d'essai duplicata ($n = 3$) sont soumis à une analyse de la variance bi-factorielle. Les valeurs moyennes sont comparées à l'aide du test ppds de Fisher ($p < 0,05$). Toutes les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Infostat®.

Chapitre II

Résultats et discussion

II. Résultats et discussion

II.1. Evolution des paramètres physico-chimiques

Les paramètres mesurés lors des analyses physico-chimiques de jus de figue de barbarie non pasteurisé (enrichi et non enrichi) sont le pH, l'acidité titrable, l'extrait sec soluble (brix), l'indice de brunissement (IB).

II.1.1. Potentiel d'hydrogène

Les résultats du potentiel d'hydrogène de jus non enrichi et enrichi par l'extrait sec des graines de figues de barbarie ainsi que leur évolution au cours de stockage, sont représentés dans la **figure 1**.

D'après la figure 1, la valeur du potentiel d'hydrogène de jus de figue de barbarie est de 6 que ce soit pour le jus non enrichi et le jus enrichi. De ce fait, l'enrichissement n'a pas d'effet sur la valeur du potentiel d'hydrogène de jus préparé. Dans une étude, (**Riu-Aumatell et al.,2004**) ont rapporté des valeurs du potentiel d'hydrogène comprises entre 3,56 et 3,91% pour les nectars de poire. Durant la conservation, la valeur du pH du jus non enrichi et enrichi a diminué significativement ($p < 0,05$) après 2 jours à 20 et 30 °C. Au bout de 12 jours de conservation à 10, 20 et 30 °C, le Δ pH des échantillons non enrichi est respectivement 1,2 ; 2,6 et 2,8. Tandis que le Δ pH des échantillons enrichi est 0,8 ; 2,5 et 2,6.

L'analyse statistique a révélé une différence significative entre le jus conservé à 10°C avec ceux conservés à 20 et 30°C. Par ailleurs, une différence non significative a été observée entre les valeurs du pH de jus conservés à 20 et 30°C.

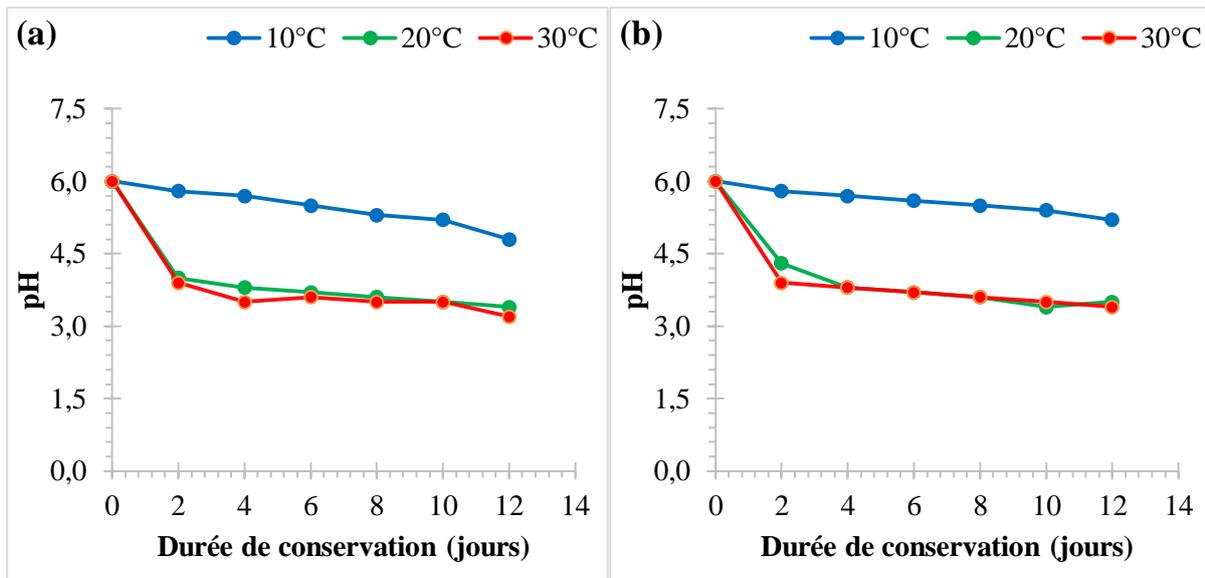


Figure 1: Evolution du pH du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichie (b) au cours de la conservation

II.1.2. Acidité titrable

L'acidité titrable est la mesure de la concentration totale des acides principalement l'acide citrique, l'acide lactique, l'acide tartrique et l'acide acétique dans un volume de jus (Sadler et Murphy, 2010).

Les résultats de l'acidité titrable de jus non enrichi et enrichi par l'extrait sec des graines de figues de barbarie ainsi que leur évolution au cours de stockage, sont représentés dans la figure 2.

D'après la figure 2, la valeur de l'acidité titrable pour le jus non enrichi est de 0,096% contre 0,16% pour le jus enrichi par l'extrait sec des graines de figue de barbarie. De ce fait, l'enrichissement a induit une augmentation de l'acidité titrable. Les présents résultats rentrent dans l'intervalle donné par (Feugang et al., 2006) qui a rapporté respectivement les valeurs de 0,078 et 0,055% pour les variétés récoltées dans différentes régions de Bejaia.

L'analyse statistique a révélé la présence d'une différence significative ($p < 0,05$) entre l'acidité titrable des jus conservés à différentes températures.

Au cours de la conservation à 20 et 30°C, les valeurs de l'acidité mesurée pour les jus préparés (non enrichi et enrichi) ont augmentés d'une manière remarquable

pour atteindre respectivement à la fin de la conservation les valeurs de 8,5 et 6,72 pour les jus non enrichi et 8,3 et 6,69 pour le jus enrichi. Concernant la conservation de jus à 10°C, l'augmentation de l'acidité titrable est plus ou moins faible dont les valeurs après une conservation prolongée est de 2,08 et 1,12% pour le jus non enrichi et enrichi, respectivement.

