Résumé

Pour gérer le surplus de la production saisonnière des figues, certaines familles et coopérations recourent à leur transformation traditionnelle. L'impact de ces procédés traditionnels n'a pas été suffisamment abordé par la littérature. Un important défi consiste donc à déterminer comment préserver de manière efficace le contenu en antioxydants des fruits de la collecte jusqu'à la consommation. Dans ce contexte, les objectifs visés sont, (i) de connaitre les procédés traditionnels de séchage des figues au soleil et de la préparation de la confiture à base de figues; (ii) la caractérisation physicochimique des figues fraîches et sèches et des confitures de figues ;(iii) l'étude de la bioaccessibilité des composés phénoliques et leur activité antioxydante au cours de la digestion gastro-intestinale *in vitro*, tout en tenant compte de l'effet variétal et de l'effet du séchage au soleil. Les variétés traitées dans cette étude sont : *Aberkane*, *Azanjar* et *Taamriwt*. Pour atteindre ces objectifs, initialement une enquête a été réalisée dans les wilayas de Bejaia, Jijel, Skikda et Guelmaa. Il s'avère que le séchage traditionnel et la préparation artisanale de confiture sont les méthodes les plus pratiquées pour la conservation des figues. La détermination des teneurs en composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes totaux et anthocyanines totaux) a été réalisée par des méthodes colorimétriques. L'évaluation du potentiel antioxydant et antiradicalaire a été estimée *in vitro* par quatre tests (ABTS, DPPH, CUPRAC et FRAP). La chromatographie liquide à haute performance à détecteur à barrette de diodes (CLHP-DAD) a été utilisée pour déterminer le profil phénolique des différents échantillons de figues. Les principaux résultats obtenus indiquent que le séchage solaire des figues et la préparation de confiture ont influencé différemment les caractères physicochimiques des figues. Les teneurs en certains composés phénoliques sont négativement influencées par le séchage solaire et la transformation en confiture. Des pertes très considérables varient de 52,02 à 61,58 % pour les figues séchées au soleil et de 52,21 à 69,38 %pour les figues transformées en confiture ont été enregistrées. Les deux procédés traditionnels appliqués semblent également influencer négativement la capacité antioxydante. De même, des corrélations positives et hautement significatives ont été notées entre l'activité antioxydante et les teneurs en composés phénoliques dans les figues sèches et les confitures préparées. Le modèle statique de Minekus *et al.* (2014) de la digestion gastro-intestinale *in vitro* est utilisé pour étudier la bioaccessibilité des composés phénoliques et leur activité antioxydante. La teneur en composés phénoliques et la capacité antioxydante des figues fraîches et sèches obtenues avant la digestion sont significativement (p<0,05) supérieures à celles obtenues après la digestion. Une diminution significative (p<0,05) des teneurs en composés phénoliques et de leur activité antioxydante a été observée au cours des différentes phases de la digestion (phase orale > phase gastrique > phase intestinale). Lors de la digestion gastro-intestinale *in vitro*, les effets "variétal" et du "séchage" ne sont pas significatifs sur les composés phénoliques et sur leur activité antioxydante. De même, les figues fraîches et sèches ont conservé une teneur élevée en ces composés après la digestion.

Mot clé : Figues, confiture, séchage au soleil, traditionnelle, composés phénoliques, activité antioxydante, bioaccessibilité, digestion gastro-intestinale *in vitro*.

