

Soumis le : 25 Septembre 2013

Forme révisée acceptée le : 07 Juin 2014

Email de l'auteur correspondant :

kouladoukani@gmail.com

Profil Physicochimique du fruit "Lendj" (*Arbutus unedo* L.)

Koula DOUKANI*, Souhila TABAK*

*Laboratoire d'Agro Biotechnologie et Nutrition en Zones Semi Arides

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Tiaret, Algérie

Résumé

Ce travail consiste en une étude comparative de deux échantillons du fruit d'*Arbutus unedo* L. dans deux régions différentes d'Algérie (Tiaret, Tlemcen) sur le plan physicochimique. Les résultats physicochimiques des deux échantillons du fruit montrent qu'il est de nature acide, riche en fibres alimentaires, en polyphénols et en sucres totaux mais faible en lipides et en pectines.

La variation des différents paramètres physico-chimiques dans les deux échantillons de fruit montre que l'échantillon de la région de Tiaret est meilleur vu sa composition relativement élevée en minéraux et en antioxydants (polyphénols). Cette différence peut être due aux différents paramètres géographiques, climatiques et édaphiques.

Mots clés : *Arbutus unedo* L (lendj), Caractérisation, Physico-chimie

المخلص

يهدف هذا العمل لدراسة مقارنة بين نموذجين من ثمار الفراولة البري (*Arbutus unedo* L.) في منطقتين مختلفتين من الجزائر (تيارت، تلمسان) من الناحية الفيزيوكيميائية. توضح النتائج الفيزيوكيميائية لكلا نموذجي الفاكهة أنها ذات طبيعة حامضية، غنية بالألياف الغذائية، الفينولات المتعددة والسكريات الكلية لكن محتواها قليل من الدهون والبيكتين.

تبين تغيرات مختلف العوامل الفيزيوكيميائية في كلا نموذجي الفاكهة أن نموذج منطقة تيارت هو الأحسن نظرا لاحتوائه العالي على المعادن والمواد المضادة للأكسدة (الفينولات المتعددة). يمكن أن ترجع هذه الفروقات لعدة عوامل جغرافية، مناخية وبيئية.

الكلمات الدالة : *Arbutus unedo* L. ، تخصيص ، فيزيوكيميائية

Abstract

This work is a comparative physicochemical study of two samples of the fruit of *Arbutus unedo* L. in two different regions of Algeria (Tiaret, Tlemcen). The obtained results show that the fruit is acidic in nature, rich in dietary fiber, polyphenols and total sugars but low in lipids and pectin.

The variation of different physico-chemical parameters in both fruit samples show that the sample of the region of Tiaret is better due to its relatively higher composition in minerals and antioxidants (polyphenols). This difference may be due to different geographical, climatic and edaphic parameters.

Key words : *Arbutus unedo* L., Characterisation, Physico-chemistry

1. Introduction

Certaines plantes se rencontrent à l'état spontané et s'adaptent aux multiples sols et climats notamment les fruits comme l'arbose (*Arbutus unedo* L.) [21]. En effet, *Arbutus unedo* L. est un fruit sauvage qui se développe dans les régions méditerranéennes et connu en Algérie sous le nom vulgaire de « Lendj » [38, 39] (Fig.1). Il est très répandu en raison de sa tolérance à la sécheresse et sa capacité à se régénérer et recoloniser les forêts incendiées [27].



Fig. 1. Fruits d'*Arbutus unedo* L. [38]

Ce fruit a été utilisé dans la médecine traditionnelle car il possède des propriétés astringentes, diurétiques et antiseptiques [53]. Il est également utilisé pour traiter les pathologies cardio-vasculaires, le diabète et les pathologies inflammatoires [26]. L'arbose est riche en sucres, vitamines, acides organiques et composés phénoliques. Il est rarement consommé comme fruit frais mais peut être transformé en gelée, compote, confiture et liqueurs [12].

Ce fruit est mal exploité, peu connu de point de vue nutritionnel et industriel par la population algérienne et sa consommation reste saisonnière. Dans ce contexte, le présent travail consiste en une étude comparative physico-chimique, d'arbose provenant de deux régions différentes (Tiaret et Tlemcen) qui en sont riches, en vue d'une meilleure exploitation et valorisation.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Lieu et période du travail

Ce travail a été réalisé dans la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie –Université Ibn Khaldoun – Tiaret. Une période d'environ 5 mois s'étalant de Décembre 2012 à Avril 2013 a été nécessaire pour réaliser les objectifs cités ci-dessus.

2.2. Matériels

2.2.1. Matériel végétal (*Arbutus unedo* L.)

Le matériel végétal utilisé dans notre travail est composé de deux échantillons du fruit d'*A.unedo* L. de deux régions (Tiaret et Tlemcen).

Concernant l'échantillon de la région du Tiaret, Il a été obtenu par des vendeurs ambulants (Volani-Tiaret), leur provenance est « Oued el lendj » qui est situé à 1080 m d'altitude sur les monts du Guezoul qui font partie de la chaîne de l'Atlas Tellien. Et celui de la région de Tlemcen, il a été récolté en Décembre 2012 de la forêt de Bouhlou à environ 185 Km du Nord de la wilaya de Tlemcen.

La détermination taxonomique a été faite par Dr. Ait Hammou Mohamed, botaniste au niveau de la faculté des Sciences de la Nature et de la vie- Université Ibn Khaldoun -Tiaret.

Après la récolte, le lavage et le triage selon le degré de maturité, les fruits ont été conservés dans un congélateur domestique (- 4 ° C) jusqu'à leur utilisation dans les différentes analyses.

2. 3. Analyses physico-chimiques du fruit

2.3. 1. Détermination de taux d'humidité

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids subie lors de la dessiccation [10].