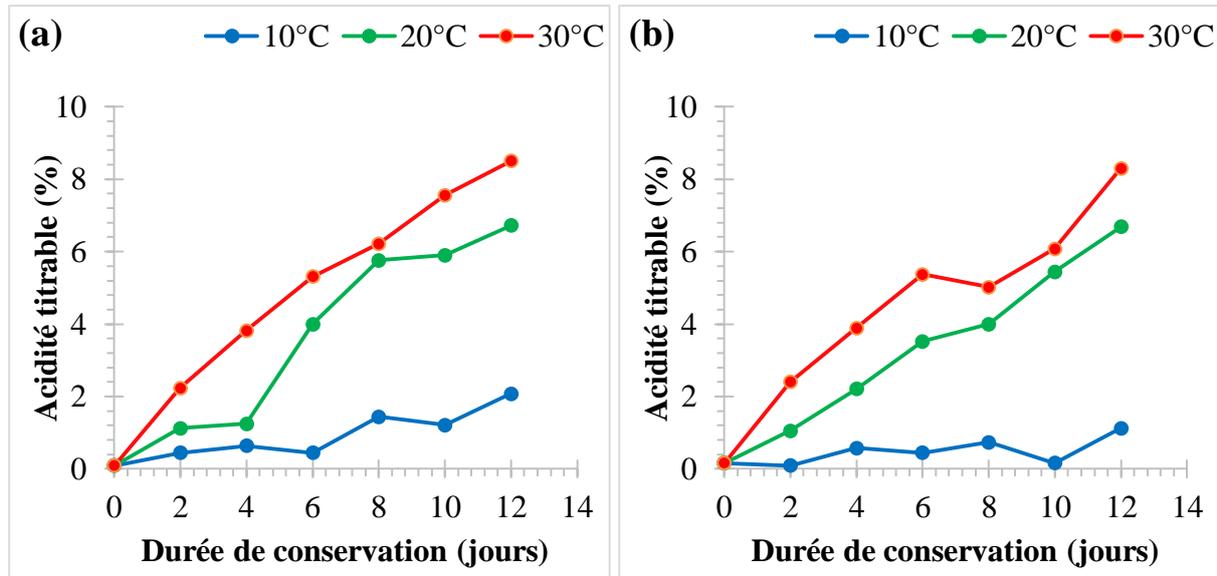


Figure 2 : Evolution de l'acidité titrable du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation

II.1.3. Degré de Brix

Le Brix indique le taux des sucres dans un jus, plus le brix est élevée plus l'échantillon est sucré.

Les résultats du degré brix de jus non enrichi et enrichi par l'extrait sec des graines de figues de barbarie ainsi que leur évolution au cours de stockage, sont représentés dans la **figure 3**.

La valeur du degré brix de jus non enrichi et enrichi est de 14,1%. De ce fait, l'enrichissement n'a pas induit une modification de la valeur de degré brix. Cette valeur rentre dans l'intervalle obtenu par (**Stintzing et al.,2002**) qui est de 10 à 17% pour les fruits de couleur jaune et orange et similaire à celle rapportée par (**Chougui et al.,2013**) qui est 15%.

D'après la figure 3, durant la conservation à 10, 20 et 30°C, les valeurs de degré de brix des deux jus (non enrichi et enrichi) ont diminuées pour atteindre respectivement les valeurs de 13,6 ; 13,0 et 12,2% pour le jus non enrichi et 13,5 ; 13,0 et 12,3% pour le jus enrichi.

L'analyse statistique a révélé que l'interaction durée-temperature de conservation n'a pas d'effet sur degré de brix au cours du stockage.

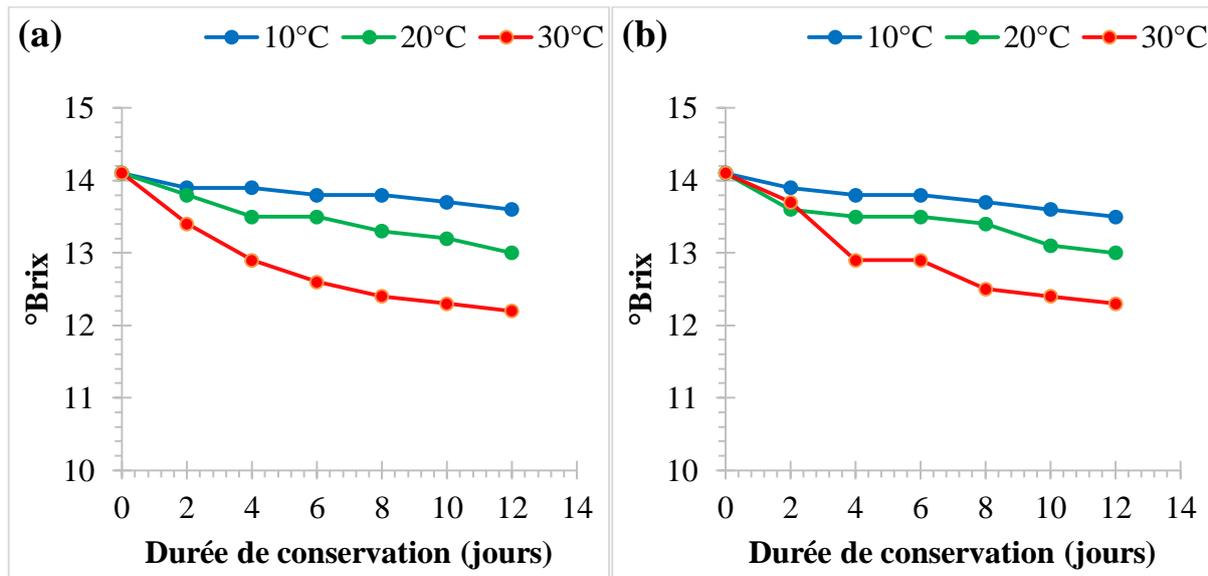


Figure 3 : Evolution du degré brix du jus de figue de barbarie enrichi (a) et non enrichi (b) au cours de la conservation

II.1.4. Indice de brunissement

Les résultats de l'indice de brunissement de jus non enrichi et enrichi par l'extrait sec des graines de figue de barbarie, ainsi que leur évolution au cours de stockage sont présentés dans la figure 4.

La valeur de l'indice de brunissement de jus non enrichi de la figue de barbarie est de 1,2 contre 0,756 pour le jus enrichi. De ce fait l'enrichissement a induit un ralentissement de brunissement. (Touati . 2014) ont rapporté des valeurs de 0,19, 0,29, 0,92 pour le nectar d'Orange, de poire et de raisin respectivement.

D'après la figure 4 durant la conservation à 10, 20 et 30°C les valeurs de l'indice de brunissement des deux jus sont augmenté de 1,508, 1,565, 1,902 pour le jus non enrichi et 1,519 ; 1,649 ; 1,691 pour le jus enrichi

L'analyse statistique a révélé la présence d'une différence significative ($p < 0,05$) entre l'indice de brunissement de jus conservés à différentes température.