ملخص

لإدارة فائض الإنتاج الموسمي للتين، تلجأ بعض العائلات والتعاونيات إلى المعالجة التقليدية لهذا الفائض. لم يتم تناول تأثير هذه العمليات التقليدية بشكل كافٍ في المؤلفات السابقة. لذلك فإن التحدي المهم هو تحديد كيفية الحفاظ بشكل فعال على محتوى مضادات الأكسدة في الفاكهة من الجمع حتى الاستهلاك. في هذا السياق، الأهداف المسطرة في هذه الدراسة هي: (1) معرفة الطرق التقليدية لتجفيف التين في الشمس وتحضير مربى التين. (2) تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتين الطازج والمجفف ومربى التين؛ (3) دراسة إمكانية الوصول البيولوجي للمركبات الفينولية ونشاطها كمضاد للأكسدة أثناء الهضم المخبري، مع مراعاة تأثير الأصناف وتأثير التجفيف الشمسي. الأصناف المعالجة في هذه الدراسة هي: أبركان وأزنجار وتعمريوت. ولتحقيق هذه الأهداف، تم في البداية إجراء استبيان في ولايات بجاية وجيجل وسكيكدة وقالمة. اتضح أن التجفيف التقليدي وتحضير الحرفي للمربى هما أكثر الطرق شيوعًا لحفظ التين. تم تحديد مستويات المركبات الفينولية (البوليفينول الكلي، الفلافونويد الكلي والأنثوسيانين الكلي) بالطرق اللونية. تم تقدير قيم مضادات الأكسدة ومضادات الجذور الحرة في المختبر من خلال أربعة اختبارات ABTS DPPH CUPRAC FRAP. لتحديد المظهر الفينولي لعينات التين المختلفة تم استخدام كروماتوجرافيا السائلHPLC-DAD . تشير النتائج الرئيسية المتحصل عليها الى ان التجفيف الشمسي للتين وتحضير المربى لهما تأثير مختلف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للتين. تتأثر مستويات بعض المركبات الفينولية سلبًا بالتجفيف الشمسي ومعالجتها في المربى. تتراوح الخسائر الكبيرة جدًا من 52.02 إلى 61.58٪ للتين المجفف بالشمس ومن 52.21 إلى 69.38٪ للتين المعالج في المربى. يبدو أن العمليتين التقليديتين المطبقتين تؤثران سلبًا على قدرة مضادات الأكسدة. وبالمثل، لوحظ وجود ارتباطات موجبة وذات دلالة عالية بين نشاط مضادات الأكسدة ومستويات المركبات الفينولية في التين المجفف وفي المربى. يستخدم النموذج الثابت لمينكوس وآخرون (2014) في الهضم المخبري لدراسة إمكانية الوصول البيولوجي للمركبات الفينولية ونشاطها المضاد للأكسدة. محتوى المركبات الفينولية والقدرة المضادة للأكسدة للتين الطازج والمجفف الذي تم الحصول عليه قبل الهضم أعلى بشكل ملحوظ ($p < 0.05$)من تلك التي تم الحصول عليها بعد الهضم. لوحظ انخفاض كبير ($p < 0.05$) في مستويات المركبات الفينولية ونشاطها المضاد للأكسدة خلال مراحل الهضم المختلفة (المرحلة الفموية> الطور المعدي> الطور المعوي). أثناء عملية الهضم المعدي المعوي في المختبر، لا تكون تأثيرات التنوع والتجفيف مهمة على المركبات الفينولية وعلى نشاطها المضاد للأكسدة. وبالمثل، احتفظ التين الطازج والمجفف بمحتوى عالٍ من هذه المركبات بعد الهضم.

الكلمات الرئيسية: التين، المربى، التجفيف الشمسي، المركبات الفينولية ، نشاط مضادات الأكسدة ، إمكانية الوصول الحيوي ، الهضم المخبري.

Abstract

To manage the seasonal production surplus of figs, some families and cooperatives resort to the traditional processing. The impact of these traditional processes has not been sufficiently addressed by the literature. An important challenge is therefore to determine how to effectively preserve the antioxidant content of fruits from harvesting until consumption. In this context, the objectives of this thesis are: (i) to know the traditional methods of drying figs in the sun and the preparation of jam based on figs; (ii) the physicochemical characterization of fresh and dried figs and fig jams; (iii) the study of the bioaccessibility of phenolic compounds and their antioxidant activity during *in vitro* gastrointestinal digestion, while taking into account the varietal effect and the effect of sun drying. The varieties treated in this study are *Aberkane*, *Azanjar* and *Taamriwt*. To achieve these objectives, initially a survey was carried out in the Bejaia, Jijel, Skikda and Guelmaa cities. The survey showed that traditional drying and artisanal preparation of jam are the most widely used methods for preserving figs. The determination of the levels of phenolic compounds (total polyphenols, total flavonoids and total anthocyanins) was carried out by colorimetric methods. The evaluation of the antioxidant and anti-free radical potential was estimated *in vitro* by four tests (ABTS, DPPH, CUPRAC and FRAP). High performance diode array detector liquid chromatography (HPLC-DAD) was used to determine the phenolic profile of the various fig samples. The results indicated that the sun drying of figs and the preparation of jam have had a different influence on the physicochemical characteristics of figs. The levels of some phenolic compounds are negatively influenced by sun drying and processing into jam. Very considerable losses vary from 52.02 to 61.58% for sun-dried figs and from 52.21 to 69.38% for figs processed into jam. The two traditional processes applied also seem to negatively influence the antioxidant capacity. Likewise, positive correlations have been noted between antioxidant activity and the levels of phenolic compounds in dried figs and prepared jams. The static model of Minekus et al. (2014) of *in vitro* gastrointestinal digestion is used to study the bioaccessibility of phenolic compounds and their antioxidant activity. The content of phenolic compounds and the antioxidant capacity of fresh and dried figs obtained before digestion are significantly ($p < 0.05$) higher than those obtained after digestion. A significant decrease ($p < 0.05$) in the levels of phenolic compounds and their antioxidant activity was observed during the different phases of digestion (oral phase > gastric phase > intestinal phase). During *in vitro* gastrointestinal digestion, the varietal and drying effects are not significant on the phenolic compounds and on their antioxidant activity. Likewise, fresh and dried figs retained a high content of these compounds after digestion.

Key words: Figs, jam, sun drying, traditional, phenolic compounds, antioxidant activity, bioaccessibility, *in vitro* gastrointestinal digestion.