
Soumis le : 25 Avril 2013
Forme révisée acceptée le : 06 Juin 2014
Email de l'auteur correspondant :
khalimustapha@yahoo.fr

Nature & Technology

Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre

Mustapha Khali,^a Zahida Boussena,^b Lynda Boutekrabt^b

^aDépartement de Biologie, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et Biologiques, Université Saad DAHLAB, B.P. 270 - 09000, Algérie

^bDépartement d'Agronomie, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et Biologiques, Université Saad DAHLAB, B.P. 270 - 09000, Algérie

Résumé

Un essai de valorisation des noyaux de dattes par incorporation dans la farine de blé tendre commercial a été réalisé. Les noyaux de quatre variétés de dattes algériennes (Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya) séchés et broyés en un mélange très fin, sont incorporés à la farine de blé aux taux de 5%, 10%, 15% et 20%. La composition chimique des noyaux (teneur en eau, pH, acidité grasse, protéines, sucres, matière grasse, etc.) ainsi que les propriétés technologiques et fonctionnelles (gluten, indice de chute, Zeleny, SDS, ...) du mélange farine de blé tendre incorporée ont été déterminées.

Les teneurs des noyaux en eau, fibres, matière grasse, protéines, sucres et en cendres varient d'une variété à une autre, avec des valeurs moyennes respectives s'étendant dans des gammes de 6,37 à 12,42% ; 13,54 à 16,27% MS ; 8,72 à 10,39% MS ; 6,51 à 8,59% MS ; 6,02 à 7,41% MS et 0,80 à 1,08%, le pH variant de 5,76 à 6,12.

La farine incorporée au taux de 10% a montré une diminution non significative comparativement au témoin en termes d'indice de chute (320 sec contre 328,67 sec), de gluten humide (25,19% pour 24,89%), de gluten sec (9,85% contre 9,92%) et de force boulangère (138 joules contre 202) alors que le taux 20% a provoqué une diminution significative pour tous les paramètres analysés. Les valeurs de test de sédimentation de Zeleny et le test SDS sont similaires aux quatre taux d'incorporation. Les pains fabriqués sont tous dans l'ensemble acceptables en termes de saveur et de couleur, plus particulièrement le pain à 10%.

Mots clés: Noyaux de dattes, composition chimique, mélange farines, propriétés technologiques et fonctionnelles, panification.

Abstract

A test evaluation of date pits incorporation in wheat flour was carried out. Kernels of four varieties of Algerian dates (Deglet Nour, Degla Baida, and Ghars Hamraya) dried and ground into a fine mixture, are incorporated into wheat flour at the rate of 5%, 10%, 15% and 20%. The chemical composition of pits (water content, pH, fat, protein, sugars, fat, etc.), as well as the technological and functional properties (gluten, falling number, Zeleny, SDS, ...) of the flour mixture incorporated wheat were determined.

Contents of pits in water, fiber, fat, protein, sugars and ash varied for each variety, with mean values ranging in ranges of 6.37 to 12.42%; 13.54 to 16.27% DM, 8.72 to 10.39% DM, 6.51 to 8.59% DM, 6.02 to 7.41% DM and 0.80 to 1.08%. The pH ranged from 5.76 to 6.12.

Flour incorporated at the rate of 10% showed no significant decrease compared to control in terms of falling number (320 sec against 328.67 sec), wet gluten (25.19% to 24.89%), dry gluten (9.85% against 9.92%) and baking strength (138 against 202 joules) while the rate of 20% caused a significant decrease in all parameters tested. The values of Zeleny sedimentation test and SDS are similar to the four levels of incorporation. Breads made are generally acceptable in terms of flavor and color, especially the bread of 10%.

Keywords: Dates pits, chemical composition, mixed flour, technological and functional properties, bread making.

1. Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) joue un rôle économique, social et écologique très important pour les populations des régions arides et semi-arides. Il est directement ou indirectement source de vie, par la production des dattes et par les divers usages de ses sous-produits au profit des oasis et de leurs cheptels [1]. En Algérie les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 900 [2]. Ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de Deglet Nour et à degré moindre, Ghars, Degla Beida et Mech Degla qui présentent une importance économique majeure [3]. En 2006, l'Algérie a produit près de 500 000 tonnes de dattes dont plus de 10% sont des dattes molles destinées surtout à la transformation industrielle en pâte de datte, vinaigre et jus de datte [4].

