

Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop

K. Djafri*, E. Khemissat, M. Bergouia, S. Hafouda
INRAA - Station expérimentale de Touggourt, Ouargla, Algérie.
*Auteur de correspondance : djafri.kaouther@gmail.com

Reçu : 28 juillet 2020

Révisé : 12 novembre 2020

Accepté : 21 novembre 2020

Résumé : La présente étude se situe dans la perspective de la valorisation de quatre variétés de dattes communes de différentes consistances, répandues dans la région d'Oued-Righ, en essayant de mettre au point un sirop de qualité par un procédé qui nécessite une extraction par diffusion suivie d'une concentration sous-vide afin de diminuer la caramélisation et préserver la valeur nutritionnelle du sirop issu de la transformation. Cette méthode est proposée comme substitut à la concentration traditionnelle basée sur la cuisson directe au feu.

Au préalable nous avons entrepris des analyses physico-chimiques et biochimiques de la matière première (dattes). Dans un deuxième temps nous avons procédé à l'étape de transformation et d'optimisation du processus d'extraction du sirop.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées sur la datte entière et les sirops élaborés, par détermination du degré Brix, de la viscosité et des teneurs en humidité, sucres totaux, sucres réducteurs, polyphénols et HMF.

A cet effet, la caractérisation biochimique de la matière première montre que les trois variétés de catégorie molle ont une teneur en sucres réducteurs élevée de l'ordre de 60%, par contre les rebuts de *Deglet nour* présente une valeur de 12%. Cependant, le rendement en sirop est supérieur pour les variétés *Ghars* et *Tinissine*, soient respectivement 60 et 48%. Il est faible pour les rebuts de *Deglet nour*, soit de l'ordre de 30%.

L'ensemble des cultivars de dattes testés conviennent pour l'extraction du sirop. Cependant, la qualité de ce dernier diffère d'un cultivar à un autre suivant leurs compositions biochimiques, notamment leurs contenus en sucres.

Mots clés : Valorisation, Dattes, Optimisation, Sirops, Qualité.

Summary : The present study was undertaken in the perspective of the valorisation of four common dates varieties of different consistencies, widespread in the region of Oued-Righ, by trying to develop syrup that meets high nutritional quality. The process requires extraction by diffusion followed by vacuum concentration in order to reduce caramelization and preserve the nutritional value of the syrup resulting from the processing. This method is proposed as a substitute for the traditional concentration based on direct cooking over a fire.

Beforehand, biochemical analysis of the raw material (dates) was undertaken; next, we proceeded to the processing step, the aim of which was to improve the extraction process.

The physical and chemical analyses were carried out on the whole date and the syrups produced, by determining the brix degree, viscosity, moisture, total sugars, reducing sugars, polyphenols, and HMF contents.

The biochemical characterization of the raw material shows that the three varieties of the soft category have a high reducing sugar content of the order of 60%, *Deglet nour* wastes has a value of 12%.

The syrup yield is higher for the *Ghars* and *Tinissine* varieties, reaching 60 and 48%, respectively; and low for *Deglet nour* wastes, which got a yield of the order of 30%. All of the date cultivars tested are suitable for syrup extraction. However, the quality of the latter differs from one cultivar to another depending on their biochemical compositions, especially their sugar content.

Key words : Valorisation, Dates, Optimisation, Syrups, Quality

INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est la plus importante culture des zones arides et semi-arides et constitue le moteur de l'économie agricole des régions phoenicicoles.

En Algérie, les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 800 cultivars (Hannachi *et al.*, 1998). Ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de *Deglet nour* et à degré moindre *Ghars*, *Degla Beïda* et de la *Mech-degla* qui présentent une importance économique majeure (Acourene et Tama, 1997).

En plus de la consommation directe, la datte peut être utilisée comme matière première dans l'élaboration de nombreux produits facilement commercialisables, à savoir le sucre liquide, les pâtes de dattes, les jus, les sirops, les boissons gazeuses, la confiserie, l'alcool, le vinaigre (Chehema et Longo, 2001).

Par ailleurs, le secteur phoenicicole, malgré les richesses qu'il procure dans les zones désertiques, accuse un retard technologique. En effet, dans le domaine de la technologie de la datte et de sa valorisation, les systèmes pratiqués sont restés archaïques.

La transformation traditionnelle des dattes est très prisée et pratiquée par la population des régions oasiennes, l'expansion de cette activité artisanale contribuerait à la stimulation des nouveaux marchés, et par voie de conséquences l'extension du secteur du palmier dattier.

De plus de récupérer un sous-produit des écarts de triage de dattes qui ne sont pas consommés tels quels, soit du fait de leurs faibles qualités gustatives, soit du fait de leur texture rébarbative (trop dure), soit tout simplement parce qu'elles sont négligées au profit d'autres aliments plus attractifs (Chiniti *et al.*, 2014).

Les dattes sont considérées comme des fruits riches en sucres. Ceux-ci existent sous deux formes : saccharose et sucres réducteurs. Les principaux sucres réducteurs sont le fructose et le glucose mais elles contiennent d'autres sucres tels que l'arabinose, le galactose et autres (Al-Khouli *et al.*, 1998). Par conséquent, cette caractéristique est presque spécifique aux dattes et intéressante pour la transformation en sirop concentré.

L'objectif visé par cette étude est de rechercher un moyen de valorisation des dattes à faible valeur marchande par extraction du sirop à partir de quatre cultivars de palmier dattier à savoir, Rebuts de *Deglet-nour*, *Ghars*, *Tantbouchet* et *Tinissine*, avec un rendement optimum, en préservant les

caractéristiques nutritionnelles de la matière première.

