

CARACTERISATION DIETETIQUE DE SIX CULTIVARS DE DATTES DE FAIBLE VALEUR MARCHANDE DU SUD EST ALGERIEN

MIMOUNI Y. ⁽¹⁾, BAYOUSSEF Z. ⁽¹⁾ et SIBOUKEUR O. ⁽¹⁾

(1) Laboratoire de «Génie De L'Eau Et De L'Environnement En Milieu Saharien. Université Kasdi Merbah-Ouargla. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Département des Sciences Biologiques. Route de Gharđaia 30 000 Ouargla (Algérie)

Résumé

Les fruits de dattiers sont très riches en substances biologiquement actives, étaient classées autrefois parmi les aliments glucidiques à sucres rapides. Actuellement, les aliments glucidiques sont classés sur base de leur capacité à augmenter la glycémie dans le sang. L'objectif de ce travail vise à caractériser les dattes de six cultivars de faible valeur marchande à savoir Ghars, Itima, Bentqbal, Aliwrached, Mizit et Tinissine de point de vue diététique, autrement dit en fonction de leur pouvoir glycémiant, afin d'établir une bonne gestion de la consommation de ces fruits notamment pour les diabétiques et les obèses et/ou de les valoriser par leurs transformation en plusieurs produits. Pour se faire, en premier temps nous avons supporté cette étude par une caractérisation physicochimique et biochimique par le dosage des éléments minéraux, des cendres, des sucres et des pectines, en deuxième temps nous avons fait appel à une caractérisation diététique par le suivi de la réponse post prandiale après consommation de ces cultivars. Ces analyses a enregistré des teneurs en calcium, en sodium et en potassium appréciables, des teneurs en cendres comprises entre 2.31% à 2.48%, de teneurs sucres réducteurs fluctues entre 58.38% à 75.28% et des teneurs en pectines comprises entre 1.88% à 4.43%. Les pics hyperglycémie des cultivars étudiés sont égaux 1.10, 1.15, 1.16, 1.27, 1.31g/l et 1.41g/l pour Itima, Tinissine, Aliwrached, Bentqbal, Mizit et Ghars respectivement contre celui de l'aliment de référence (glucose) (1.47g/l). De même, ces cultivars montrent des pics post-prandiaux entre 1.01g/l à 1.06g/l contre celui du glucose 1.10g/l. Globalement, ces pics sont plus bas et ne provoquent pas une augmentation importante de glycémie, donc ils sont plus intéressant du point de vue diététique. Ceci nous permet d'élaborer une stratégie de gestion alimentaire adéquate pour les diabétiques et les obèses.

Mots clés: Dattes, valorisation, nouveaux produits, patrimoine phoenicicole, érosion génétique.

Abstract

Date palm fruits are very rich in biologically active substances, were once classified as carbohydrate foods with fast sugars. Currently, carbohydrate foods are classified on the basis of their ability to increase blood sugar levels. The objective of this work is to characterize the dates of six cultivars of low market value ie Ghars Itima, Bentqbal, Aliwrached, Mizit and Tinissine dietary point of view, ie according to their glycemic power, in order to establish good management of the consumption of these fruits, in particular for diabetics and the obese, and / or to enhance them by their transformation into several products. To do, first time we have supported this study by physicochemical characterization and biochemical assay of the minerals, ash, sugars and pectins, secondly, we called on a dietary characterization by monitoring the post-meal response after consumption of these cultivars. These analyzes recorded appreciable calcium, sodium and potassium contents, ash contents between 2.31% to 2.48%, reducing sugar contents fluctuating between 58.38% to 75.28% and pectin contents between 1.88% to 4.43. %. The hyperglycemia peaks of the cultivars studied are equal to 1.10, 1.15, 1.16, 1.27, 1.31g / l and 1.41g / l for Itima, Tinissine, Aliwrached, Bentqbal, Mizit and Ghars respectively against that of the reference food (glucose) (1.47g / l). Likewise, these cultivars show postprandial peaks between 1.01g / l to 1.06g / l against that of glucose 1.10g / l. Overall, these peaks are lower and do not cause a significant increase in blood sugar, so they are more attractive from a dietary point of view. This allows us to develop an adequate food management strategy for diabetics and obese people. Overall, these peaks are lower and do not cause a significant increase in blood sugar, so they are more attractive from a dietary point of view. This allows us to develop an adequate food management strategy for diabetics and obese people.