Les noyaux comme sous-produits sont dans la plupart des pays producteurs de dattes jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale. Leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles [5 et 6]. Les noyaux des dattes renferment des composants extractibles à valeur ajoutée élevée. Ils sont aussi riches en protéines, fibres alimentaires, composés phénoliques, antioxydants et peuvent être utilisés pour l'amélioration de la valeur nutritionnelle des produits incorporés [7, 8, 9,10, 11]. L'absence du gluten dans la farine des noyaux de dattes présente également un intérêt pour les industries alimentaires. Ainsi, ces sous-produits peuvent constituer une source peu coûteuse de fibres et de sucres fermentescibles.

L'objectif de cette étude est de déterminer la composition chimique de quelques noyaux de variétés de dattes algériennes, connues par leur abondance mais dont les potentialités sont très peu valorisées, et de voir la possibilité de leur valorisation dans la fabrication d'un produit de très large consommation (le pain). Les propriétés technologiques et fonctionnelles de la farine de

blé tendre à différents taux d'incorporation (5%, 10%, 15% et 20%) ont été suivies et des essais de panification réalisés.

2. Matériel et Méthodes

2.1- Matériel végétal

Les variétés de dattes (Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya) provenant des régions de Biskra et Ouargla (sud-est algérien) ont été récoltées aux mois de novembre et décembre 2009, au stade de maturité physiologique tamar, tel que défini par la nomenclature Irakienne [2]. Le choix de ces variétés est justifié par leur abondance au niveau national. Les dattes sont dénoyautées manuellement et les noyaux macérés dans l'eau ordinaire pendant 24 heures, puis abondamment rincés afin d'éliminer le maximum d'impuretés et enfin séchés à l'air libre pendant quelques heures. Les noyaux pulvérisés au moyen d'un broyeur ont donné un mélange homogène très fin de granules de 4mm de diamètre, qui constitue la farine de noyaux de dattes. Un mélange est constitué de ces farines de noyaux selon l'importance en rendement de ces variétés : Deglet Nour (50%), Degla Baida (20%), Ghars (20%) et Hamraya (10%). Celui-ci est incorporé à la farine de blé tendre commercial (T55) ou farine blanche couramment utilisée en panification et boulangerie industrielle.

2.2 Méthodes d'analyses

2.2.1- Caractérisation physico-chimique et biochimique des noyaux

La teneur en eau des noyaux de dattes est déterminée selon la méthode normalisée NA/1132/1990 en concordance avec la NF.707 [12] et la matière sèche selon la norme AFNOR (1974) [12]. Le taux de cendres est déterminé selon la norme algérienne NA.732/1989 qui est en concordance technique avec la norme française NF V 03.760 [12], par la pesée du résidu obtenu par incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une

température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique qui est estimée par simple différence avec le taux de cendres. L'azote total est déterminé dans une hotte ventilée, par minéralisation de 1 g de farine de noyaux de datte dans un appareil de minéralisation de type 1007 Digestor Tecator, en présence d'acide sulfurique concentré et de catalyseur (pastille Merck à base de CuSO_4 , K_2SO_4 et de sélénium), suivie par une alcalinisation des produits de la réaction, d'une distillation de l'ammoniac libéré au moyen d'un distillateur Büchi et titrage par de l'acide sulfurique N/20 jusqu'au virage selon DJELDAHL. Le taux de protéines brutes est calculé en multipliant par un coefficient de 6,25 (NF.V03-050, 1970) [13]. La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE (NF V 03-04, 1977) [13].

Les sucres totaux hydrosolubles sont extraits à partir d'une fraction aliquote de 10 g de farine de noyaux de datte portée à ébullition pendant 30mn, en présence de 3 g de carbonate de calcium et de 30 ml d'eau distillée. L'extrait est clarifié par de petites quantités d'acétate de plomb qui par agitation forme un complexe qui se précipite. Le volume est complété avec de l'eau distillé à un litre et filtré sur papier Whatman n° 01. L'acétate de plomb est éliminé par filtration de la solution après addition d'une petite quantité d'oxalate de potassium.

Les sucres sont dosés selon la méthode de DUBOIS (1956) en présence de phénol (5%) et d'acide sulfurique concentré. Il se forme un complexe jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres. La densité optique est déterminée après 30 mn à 490 nm et la concentration en sucres est déterminée à l'aide d'une courbe d'étalonnage de 120 µg de glucose [13].

La teneur en matière grasse est déterminée selon la norme NF ISO 734-1. Une prise d'essai de 15 g (à 0.001g) de la farine des noyaux de datte est placée dans la cartouche en cellulose à l'intérieur de l'appareil Soxhlet en présence de 200 ml d'éther de pétrole dans le ballon et 50 ml dans

l'extracteur. La matière grasse est épuisée après un chauffage de 4 heures. Le solvant est éliminé par distillation et le résidu séché à 70-80 °C et pesé.