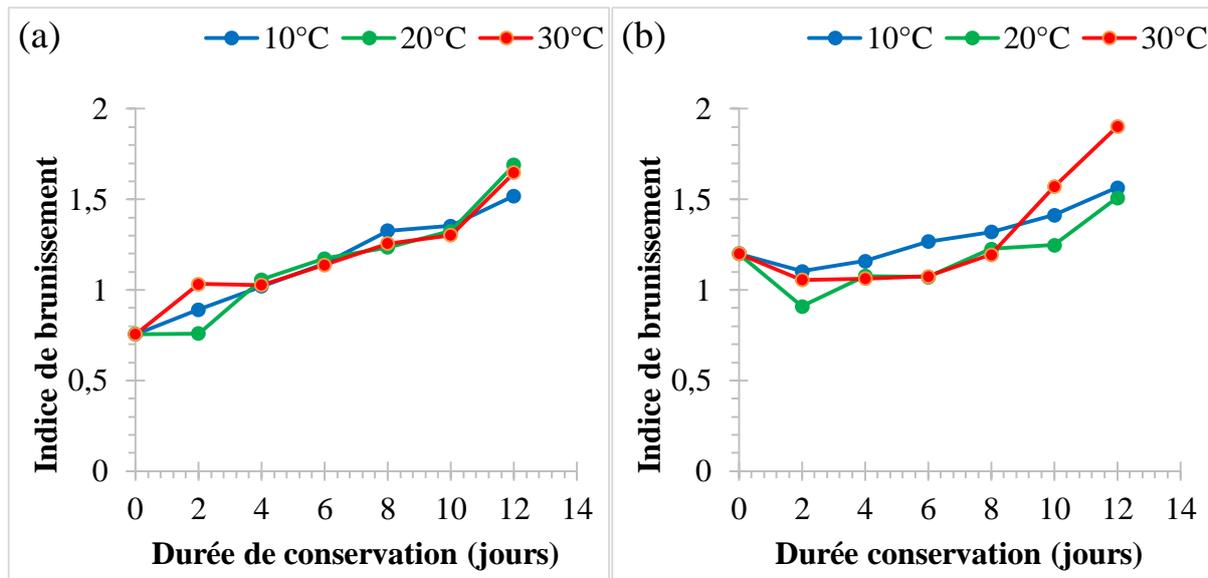


Figure 4 : Evolution de l'indice de brunissement du jus de figue de barbarie non enrichi (a) et enrichie (b) au cours de la conservation

II.2. Evolution de la teneur en antioxydants

II.2.1. Composés phénoliques totaux

Les composés phénoliques totaux, appelés dosage des métabolites secondaires font partie des principaux antioxydants des végétaux, à côté de la vitamine c, vitamine e et caroténoïdes.

Les résultats de la teneur en composés phénoliques totaux de jus non enrichi et enrichi par l'extrait sec des graines de figues de barbarie ainsi que leur évolution au cours de stockage, sont représentés dans la **figure 5**.

La teneur en composés phénoliques totaux de jus non enrichi de la figue de barbarie est de 88,39 mg EAG/100ml contre 133,3 mg EAG/100ml pour le jus enrichi. De ce fait, l'enrichissement a induit une augmentation de 50,80% du rendement en CPT. (Stella *et al.*, 2011) ont rapporté des teneurs en composés phénoliques totaux entre 26,3 et 54,2 mg EAG/100ml de nectars d'orange. (Martino *et al.*, 2013) et (Mullen *et al.*, 2007) ont rapporté respectivement des teneurs de 92 mg EAG/100ml de jus de raisin et 102 mg EAG/100ml de jus de raisin reconstitué. (Gardner *et al.*, 2000) ont noté des teneurs de 75,5 mg EAG/100ml de jus d'orange, 35,8 mg EAG/100ml de jus d'ananas et 33,9 mg EAG/100ml de jus de pomme.

L'analyse statistique a révélé une différence significative des teneurs en composés phénoliques totaux des jus analysés au seuil d'erreur de $p < 0,05$.

D'après la figure 5, la conservation de jus non enrichi à 10 et 20°C présente la même tendance de diminution en composés phénoliques totaux pour atteindre les valeurs de 84,05 et 70,09 mg EAG/100ml, respectivement. Pour le jus conservé à 30°C, une fluctuation a été notée ; une diminution durant les deux premiers jours de conservation, puis une stabilité jusqu'au sixième jour suivi d'une augmentation jusqu'au dixième jour puis une diminution pour atteindre la valeur de 73,42 mg EAG/100ml. Concernant le jus enrichi conservé aux différentes températures, l'allure de diminution des composés phénoliques est plus importante pour les jus conservés à 30°C suivi de ceux conservés à 20°C et enfin ceux conservés à 10°C pour atteindre les valeurs de 101,4 ; 91,8 et 81,1 mg EAG/100ml, respectivement. Plusieurs auteurs ont constaté que les polyphénols totaux semblent présenter une stabilité lors d'une conservation réfrigérée (*Barba et al., 2012; Zulueta et al., 2012*) alors que d'autres (*Zheng et Lu, 2011*) ont rapporté une dégradation des polyphénols totaux pendant la conservation à 20 et 37 °C.

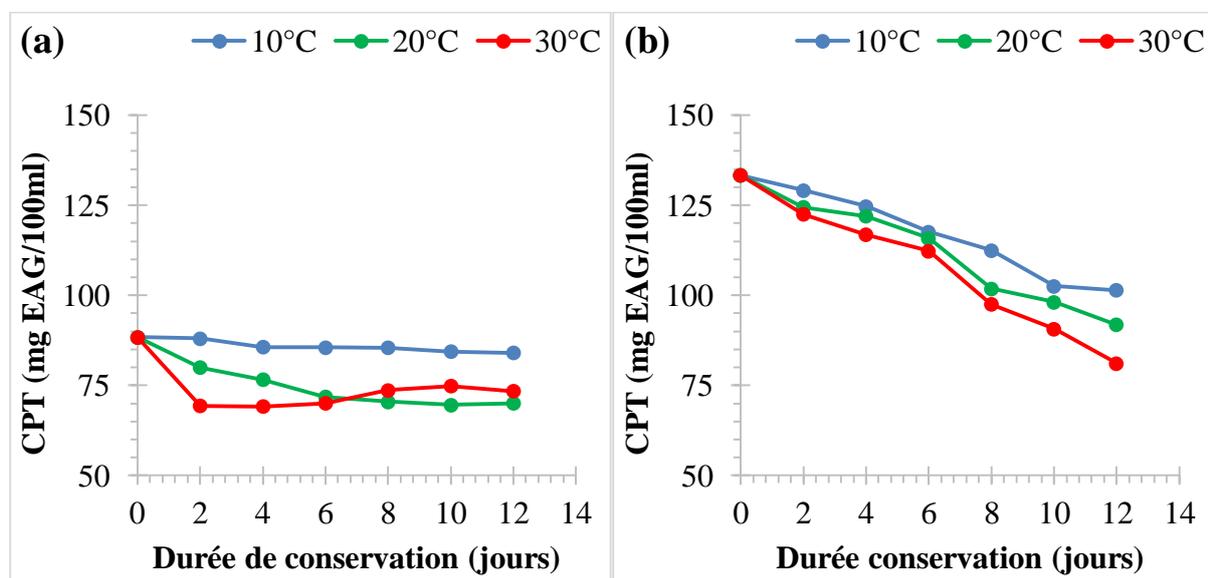


Figure 5 : Evolution de la teneur en CPT des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation

II.2.2. Flavonoïdes totaux

Le dosage des flavonoïdes a été réalisé par les méthodes colorimétriques. La Quercétine considérée comme contrôle positif a permis de réaliser une courbe d'étalonnage d'où on a calculé la teneur en flavonoïdes.

La **figure 7** représente les valeurs de la teneur en flavonoïdes totaux de jus de figue de barbarie non enrichi et enrichi par l'extrait sec de ses graines, ainsi que leur évolution au cours de la conservation.