MATERIEL ET METHODES

1. Matériel végétal

Quatre variétés des dattes de différentes catégories ont été retenues pour cette étude ; dattes molle (*Tantbouchet*, *Ghars*, et *Tinissine*) et sèche (Rebuts de dattes variété *Deglet nour*). Provenant de la collection de la station expérimentale de l'INRAA de Touggourt. La récolte des dattes est effectuée au stade de maturité complète sur trois palmiers adultes par variété, sélectionnés aléatoirement.

Leur choix a été motivé par l'importance des effectifs de palmiers dans la région d'Oued Righ.

Il est à noter aussi que :

- L'importance économique des dattes molles en général se voit réduite depuis quelques années ; elles sont marginalisées.

- Les variétés molles ne sont consommées entière que dans les régions où elles sont produites, et ce à cause des difficultés qu'elle présente à la conservation. En effet, elle n'arrive au reste du pays qu'après avoir subi une transformation industrielle en vue d'obtenir la pâte de datte, par exemple, utilisée à des fins culinaires.

- Les rebuts de *Deglet nour* sont des écarts de triage issus de dattes piquées, séchées et déclassées.



Figure 1 : Aspect général des variétés de dattes d'Oued Righ

Les variétés des dattes traitées durant cette étude sont présentées dans la figure 1.

2. Protocole expérimental

Ce travail comporte trois étapes essentielles :

La caractérisation physico-chimique de la matière première (dattes), une bonne connaissance des critères de qualité permettra d'orienter les variétés vers des utilisations adéquates selon leurs aptitudes à la transformation.

La mise au point de la technique d'extraction du sirop à partir de quatre variétés en utilisant la concentration sous-vide moyennant le rotavapeur afin d'éviter le phénomène de caramélisation et les pertes en composées ayant un intérêt nutritionnel.

En tenant compte de l'HMF comme un indicateur de qualité, une comparaison entre les sirops obtenus par notre procédé d'extraction sous-vide et autres préparés traditionnellement par concentration en chauffage direct (cités par la littérature) a été faite. Lors du

chauffage d'aliments riches en glucides à haute température, le saccharose se décompose en composés furfural par deux voies : caramélisation et réaction de Maillard. Le 5-hydroxyméthyl-2-furfuraldéhyde (HMF) est un produit commun de ces réactions (Kroh ,1994).

Enfin, la caractérisation physico-chimique du sirop obtenu est réalisée.

2.1. Procédé d'extraction du sirop de dattes :

Dans cette partie, une technique améliorant le procédé de fabrication du sirop de dattes a été réalisée afin d'augmenter le rendement et diminuer les risques de phénomènes biochimiques. Les différentes étapes du traitement sont :

Nettoyage et égouttage :

L'opération de nettoyage consiste au triage, lavage et ressuyage des dattes. Cette opération a permis d'éliminer les dattes immatures, écrasées et celles attaquées par les oiseaux et les insectes et qui peuvent induire l'altération de la couleur et de la qualité du sirop. Les dattes sont souvent souillées par des particules de terre, des grains de sable, des poussières, des débris végétaux, des pesticides. Le lavage permet d'éliminer ces particules et éventuellement les restes de pesticides. Il est effectué par de l'eau de robinet. Cette opération consiste à faire

trempier les dattes dans de l'eau avec une simple agitation durant quelques minutes. Le lavage des dattes est important pour l'obtention d'un produit de bonne qualité hygiénique. Les dattes subissent ensuite un ressuyage par égouttage à travers une passoire, suivi de leur exposition à l'air libre pendant une heure.

Extraction du jus de dattes :

Les sucres sont extraits par diffusion en utilisant de l'eau chaude comme solvant.

Une fois les dattes lavées, dénoyautées et découpées, 2.5 litres d'eau sont ajoutés à 1 kg de dattes. Le mélange est agité dans un bain-marie réglé à 85°C durant une heure avec un dispositif d'agitation (Mélangeur Rotor/Stator).

Epuration du jus d'extraction :

Le jus filtré est trouble, il contient beaucoup d'impuretés en suspension qui exercent une influence désagréable sur la qualité du sirop. Une fois le jus extrait, il est filtré à travers un tissu. Le filtrat obtenu subit une centrifugation (3000 tour/min pendant 15 min) à l'aide d'une centrifugeuse de type Hettich ZENTRIFUGEN pour obtenir un jus clair.

Concentration du jus

Le jus ainsi obtenu est concentré à 70°Brix à l'aide d'un rota-vapeur type BÛchi Heating Bath B-490 réglé à 45°C.

2.2. Méthodes analytiques

2.2.1. Analyses physico-chimiques

Les dattes et les sirops issus de l'extraction ont été soumis à diverses analyses physico-chimiques à savoir la teneur en eau, teneur en cendres, pH, le degré Brix, les sucres, la viscosité, teneur en polyphénols et HMF, en utilisant les protocoles d'analyses suivants.

- **La teneur en eau** : est déterminée par dessiccation de 10 g de dattes dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve à une température de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ jusqu'à l'obtention d'un poids constant (A.O.A.C., 1970).

- **La teneur en cendres** est déterminée par incinération de 3.0 g de dattes dans un four à moufle à une température de 550°C jusqu'à la combustion complète de la matière organique et l'obtention d'une cendre blanchâtre (A.O.A.C., 1970).

- **Le pH** est déterminé par la lecture directe sur un pH-mètre préalablement étalonné de type JANWAY (A.O.A.C., 1970).

- **Le Brix (%)** exprime le pourcentage de solides solubles contenus dans un échantillon (solution aqueuse). Le contenu en solides solubles représente le total de tous les solides dissous dans l'eau, incluant les sucres, alcools, les sels, protéines, acides, etc.