Peser, séparément, 5 g du fruit découpé en petits morceaux dans des capsules propres. Mettre ces capsules dans l'étuve à 103 °C ± 2 jusqu'au poids constant. Laisser refroidir les capsules avant la pesée dans un

dessiccateur. Répéter l'opération plusieurs fois jusqu'à l'obtention d'un poids constant [7].

2.3.2. Détermination du taux de cendres

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée (500 ± 25 C°) [44].

Peser les creusets vides, ajouter 10 g de l'échantillon dans les creusets puis placer les dans un four à moufle pendant 3-5h à 550°C. A la sortie du four, placer les creusets dans un dessiccateur pour le refroidissement. Peser les creusets refroidis. Réchauffer les creusets à nouveau pendant une demi-heure ou plus. Répéter cette opération jusqu'à ce que le poids devienne constant (de couleur blanche ou blanc grisâtre) [8].

2.3.3. Détermination du pH

Peser 10g du fruit coupé en petits morceaux, ajouter 100 ml d'eau distillée puis mélanger pendant 5 minutes jusqu'à l'obtention d'un jus [7]. La mesure a été réalisée en plongeant l'électrode du pH mètre dans la solution.

2.3.4. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable est déterminée par neutralisation de l'acide présent dans une quantité connue (poids ou volume) d'échantillon en utilisant une base (NaOH). L'évaluation se fait par titrage en utilisant un indicateur de couleur ; phénol phtaléine [50].

L'acidité a été mesurée par neutralisation de l'acidité totale libre contenue dans 25 ml de jus obtenu avec une solution de NaOH (0.1 N) jusqu'à atteindre un pH de 8,1 en présence de phénol phtaléine comme indicateur de couleur [8]. L'acidité titrable est exprimée par rapport à la teneur en acide malique [20].

2.3.5. Détermination du taux des solides solubles

Le taux de solides solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé à l'aide d'un réfractomètre [8].

Une goutte de purée de fruit a été mise sur la plaque du refractomètre préalablement nettoyé et séché avec l'eau distillée. Le degré Brix a été lu directement sur l'échelle à l'intersection de la limite entre la frange claire et la frange foncée [8].

2.3.6. Détermination de la conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation avec la teneur en sels solubles [60]. L'électrode de conductimètre a été plongée dans une solution à 20 % de matière sèche [6].

2.3.7. Détermination de la teneur en pectines

L'extraction des pectines de la matière première est habituellement effectuée par le traitement à PH acide (1.5-3) et à une température élevée (70 à 90° C), en utilisant l'acide chlorhydrique. Cette étape permet l'extraction et la solubilisation des matériaux de pectine des tissus végétaux. L'extrait de pectine est alors séparé du résidu de la peau ou de la pulpe par centrifugation. La pectine est alors séparée de l'extrait purifié par précipitation avec de l'alcool. Le précipité obtenu est lavé avec de l'alcool, filtré pour enlever les impuretés solubles, et finalement séché et pesé [58]. La détermination de la teneur en pectines est effectuée selon la méthode décrite par Kalapathy et Proctor [41].

2.3. 8. Détermination de la teneur en fibres brutes

Elle consiste à traiter l'échantillon à analyser successivement avec de l'acide sulfurique et de la potasse. L'hydrolyse acide/ basique (à chaud) permet de solubiliser la quasi-totalité du contenu cellulaire à l'exception des fibres alimentaires et des sels minéraux

[31]. La détermination de la teneur en fibres est réalisée par l'utilisation d'un auto-analyseur appelé « FIBRETEC » selon la méthode de Weende [74].

2.3. 9. Détermination de la teneur en lipides

Les lipides sont des substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants liquides au moyen de l'appareil de « Soxhlet » [42]. Les lipides sont déterminés selon AFNOR [1].

2.3. 10. Détermination de la teneur en sucres totaux

La méthode du phénol sulfurique [25] permet de doser les sucres totaux en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. Les résultats sont exprimés par rapport à une gamme étalon de glucose à une densité optique de 490 nm [49].

2.3. 11. Détermination du taux des sucres réducteurs

Les sucres réducteurs sont déterminés par la méthode de Miller [46], la fonction réductrice se complexe sous certaines conditions avec le réactif de DNSA, ce qui se traduit par une coloration orangée. L'intensité de cette coloration est proportionnelle à la teneur en sucres réducteurs. Les résultats sont exprimés par rapport à une gamme étalon de glucose à une densité optique de 540 nm [29].

2.3.12. Détermination du taux des polyphénols totaux

L'extraction des polyphénols a été faite à partir de 10g de l'échantillon additionné à 50 ml du méthanol. Après agitation pendant deux heures à l'obscurité, une filtration a été réalisée et le filtrat a été récupéré [59].

Le dosage des polyphénols est effectué par la méthode décrite par Singleton et Rossi [71] et reportée par Dogyan *et al* [23] en utilisant le réactif Folin-Ciocalteu.

Le réactif est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$). Il est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène. La coloration produite, dont l'absorption est mesurée à 760 nm est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait végétal [59]. La concentration en composés phénoliques totaux exprimée en mg d'acide gallique équivalent (GAE)/100g d'extrait a été déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard [71].

3. Résultats et Discussion

Les résultats des analyses physicochimiques effectuées sur le fruit d'*A.unedo* L. de deux régions différentes (Tiaret et Tlemcen) sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1. Résultats des analyses physico-chimiques du fruit d'*A.unedo* L.

E₁: Echantillon provenant de la région de Tiaret,

E₂: Echantillon provenant de la région de Tlemcen.

(a: 5 répétitions, b: 4 répétitions, c: 3 répétitions).

N.S : Non significatif.

*: Significatif ($p \leq 0.05$).