D'après la figure 7, la teneur en flavonoïdes totaux de jus non enrichi de la figue de barbarie est de 3,98 mg EQ/100ml contre 5,58 mg EQ/100ml pour le jus enrichi. De ce fait, l'enrichissement a induit une augmentation de 40,20% du rendement en flavonoïdes totaux. Il a été rapporté que la teneur en flavonoïdes totaux de la pulpe de la figue de barbarie est de 0,98 mg/100g (**kuti. 2004**).

L'analyse statistique a révélé une différence significative des teneurs en flavonoïdes totaux des jus analysés au seuil d'erreur de $p < 0,05$.

Concernant le jus enrichi conservé aux différentes températures, la tendance de diminution des flavonoïdes totaux est plus importante pour les jus conservés à 30°C suivi de ceux conservés à 20°C et enfin ceux conservés à 10°C pour atteindre les valeurs de 1,82 ; 1,81 et 1,59 mg EQ/100ml., respectivement. Pour le jus enrichi, la teneur en flavonoïdes totaux n'exhibe pas une diminution significative ($p < 0,05$) à température de 10°C ; cependant, une conservation prolongée a induit une diminution significative pour atteindre la valeur de 4,38 mg EQ/100ml. Les jus conservés à 20 et 30°C, quant à eux, ont enregistré une diminution significative durant les deux premiers jours. Une conservation poussée, la teneur en flavonoïdes totaux a montré une légère stabilité jusqu'au huitième jour, puis une diminution significative pour atteindre les valeurs de 2,93 et 2,55 mg EQ/100ml pour les jus conservés à 20 et 30°C, respectivement.

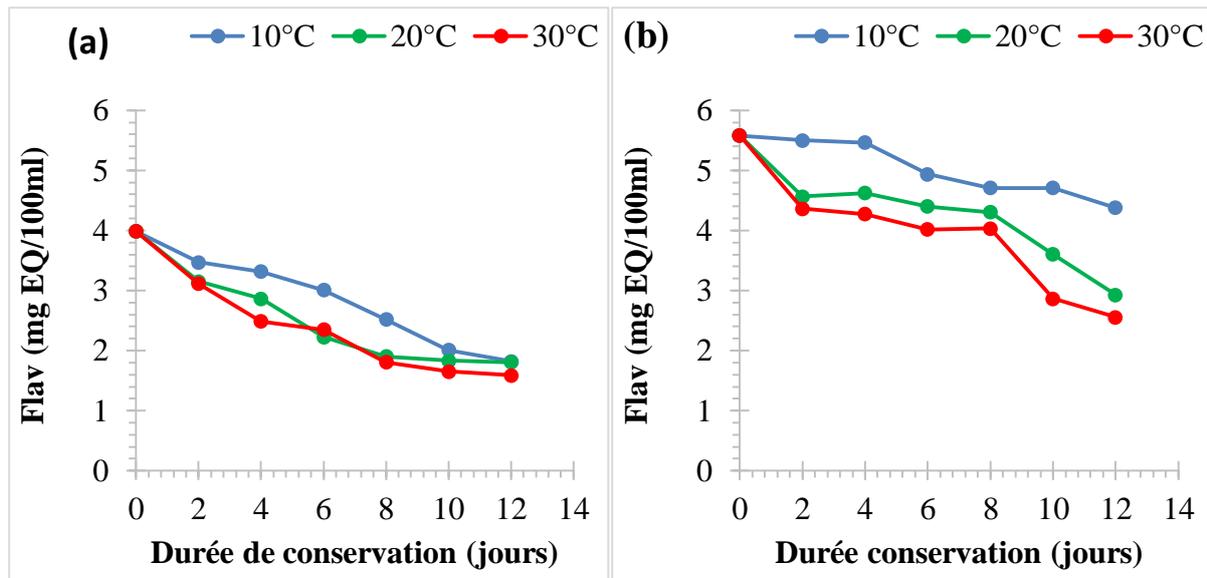


Figure 6 : Evolution de la teneur en Flavonoïdes totaux de jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation

II.3. Evolution de l'activité antioxydante

Les antioxydant sont des substances qui contrecarrent les radicaux libres et préviennent leurs dégâts. Ils sont capables d'interagir sans danger avec les radicaux libre et de mettre fin à la réaction en chaine avant que les molécules vivantes ne soient endommages (Ratname et al., 2006) .

II.3.1. Activité anti-radicalaire

La mesure de l'activité anti radicalaire par le radicale DPPH est une méthode couramment employée pour évaluer l'activité antioxydante ; elle est basée sur la réduction du radicale DPPH par un transfert d'hydrogène qui se traduit par décoloration de la solution de DPPH du violet au jaune (Wong et al., 2005)

La **figure 7** représente les résultats de l'activité anti-radicalaire de jus de figue de barbarie non enrichi et enrichi par l'extrait sec de ses graines ainsi que leur évolution au cours de la conservation.

D'après la figure 7, la valeur de l'activité anti-radicalaire du jus non enrichi est de 51,08 mg EAG/100ml et celle du jus enrichi par l'extrait sec des graine de figue de barbarie est 95,89 mg EAG/100ml. Cet enrichissement a induit une augmentation de 87,62%. (Floegel et al., 2011) ont enregistré des activités anti radicalaire de 72,4 ; 47,4 et 18,9 équivalent d'acide gallique par 100ml des jus de mangue, d'orange-citron et de pomme, respectivement.

L'analyse statistique a révélé une différence significative des activités des boissons analysées au seuil d'erreur de $p < 0,05$.

D'après la figure 7, durant les deux premiers jours de conservation, les valeurs de l'activité anti-radicalaire du jus non enrichi ne présente pas une diminution significative ($p < 0,05$) à la température de 10°C, cependant une conservation prolongée à induit une diminution significative pour atteindre la valeur de 25,06 mg EAG/100ml. Pour les jus conservé à 20°C, l'évolution de l'activité anti-radicalaire a exhibé une diminution pour atteindre une valeur de 20,79 mg EAG/100ml à la fin de la conservation. En ce qui concerne le jus conservé à 30°C, les valeurs de l'activité anti-radicalaire exhibe une diminution durant les quatre premiers jours, puis suivie d'une stabilité jusqu'à la fin de la conservation avec une valeur de 23,87 mg EAG/100ml. Concernant le jus enrichi, une diminution significative après 4, 6, 8 jours de conservation à température de 10, 20 et 30°C, respectivement. Une conservation poussée jusqu'au dixième jour est caractérisée par une stabilité puis suivie d'une diminution pour atteindre les valeurs de 46,28 , 39,59 et 40,31 pour les jus conservés à 10, 20 et 30°C, respectivement.