Fondamentalement, le Brix (%) est calibré en fonction du nombre de grammes de sucres de canne contenus dans une solution de 100 grammes. Donc, lors de la mesure d'une solution de sucres, le Brix (%) devrait parfaitement correspondre à la concentration réelle des sucres (A.O.A.C., 1970).

- **Les sucres réducteurs, le saccharose et les sucres totaux** ont été déterminés par la méthode de Bertrand, rapporté par Audigie *et al.* (1984).

Le principe de cette méthode consiste à faire agir un excès de liqueur cuproalcaline dans des conditions bien fixées puis on sépare l'oxyde cuivreux et on le traite par une liqueur sulfurique de sulfate ferrique. Dans ce cas, on ne dose que les sucres réducteurs. Pour doser les sucres totaux, on fait tout d'abord une hydrolyse acide afin de libérer les fonctions aldéhydiques ou cétoniques. De cette façon, on transforme le saccharose en sucres réducteurs.

- **La viscosité** est déterminée par la lecture directe sur un viscosimètre rotatif de type FUNGCLAB s.a.

- **Les polyphénols** : La détermination des polyphénols totaux est effectuée selon la méthode spectrophotométrie dont le principe est que les ions phénolates formés par l'addition de carbonates de sodium sont oxydés par le réactif Folin-Ciocalteu décrite par Singleton *et al.*, (1999).

- La teneur en HMF (Hydroxyméthylfurfural) est effectuée par la méthode de White (1964) décrite par Bogdanov *et al.* (1997), elle est basée sur la lecture de l'absorbance de ce composé à 284 nm et 336 nm par un spectrophotomètre à UV.

2.2.2. Analyses statistiques

Pour chacun des paramètres étudiés les valeurs sont exprimées en moyenne \pm erreur standard de la moyenne.

L'analyse statistique est effectuée à l'aide de XLSTAT 2014, le test ANOVA est utilisé pour évaluer la signification des différences entre les valeurs moyennes au niveau de $p < 0,05\%$.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Caractérisation physico-chimique de la matière première

Les résultats relatifs à l'analyse physico-chimiques de dattes dans notre étude sont présentés dans le Tableau I.

Les différents échantillons de dattes de la présente étude ont des caractéristiques biochimiques différentes. Ces différences sont notables entre les variétés, en particulier du point de vue de la teneur en eau de la pulpe, elle est significativement différente au seuil de 5%. La variété *Ghars* et *Tinissine* ont enregistré des taux d'humidité élevés soient 25.29 et 22.94 % respectivement

Tableau I : Composition physico-chimique des quatre variétés des dattes de l'étude
Les moyennes suivies de la même lettre, dans une ligne, ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$)

Paramètre	Variété			
	<i>Ghars</i>	<i>Tantbouchet</i>	<i>Tinissine</i>	Rebuts de <i>Deglet nour</i>
Humidité (%)	25.29 \pm 0.00 ^a	20.16 \pm 0.70 ^b	22.94 \pm 2.81 ^a	15.20 \pm 1.76 ^c
Sucres réducteurs (%)	56.83 \pm 0.08 ^c	61.63 \pm 0.01 ^b	64.92 \pm 0.01 ^a	12.38 \pm 0.02 ^d
Sucres totaux (%)	57.73 \pm 0.02 ^c	90.32 \pm 0.02 ^a	83.01 \pm 0.01 ^b	34.66 \pm 0.02 ^d
Saccharose (%)	01.37 \pm 0.02 ^d	28.40 \pm 0.01 ^a	17.10 \pm 0.08 ^c	22.05 \pm 0.07 ^b
pH	06.47 \pm 0.02 ^c	05.94 \pm 0.04 ^d	06.69 \pm 0.01 ^b	06.94 \pm 0.02 ^a
Acidité (%)	01.28 \pm 0.01 ^a	01.60 \pm 0.02 ^b	01.28 \pm 0.01 ^a	03.84 \pm 0.03 ^c
Polyphenols (mg/100g)	04.57 \pm 0.07 ^d	10.97 \pm 0.08 ^a	08.00 \pm 0.02 ^b	06.76 \pm 0.02 ^c
Cendres (%)	01.73 \pm 0.01 ^c	03.70 \pm 0.22 ^a	02.70 \pm 0.22 ^b	02.90 \pm 0.07 ^b
Taux de matière solides (TSS%)	50.00 \pm 0.86 ^b	50.00 \pm 0.50 ^b	55.00 \pm 1.00 ^a	25.00 \pm 1.00 ^c

et une teneur faible pour les rebuts de la variété *Deglet nour* (15.2 %). Ce dernier est proche de la moyenne enregistrée pour les variétés sèches soit 15% (El-Sharnouby *et al.*, 2014). Cette différence est expliquée par le fait que la teneur en eau de la pulpe de datte varie considérablement selon les différentes catégories de variétés (molles, demi-molles et sèches). Également, elle est étroitement liée à l'humidité de l'environnement et à la situation géographique (Booij *et al.*, 1992).

Concernant l'acidité titrable des variétés étudiées, elle varie entre 1.28 et 3.84 g/kg. Ces résultats sont comparables à ceux rapportés par Acourene *et al.* (2014) qui a trouvé des valeurs allant de 0,64 à 2,81 g/kg sur vingt variétés algériennes. Toutefois nos résultats restent largement inférieurs à ceux rapportés par Al-Farsi *et al.* (2007) qui ont trouvés des teneurs entre 1,9 et 2,7% c.a.d.19 à 27 g/kg.