**: Très significatif ($p \leq 0.001$).

***: L'analyse statistique a été réalisée par le logiciel «STATISTICA» (V. 6.1).

3. 1. Teneur en eau

D'après les résultats présentés dans le tableau 1, la teneur en eau du fruit est de $68.18 \% \pm 0.010$ et $57.56\% \pm 0.127$ dans les échantillons E₁ et E₂ respectivement. On remarque que la teneur en eau est importante dans E₁ par rapport à E₂.

En comparant nos résultats avec les valeurs trouvées par Rodriguez et Traverset [62] sur le même fruit, qui se situent dans l'intervalle (46.82 -71.89 %), on constate qu'ils sont comparables. Bizouard et Favier [16] ont trouvé pour le même fruit une valeur supérieure qui est de l'ordre de 68.2%. Alors que Barros *et al.* [13] et Özcan et Haciseferoğulları [53] ont trouvé des résultats plus faibles qui sont ($59.7 \% \pm 2,67$) et ($53.72 \% \pm 2,1$) respectivement.

D'après Athamena [9], les facteurs qui peuvent influencer sur la teneur en eau sont: l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques.

Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions environnementales: Exposition aux différentes conditions pédoclimatiques et répartition géographique [64].

Selon Bretaudeau et Fauré [17], c'est l'eau qui tient en dissolution tous les sels minéraux, les sucres, les enzymes et d'autres composés dans les fruits. Les

Paramètres	Résultats		ANOVA ***
	E ₁	E ₂	
Teneur en eau (%)	68.18 ± 0.010^a	57.56 ± 0.127^a	N.S
pH	3.55 ± 0.054^a	3.53 ± 0.038^a	N.S
Acidité titrable (%)	0.63 ± 0.001^a	0.74 ± 0.0007^a	N.S
Cendres (%)	0.69 ± 0.0023^a	0.33 ± 0.0027^a	P=0.0374*
Conductivité électrique (µS/cm)	523.21 ± 0.925^a	322.506 ± 0.687^a	P=0.0000**
Solides solubles (%)	16.66 ± 0.040^c	17.66 ± 0.020^c	N.S
Pectines (%)	0.064 ± 0.0018^b	0.082 ± 0.0021^b	N.S
Fibres (%)	18 ± 0.035^c	19 ± 0.009^c	N.S
Lipides (%)	1.15 ± 0.002^c	1.45 ± 0.002^c	N.S
Sucres totaux (g/100 g)	8.896 ± 0.679^c	14.012 ± 2.39^c	P=0.0005**
Sucres réducteurs (g/100 g)	6.98 ± 1.024^c	9.27 ± 1.881^c	N.S
Poly phénols (mg GAE/g d'extrait)	17.025 ± 0.148^b	14.74 ± 0.515^b	P=0.0299*

pourcentages d'eau sont de l'ordre de 80 à 90 % pour les fruits charnus, bien moins élevés mais très variables pour les fruits secs tels que les dattes de 5 à 50%. L'arbose apparait comme l'un des fruits frais les moins hydratés.

3. 2. PH

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude des aliments à la conservation, il constitue l'un des principaux obstacles, que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération. Ainsi, un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures [33], [32] et [18].

D'après les résultats présentés dans le tableau 1, le pH de l'échantillon E₁ est (3.55 ± 0.054) qui est proche de celui de l'échantillon E₂ qui est (3.53 ± 0.038). Les résultats obtenus pour les deux échantillons montrent que le fruit est de nature acide.

Si on se réfère aux travaux de Serçe *et al* [69] et de Özcan et Haciseferoğulları [53], qui ont trouvé des valeurs de pH de ($5.57 \pm 0,07$) et ($4.6 \pm 0,1$) respectivement pour le même fruit, on constate qu'elles sont largement supérieures aux valeurs que nous avons obtenues. González *et al* [34] et Ruiz –Rodriquez *et al*

[64] ont donné des valeurs de pH de (3.50 ± 0.21) et (3.47 ± 0.12) respectivement pour le même fruit.

D'après Messaid [45] et Huberson [37], les différences notées sont tributaires d'un grand nombre de facteurs parmi lesquels: la région, les conditions climatiques et l'état de maturation du fruit.

3. 3 Acidité titrable

L'acidité titrable nous renseigne sur la quantité en acides organiques présente dans l'échantillon [29]. Les acides organiques sont, en général des intermédiaires des processus métaboliques, ils influencent la croissance des micro-organismes et affectent la qualité de conservation des produits. Ils sont directement impliqués dans la croissance, la maturation et la sénescence du fruit [5]. Ces acides influent aussi sur les propriétés sensorielles des fruits [40] et [70].

D'après nos résultats, l'acidité titrable du fruit d'*A.unedo* L. des deux échantillons E_1 et E_2 est $(0.63 \% \pm 0.0010)$ et $(0.74 \% \pm 0.0007)$ respectivement (tableau 1). En comparant l'acidité titrable des deux échantillons E_1 et E_2 , on peut en déduire qu'elle est plus élevée dans l'échantillon E_2 par rapport à que dans l'échantillon E_1 .

Notre résultat est proche de celui trouvé par Serçe *et al* [69], qui est de $(0.67\% \pm 0.17)$ et reste supérieur à celui rapporté par Özcan et Haciseferoğulları [53] qui est $(0.4\% \pm 0.10)$.

En comparant les valeurs d'acidité du fruit d'*A.unedo* L. trouvées avec d'autres fruits comme les fraises et les cassis, on constate que nos résultats se rapprochent de celui des fraises (0.7%) [56], et largement inférieurs à celui des cassis (4%) [61].

Cette variation est peut être due aux conditions climatiques et au processus de maturation des fruits [45].

3.4. Cendres

La détermination de la teneur en matière minérale nous renseigne sur la qualité nutritionnelle de

l'échantillon à analyser. En effet, la teneur en cendres des aliments doit avoir un seuil à ne pas dépasser pour la consommation humaine et animale [31].