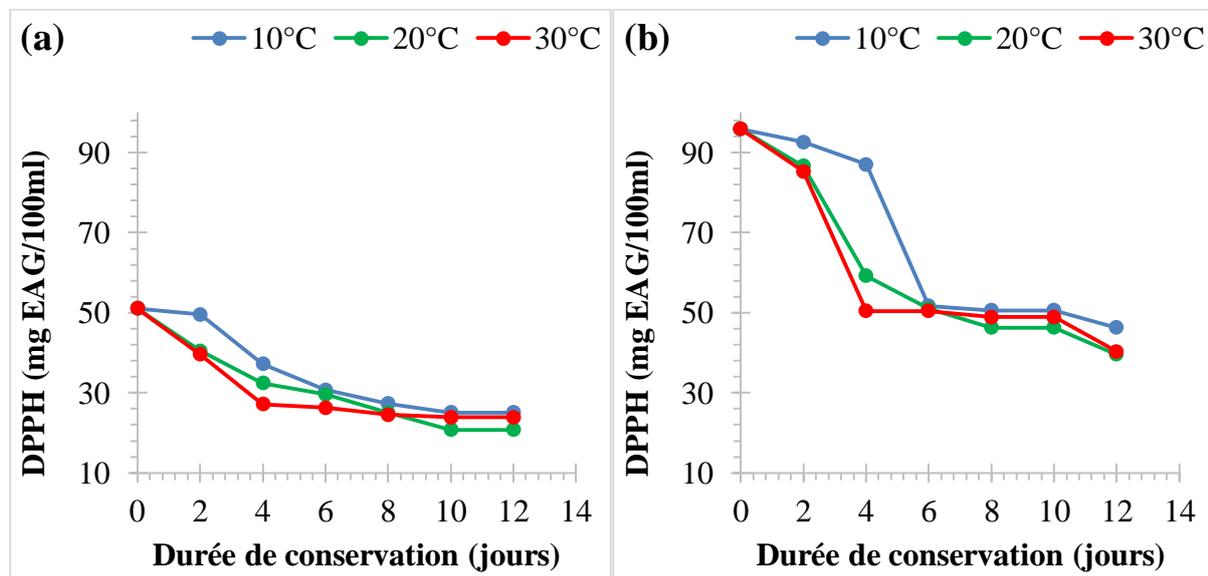


Figure 7 : Evolution des valeurs du pouvoir réducteur des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation

II.3.2. Pouvoir réducteur

Le test du pouvoir réducteur de jus peut servir comme un indicateur de son activité antioxydante car l'activité de réduction est associée à la présence de réductones qui montre un potentiel antioxydant en brisant les réactions en chaîne par un don d'un d'électron (Duh et al., 1999).

Les résultats du pouvoir réducteur des jus de figue de barbarie non enrichi et enrichi par l'extrait sec de ses graines sont représentés dans la **figure 8**.

D'après la figure 8, la valeur du pouvoir réducteur du jus de figue de barbarie enrichi est de 59,34 mg EAG/100ml contre 50,33 mg EAG/100ml pour le jus non enrichi. De ce fait, l'enrichissement du jus de figue de barbarie par l'extrait sec de ses graines a induit une majoration de l'activité estimée à 17,90%. Daramola. (2013) ont enregistré un pouvoir réducteur compris entre 80 et 100 mg EAG/100ml de jus de pomme de différentes variétés. Xu et al., (2008) ont noté un pouvoir réducteur de 30,74 mg EAA/100ml de jus d'agrumes.

L'analyse statistique a révélé une différence significative des activités des deux jus analysés au seuil d'erreur de $p < 0,05$.

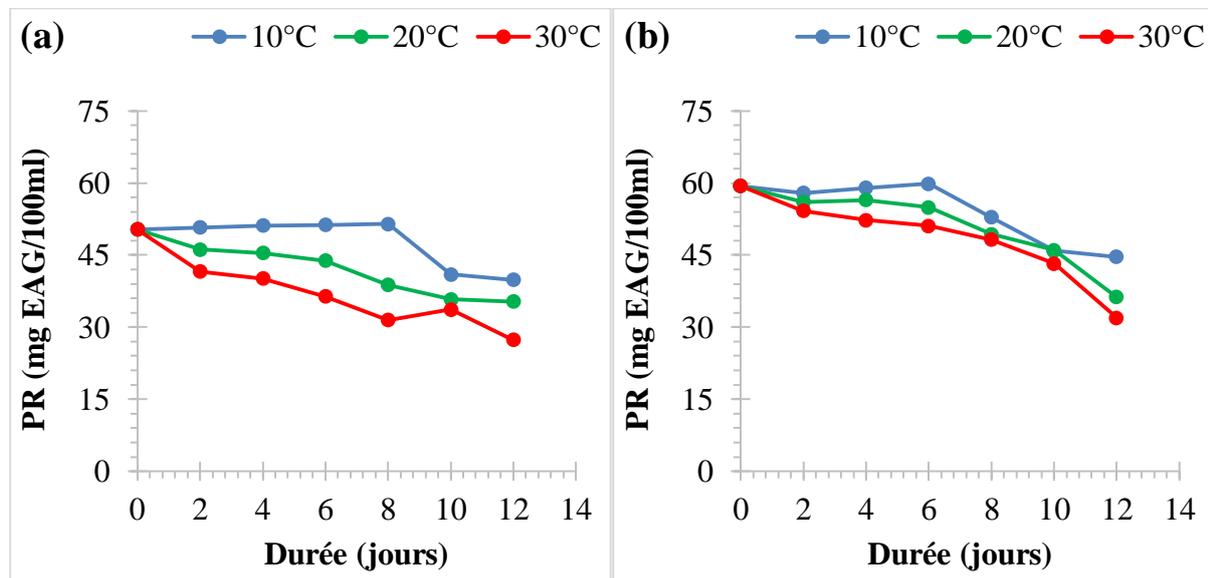


Figure 8 : Evolution des valeurs du pouvoir réducteur des jus non enrichi (a) et enrichi (b) au cours de la conservation

Au cours de la conservation, les résultats du pouvoir réducteur ont enregistré des fluctuations pour les deux jus analysés (non enrichi et enrichi). Cependant, au terme de la conservation, la température de 10°C a induit moins de perte de l'activité du pouvoir

réducteur par rapport aux jus conservés à 20 et 30°C. Les valeurs du pouvoir réducteur à la fin de la conservation à 10, 20 et 30°C sont respectivement 39,83 , 35,31 et 27,32 mg EAG/100ml pour le jus non enrichi; et 44,62 , 36,26 et 31,97 mg EAG/100ml pour le jus enrichi.

II.4. Analyses microbiologiques

Les facteurs qui affectent la colonisation microbienne des jus sont le potentiel redox, le pH, l'activité de l'eau, les nutriments, la température, les agents antimicrobiens et l'humidité relative (**Raybaudi-Massilia et al., 2009**).

L'évolution du nombre des micro-organismes dans les jus dépend de la composition de celui-ci et les conditions de leurs stockages.