Le profil en acides gras est déterminé par chromatographie en phase gazeuse après méthylation en présence d'hexane et de NaOH méthanolique selon la norme ISO 5508-1990, aux conditions opératoires suivantes :

Détecteur : flamme air et hydrogène,

Gaz vecteur : azote (phase mobile)

Type de colonne : FFAP (polyéthylène glycol 2-nitrotéréphthalate) polaire,

Longueur de la colonne : 30 m

Diamètre interne de la colonne : 0,53mm

Épaisseur du film de la colonne : 1 µm

Température limite de la colonne : 40°C à 250°C

Type du détecteur : FID (détecteur à ionisation de flamme)

Injecteur : mode split

Volume injecté de 0,5 µl de l'échantillon préparé

Le taux de glucides (%) est calculé par la relation suivante [13]:

$$\text{GL} (\%) = 100 - [\text{MG}(\%) + \text{PB}(\%) + \text{CB}(\%) + \text{C}(\%)]$$

Le pH est déterminé par la méthode de référence (NF V05-108, 1970) [12] par mesure de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la farine de noyaux de datte broyée. L'acidité grasse (NA1.1.82, 1990) est déterminée par le dosage colorimétrique sur 4 tubes de 2,5g de farine chacun auxquels sont ajoutés 15 ml d'éthanol à 95%, fermés hermétiquement et agités manuellement durant 20 minutes. Le contenu de chaque tube est versé dans un godet, et centrifugé deux minutes à deux reprises à 5000 à 6000 tours/mn. L'extrait éthanolique (20 ml) est titré par du NaOH N/20 en présence de phénolphthaléine.

2.2.2- Caractéristiques technologiques et fonctionnelles des mélanges

La détermination de l'humidité des mélanges de farines aux différents taux d'incorporation se fait par séchage du produit à $130 \pm 1^\circ\text{C}$ à pression atmosphérique normale, après broyage éventuel du produit suivant une granulation fixée par la norme (NA /1132 /1990 en concordance avec la NF.707 mars 1976) [12]. L'indice de chute est obtenu après gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de farine de céréales dans un bain d'eau bouillante et mesure de la liquéfaction par l'alpha-amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon (NA.1176.1994, ISO 3093) [14]. Le test sédimentation Zeleny est déterminé par la mise en suspension de la farine dans un mélange d'eau d'acide lactique et de bleu bromophénol (NA.1184.1994 E, ISO 5529) [14], alors que le test de sédimentation dans une solution de SDS - Acide lactique s'obtient par gonflement des protéines dans un milieu SDS (sodium - dodecyl sulfate) [12].

La détermination du gluten humide se fait par préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium et isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesée du produit obtenu (NA.735.1991, ISO 55 31) [14]. Celui-ci séché dans une étuve Chopin pendant 15 heures à 130°C , donne le gluten sec (NA, 736.1991, ISO 6646) [14]. L'alvéographe Chopin permet de déterminer la force boulangère et les propriétés rhéologiques d'une pâte à teneur en eau constante, préparée à partir d'une farine de blé tendre et d'eau salée, dans les conditions de la méthode. Des éprouvettes de pâte sont formées sous forme de disque qui après un temps de repos déterminé et réglage de l'épaisseur de l'éprouvette, une extension biaxiale a lieu par gonflement sous forme de bulle en fonction du temps, et qui permet d'apprécier les caractéristiques de la pâte d'après la surface et la forme

des diagrammes obtenus (ISO 5530/4) [14]. Le taux d'hydratation des farines (TH en %) est déterminé à l'aide d'un farinographe Brabender. L'essai de panification est réalisé sur une pâte obtenue par pétrissage intensifié de farine, d'eau, de levure, et de sel, suivi d'un pointage de 45mn, d'un façonnage manuel, puis d'un long apprêt sur couches. Les pâtons sont incisés par plusieurs coups de lame, puis mis au four et cuits à 260°C pendant 25mn (Norme NF. V. 03-716) [14]. La masse des pains est déterminée par pesée ($\pm 1,0$ g) des pains obtenus, 01 heure au moins, après leur sortie du four.

L'évaluation sensorielle est réalisée sur des échantillons des pains au niveau du laboratoire de Technologie des céréales de l'ITGC (Institut Technique des Grandes Cultures) par un panel de 10 dégustateurs. Le test nomadique à épreuve triangulaire a été adopté, par rapport aux critères d'aspect extérieur (section, couleur, finesse de la croute et coups de lame), aspect de la mie (couleur et texture) et flaveur (odeur et saveur).