Keywords: Dates, valuation, new products, phoenicultural heritage, genetic erosion.

Introduction

La consommation des aliments glucidiques entraîne des élévations différentes de la glycémie pour un apport équivalent en glucides. En effet, la vitesse de digestion des glucides d'un aliment est dépendante de sa complexité notamment de sa teneur en fibres, en lipides et en protéines. Par ailleurs, les traitements technologiques, culinaires, les caractéristiques inhérentes à la matière première constituent autant de facteurs pouvant influencer cette vitesse [1]. Récemment, la notion d'index glycémique et de charge glycémique a supplanté cette classification. Ces deux outils permettent une estimation qualitative et quantitative des glucides ingérés et nous renseignent sur leur effet glycémiant [2 -1]. Le comportement alimentaire des populations sahariennes repose sur la consommation de dattes le plus souvent accompagnées de lait. Le consommateur autochtone affirme que certains cultivars ne provoquent pas une élévation importante de la glycémie dans le sang notamment en ce qui concerne certains cultivars, en l'occurrence « Addela ». Etant donné que les dattes renferment d'autres substances que le glucose (dont l'IG est par convention égale à 100), à savoir le fructose et les fibres dont les index glycémiques respectifs sont égaux à 20 et 0 [1]. Dans ce contexte, nous nous sommes proposé de commencer par la vérification de ces hypothèses, en évaluant l'évolution de la glycémie post prandiale et le pouvoir glycémiant de six cultivars (Ghars, Itima, Aliwrached, Bentqbal, Tinissine et Mizit)

de dattes molles du Sud-est algérien les plus répandus dans la région d'Ouargla, afin de contribuer à la valorisation de certains cultivars menacés d'érosion génétique en mettant en évidence leur intérêt diététique.

Matériel et méthodes

Matériel

Le matériel utilisé dans cette étude repose sur le matériel végétal (cultivars de dattes). Le choix des cultivars Ghars, Itima, Aliwrached, Bentqbal, Tinissine et Mizit est justifié par leurs abondances relative dans la région de Sud-est Algérie (Ouargla), leurs appartenances à la classe des cultivars molles (richesse en sucres réducteurs), leurs appréciation, consommation et commercialisation par les gens du sud. Deux (2) Kg d'un même cultivar de dattes sont récoltés au stade de maturation complète (Tmar) en Novembre 2018 et conservé à 4°C (Fig. 1). En général, ces cultivars peuvent être consommés en état ou destinés à la transformation technologique en plusieurs produits.

Le glucose à 50% est utilisé comme un aliment de référence, cette solution nous à été fournie par laboratoire de l'hôpital Mohamed Boudiaf. Six volontaires sains non diabétiques, leur glycémie à jeun varie entre 0.87 et 1.10 g/l et post-prandial varie entre 1.17 et 1.32 g/l sont sélectionnés pour la réalisation de ce test.