Les résultats de l'analyses microbiologique du jus non enrichi et jus enrichie par l'extrait sec des graines de la figue de barbarie conserve à trois température (10,20 et 30°C) pendant 12jrs sont regroupés dans les deux **tableaux 02 et 03** :

Tableau I : Résultats de l'analyse microbiologique du jus non enrichie

Germe recherchés	Température de stockage	2jrs	6jrs	12jrs	Norme
Les coliformes totaux	10°C	Abs	Abs	Abs	< 10
	20°C	Abs	Abs	4,5× 10 ³	
	30°C	Abs	3× 10 ²	3,9× 10 ²	
Les coliformes fécaux	10°C	Abs	Abs	Abs	Absence
	20°C	Abs	3,1× 10 ³	5× 10	
	30°C	Abs	Abs	2,3× 10 ²	
Levures et moisissures	10°C	Abs	Abs	Abs	10 ⁴
	20°C	Abs	Abs	Abs	
	30°C	Abs	Abs	10,2 × 10 ³	

Tableau II : Résultats de l'analyse microbiologique du jus enrichie

Germe recherche	Température de stockage	2jrs	6jrs	12jrs	Norme
Les coliformes totaux	10°C	Abs	Abs	Abs	< 10
	20°C	Abs	Abs	Abs	
	30°C	Abs	Abs	9,7× 10 ²	
Les coliformes fécaux	10°C	Abs	Abs	Abs	Absence
	20°C	Abs	Abs	5× 10	
	30°C	Abs	4,7× 10 ⁵	2,3× 10 ⁵	
Levures et moisissures	10°C	Abs	Abs	Abs	10 ⁴
	20°C	Abs	Abs	Abs	
	30°C	Abs	Abs	Abs	

D'après les deux tableaux, les résultats de analyse microbiologique de jus étudiés révèlent une absence totale de germes contaminants (coliformes, levures et moisissures) durant les deux premiers jours de stockage. Cela répond parfaitement aux normes exigées par le journal officiel (**JORA, 1998**).

II.4.1. Coliformes totaux

Pour les coliformes totaux, sa présence a été observée dans le jus non enrichi à température de 30°C avec valeur de 3× 10² UFC/ml après 6jrs de stockage, et à température de 20 et 30°C après 12jours de stockage avec des valeurs de 4,5× 10³ et 3,9× 10² UFC/ml respectivement. Selon (**JORA, 1998**) qui fixe un seuil de coliformes totaux inférieurs à 10UFC/ml, le jus est non satisfaisant. Par ailleurs le jus enrichi révèle une présence de coliformes totaux à 30°C avec valeur de 9,7× 10² UFC/ml après 12jrs de stockage.

II.4.2. Coliformes fécaux

Après 6jrs de stockage de jus non enrichi, les résultats montrent une absence de germe à 10 et 30°C, et enregistrent une valeur de $3,1 \times 10^3$ ufc/ml à 20°C. En outre après 12jrs de stockage, les coliformes fécaux ont été absents à 10°C et présent à 20 et 30°C avec des valeurs de 5×10 et $2,3 \times 10^2$ ufc/ml, respectivement.

Pour le jus enrichi, la présence des coliformes fécaux a été enregistrée seulement à 30°C avec des valeurs de $4,7 \times 10^5$ et $2,9 \times 10^5$ ufc/ml après 6 et 12jrs respectivement. Pour qu'il soit le jus satisfaisant il faut une absence totale des coliformes fécaux selon (**JORA, 1998**).

II.4.3. Levures et moisissure

Selon les résultats obtenus, on observe une absence totale des levures et moisissure du jus enrichi durant toute la durée du stockage, ainsi pour le jus non enrichi on note une absence totale pour les échantillons conservés à 10 et 20°C. Ces résultats sont conformes aux normes publiée dans (**JORA, 2017**) dont la charge doit être (10^4 ufc/ml). Pour les échantillons conservés à 30°C on observe une présence de levures et moisissure après 12jrs de stockage avec valeur de $10,27 \times 10^3$ ufc/ml.

Dans la présente étude, le jus contenait plus de bactéries que de levures, comme l'ont affirmé (**Rivas et al., 2006**).

A des valeurs de pH de 1,5, les moisissure et les levures sont capable de ce développer, les valeur de pH allant de 2,9 à 3,5, de 3 à 4 et de 3,6 à 4,5 permettent la croissance des bactéries lactiques, des bactérie acétique et des bactérie entériques respectivement sont plus élevée que celle permettant la croissance des levures (**Lawler et al., 2009**). Les coliformes sont des indicateurs de pratiques non hygiénique, de la mauvaise qualité de la source d'eau utilisée de condition non hygiéniques, pendant ou après le traitement des jus de fruit. Bien que rares dans les jus de fruit, leur présence a été signalée dans les boissons aux fruits en raison de l'utilisation de matériaux, d'ingrédients ou de facteurs environnementaux contaminés (**Essien et al., 2011**).

Néanmoins il a été signalé que les coliformes n'ont pas d'importance pour la santé publique dans les produit d'agrumes frais ou congelés (**Essien et al., 2011**).

Conclusion

.

En vue d'améliorer la stabilité de jus non pasteurisé de figue de barbarie, ce dernier a été enrichi avec l'extrait sec de ses graines. Les paramètres physico-chimiques (pH, degré brix, acidité titrable et indice de brunissement), le teneur en substances bioactives (CPT et Flav), la capacité antioxydante (DPPH et PR) ainsi que l'innocuité microbiologique (dénombrement des coliforme totaux, coliforme fécaux, levures et moisissures) ont été suivi au cours de la conservation à différentes température (10, 20 et 30°C) pendant 12 jours.

En ce qui concerne les propriétés physicochimiques aucune différence détectable entre les échantillons enrichi et non enrichi tout au long de la période de stockage.

En outre, les échantillons enrichis ont exhibé la plus haute contenance en composés phénoliques et en flavonoïdes totaux ; de même le jus enrichi présente une capacité antioxydante plus élevée. Par ailleurs, la graine a été efficace pour réduire la prolifération des microorganismes, en fonction des échantillons enrichis, par rapport aux échantillons non enrichi.

Les résultats obtenus ont démontré l'efficacité de l'enrichissement avec de l'extrait sec des graines de la figue de barbarie pour en augmenter la valeur nutritive et améliorer la stabilité au cours de conservation. De plus, la conservation à 10°C s'avère qui préserve le mieux que ce soit la qualité physico phytochimique et microbiologique.

Par conséquent, en se basant sur le concept des technologies, l'utilisation de la graine en combinaison avec le jus de la figue de barbarie peut être une bonne alternative pour améliorer les attributs de qualité de jus de fruit et minimiser les changements indésirables des propriétés nutritionnelle et organoleptique.