D'après l'étude comparative du fruit des deux échantillons, on remarque que le contenu minéral du fruit E_1 est $(0.69 \% \pm 0.0023)$. Cette valeur est supérieure à celle d'échantillon E_2 qui est $(0.33\% \pm 0.0027)$.

Nos résultats s'approchent de ceux trouvés par González *et al* [34] qui sont $(0.56\% \pm 0.15)$ et sont inférieurs à ceux présentés par Özcan et Haciseferoğulları [53], Ruiz –Rodriquez *et al* [64] et Barros *et al* [13] qui sont $(2.82 \% \pm 0.124)$, $(0.86\% \pm 0.21)$, $(1.71\% \pm 0.09)$ respectivement pour le même fruit.

Selon Bezzala [15], la variation de la teneur en cendres du fruit peut s'expliquer par la provenance géographique des échantillons, les conditions climatiques et les caractères édaphiques des sols. Mais selon Athamena [9], ces variations peuvent être dues à certains facteurs écologiques, l'âge de la plante, la période du cycle végétatif, ou même à des facteurs génétiques.

3. 5. Conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Elle est en corrélation avec la teneur en sels solubles [60].

Les valeurs moyennes des teneurs en sels solubles des deux échantillons du fruit d'*Arbutus* sont données dans le tableau 1. Notre résultat montre que l'échantillon E_1 renferme une teneur en sels solubles qui est supérieure à celle de l'échantillon E_2 qui est (523.215 ± 0.92) et $(322.50 \pm 0.687) \mu\text{S}/\text{cm}^{-1}$ respectivement.

En comparant la valeur de la conductivité électrique du fruit d'*A.unedo* L. étudié avec d'autres fruits comme les dattes, les pommes, les poires et les fraises, on remarque que le résultat trouvé est largement supérieur à celui des dattes $(2.1\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1})$ [6] et inférieur à celui des

pommes ($670 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) et des poires ($840 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) et légèrement supérieur à celui des fraises ($186 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) [67].

Selon Rodier [60] la conductivité électrique est influencée par le pH de la solution, la valence des ions et le degré d'ionisation.

3. 6. Solides solubles

Les solides solubles représentent l'ensemble de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, les sels, les protéines et les acides carboxyliques [45].

D'après l'étude comparative des deux échantillons des fruits d'*Arbutus*, on remarque que le taux des solides solubles dans l'échantillon E₂ est élevé ($17.66 \% \pm 0.020$) par rapport à l'échantillon E₁ qui est ($16.66\% \pm 0.040$). Par ailleurs, Müller *et al* [47] et Serçe *et al* [69] ont obtenu des valeurs inférieures pour le même fruit qui sont (8.1 %) et (11.9 %) respectivement. D'après Messaid [45], les différents paramètres qui peuvent influencer sur le taux des solides solubles sont le climat, la nature du sol et le processus de maturation des fruits.

3. 7. Pectine

La pectine est un polysaccharide présent dans les parois cellulaires végétales, surtout dans les fruits [14]. Selon Roger [63], la pectine est une composante de la fibre soluble ayant des applications technologiques intéressantes dans la gélification d'un mélange de fruit et de sucre.

D'après l'étude comparative des deux échantillons des fruits d'*Arbutus*, on remarque que la teneur en pectines dans l'échantillon E₂ ($0.082 \% \pm 0.0021$) est supérieure à celle de E₁ ($0.064 \% \pm 0.018$). Nous avons trouvé une faible teneur en pectines (tableau. 1). Cette valeur est nettement inférieure à celle trouvée par Ruiz –Rodriquez *et al* [64] qui est de 2.95% pour le même fruit.

En comparant nos résultats avec ceux obtenus par Li *et al* [43] sur d'autres fruits: *Ziziphus lotus* (*Jujubier*)

(2.04%), *Crataegus azarolus* (*Azarolier*) (2.67%), des mûres (0.72%) et des framboises (0.6%) [36], on constate que le fruit d'*A.unedo* L. présente des teneurs en pectines largement inférieures.

D'après Amellal [6] cette différence peut être due aux conditions de culture, et au degré de maturité mais aussi à la méthode de dosage utilisée. Sur le plan technologique, la faible teneur en pectines est un avantage dans la production des jus clarifiés et des sirops (processus de clarification) mais un inconvénient pour la préparation des gelées et marmelades [6].

3. 8. Fibres

Les fibres alimentaires sont des polymères glucidiques d'origine végétale, associées ou non, dans la plante, à la lignine ou à d'autres constituants non glucidiques (polyphénols, cires, saponosides, phytostérols...) [2].

En Comparant la teneur en fibres du fruit des deux échantillons, on remarque que l'échantillon E₂ est caractérisé par des teneurs élevées ($19\% \pm 0.009$) par rapport à celle d'échantillon E₁ est ($18\% \pm 0.035$).

En comparant les teneurs en fibres d'*Arbutus* avec d'autres fruits, on remarque que notre fruit est riche en cellulose brute. D'après nos résultats, le fruit d'*A. unedo* L. présente une teneur en cellulose voisine de celle trouvée par Trumbo *et al* [73] qui est dans l'intervalle (7.86 - 18.55%) dans le même fruit. La teneur en fibres de notre fruit est relativement supérieure à celle trouvée par Ruiz –Rodriquez *et al* [64] et par Özcan et Haciseferoğulları [53] qui sont de 13.26 % et 6% respectivement.

D'après notre étude, nous déduisons que ce fruit est riche en cellulose, ce polysaccharide constitutif participe considérablement à la texture des fruits, et confère aux parois leur rigidité. La cellulose est très employée dans l'industrie agro-alimentaire de même que ses dérivés, en l'occurrence le carboxyméthyl cellulose qui est très

utilisé dans l'amélioration des crèmes glacées et la conservation des farines [22].