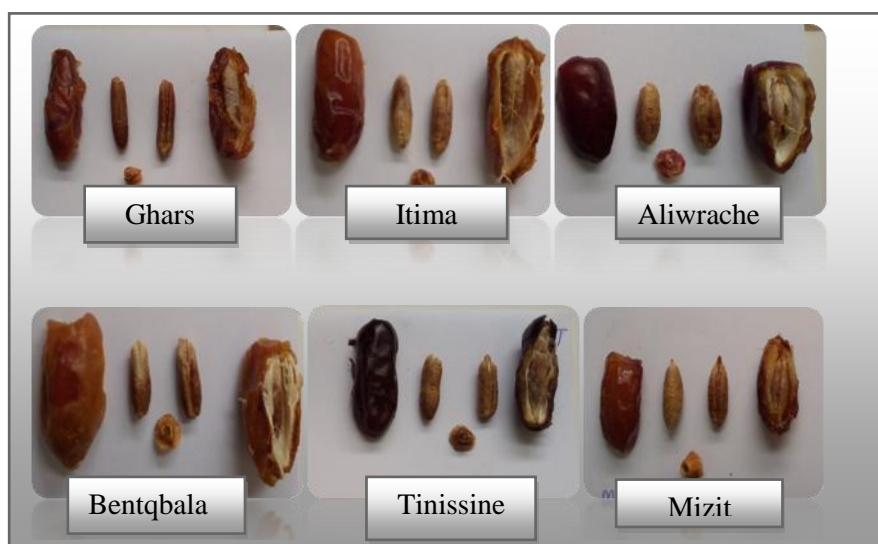


Figure 1 - Cultivars de dattes étudiées

Caractérisation physico-chimique

Les cendres totales permettent de juger la richesse en éléments minéraux et la composition minérale du produit. Deux g de la pulpe de dattes broyées sont calcinées à 550 °C dans un four à moufle pendant 3 heures successives [3]. Les éléments minéraux sont dosés à l'aide d'une photométrie de flamme, une solution pulvérisée dans la flamme d'un brûleur émet une lumière d'un dispositif sélecteur de radiation et d'une cellule photo-électrique reliée à un galvanomètre, on mesure son intensité d'émission dans la longueur d'onde caractéristique de l'élément que l'on veut doser [4].

Caractérisation biochimique

Le dosage des sucres réducteurs est basé sur la réduction de la liqueur de Fehling par les sucres réducteurs contenus dans l'échantillon. L'échantillon doit être privé de toutes les autres matières réductrices et dilué d'une façon que la quantité des sucres soit inférieure à 5g/l [5]. Les pectines sont dosées sous forme de pectate de calcium, après extraction à l'eau chaude, puis saponification par NaOH et

précipitation par CaCl₂ en milieu acétique [6].

Suivi de la réponse pot-prandiale

Conformément à la méthode préconisée par la [7], la méthode de mesure doit être réalisée en présence au moins 6 sujets sains, le résultat correspondant à la moyenne des valeurs obtenues chez les différents sujets. Pour la présente étude, nous avons opté pour une cohorte humaine de 6 volontaires. Le suivi de l'évolution de la réponse post-prandiale est effectuée par lecteur de glycémie à partir du sang capillaire frais. Le test commence à 8h. Lors de la première visite, 50 g de l'aliment de référence (glucose anhydre préparé dans 100 ml) sont servis et consommés par chaque volontaire. Lors de la deuxième visite, une quantité de dattes de chaque cultivar susceptibles d'apporter environ 50g de glucides est servie et consommée dans les mêmes conditions. Pendant les 2 heures, la glycémie de ces volontaires est mesurée toutes les 15 min pendant la 1^{er} heure puis toutes les 30 min [1].

Résultats et discussion

Caractérisation physicochimique

Le taux de cendre représente la qualité totale en éléments minéraux présents dans un échantillon. Les valeurs des cendres enregistrées sont égales $2,30\% \pm 0,08$ (Bentqbal), $2,31\% \pm 0,15$ (Aliw rached), $2,34\% \pm 0,2$ (Ghars), $2,36\% \pm 0,5$ (Mizit), $2,44\% \pm 0,11$ (Tinissine) et $2,48\% \pm 0,41$ (Itima) (Fig. 2). Les teneurs en cendre trouvées dans cette étude signifient que les cultivars étudiés renferment des teneurs importantes en éléments minéraux. Nos résultats semblent être relativement proches à ceux rapportés par [8], qui affirme que la teneur en cendre des dattes est de l'ordre de 2 %. Généralement la teneur en cendre dépend de la nature du sol et de leurs additifs [9]. Les valeurs des

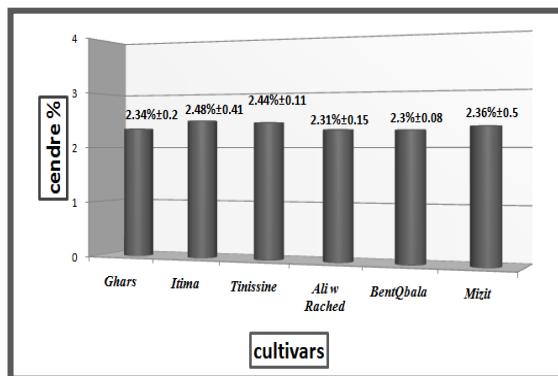


Figure 2-Teneur en cendre des cultivars étudiés.