Pour ce qui est du pH, ce dernier est légèrement acide à neutre, il varie entre 5.94 et 6.94. Cet intervalle du pH est défavorable au développement des bactéries et favorable pour la conservation de certaines vitamines du groupe B telles que B₁, B₂, B₅, B₉ et B₁₂ (Bourgeois, 2003). Ces résultats sont comparables à ceux obtenus par Acourene *et al.* (2001) pour des valeurs allant de 5,1 à 7,2.

En outre, Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. Les teneurs trouvées dans nos échantillons variant entre 1.73 % pour variété *Ghars* et 3.7 % pour la variété *Tantbouchet*, cette valeur est plus élevée que celle trouvée par Siboukeur (1997) ce qui indique que ces variétés sont riches en éléments minéraux.

Quant au degré Brix, les plus élevés sont enregistrés pour *Tinissine* (55.16%), *Ghars* (50 %) et *Tantanboucht* (50 %) par contre, les rebuts de *Deglet nour* ont présenté un degré Brix significativement inférieur à ceux des autres variétés soit 25%.

L'analyse des sucres montre, d'une part, que ces derniers constituent la majeure partie de la pulpe. La teneur en sucres totaux de nos échantillons varie de 34.66 % à 90.32 %. Pour le résultat concernant la variété *Ghars*, il est inférieur à celui évoqué par Mimouni (2015) qui est de l'ordre de 71.79 %. Les résultats enregistrés pour les variétés *Tantbouchet* et *Tinissine* sont supérieurs à ceux cités pour les mêmes variétés par Acourene *et al.* (2014), à savoir 77.49 et 78.76% respectivement.

D'autre part, les sucres réducteurs (glucose et fructose) résultent de l'inversion du saccharose par l'invertase au cours de la maturation de la datte. La teneur élevée en sucres réducteurs est observée pour *Tinissine* (64.92 %)

tandis que la catégorie rebuts de *Deglet nour* s'est distinguée par une faible teneur (12.38 %). Les valeurs publiées par Acourene *et al.* (2001); Djoudi (2013) pour les variétés étudiées sont en partie comparables à celles trouvées dans cette étude. Les différences notées peuvent être dues aux conditions agro-climatiques subies par ces variétés pendant des campagnes de production très éloignées.

Par ailleurs, les variétés étudiées peuvent être classées, selon leurs teneurs moyennes en saccharose, en deux groupes différents. Le premier est formé de *Ghars* qui contient une moindre quantité de saccharose (1.37 %), le second correspond aux trois variétés restantes avec une grande quantité pour les variétés *Tinissine*, rebuts de *Deglet nour* et *Tantbouchet* (17.1, 22.05 et 28.40 %), respectivement.

Les valeurs obtenues pour *Tinissine* et *Tantbouchet* sont supérieures de celles publiées par Acourene *et al.*, (2001) qui a trouvé une teneur de (0.9, 1.05%) respectivement pour *Tantbouchet* et *Tinissine*, cela peut être dû aux teneurs en eau trouvées par Acourene *et al.* (2001) soient, 32.25% et 30.58%, respectivement. Ces différences peuvent être expliquées, entre autres, par les conditions climatiques (chaleur et humidité de l'air), le degré d'irrigation ou un dessèchement des dattes juste après récolte qui agissent sur la

consistance de la pulpe. (Harrak *et al.*, 2005).

La variété la plus riche en polyphénols est *Tantbouchet* (10.97mg EAG/100g MF) puis vient la variété *Tinissine* (8 mg EAG/100g MF) et en moindre valeur *Ghars* (4.57 mg EAG/100g MF), Toutefois, nos résultats restent supérieurs à ceux rapportés par Benahmed (2007), qui a trouvé des teneurs de 0.75 mg EAG/100g MF pour la variété *Ghars* et 1.8 mg EAG/100g MF pour la variété *Mech-degla*.

Les différents teneurs en polyphénols de variétés des dattes résultent de l'effet de nombreux facteurs, les principaux étant :

- Facteurs climatiques et environnementaux : lumière, précipitations, topographie, saison et type de sol (Harris, 1977),

- Héritage génétique : la concentration en polyphénols est très variable d'une espèce à l'autre et d'une variété à l'autre et diminue régulièrement pendant la maturation ainsi que la période de récolte et le stockage par réaction de brunissement (Macheix *et al.*, 1990).

- La méthode d'extraction et de quantification (Lee *et al.*, 2003).

Enfin, L'analyse de la variance a mis en évidence que le facteur variété représente une différence significative au seuil de 5% entre : le taux d'humidité, le pourcentage des sucres totaux et réducteurs. Ces dernières

sont principalement dues aux facteurs climatiques, l'origine géographique, le type du sol, la diversité variétale, les conditions de conservation post-récolte influencent également la composition des fruits (Bensetti, 2005).

En outre, les résultats relatifs à l'analyse physico-chimique de nos échantillons de dattes encourageant l'utilisation de ces derniers comme matières premières pour l'extraction des sirops.

2. Etude de la qualité des sirops de dattes :

2.1. Rendement en sirop issu des différentes variétés de l'étude

Le rendement en sirop des variétés étudiées est présenté dans la figure 2.

La méthode de concentration par rota-

vapeur donne un rendement intéressant pour les variétés *Ghars* (61.8%) et *Tinissine* (61%), comparativement au sirop issu de la variété *Tantbouchet*, qui est de l'ordre de 48.20%. Cependant, un faible rendement a été enregistré pour le sirop des rebuts de Deglet nour soit 30%. Ceci est probablement dû à la faible teneur en eau de la datte s'opposant ainsi à la diffusion des sucres. Les dattes sèches par rapport aux dattes molles nécessitent un temps assez long pour s'humidifier et permettre aux solides solubles de diffuser dans l'eau (Mimouni, 2015).