Perspectives :

L'ensemble des travaux réaliser nous a permis de dégager les perspectives suivantes :

- Compléter ce travail par une analyse sensorielle
- Etudier la cinétique et déterminer l'énergie d'activation des paramètres étudiés
- Optimiser la quantité d'extrait sec utilisé pour l'enrichissement du jus
- Valoriser la raquette du figuier de barbarie ex (la fabrication des jus)

Références bibliographiques

- AFNOR. (1982). Recueil des normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits. Ed., AFNOR : 325.
- Araba M. 2009. Le cactus *Opuntia*, une espèce fruitière et fourragère pour une agriculture durable au Maroc. Agriculture durable en région Méditerranéenne AGDUMED. Rabat. Maroc. 215-223.
- Ayoola, G. A., Adepoju-Bello, A. A., Obaweya, K., Ezennia, E.C., & Atangbayila, T. O. (2008). Phytochemical screening and antioxidant activities of some selected medicinal plants used of malaria therapy in Southwestern Nigeria. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 7(3), 1019-1024.
- A., Adesegun, S. A., & Danesi, M. A. (2005). Comparaison of the therapeutic efficacy of phonophoresis and iontophoresis using dexamethasone sodium phosphate in the management of patients with knee osteoarthritis. *The Nigerian postgraduate medical journal*, 2007, vol 14, no3, p.190-194.
- Barba, F. J., Jäger, H., Meneses, N., Esteve, M. j., Frigola, A., & Knorr, D. (2012). Evaluation of quality changes of blueberry juice during refrigerated storage after high-pressure and pulsed electric fields processing. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 14, 18-24.
- Barbera et al., (1992). In : Mulas, M. & Mulas, G. 2004. Potentialités d'utilisation stratégique des plantes des genres *Atriplex* et *Opuntia* dans la lutte contre la désertification. Short and Medium-Term Priority Environmental Action Program (SMAP), 112p.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Chougui, N., Tamendjari, A., Hamidj, W., Hallal, S., Barras, A., Richard, T., & Larbat, R. (2013). Oil composition and characterisation of phenolic compounds of *Opuntia ficus-indica* seeds. *Food chemistry*, 139(1-4), 796-803.
- Daramola, B. (2013). Assessment of some aspects of phytonutrients of cashew apple juice of domestic origin in Nigeria. *African Journal of Food Science*, 7, 107-112.
- Deflice, M.S. 2004. Prickly pear cactus, *Opuntia* spp. Aspinetingling tale. *Weed technology*. 18 : 869-877.
- Duh, P. D., Tu, Y. Y., & Yen, G. C. (1999). Antioxidant activity of water extract of harnjyur (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). *Food Science and Technology*, 32, 269-277.

- Essien et al., 2011 E. Essien, C. Monago, E.A.Edor. Evaluation of the nutritional and microbiological qualite of kunun (A cereal based non-alcoholic beverage) in Rivers state, Negeria Int. J. Nutri. Well., 10(2)(2011)
- Felker, P. ; Rodriguez, S. ; Casoliba, R.M ; Filippini, R. ; Medina, D. et Zapata, R. 2005. Comparison of Opuntia ficus indica varieties of Mexican and Argentine origin for fruit yield and and quality in Argentina. Journal of Arid Environments, 60 : 405-422.
- Feugang, J. M., Konarski, P., Zou, D., Stintzing, F. C., &Zou, C. (2006). Nutritional and medicinal use of cactus pear (Opuntia spp.) cladodes and fruits. Front Biosci, 11(1), 2574-2589.
- Floegel, A., Kim, D. O., Chung, S. J., Koo, S. I., &Chun, O. K. (2011). Comparison of ABTS/DPPH assays to measure antioxidiant capacity in popular antioxidant-rich US foods. Journal of Food Composition and analysis, 24, 1043-1048.
- Gardner, P. T., White, T. A. C., McPhail, D. B., & Duthie, G. G. (2000). The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. Food Chemistry, 68, 471-474.
- JORA N°35 (1998). Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1418 correspondant au 24 Janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 Juillet 1994 relative aux spécifications microbiologiques de certains denrées alimentaires. <http://www.commerce.gov.dz/reglementation/arrete-du-24-janvier-1998>
- JORA N° 39 (2017). Arrêté interministériel du 02 Moharram 1438 correspondant au 04 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires. Repéré a : <https://www.commerce.gov.dz/reglementation/arrete-du-04-octobre-2005>
- Kuti, J. O. 2004. Antioxidant coopounds from four Opuntia cactus pear fruit varieties. Food Chemistry, 85(4),527-533.
- Lawlor et al., 2009 K.A Lawlor, J.D. Shuman,P.G. Simpson,P.J. Taormina Microbiological spoilage of beverages compendium of the microbiological spoilage of Foods and Beverages , Food Microbiology and Food Safety , 245-284, Springer, New York (2009)
- Meydav, S., Saguy, I., & Kopelman, I. J. (1977). Browning determination in citrus products. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 25(3), 602-604.

- Mehinagic, E., Bourles, E., & Jourjon, F. (2011). Composés des fruits d'intérêt nutritionnel: impact des procédés de transformation sur les polyphénols. *Revue Suisse de Viticulture Arboriculture et Horticolture*, 43(6), 364.
- Martino, K. G., Pegg, R. B., & Kerr, W. L. (2013). Effect of time – temperature conditions and clarification on the total phenolics and antioxidant constituents of muscadine grape juice. *Food Science and Technology*, 53, 327-330
- Mullen, W., Marks, S. C., & Crozier, A. (2007). Evaluation of phenolic compounds in commercial fruit juices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 3148-3157.
- Oyaizu, M. (1986). Studies on products of browning reaction: antioxidative activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*, 44(6), 307-315.
- Rantnam, D. V., Ankola, D. D., Bhardwaj, V., Sahana, D. K., & Kumar, M. R. (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of Controlled Release*, 113(3), 189-207.
- Raybaudi-Massilia et al., 2009. Raybaudi-Massilia, J., Mosqueda-Melgar, R., Soliva-Fortuny, O., Martín-Belloso. Control of pathogenic and spoilage microorganisms in
- Riu-Aumatell, M., Castellari, M., Lopez-Tamames, E., Galassi, S., & Buxaderas, S. (2004). Characterisation of volatile compounds of fruit juices and nectars by HS/SPME and GC/MS. *Food Chemistry*, 87(4), 627-637.
- Rivas et al., 2006. A. Rivas, D. Rodrigo, A. Martínez, G.V. Barbosa-Canovas, M. Rodrigo. Effect of PEF and heat pasteurization on the physical-chemical characteristics of blended orange and carrot juice. *Food Sci. Technol.*, 39(10) (2006), pp. 1163-1170.
- Rizzon, L. A., & Miele, A. (2012). Analytical characteristics and discrimination of Brazilian commercial grape juice, nectar, and beverage. *Food Science and Technology*, 32, 93-97.
- Sadler, G. D., & Murphy, P. A. (2010). pH and titratable acidity. *Food analysis* (pp. 219-238); Springer.
- Schweizer M. Docteur Nopal, le médecin du bon Dieu. Clamesy; PARIS (France). Imprimerie Laballery, 1997, 81p.