Composition biochimique

Les sucres réducteurs sont composés essentiellement de glucose et de fructose. Le tableau 1, montre que les sucres réducteurs des cultivars étudiés varient de $58.38\% \pm 0.03$ (Mizit) et $75.28\% \pm 0.05$ (Ghars). Ces résultats sont dans la fourchette citée par certains auteurs dont [12 - 13] où le taux de sucres réducteurs des dattes varient de 19% à 89 % et 31% à 78.2 % respectivement. Les sucres réducteurs prédominent dans les différents

éléments minéraux enregistrées pour les six cultivars étudiés sont variables à savoir : $72,32\text{mg}/100\text{g}$ (Mizit) et $111,65\text{ mg}/100\text{g}$ (Bentqbal) pour le potassium (K) ; $27,463\text{ mg}/100\text{g}$ (Itima) et $77,95\text{ mg}/100\text{g}$ (Bentqbal) pour le calcium (Ca) ; $59,54\text{ mg}/100\text{g}$ (Bentqbal) et $126,34\text{ mg}/100\text{g}$ (Itima) pour le sodium (Na) (Fig. 3). La composition minérale de la datté montre que le sodium (Na) est l'élément majeur pour tous les cultivars suivis par le potassium (K) et le calcium (Ca). Par ailleurs, l'étude des autres cultivars d'origine algérienne signale que le potassium (K) est l'élément prédominant alors que la concentration de sodium (Na) est très faible, à savoir [10-11], trouvent que le potassium est de teneur plus important de $687\text{mg}/100\text{g}$ et $644\text{mg}/100\text{g}$ respectivement.

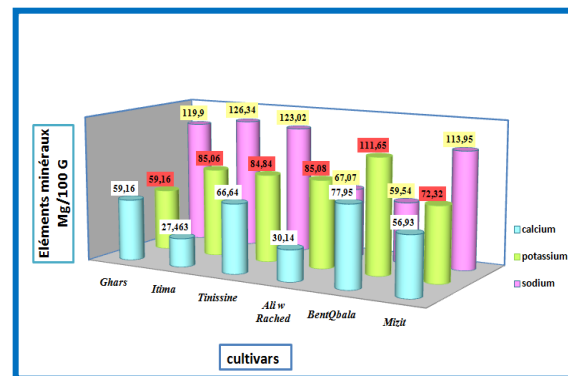


Figure 3 - Teneur en Eléments minéraux

cultivars de dattes étudiées ce qui confirme l'appartenance de ces dattes aux cultivars à consistance molle. L'inversion du saccharose par l'invertase en glucose et fructose est le phénomène qui se produit lors de la maturation du fruit et se poursuit durant son entreposage [14]. De plus, les sucres réducteurs favorisent le phénomène de brunissement non enzymatique qui serait probablement responsable de la couleur brune des dattes [15]. La présence de ces sucres naturels peut constituer une

bonne source d'énergie immédiate pour le corps humain [16]. De plus, la présence de haute teneur en fructose dans les dattes permet de l'incorporer dans le régime alimentaire d'un diabétique vu ces propriétés diététiques. Le fructose en plus son pouvoir sucrant plus élevé que celui du glucose et du saccharose (1.5 contre 0.80 et 1), à son index glycémique bas (20) [1], et à son métabolisme qui ne nécessite pas de l'insuline, il est doté de propriétés hypocalorifiques et hypoglycémiantes et peut donc contribuer à la lutte contre l'obésité et le diabète [17]. Le taux des pectines varie de $1.88\% \pm 0.21$ (Itima) à $4.43\% \pm 0.6$ (Tinissine) par rapport à la matière sèche pour les six cultivars étudiés. Ces résultats

sont supérieurs à ceux trouvés dans la bibliographie dont le taux des pectines est fluctue de 0.5% à 1.6 % [18]. Selon [19], la paroi cellulaire des dattes mûres renferment jusqu'à 3% des pectines. Le taux des pectines est variable selon les stades de la maturation, elle diminue de stade Khl'al jusqu'à au stade Tmar. Les aliments contenant les pectines réduisent les facteurs de risque métabolique associé au diabète [20]. Les pectines, en diminuant la vitesse de digestion des glucides, les rendent moins rapidement disponibles et donc contribuent à l'abaissement de leur IG. Elles ont également la capacité de ralentir la vidange gastrique (satiété) [21].