2.2. Caractéristiques du sirop de dattes

L'ensemble des résultats des analyses physico-chimiques du sirop de dattes sont résumés dans le Tableau II :

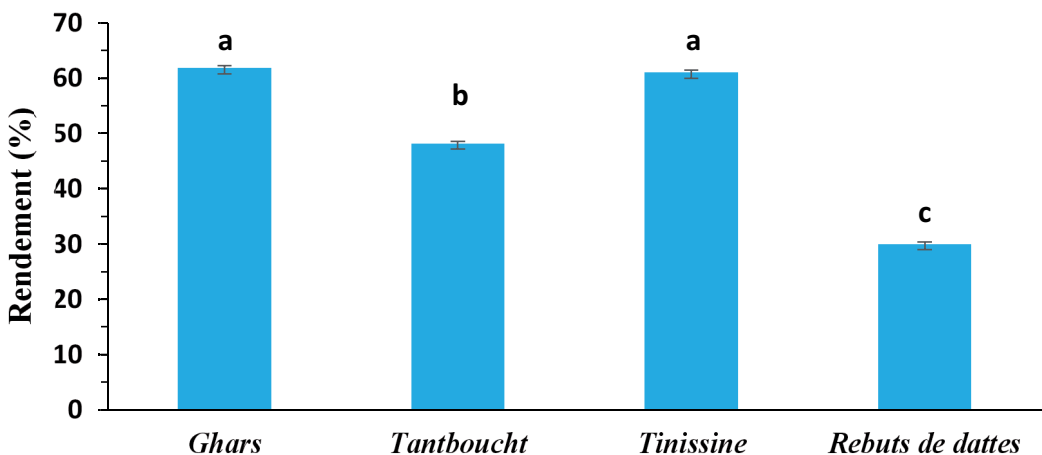


Figure 2 : Rendements en sirop issu des quatre variétés de dattes de la région d'Oued-Righ

HMF (Hydroxyméthylfurfural)

La teneur en HMF des sirops préparés de nos échantillons : *Tantbouchet*, *Tinissine*, *Ghars* et rebuts de *Deglet nour* sont respectivement 75.22, 77.09, 81.96, 95.80 mg/Kg. Ces résultats sont inférieurs à ceux évoqués par El-Nagga *et al.* (2012) pour des sirops de dattes égyptiennes préparées par micro-ondes ou par évaporateur rotatif, où ils ont fait mention à des teneurs allant de 300 à 1200 mg/kg. Par contre, ils sont dans la fourchette de ceux obtenus par Jafarnia *et al.* (2016), entre 12 à 456 mg/kg pour les sirops de dattes industrielles iraniennes. Cette différence peut être due à deux facteurs : le temps et la température d'extraction. Selon Naknean *et al.*

(2009) une quantité plus élevée en HMF a été produite dans le sirop de sucre de palme lorsque la méthode de traitement à haute température (110°C) a été utilisée. Des quantités élevées en HMF ont été trouvées dans le café (24~4023 mg/kg), la prune séche (1600~2200 mg/kg) et le jus de grenade concentré (514~3500 µg/kg) (Naknean *et al.*, 2009).

Par ailleurs, Abbès *et al.* (2013) ont notés que la production d'HMF est étroitement associée à la température de traitement, avec de hautes concentrations pour les sirops concentrés à 100°C en chauffage direct, soit 5.64 fois plus élevé que les sirops obtenus à basse température, quelles que soient les variétés utilisées.

Tableau II : Composition physico-chimiques des sirops de dattes issu des variétés de l'étude. Les moyennes suivies de la même lettre, dans une ligne, ne sont pas significativement différentes ($p > 0,05$)

Paramètre	Variété			
	<i>Ghars</i>	<i>Tantbouchet</i>	<i>Tinissine</i>	Rebuts de <i>Deglet nour</i>
HMF (mg/kg)	81.96 ± 0.01 ^b	75.22 ± 0.02 ^d	77.09 ± 0.02 ^c	95.80 ± 0.01 ^a
Humidité (%)	25.25 ± 0.03 ^c	30.46 ± 0.01 ^a	25.88 ± 0.01 ^b	21.64 ± 0.01 ^d
Sucres réducteurs (%)	53.91 ± 0.01 ^a	42.56 ± 0.31 ^c	48.02 ± 0.01 ^b	22.77 ± 0.03 ^d
Sucres totaux (%)	94.35 ± 0.02 ^c	78.54 ± 0.01 ^d	96.04 ± 0.02 ^a	94.78 ± 0.02 ^b
Saccharose (%)	39.32 ± 0.33 ^c	35.32 ± 0.30 ^d	47.03 ± 0.41 ^b	71.28 ± 0.62 ^a
Polyphénols (mg/100g)	200.0 ± 10 ^d	770.0 ± 100 ^a	460.0 ± 17.3 ^b	240.0 ± 10.0 ^c
pH	05.41 ± 0.01 ^d	05.67 ± 0.02 ^b	05.79 ± 0.01 ^a	05.61 ± 0.01 ^c
Acidité (%)	04.48 ± 0.19 ^d	03.20 ± 0.01 ^c	02.56 ± 0.01 ^b	01.92 ± 0.01 ^a
Densité	01.16 ± 0.01 ^c	01.15 ± 0.01 ^c	01.21 ± 0.01 ^b	01.24 ± 0.02 ^a
Viscosité (Cp)	769.10 ± 13.8 ^b	734.60 ± 9.6 ^c	419.01 ± 6.7 ^d	803.70 ± 12.4 ^a

Des résultats similaires ont été rapportés par Jafarnia *et al.* (2016) signalant des concentrations en HMF significativement plus élevée ($P < 0,05$) qui varient entre les sirops de dattes traditionnels obtenus par chauffage direct, de 1000 à 2675 mg/kg, et les sirops industriels obtenus sous-vide, de 12 à 456 mg/kg.