Du point de vue nutritionnel, les fibres alimentaires ont plusieurs effets bénéfiques sur la santé, notamment l'augmentation du bol fécal, la diminution de la cholestérolémie et du taux de LDL (Lipoprotéine de basse densité) plasmatique et la diminution de la glycémie et de l'insulinémie post-prandiale [19].

D'après Ramlu et Rao [57] la variation de la teneur en fibres peut être due aux différentes conditions parmi lesquelles: la localisation géographique, la constitution génétique, l'état du sol et les conditions agronomiques et climatiques de la culture. Les différences de teneur en fibres peuvent être aussi dues aux différentes méthodes de dosage utilisées.

3. 9. Lipides

Selon les résultats présentés dans le tableau 1, on constate que les deux échantillons du fruit d'*A.unedo* L. sont pauvres en matière grasse. D'après ces résultats, on remarque que l'échantillon E₂ contient plus de matière grasse ($1.45\% \pm 0.002$), que l'échantillon E₁ (1.15 ± 0.002).

Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par de nombreux chercheurs. Bauer *et al* [13] et Özcan et Haciseferoğulları [53] ont enregistré des valeurs comprises entre $1.37\% \pm 0.40$ et $2.1\% \pm 0.10$ sur le même fruit respectivement. Tandis que Ruiz – Rodriquez *et al* [64] ont enregistré des valeurs comprises entre 0.30 à 0.78%.

D'après Gaouar [31] plusieurs paramètres influent sur le taux de lipides comme la granulométrie, l'humidité, la nature du solvant et la méthode d'extraction utilisée.

3. 10. Sucres totaux

Les sucres sont les constituants les plus importants du fruit d'*A.unedo* L. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment [6].

D'après les résultats donnés dans le tableau 1, on remarque que les teneurs en sucres totaux des deux échantillons (E₁ et E₂) du fruit d'*A. unedo* L. sont de l'ordre de 8.89 et 14.01g/100g respectivement. L'échantillon E₂ est plus riche en sucres totaux que l'échantillon E₁. Nos résultats montrent que le fruit d'*A.unedo* L. renferme une teneur en sucres totaux proche de celle trouvée par Tavares *et al* [73], Favier *et al* [28] et Ruiz – Rodriquez *et al* [64], qui ont trouvé des valeurs de (14.11 g/100g), (20 g/100g) et (14,11g/100g) respectivement.

Ces variations peuvent être attribuées à plusieurs facteurs tels que l'âge de la plante, la charge de l'arbre, le stade de maturation et l'état physiologique du fruit lors de l'analyse [12].

D'après Munier [48], Nixon et Carpenter [51] et Sawaya *et al* [68], les sucres varient en fonction du climat et du stade de maturation. Tandis que Dorais *et al* [24], propose d'autres facteurs tels que la durée d'exposition au soleil, la disponibilité de l'eau, la teneur en minéraux des sols, l'irrigation et la fertilisation peuvent influencer sur le niveau des sucres des fruits.

Compte tenu des teneurs obtenues dans notre étude, ces fruits constitueraient une source non négligeable de sucres qui fournissent des calories, et confèrent aux fruits leurs saveurs agréables. En effet les sucres à concentration élevée permettent d'éviter la prolifération bactérienne dans les confitures et les gelées. Ce qui favorise la transformation de ces fruits en plusieurs produits alimentaires notamment les confitures, les compotes, les marmelades et les jus [65].

3. 11. Sucres réducteurs

En comparant la teneur en sucres réducteurs du fruit d'*A.unedo* L. pour les deux échantillons, on remarque que l'échantillon E₂ présente une teneur plus élevée, qui est de (9.27g/100g \pm 1.881), par rapport à celle d'échantillon E₁ qui est de (6.98g/100g \pm 1.024).

Nos résultats montrent que le fruit d'*A.unedo* L. renferme une teneur en sucres réducteurs proche de celle trouvée par Orak *et al* [52], et qui est de l'ordre de (9.97 g/100g \pm 0.53). Nos résultats sont inclus dans l'intervalle (0.2-14g/100g) trouvée dans la variété de *Ziziphus jujuba* [43].

D'après Sakamura et Suga [66], la majorité des sucres de fruit est représentée principalement par le glucose et le fructose. Selon Ayaz *et al* [11], la variation des teneurs en sucre réducteurs peut être attribuée aux différents facteurs notamment le stade de maturation, la température, la durée d'exposition au soleil, et les conditions climatiques.

3. 12. Polyphénols

La teneur en polyphénols totaux exprimée en (mg GAE/g d'extrait) donne une estimation globale de la teneur de différentes classes des composés phénoliques contenus dans l'extrait de fruit d'*A.unedo* L. analysé [54].

D'après nos résultats, la teneur en polyphénols est élevée dans l'échantillon E₁ qui est de (17.025 mg GAE/g \pm 0.148), comparativement à l'échantillon E₂ qui est de (14.74 mg GAE/g \pm 0.551). Ces résultats se rapprochent de ceux cités par Alarcão-E-Silva *et al* [4], Tavares *et al* [72] et Orak *et al* [52] et qui sont de l'ordre de (15.5mg GAE/g \pm 0,6), (18 mg GAE/g) et (14.29 mg GAE/g) respectivement.

Nos résultats sont nettement inférieurs à ceux trouvés par Barros *et al* [13], Heinrich *et al* [35] et Serçe *et al* [69], pour le même fruit, qui sont de l'ordre de (126.83 mg GAE/g), (37.36 mg GAE/g) et (16.56 mg GAE/g) d'extrait respectivement.

En comparant le taux de polyphénols du fruit d'*Arbutus unedo* L. avec d'autres fruits sauvages, on constate que la teneur en composés phénoliques de notre fruit est plus faible par rapport au prunellier (*Prunus*

spinosa L.) et l'églantier commun (*Rosa canina* L.) considérés comme des fruits riches en polyphénols, et qui présentent des valeurs de (83.40mg GAE/g) et de (143.17mg GAE/g) d'extrait respectivement [13].