- Stella, S. P., Ferrarezi, A. C., Dos Santos, K. O., & Monteiro, M. (2011). Antioxidant activity of commercial ready-to-drink orange juice and nectar. *Journal of Food Science*, 76, 392-397.
- Stintzing, F. C., Schieber, A., & Carle, R. (2002). Identification of betalains from yellow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear (*Opuntia ficus indica* L Mill.) by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization mass spectrometry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(8), 2302-2307.
- Touati, N. 2014. Etude de l'évolution de substances bioactives et des propriétés antioxydantes des dérivés de fruit au cours de la conservation. Thèse de doctorat en science alimentaire, Université ABDERRAHEMANE MIRA. Bejaia.
- Trost, K., Golc-Wondra, A., Prosek, M., & Milivojevic, L. (2008). Anthocyanin degradation of blueberry-aronia nectar in glass compared with carton during storage. *Journal of Food Science*, 73, 405-411.
- Wallace R.S. and Gibson A.C. 2002. Cacti evolution and systematics. In : *cacti. Biology and Uses*. Pp. 1-21 (Nobel, P.S. Ed.). University of California Press, Berkeley, California, United States of America.
- Wong, S. P., Leong, L. P., & Koh, J. H. W. (2005). Antioxidant activities of aqueous extracts of selected plants. *Food Chemistry*, 99, 775-783.
- Xu, G., Liu, D., Chen, J., Ye, X., Maa, Y., & Shi, J. (2008). Juice components and antioxidant capacity of citrus varieties cultivated in China. *Food Chemistry*, 106, 545-551.
- Zheng, H., & Lu, H. (2011). Use of Kinetic, Weibull and PLSR models to predict the retention of ascorbic acid, total phenol and antioxidant activity during storage of pasteurized pineapple. *Food Science and Technology*, 44, 1273-1281.
- Zulueta, A., Barba, F. J., Esteve, M. J., & Frigola, A. (2012). Changes in quality and nutritional parameters during refrigerated storage of an orange juice-milk beverage treated by equivalent thermal and non-thermal processes for mild pasteurization. *Food and Bioprocess Technology*. In Press. DOI 10.1007/s11947-012-0858-x.

الملخص الهدف من هذا العمل هو معرفة مدى ثبات عصير التين الشوكي غير المبستر قبل وبعد التخصيب بالمستخلص الجاف لبذور هذه الفاكهة عند درجات حرارة مختلفة 10 و 20 و 30 درجة مئوية خلال 12 يوم تخزين وكذلك المقارنة بين العينات التي تم تحليلها فيما يتعلق بالخصائص الفيزيائية وبحسب الفحوصات التي تم إجراؤها ، أظهرت النتائج أن العصير المخصب أغنى بالمواد النشطة بيولوجيا مقارنة . والكيميائية النباتية والميكروبيولوجية بالعصير غير المخصب. كان محتوى المعلمات في العينات المخزنة عند 10 و 20 و 30 درجة مئوية للعصير المخصب وغير المدعم 101.4 ، على التوالي EQ / مل لإجمالي البوليفينول ، 4.38 ؛ 2.93 و 2.55 مجم EAG / 100 مل مقابل 84.05 ؛ 73.42 و 70.09 مجم EAG / 100 ؛ 91.8 و 81.1 مجم EQ / 100 مل مقابل 25.06 ؛ 23.87 و EAG / 100 مل للفلافونويد ، 46.28 ؛ 40.31 و 39.59 مجم EQ / 100 مل مقابل 1.82 ؛ 1.81 و 1.59 مجم EAG / 100 مل مقابل 39.83 ؛ 35.31 و 27.32 مجم EQG / 100 ؛ 36.26 و 31.97 مجم dpph ، 44.62 مل للنشاط المضاد لـ EAG / 100 مجم 20.79 مل لطاقة التخفيض. بالإضافة إلى ذلك ، أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية قيم قريبة للعينتين. بالإضافة إلى ذلك ، سجل العصير المدعم مقاومة EAG / 100 بالنسبة لجميع العينات ، تكون درجة الحرارة الأفضل للحفاظ على العصير والاحتفاظ بقيمته الغذائية هي 10 درجات مئوية مع . ضد التلوث الجرثومي صلاحية 6 أيام للعصير المخصب ، مقابل 8 أيام للعصير غير المدعم.

الكلمات المفتاحية: التين الشوكي، تغذية، بذور، تخزين، نشاط مضادات الأكسدة.

Abstract: The aim of this work is to know the stability of unpasteurized prickly pear juice before and after enrichment by dry extract of the seeds of this fruit at different temperatures 10, 20 and 30°C during 12 days of storage, as well as the comparison between the analyzed samples concerning the physicochemical, phytochemical and microbiological properties. According to the tests carried out, the results obtained showed that the enriched juice is richer in bioactive substance when compared to the non enriched juice. The content of the parameters in the samples preserved at 10, 20 and 30°C for the enriched and non enriched juice was respectively 101.4, 91.8 and 81.1 mg EAG/100ml against 84.05, 73.42 and 70.09 mg EAG/100ml for total polyphenols, 4.38, 2.93 and 2.55 mg EQ/100ml against 1.82, 1.81 and 1.59 mg EQ/100ml for flavonoids; 1.81 and 1.59 mg EQ/100ml for flavonoids, 46.28; 40.31 and 39.59 mg EAG/100ml against 25.06; 23.87 and 20.79 mg EAG/100ml for anti dpph activity, 44.62; 36.26 and 31.97 mg EQG/100ml against 39.83; 35.31 and 27.32 mg EAG/100ml for the reducing power In addition, the physicochemical analyses presented similar values for the two samples. Moreover, the enriched juice recorded a resistance against microbial contamination. For all the samples, the temperature that best preserves the juice and keeps its nutritional value is 10°C with a shelf life of 6 days for the fortified juice, against 8 days for the non-fortified juice.

Key words: Prickly pear, Enrichment, Seed, Storage, Antioxidant activity.

Résumé : le but de ce travail est d'améliorer la stabilité de jus de la figue de barbarie non pasteurisé avant et après l'enrichissement par l'extrait sec des graines de ce fruit à différentes températures 10, 20 et 30°C au cours de 12 jours de stockage, ainsi la comparaison entre les échantillons analysés concernant les propriétés physicochimique, phytochimique et microbiologique D'après les tests réalisés, les résultats obtenus ont démontré que le jus enrichi est plus riche en substance bioactive en comparant avec le jus non enrichi. La teneur des paramètres dans les échantillons conservés à 10 ;20 et 30°C pour le jus enrichi et non enrichi était respectivement 101,4 ; 91,8 et 81,1 mg EAG/100ml contre 84,05 ; 73,42 et 70,09 mg EAG/100ml pour les polyphénols totaux, 4,38 ; 2,93 et 2,55 mg EQ/100ml contre 1,82 ; 1,81 et 1,59 mg EQ/100ml pour les flavonoïdes, 46,28 ; 40,31 et 39,59 mg EAG/100ml contre 25,06 ; 23,87 et 20,79 mg EAG/100ml pour l'activité anti dpph, 44,62 ; 36,26 et 31,97 mg EQG/100ml contre 39,83 ; 35,31 et 27,32 mg EAG/100ml pour le pouvoir réducteur. Par ailleurs les analyses physicochimiques ont présente des valeurs rapproché pour les deux échantillons. De plus, le jus enrichi a enregistré une résistance contre la contamination microbienne. Pour tous les échantillons, la température qui conserve mieux le jus et garder sa valeurs nutritive est la température 10°C avec une durée de conservation de 6 jours pour le jus enrichi, contre 8 jours pour le jus non enrichi.

Mots-clés : Figue de barbarie, Enrichissement, Graine, Conservation, Activité antioxydante.