Acet effet, on peut dire que le traitement thermique lors de la concentration du sirop est l'un des facteurs essentiels qui affectent leur qualité.

La teneur en eau (Humidité)

L'humidité la plus élevée est celle du sirop de la variété *Tantbouchet* soit 30.46 %, elle est significativement différente des sirops issus de la variété *Ghars*, *Tinissine* et rebuts de *Deglet nour*. Ces derniers ont des teneurs en eau comprises entre 21.46 et 25.25%. Ces résultats sont faibles par rapports à ceux obtenus par Benhamed (2012) et proches de ceux obtenus par Mimouni (2009). Cette différence est en relation directe au degré Brix qui renseigne sur le taux de solides solubles des sirops. A cet effet, le degré Brix de nos sirops préparés est fixé à 70° Brix ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération. Contrairement, selon Benahmed (2007) il est égal à 60° et les sirops obtenus par Mimouni (2009) présente des valeurs qui oscillent entre 72 et 74°. En outre, la teneur en

eau varie en fonction de la température, de la durée de condensation et de la méthode d'extraction.

Densité

La densité est inversement proportionnelle à la température ambiante (Guerin *et al.*, 1982). La densité enregistrée pour les sirops préparés varie entre 1.15 et 1.24. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par Mimouni (2015) pour des valeurs comprises entre 1 et 1.5. La densité du sirop de dattes est très élevée grâce au taux de solides solubles existant dans le produit, ce caractère permet leur stockage pendant une longue durée (Abdelfattah, 1990).

pH

La détermination du pH renseigne sur l'état de fraîcheur de l'échantillon et la nature de la matière première. Globalement, Le pH des sirops issus des quatre échantillons étudiés sont légèrement acides ; il est de l'ordre de 5. Ces valeurs sont comparables à ceux obtenus par Benahmed (2012) et Siboukeur (1997). Toutefois, les résultats obtenus par Mimouni (2015) sont plus faible, Cette différence est liée au facteur variétal des dattes et la méthode utilisée (Mimouni, 2015).

L'acidité titrable

Le sirop de la variété *Ghars* présente une acidité élevée par rapport aux sirops

issus des autres variétés, elle est de l'ordre de 4.48 %, suivi par la variété *Tantbouchet* soit 3.20%, puis vient *Tinissine* 2.56%. Ce résultat est supérieur à celui trouvé par (Benahmed, 2007; Belguedj, 2015) soit respectivement 2.1 et 3.2%. Par contre, une faible teneur d'acidité a été enregistrée pour les rebuts de la variété *Deglet nour*. Notons que les sirops obtenus de variétés molles ont une forte acidité par rapport aux sirops des variétés sèches. Les variations observées peuvent être dues à deux facteurs : la teneur en eau et la nature en sucre de la matière première (Mimouni, 2015)

Les sucres

Les teneurs en sucres totaux de nos échantillons de sirops oscillent entre 78.64 et 96 %. Ces valeurs sont un peu plus élevées par rapport à celles rapportés par Mimouni (2015) qui a travaillé sur trois variétés de dattes, à savoir, *Mech-degla*, *Degla beida* et *Deglet nour*, où il a enregistré des teneurs allant de 70 à 73.68%.

La teneur élevée en sucres réducteurs est observée pour le sirop extrait de la variété *Ghars* (53.91 %) puis vient les sirops de la variété *Tantbouchet* et *Tinissine* soient respectivement (42.56%) et (48.08 %). Ces résultats sont un peu inférieurs à ceux obtenus par Mimouni (2015) pour la variété molle *Ghars* qui est de l'ordre de

70.05%. Tandis que le sirop de rebuts de *Deglet nour* s'est distingué par la plus faible teneur en sucres réducteurs soit 22.77 %. Cette valeur est proche à celle rapportée par Benahmed (2012) pour la variété sèche *Mech-degla* à savoir 25.10 %. Ceci peut se justifier par le fait que les sirops extraits des dattes de la catégorie molle présentent une teneur en sucres réducteurs élevées par rapport aux sirops extraits des dattes sèches.

Les polyphénols

La teneur en polyphénols la plus élevée est celle du sirop de la variété *Tantbouchet* soit 770 mg EAG/100g MF suivi par le sirop de *Tinissine* 460 mg EAG/100g MF ensuite le sirop issu de rebuts de *Deglet nour* 240 mg EAG/100g MF et de la variété *Ghars* 200 mg EAG/100g MF. Ces résultats sont supérieurs à ceux obtenus par Benahmed (2012) pour la variété *Mech-degla* soit 9.5 mg EAG/100g et son proche de ceux obtenus par Khalil et al. (2002) qui est de l'ordre de 200 mg EAG/100g MF et par Dhaouadi et al. (2011) pour une teneur polyphénols de 548 mg EAG/100g MF de sirop issu d'extrait méthanolique de la variété *Deglet nour* tunisienne.

D'une part, cette variabilité de la teneur en composés phénoliques est due probablement à la teneur en polyphénols existants dans la matière première. D'autre part, les résultats

de la détermination des composés phénoliques n'indiquent pas les valeurs exactes des teneurs en polyphénols, à cause de la sensibilité de cette méthode à d'autres molécules existant dans la matrice de l'échantillon analysé.