Des études faites par Aganga at Mosase [3], Pedneault *et al* [55] et Giddey [33] ont montré que les facteurs extrinsèques (géographiques et climatiques), les facteurs génétiques, mais également le degré de maturation de la plante et la durée de stockage ont une forte influence sur le contenu en polyphénols.

D'après l'étude statistique, il existe des différences significatives entre les deux échantillons (Tiaret, Tlemcen) en ce qui concerne les paramètres suivants: la conductivité électrique, les cendres, les sucres totaux et les polyphénols. Par contre, cette différence est non significative pour les pectines, les fibres, les lipides, les sucres réducteurs, et les solides solubles.

4. Conclusion

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les deux échantillons du fruit (Tiaret et Tlemcen) respectivement, ont montré une teneur en eau de (68.18% \pm 0.028 et 57.56% \pm 0.127) et un taux de cendres de (0.69% \pm 0.0023 et 0.33% \pm 0.0027). Notre fruit est acide et a présenté des valeurs de (3.55 \pm 0.054 et 3.53 \pm 0.038) pour le pH et de (0.63 % \pm 0.001 et 0.74 \pm 0.0007) pour l'acidité titrable. Il est riche en fibres alimentaires, en effet des valeurs de (18% \pm 0.035 et 19% \pm 0.009) ont été enregistrées. Leurs teneurs en pectines sont faibles (0.064% \pm 0.0018 et 0.082% \pm 0.0021). Comme la plupart des fruits, leurs fractions lipidiques sont modérées.

En outre, les fruits d'*A.unedo* L. comportent des teneurs considérables en sucres totaux (8.89 g/100g \pm 0.67, 14.01 g/100g \pm 2.39) et en sucres réducteurs (6.98 g/100g \pm 1.02, 9.27 g/100g \pm 1.88) pour l'échantillon provenant de la région de Tiaret et de la région de Tlemcen respectivement. Notre fruit constituerait une source importante d'antioxydants (polyphénols). Leur

teneur est 17.025 ± 0.148 mg GAE/g pour l'échantillon de Tiaret et 14.74 ± 0.515 mg GAE/g pour l'échantillon de Tlemcen.

L'étude comparative des analyses physico-chimiques de fruit d'*Arbutus unedo* L. montrent que l'échantillon de Tiaret est plus nutritif que celui de Tlemcen en raison de sa teneur relativement élevée en polyphénols et en matières minérales. L'approche de l'activité antioxydante de ce fruit constitue une des principales perspectives de notre présente étude.

Enfin, la prise de conscience de l'intérêt de consommer des fruits frais provenant des plantes sauvages est aujourd'hui relayée par une volonté de connaître ces fruits et leurs qualités nutritionnelles ainsi que leurs applications technologiques. Ce type d'étude ouvre des perspectives dans l'exploitation des plantes méditerranéennes.

5. Références bibliographiques

- [1] AFNOR Recueil de Normes Françaises des corps gras; oléagineuses et produits dérivés. Ed. AFNOR. France. 1988. 325p.
- [2] AFSSA. Table CIQUAL. Composition nutritionnelle des aliments. (2008). Disponible sur: <http://www.afssa.fr/TableCIQUAL/>.
- [3] A.A. Aganga et K.W. Mosase. Tannins content, nutritive value and dry matter digestibility of *Lonchocarpus capassa*, *Ziziphus mucronata*, *Sclerocarya birrea*, *Kirkia acuminata* and *Rhus lancea* seeds. *Animal Feed Science and Technology*. 91 (2003) 107-113.
- [4] M. Alarcão-E-Silva, A.E.B. Leitão, H.G. Azinheira et M.C.A. Leitão. The *Arbutus* Berry: Studies on its color and chemical characteristics at two mature stages. *J. Food Compos. Anal.* 14 (2001) 27-35.
- [5] M. Al-Farsi, C. Alasalvar, A. Morris, M. Baron et F. Shahidi. Compositional and sensory characteristics of three native sun-dried date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 33 (2005) 7586 – 7591.
- [6] H. Amellal. Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement, sucré et aromatisé. Thèse de Doctorat en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumerdes. 2008. 127 p.
- [7] AOAC. Official Methods of Analysis. 17th Ed. Maryland. U.S.A. 2000. 360 p.
- [8] AOAC. Official Methods of Analysis. 17th Ed. Gaithersburg, USA. 2002. 480 p.
- [9] S. Athamena. Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique. Thèse de Magistère en Biochimie Appliquée. Université El Hadj Lakhdar. Batna. 2009. 88p.
- [10] L. Audigie, J. Figarella et F. Zonszain. Manipulation biochimique. Ed. Doin. Paris. 1978. 274p.
- [11] F.A. Ayaz, A. Kadioglu et A. Dogru. Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. *orientalis* (L.) Kuntze (Russian olive). *Fruit Turk. J of Botany*. 23 (1999) 349-354.
- [12] F.A. Ayaz, M. Kucukislamoglu et M. Reunanen. Sugar, non-volatile and phenolic acids composition of strawberry tree (*Arbutus unedo* L. var. *ellipsoidea*) Fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 13 (2000) 171-177.
- [13] L. Barros, A. Carvalho, J. Morais et I. Ferreira. Strawberry-tree, blackthorn and rose fruits: Detailed characterization in nutrients and phytochemicals with antioxidant properties. *Food Chemistry*. 120 (2010) 247-254.
- [14] W.J. Bauer, R. Badoud, J. Lölliger et A. Etournaud. Science et technologie des aliments: Principes de chimie des constituants et de