Tableau 1- Teneurs en sucres réducteurs et en pectines des cultivars étudiés (%)

Cultivars	Sucres réducteurs	Pectines
Ghars	75.28 ± 0.05	2.88 ± 0.3
Itima	68.80 ± 0.4	1.88 ± 0.21
Tinissine	72.22 ± 0.08	4.43 ± 0.6
Bentqbala	73.86 ± 0.8	3.32 ± 0.07
Aliwrached	61.12 ± 0.22	2.77 ± 0.1
Mizit	58.38 ± 0.03	2.21 ± 0.61

Evolution de la glycémie

L'évolution de la glycémie représente sous forme d'une courbe, le traçage de la courbe est effectué à l'aide de l'outil « IG DATTE » (Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9). Après l'ingestion de l'aliment, la courbe prend une valeur plus élevée, puis revient à son niveau de base au bout d'un certain temps. Ceci peut être expliqué par l'effet de l'insuline qui fait décroître la courbe qui

est sécrété en réponse à l'élévation de la glycémie sanguine. Les courbes d'évolution de la glycémie pour l'aliment de référence (glucose) sont plus importantes par rapport à toutes les courbes des cultivars de dattes étudiés, puisque le glucose est un sucre pur et simple qui n'a pas besoin d'être digère, donc son absorption est très facile, alors que les cultivars de dattes étudiés renferment de glucides immédiatement

absorbables et de glucides à absorption retardée, les glucides immédiatement absorbables vont très rapidement passer dans la circulation sanguine, alors que ceux

Pics hyper-glycémiques et post-prandiales

Les volontaires (sains) enregistrent un pic hyperglycémie de l'aliment de référence (glucose IG : 100) à $t = 30$ est 1.47, ce pic est intense et précoce car le glucose est un sucre simple, facilement assimilable, son absorption est rapide et est suivie d'un pic hyper-glycémique précoce important, alors que le pic hyperglycémie pour les différents cultivars étudiés est variable entre $t=15$ et $t=45$ et se situe de 1.10 à 1.41. Donc les pics hyper glycémiques pour les cultivars de dattes étudiés sont plus bas par rapport à celui de l'aliment de référence. Un aliment qui présente un pic glycémique bas et tardif est d'autant plus intéressant du point de vue diététique par rapport un aliment glucidique qui présente un pic glycémique élevée et précoce. Ces résultats sont confortés par des teneurs élevées en fructose (IG 20). Ces résultats corroborent ceux d'une étude récente entreprise par [1], sur la mesure de l'index glycémique (IG) et insulémique (II) postprandiaux du fructose natif extrait des pommes dénommé par l'auteur « fructilight » et celui du « fructose référent du marché non issu de fruits » disponible en pharmacie (IG =20). Cette étude montre un pic post-prandial bas et un IG très bas pour le fructilight ($11,9 \pm 1,7$). De très faibles impacts de ce fructose sur la glycémie et le pic post-prandial de sujets sains ont été rapportés par l'auteur. L'index glycémique obtenu avec le fructilight est plus de huit fois inférieur à celui obtenu avec le glucose et plus d'une fois et demi inférieur au fructose témoin,

nécessitant une digestion préalable seront absorbés de manière plus ou moins retardée