En effet cette méthode peut avoir des problèmes d'interférence, le Folin-Ciocalteu peut réagir avec les acides aminés (tyrosine, tryptophane) et les sucres réducteurs (Boizot et Charpentier, 2006).

Viscosité

Généralement, il existe une relation linéaire entre le logarithme de la viscosité et le logarithme de l'humidité du sirop. La viscosité augmente lorsque la teneur en eau diminue, elle est proportionnelle au taux des substances solubles dans le sirop, ce qui lui donne un pouvoir sucrant élevé. Le sirop de 72 à 75% de teneur en matières sèches, a une viscosité de 500 centpoises (Guerin *et al.*, 1982).

Le sirop de rebuts de datte présente la viscosité la plus élevée soit 803.7 Cp tandis que la variété *Tinissine* s'est distinguée par la viscosité la plus faible 419 Cp. Toutefois les deux variétés molles *Ghars* et *Tantbouchet* ont une viscosité d'environ 700 Cp.

CONCLUSION

La présente étude avait pour but de valoriser les dattes de faible valeur

marchande par la production du sirop en optimisant un procédé d'extraction par diffusion et concentration sous vide afin d'augmenter le rendement et éviter les pertes en composés nutritionnels. Le sirop de dattes est un produit naturel extrait des dattes, il est liquide et très concentré, il peut être utilisé comme un édulcorant.

L'ensemble des variétés de dattes communes testées à savoir : *Tantbouchet*, *Tinissine*, *Ghars* et rebuts de *Deglet nour* conviennent pour l'extraction du sirop. Cependant, la qualité de ce dernier diffère d'un cultivar à un autre suivant leurs compositions physico-chimiques.

Par conséquent, le sirop obtenu se caractérise par une teneur en eau allant de 21 à 30% du poids frais et un pourcentage élevé en sucres totaux, qui est de l'ordre de 96%. L'analyse en sucres réducteurs montre que les sirops obtenus des variétés *Ghars*, *Tantbouchet* et *Tinissine* renferment des teneurs élevées variant entre 42.56 et 53.91%.

Cependant, le degré Brix a été fixé à 70° ce qui permet son stockage au-delà de deux ans, sans risque d'altération avec un pH compris entre 5,40 et 5,79.

Les résultats des contenus phénoliques indiquent la richesse de ces sirops en polyphénols, en comparant les teneurs en polyphénols du sirop de *Tantbouchet* avec celles d'autres sirops.

Ainsi que la viscosité des sirops obtenus est de 419 à 800 Cp ce qui permet de mieux préserver la qualité

hygiénique de ces derniers lors du stockage.

L'HMF est un bon indicateur de la détérioration de la qualité pendant la production et le stockage du sirop, nos résultats ne dépassent pas 0.1 g/kg.

On peut affirmer que les sirops obtenus sont plus riche en sucres totaux et réducteurs, en substances minérales et en substances bioactives tel que les polyphénols totaux et dont les teneurs sont plus élevées que celles de leurs matières premières.

Références

Abbès F., Besbes S., Brahim B., Kchaou W., Attia H. and Blecker C., 2013. Effect of concentration temperature on some bioactive compounds and antioxidant proprieties of date syrup. *Food Science and Technology International*, 19(4):323-33

Abdelfattah A.C., 1990. La date et le palmier dattier. Ed Dar El-Talae, Caire.

Acourene S., Tama M., 1997. Caractérisation Physico-Chimique des Principaux Cultivars de Dattes de la Région des Zibans', *Recherche Agronomique*, 1(1), p 59-66.

Acourene S., Buelguedj M., Tama M., Taleb B., 2001. Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identifi-

cation des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, 5 (8), p 19-39.

Acourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M. and Taleb B., 2014. Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria. *Annual Research & Review in Biology* 4(3): p 487-499

Al-Farsi, M., Alasalvar, C., Al-Abid, M., Al-Shoaily, K., Al-Amry, M., & Al-Rawahy, F., 2007. Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food Chemistry*, 104, 943-947.

Al-Khouli M.H., Ahmed F.H. and Sid Amhed T.A., 1998. Analysis of the fruits of some Egyptian date palm cultivars. *Proceedings of the first date palm symposium on date palm research.* Date Palm Research and Development Network. Arab center for the studies in Arid Zones and Dry Lands (ACSAD). Marrakech Marrocco: p 327-333

A.O.A.C., 1970. Official Methods of Analysis (XI Edn), Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Audigie C.I., Figarella J. and Zonszani F., 1984. Manipulation of biochemical analyzes, Ed, Doin editors, Paris, France, 211p.

Belguedj N., Bassi N., Fadlaoui S., Agli A., 2015. Contribution à l'industrialisation par l'amélioration du processus traditionnel de fabrication de la boisson locale à base de datte « Rob » Volume 20 (7). Journal of new sciences, Agriculture and Biotechnology, 20(7), p 818-829.

Benahmed D.A., 2012. Analyse des aptitudes technologiques de poudres de dattes (*Phoenix dactelifera*.L) améliorées par la spiruline. Etude des propriétés rhéologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Thèse Doctorat, Université Mhamed bougara-Boumedes. <http://dlibrary.univboumerdes.dz:8080/bitstream/123456789/777>.

Benahmed D.A., Amrani M., Azouaou M., Damir A., et Benamara S., 2007. Possibilité de fabrication d'un jus naturel à base d'un sirop de dattes communes et d'un extrait de spiruline et jus de citron naturel. Sciences Biologiques et Agronomiques Université de Tizi-Ouzou. Laboratoire de Recherche des Technologies Alimentaires. <https://www.yumpu.com/fr/document/read/13675275/benhamed-universite-mouloud-mammeri-de-tizi-ouzou>.