- technologie des procédés. 1^{ère}Ed. PPUR Presses Polytechniques. Italie. 2010. 720 p.
- [15] A. Bezzala . Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. Université El Hadj Lakhdar, Batna. 2005. 106p.
- [16] P. Bizouard et J.C. Favier .Contribution à l'étude de la valeur nutritive de quelques plantes naturellement abondantes en Corse. Extrait de la revue " Corse Historique " N°8. AJACCIO.15p. 1992.
- [17] J. Bretaudeau, et Y. Fauré. Atlas d'arboriculture fruitière. Ed .Tec et Doc. Paris. 1992. 289p.
- [18] F. Brissonnet , M. Bouix, G. Loiseau , A . Russel,. et Y. Leveauj . Le stress bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène.IAA .3 (1994) 106-114.
- [19] J. Bruneton . Pharmacognosie et phytochimie des plantes médicinales. 3^{ème}Ed Tec et Doc. Paris. 1999. 206p.
- [20] G . Celikel , L. Demirsoy et H. Demirsoy . The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) selection in Turkey. Scientia Horticulturae .118 (2008) 115–119.
- [21] M.A. Dib .Contribution à l'étude de l'activité antimicrobienne de quelques polyphénols présents dans *Arbutus unedo* L. Thèse de Doctorat en Microbiologie. Université Abou Bakr Belkaid .Tlemcen. 2008.140 p.
- [22] B.A. Dilmi. Les constituants alimentaires et leurs rapports avec la santé. Ed. Office des Publications Universitaires .Alger . 1998. 272p.
- [23] S. Dogyan, Y. Turan, H. Ertuerk et D. Arslan. Characterization and purification of polyphenol oxydase from artichoke (*Cynara scolymus* L.). J.Agric.Food Chem.23 (2005) 776-785.
- [24] M. Dorais, A.P. Papadopoulos et A. Gosselin. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomie .21 (2001) 367-383.
- [25] M. Dubois, K.A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers et F. Smith. Colorimetric method for determination of sugars and related substances .Analytical Chemistry. 28 (1956) 350-356.
- [26] M. El Hoaouari, J.J. Lopez, H. Mekhfi, J.A. Rosado et M. S. Ginés. .Antiaggregant effects of *Arbutus unedo* extracts in human platelets .Journal of Ethnopharmacology.113 (2007) 325-331.
- [27] D. Espírito Santo, L . Galego, T . Gonçalves et C. Quintas. Yeast diversity in the Mediterranean strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits fermentations. Food Research International.47 (2012) 45–50.
- [28] J.C. Favier, J. Ireland-Ripert, C. Laussucq, et M. Feinberg . Répertoire général des aliments .Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique .Ed. Tec et doc. INRA. ORSTOM. France. 1993. 269 p.
- [29] F. Ferhoum. .Analyses physico chimiques de la propolis locale selon les étages bioclimatiques et les deux races d'abeille locales (*Apis mellifera intermissa* et *Apis mellifera sahariensis*). Thèse de magister en Technologie Alimentaire. Université M'hamed Bougara. Boumerdès. 2010. 122 p.
- [30] S. Fiorucci. Activités biologiques de composés de la famille de flavonoïdes : approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Thèse de Doctorat en Chimie. Université Nice- France. 2006. 211 p.
- [31] N. Gaouar. Etude de la valeur nutritive de la caroube de différentes variétés Algériennes. Thèse de magistère en Nutrition. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 2011. 95p.

- [32] R. Gatel. L'aliment à l'humidité intermédiaire : concept fondamental et fonction scientifique .Ed .APRIA . Paris. 1982. pp : 39-50.
- [33] C. Giddey. Les produits à humidité intermédiaire : Cas particulier du problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire .Ed.APRIA. Paris. 1982. pp : 21-28.
- [34] E.A. González, A.T. Agrasar, L.M .Castro, I.O Fernández et N.P. Guerra. Solid-state fermentation of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) and *Arbutus* berry (*Arbutus unedo* L.) and characterization of their distillates. Food Research International. 44 (2011)1419–1426.
- [35] V.Heinrich, A. Leung et E. Evans .Nano-to-microscale mechanical switches and fuses mediate adhesive contacts between leukocytes and the endothelium. Journal of Chemical Information and Modeling .45 (2005) 6.1482-1490.
- [36] A.S. Hodgson et L.H. Kerr .Tropical fruit products. In: «The Chemistry and Technology of Pectin». Ed. Academic Press, New York. 1991 .67 p.
- [37] M. Huberson. Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique de moûts de raisins : modélisation et interprétation métabolique .Thèse de Doctorat en Génie des Procédés et Environnement .Institut National Polytechnique de Toulouse. 2008. 121p.
- [38] IUCN. A Guide to Medicinal Plants in North Africa. Ed. IUCN. Malaga (Spain) . 2005.256 p.
- [39] P. Iseri. Encyclopedia of medicinal plants. Ed. Larousse.Londres. 2001. pp: 170-336.
- [40] S. J. Jadhav et W.T. Andrew. Effets of cultivars and fertilizers on non-volatile organic acids in potato tubers. Food Science and Technology Journal.10 (1997) 13-21.
- [41] U. Kalapathy et A. Proctor. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. Food chemistry.73 (2001) 393-396.
- [42] R. Lecoq .Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles .Tome 1.Ed.Doin et Cie. Paris. 1965.2185p.
- [43] J. .Li, L. Fan, S.H. Ding et X. Ding. Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube .Food chemistry.100 (2007) 970-974.
- [44] G .Linden .Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires: Principe des techniques d'analyse Vol.II .Ed.Collection Science et Technique Agroalimentaire.Paris . 1981. 434p.
- [45] H. Messaid. Optimisation du processus d'immersion –réhydratation du système dates sèche- jus d'orange. Thèse de magistère en Génie Alimentaire .Université .M'hamed Bouguara. Boumerdés. 2008.74 p.
- [46] G.L. Miller. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars .Analytical Chemistry. 31 (1972) 426-428.
- [47] L. Müller, S. Gnoyke, A.M. Popken et V. Böhm. Antioxidant capacity and related parameters of different fruit formulations. Food Science and Technology. 43 (2010) 992–999.
- [48] P. Munier. Le palmier dattier .Ed. Maisonneuve .Paris. 1973. 221p.
- [49] S.S .Nielsen. Food Analysis Laboratory Manual. Ed. Kluwer Academic Plenum Publishers. New York. USA. 1997. 800 p.
- [50] S.S. Nielsen. Food Analysis.4^{ème}Ed. Springer. USA. 2010. 602 p.
- [51] R.W. Nixon et B. Carpenter. Growing dates in United States. United States department of Agriculture. Information bulletin prepared by science and education administration.USA. 1978 .pp: 44-45.
- [52] H.H. Orak, T. Aktas, H.Yagar, S. SelenIsbilir, N. .Ekinci et F.H.Sahin. Antioxidant activity, some