non issu de fruits. La sécrétion d'insuline, en cohérence avec l'augmentation de la glycémie, est également très nettement inférieure à celle observée avec le glucose [1]. Le fructose natif extrait de fruits est considéré par l'auteur comme un sucre à fort intérêt nutritionnel présentant le plus faible pic post-prandiale et pourrait assurer le maintien de l'homéostasie glucidique. La recherche en nutrition a montré que la consommation de différents aliments glucidiques (glucose IG : 100, fructose IG : 20) entraîne des élévations différentes de la glycémie pour un apport équivalent en glucides. Ceci peut être expliqué par le fait que le fructose est absorbé au niveau de l'intestin grêle par transport actif mais indépendamment du sodium, contrairement aux autres monosaccharides (glucose). Ensuite, il va dans la circulation sanguine, en tant que fructose (et non pas comme glucose) n'influençant pas ainsi la glycémie. Le fructose doit être véhiculé vers le foie pour être métabolisé, alors que la majorité des autres sucres sont déjà décomposés lorsqu'ils traversent la paroi intestinale pour entrer dans la circulation sanguine. Cela a pour conséquence que le fructose possède un indice glycémique plus bas que le glucose, qui lui, fait monter la glycémie instantanément [22]. La glycémie post prandiale (glycémie à T_0+120 min.) des volontaires (sains), enregistrée avec ces cultivars est basse (1.03g/l) comparativement à celle enregistrée avec le glucose (1.10g/l). Rappelons que la glycémie post-prandiale recherchée ne doit pas dépasser la valeur de 1.4 g/l [23-24-2].

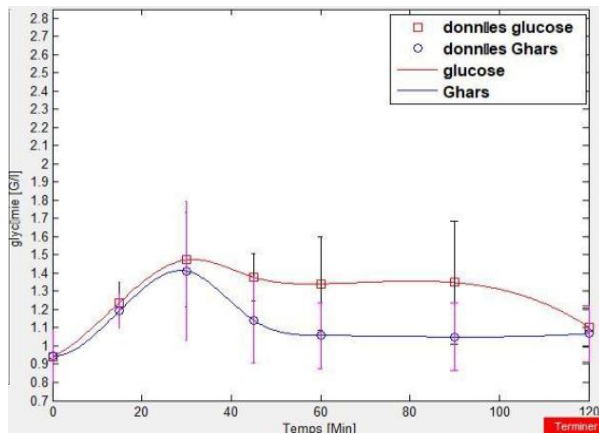


Figure 4 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Ghars par les 6 volontaires

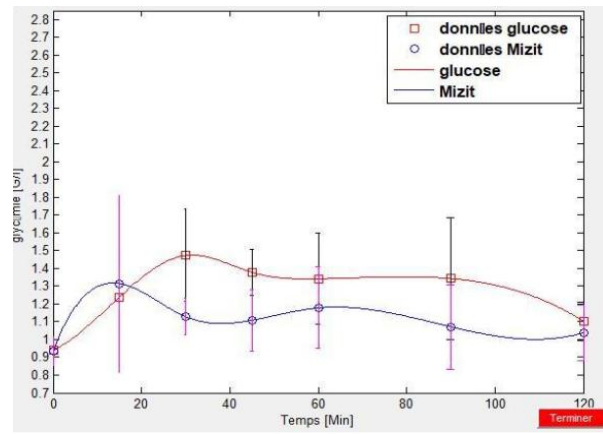


Figure 5 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Mizit par les 6 volontaires

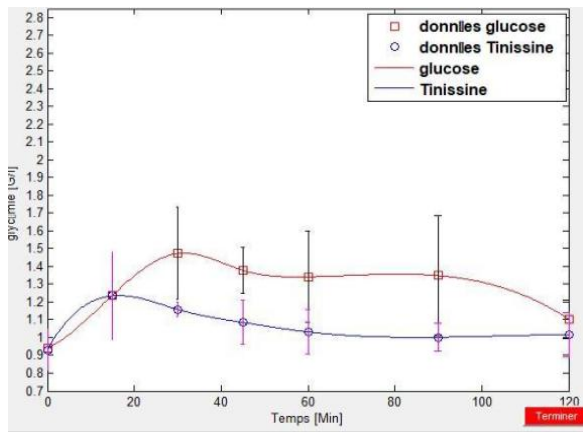


Figure 6 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Tinissine par les 6

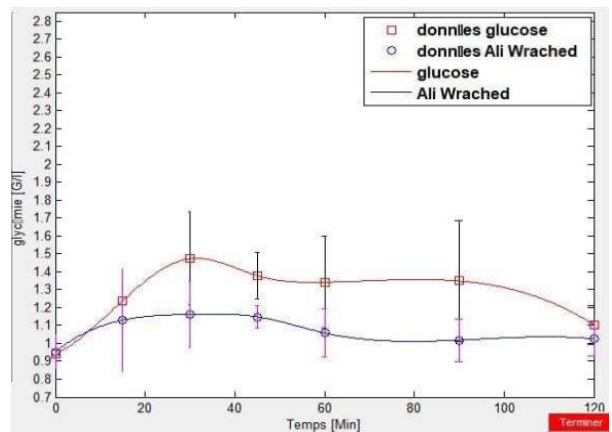


Figure 7 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Aliwrached par les 6