Bensetti M., 2005. Contribution à l'étude de l'effet de la durée de congélation sur les propriétés des dattes Rou-

tab du cultivar Bent Qbala. Mémoire de fin d'études en biochimie. Université d'Ouargla. <https://bu.univ-ouargla.dz/master/pdf/NAGOUDI-Djamila.pdf>

Bogdanov S., Martin P., Lu Ilman C., Borneck R., Morlot M., Heritier J., Vorwohl G., Russmann H., Persano-Oddo L., Sabatini A.G., Marcazzan G.L., Marioleas P., Tsigouri A., Kerkvliet J., Ortiz A. et Lvanov T., 1997. Harmonised Methods of The European Honey Commission Apidologie., p1-59.

Boizot N., Charpentier J.P. 2006. Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour l'observation et l'évaluation des milieux forestiers, partiels et aquatiques, N° spécial Le cahier des techniques de l'INRA p79-82.

Booij I., Pionbo G., Risterucci A.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M., 1992. Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). Fruits, Vol. 47, N° 6, p 667-677.

Bourgeois, C., 2003. Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Ed. Tech et Doc- Lavoisier, Paris, 483 p.

Chehema A., Longo H.F., 2001. Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail, *Energ. Ren. Production et Valorisation – Biomasse*, p 59-64.

Chiniti S., Djelal H., Bentahar I., Hassouna M., et Amrane A., 2014. Optimisation de l'extraction des jus de de sous –produits de datte (*Phoenix dactylifera* L.) et valorisation par production de bioéthanol. *Revue des Energies Renouvelables* Vol. 17 N°4. p 529-540.

Dhaouadi K., Raboudi F., Estevan C., Barajoun E., Vilanova E., Hamdaoui M. and Fatouch S., 2011. Cell Viability Effects and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Tunisian Date Syrup (Rub El Tamer) Polyphenolic Extracts. *J. Agric. Food Chem.* 59, p 402-406.

Djoudi I., 2013. Contribution à l'identification et la caractérisation de quelques accessions des palmiers dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) dans région de Biskra, Mémoire de magister en sciences agronomies université Mohamed kheider Biskra. https://thesis.univ-biskra.dz/40/1/agro_m_1.pdf.

El-Nagga E.A., Abd El_Tawab Y.A., 2012. Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Annals of Agricultural Science* (2012) 57(1), p 29–36.

El-Sharnouby G.A., Salah M.A., and Mutlag M.A., Salah M., 2014. Liquid Sugar Extraction from Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Fruits *J Food Process Technol* 5: 402.

Guerin B., Gauthier A., Orthieb J., 1982. Les sirops (saccharose, glucose, fructose et autre édulcorants : valeur technologique et utilisation. Série de synthèse bibliographique. Ed. APRIA, n° 18, Paris, 123 p.

Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A. et Brac de la Perrière R.A., 1998. 'Inventaire Variétal de la Palmeraie Algérienne USTHB et URZA, Unité de Recherche sur les Zones Arides.

Harrak H., Hamouda A., Boujnah M., Gaboune F., 2005. Teneur en sucres et qualités technologique et nutritionnelle des principales variétés de dattes marocaines Actes du Symposium International sur le Développement Durable des Systèmes Oasiens du 08 au 10 mars 2005 Erfoud, Maroc - B. Boulanouar & C.Kradi. <https://www.inra.org.ma/sites/default/files/publications/ouvrages/oasis.pdf>

Harris R.S. and Karmas E., 1977. Nutritional evaluation of food processing, 3rdEd. The Avi Publishing Company Inc, New York. 612p.

Jafarnia A., Soodi M., Shekarchi M., 2016. Determination and Comparison of Hydroxymethylfurfural in Industrial and traditional date Syrup Products. Iranian Journal of Toxicology Vol 10, No 5, p 11-16.

Khalil K.E., Abdel-Bari M.S., Hafiz N.E., Ahmed E.Y., 2002. Production, evaluation and utilization of date syrup concentrate (Debis). Egyptian Journal of Food Sciences. Volume 30 N° 2:179-203.

Kroh L.W., Caramelisation in food and beverages. Food Chem 1994: 51(4):373-9.

Lee K.W., Kim Y.J., Lee H.J. and Lee C.Y., 2003. Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 51:7292-7295.

Macheix J.J., Fleuriet A. and Billot J., 1990. Fruit phenolics, CRC Press, Boca, raton.378p.

Mimouni Y., 2009. Mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes ; comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie. Mémoire de Magister en Biochimie et Analyse des Bio-Pro-

duits, Université Kasdi Marbah Ouargla : p12-13. https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/722/1/Mimouni_yamin.pdf

Mimouni Y., 2015. Développement de produits diététiques hypoglycémiantes à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla thèse de doctorat université Kasdi Merbah. <https://dspace.univ-ouargla.dz/jspui/bitstream/123456789/8694/1/Mimouni-Yamina-Doctorat.pdf>

Naknean P., Meenune M., Roudaut G., 2009. Change in physical and chemical properties during the production of palm sugar syrup by open pan and vacuum evaporator. Asian Journal of Food Agro-Industry : 2 (4) :448-456.

Siboukeur O., 1997. Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister en Sciences Alimentaires. [Catalogue.ensa.dz/cgi-bin/koha/opac-detail.pl ?biblionumber=2303](http://catalogue.ensa.dz/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2303).

Singleton V.L., Orthofer R. & Lamuela-Raventos R.M., 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. Method Enzymol., 299, 152-178.