nutritional and colour properties of vacuum dried strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruit. *Acta Sci Pol Technol Aliment*. 10 (2011) 327-338.

- [53] M.M. Özcan et H. Haciseferoğulları. The strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) fruits: Chemical composition, physical properties and mineral contents. *Journal of Food Engineer*. 44 (2007) 307-315.
- [54] A.M. Pawlowska, M. De Leo et A. Baraca. Phenolics of *Arbutus unedo* L. (*Ericaceae*) fruits: identification of anthocyanins and gallic acid derivatives. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54 (2006) 26. 10234-10238.
- [55] K. Pedneault, A. Leonharts, A. Gosselin, A. Ramputh et J.T. Arnason. Influence de la culture hydroponique de quelques plantes médicinales sur la croissance et la concentration en composés secondaires des organes végétaux. Texte de conférence. Canada. 2001. pp: 1-5.
- [56] A.G. Pérez, R. Olias, J. Espada, J.M. Olias et C. Sanz. Rapid determination of sugar, nonvolatile acids, and ascorbic acid in strawberry and other fruits. *Journal of Agricultural food and chemistry*. 45 (1997) 3545-3549.
- [57] P. Ramlu et P.U. Rao. Total insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. 16 (2003) 677-685.
- [58] S.A. Rezzoug, P. Maache, Z. Rezzoug et K. Allaf. Etude de la disponibilité de la pectine extraire à partir d'écorces d'oranges suite à un prétraitement thermomécanique. Récents progrès en Génie des procédés. Paris. 96 (2007) 1-9.
- [59] P. Ribereau-Gayon. Les composés phénoliques des végétaux. Ed. Dunod. Paris. 1968. 254 p.
- [60] J. Rodier (1997). L'analyse de l'eau, eau naturelle, eau résiduaire, eau de mer. 8^{ème} Ed. Dunod. France. 1997. pp : 57-65.
- [61] M. A. R. Rodríguez, M. L. V. Odériz, J. S. Lozano et J. L. Hernández. Estudio de la composición química de pequeños frutos: arándano, frambuesa, grosella blanca, grosella negra, grosella roja y zarzamora producidos en Galicia. *Ind. Conserve*. 67 (1992) 29-33.
- [62] P.J. Rodriguez et A. Traverset. A multi-scale approach in the study of plant regeneration: Finding bottlenecks is not enough. *Perspectives in plant Ecology. Evolution and Systematics*. 9 (2001) 1-13.
- [63] L. Roger. C'est quoi une fibre. *LRBEVA NUTRITION*. 2008. N°10.14p.
- [64] B-M. Ruiz-Rodriguez, P. Morales et V. Fernandez-Ruiz. Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*. 44 (2011) 1244-1253.
- [65] M. Saadoudi. Etude de la fraction glucidique des fruits : *Celtis australis* L., *Crataegus azarolus* L., *Crataegus monogyna* Jacq, *Elaeagnus angustifolia* L. et *Zizyphus lotus* L. Thèse de Magister en Technologie Alimentaire. Université Hadj Lakhdar Batna. 2008. 80 p.
- [66] F. Sakamura et T. Suga. Changes in chemical components of ripening oleaster fruits. *Phytochemistry*. 26 (1987) 9. 2481-2484.
- [67] S. Sarang, S.K. Sastry et L. Knipe. Electrical conductivity of fruits and meats during ohmic heating. *Journal of Food Engineering*. 87 (2008) 3. 351-356.
- [68] W.N. Sawaya, J.K. Khalil, W.M. Safi et A. Al-Shalat. Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J*. 16 (1983) 87-93.
- [69] S. Serçe, M. Özgen, A.A. Torun et S. Ercisli. Chemical composition, antioxidant activities and total phenolic content of *Arbutus andrachne* L.

- (Fam. *Ericaceae*) (the Greek strawberry tree) fruits from Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*. 23 (2010) 619 - 623.
- [70] K.J. Siebert .Modeling the flavor thresholds of organic acids in beer as function of their molecular properties. *Food Quality and Performance*.10 (1999) 129-137.
- [71] V.L. Singleton et J.A. Rossi. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents .*American Journal of enology and Viticulture*. 16 (1965) 44-158.
- [72] L.Tavares, S. Fortalezas, C. Carrilho, G.J. McDougall, D. Stewart et R.B, Ferreira. Antioxidant and antiproliferative properties of strawberry tree tissues. *Journal of Berry Research*.5 (2010) 3-12.
- [73] P .Trumbo, S. Schalicker , A .A. Yates et M. Poos .Dietary reference intakes for energy , carbohydrates , fibers , fats , fatty acids , cholesterol, protein ,and amino acids .*Journal of the American Dietetic Association* .102 (2002) 1621-1630.
- [74] P. J. Van Soest et R. H. Wine. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Offic. Anal. Chem.* 50 (1967) 50-55.