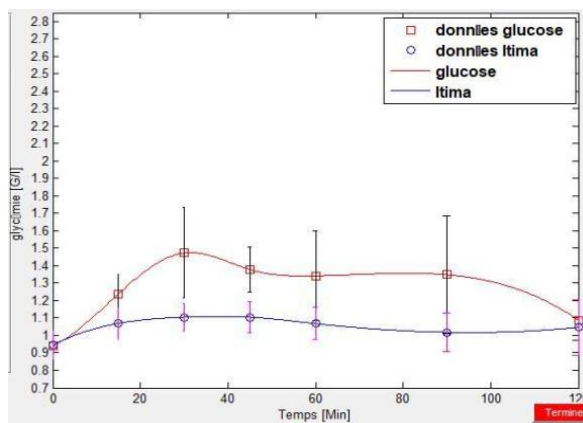


Figure 8 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Itima par les 6 volontaires

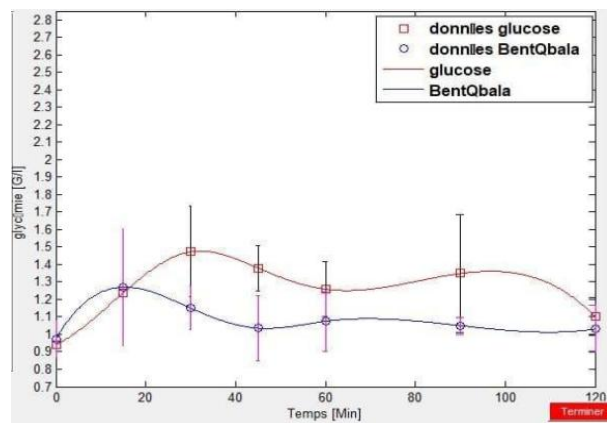


Figure 9 - Evolution de la glycémie après ingestion du glucose et des dattes Bentqbala par les 6

Conclusion

Les six cultivars de dattes étudiés ont enregistré des pics d'hyperglycémie nettement bas comparativement à celui obtenu avec le glucose, ceci permet d'enregistrer des index glycémiques bas. Ces cultivars de dattes également ne provoquent pas une augmentation importante de glycémie post- prandiale et peuvent être considérées comme un élément important sur le plan d'alimentation, non seulement pour répondre aux besoins quotidiens en nutriments, mais également pour les valoriser en divers produits par des transformations technologiques et /ou biotechnologiques. En outre, il est possible d'élaborer des stratégies de gestion alimentaire appropriées pour les sujets normaux et diabétique afin de réduire le risque des maladies chroniques telle que le diabète, les maladies cardiaques ainsi que l'obésité. Enfin, nous souhaitons que ce travail mérite d'être généralisé à l'ensemble des cultivars algériens pour permettre de valoriser certains cultivars menacés d'érosion génétique.

Références bibliographiques

- [1] DAVID A., 2011 : Index glycémique et fructose de fruit : une spécificité validée. NAFAS, 5, 33-45.
- [2] JENKINS A L., KACINIK V., LYON M., ET WOLEVER T. M. S., 2010 : Effect of adding the novel fiber, PGX®, to commonly consumed foods on glycemic response, glycemic index and GRIP: a simple and effective strategy for reducing post prandial blood glucose levels - a randomized, controlled trial. Nutrition Journal, 9, 50 - 58.
- [3] GOURCHALA F., 2015 : Caractérisation physicochimique, phytochimique et biochimique de cinq variétés de dattes d'Algérie(*Phoenix dactylifera L.*). Effets de leur ingestion sur certains paramètres biologiques. Thèse Doctorat en Biochimie appliquée. Département de Biochimie, Université badji mokhtar, annaba, 133p.
- [4] MARTIN-PREVEL P, 1956. Dosage de K, Ca et Na par photométrie de flamme dans le matériel végétal. Vol 12, n°2, 59-64.
- [5] NAVARE J., 1974 : Manuel d'oenologie (2^{ème} édition), Bailliere. Paris, 218 p.
- [6] MULTON J L., 1991 : Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaire. Vol IV. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, 121- 137.
- [7] FAO/WHO., 1998 : Carbohydrates in human nutrition. FAO, Rome 1998.
- [8] MUNIER P., 1973. Le palmier dattier, techniques agricoles et productions tropicales. Ed maison neuve et la rosse, Paris.
- [9] ACOURENE S., BUELGUEDJ M., TAMA M., ET TALEB B., 2001 : Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. Revue Recherche Agronomique. Ed INRA, 8, 19-39.
- [10] SIBOUKEUR O., 1997 : Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus des dattes. Mémoire Magister en sciences agronomique, INA, Alger, 30-35.
- [11] NOUI Y., 2017 : Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborés à base de dattes (*phoenix dactylifera,L.*).thèse de doctorat. Technologie

alimentaire.université Batna 1- Hadj Lakhdar.

[12]BALIGA M S., BALIGA B R V., KANDATHIL S M., BHAT H P., ET VAYALIL P K., 2011 : A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). Food Research International. Ed. Elsevier Ltd, 44, 1812 - 1822.

[13]MANICKAVASAGAN A., MOHAMED M., ET SUKUMAR E., 2012 : Dates production processing, food and medicinal values. CRC press, 397p.

[14]BENSAYAH F., 2014 : Influence des conditions de stockage au froid des dattes sur leur qualité organoleptique dans la région des Zibans (Cas des dattes -variété Deglet Nour). Mémoire Magister. des Sciences Agronomiques. Université Kasdi Merbah-Ouargla,128p.

[15]SAYAH Z ., ET OULD., EL HADJ M D., 2010 : Etude comparative des caractéristiques physico chimiques et biochimiques des dattes de la cuvette de Ouargla. Annales des Sciences et Technologie, 1, 87-92.

[16]AL-MSSALLEM M Q., 2018 : Consumption of Dates among Saudi Adults and its Association with the Prevalence of Type 2 Diabetes. Asian Journal of Clinical Nutrition, 2, 58-64.

[17]FORSHE R A., STOREY M L., ALLISON D B., GLINSMANN W H., HEIN G L., LINEBACK D R., MILLER S A., NICKLAS T A., WEAVER G A., ET WHITE. J S., 2007 : A critical examination of the evidence relating high fructose corn syrup and weight gain. Crit. Rev. Food Sci. Nutr, 47, 561-582.

[18]AL-SHAHIB W., ET MARSHALL R. J., 2003 : The fruit of the date palm: it's

possible use as the best food for the future. Int. J. Food. Sci. Nutr, 54, 247-259.

[19]BENCHABANE A., KECHIDA F., ET BELLAL M M., 2000 : Caractérisation des substances pectiques et évaluation des autres composés pariétaux au cours de la maturation de deux variétés de datte d'Algérie . Ann. Inst. Natl. Agron, 21, 33-39.

[20]AL-FARSI M A., ET LEE C. Y., 2008 : Nutritional and functional properties of dates. Crit. Rev. Food. Sci. Nutr, 48, 77-87.

[21]NORMAND S., KHALFALLAH Y., LOUCHE-PELLISSIER C., PACHIAUDI C., ANTOINE J M., BLANC S., DESAGE M., RIOU J P., ET LAVILLE M., 2001 : Influence of dietary fat on postprandial glucose metabolism (exogenous and endogenous) using intrinsically (13) C-enriched durum wheat. British Journal of Nutrition, 86, 1, 3-1.

[22]MULTON J L., 1992 : Le sucre, les sucres, les édulcorants et les glucides dans les I.A.A. Ed. Lavoisier, Paris.

[23]HLEBOWICZ J., JONSSON J M., LINDSTEDT S., BJORGELL O., DARWICH G., ET ALMER L O., 2009 Effect of commercial rye whole-meal bread on postprandial blood glucose and gastric emptying in healthy subjects. Nutrition Journal, 8, 26, 1 – 5.