Les résultats obtenus sont analysés par comparaison de moyennes post hoc (Newman-Keuls au seuil de 5%) avec un niveau de signification $P < 0.01$. (ASSISTAT Software).

3. Résultats et discussion

3.1 Composition chimiques des noyaux de dattes

Le tableau 1 résume la composition physicochimique et biochimique des quatre variétés de dattes étudiées. **Les taux d'extraction** en farine obtenus pour l'ensemble des variétés sont considérables, particulièrement pour Deglet Nour et Degla Baida (76% et 75%) respectivement en comparaison aux taux de 65 et 60% pour Ghars et Hamraya. D'aspect rugueux au toucher, les farines présentaient une odeur agréable et une couleur variant du marron foncée au marron clair selon les variétés. Les résultats **d'humidité** ont montré que les cultivars présentent des teneurs en eau faibles ; la teneur en eau la

plus élevée est enregistrée pour Ghars (12,42%) suivie à moindre degré de Deglet Nour (8,08%). Ces teneurs montrent des différences hautement significatives ($P>0,05$) entre les cultivars étudiés. Des résultats identiques ont été obtenus par Hamada et al.[9] et Besbes et al.[15] qui ont rapporté des teneurs en eau variant de 9,4 à 8,6% et de 7,1 à 10,3% sur des cultivars tunisiens et émiratis respectivement. Par contre, des teneurs plus faibles (3,14 à 5,19%) ont été rapportées par Al-Farsi et Lee [16]. **Les teneurs en matière sèche** montrent ne montrent pas de variations significatives ($P>0,05$) ; ces teneurs oscillent entre 87,58 à 93,63%, la variété Degla Baida présentant le taux le plus élevé. Ces résultats sont proches de ceux rapportés par de nombreux auteurs [4, 9, 16]. Ainsi, selon Boudechiche et al.[4], le taux de la matière sèche des variétés de noyaux de dattes algériennes varie de 81% à 93%. Les noyaux de dattes sont pauvres en matière minérale dont le taux moyen est 1% MS, avec des différences significatives ($P<0,01$) entre les variétés étudiées. Les variétés Deglet Nour et Degla Baida présentent des teneurs les plus élevées (1,08%MS et 1,01%MS respectivement). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par Hamada et al.[9], Al -Farsi et Lee [16] et Al-Hooti et al.[17]. Boudechiche et al.[4], rapportent que les variétés algériennes s'inscrivent dans un intervalle de 1,28 à 3,17%, alors que Besbes et al.[15] et Chaira et al. [18] signalent des intervalles de 1,10 à 1,12% pour Deglet Nour et 1,15 à 1,17% pour Allig.

Les noyaux sont par contre très riches en **matière organique** avec des teneurs très proches et élevées atteignant 99,21% MS pour la variété Hamraya. Ces résultats sont proches de ceux avancés par Boudechiche et al.[4] sur une vingtaine de cultivars de noyaux de dattes algériennes dont le taux oscillait entre 98,88% et 99,12%. Les teneurs en **protéines brutes** des noyaux montrent des différences significatives entre les cultivars étudiés ($P>0,05$). Le taux le plus élevé a été enregistré par Deglet Nour (8,59%MS) alors que le reste des cultivars

présentaient des teneurs très proches. Selon Barreveld [19], le taux de protéines brutes varie de 5 à 7% MS ; des teneurs identiques ont été rapportées [8 et 20].

La composition en **cellulose brute** des noyaux montre une teneur moyenne de 14,63%MS, avec la teneur la plus élevée pour le cultivar Degla Baida (16,27% MS), avec des variations inter variétales significatives ($P<0,05$). Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par d'autres auteurs sur les noyaux de différentes variétés [1, 4, 5 et 8]. Pour Barreveld [19], le taux en cellulose brute se situe entre 10 à 20% et entre 15 à 18% pour Boudechiche et al.[4]. Les travaux de Devshony et al. [7] et Al Dhaheri et al.[10] ont rapporté un taux moins important (16 à 14%). En général, la majorité des cultivars de noyaux de dattes présentent une teneur moyenne en **sucres totaux hydrosolubles** qui est de 5,34 % MS. Ces teneurs sont très voisines pour les cultivars Degla Baida (7,09% MS) et Ghars (7,08% MS). Avec un taux de 7,41% MS, le cultivar Hamraya présente le taux le plus élevé, alors que le noyau de Deglet Nour en est le plus pauvre (6,02%). Toutefois, ces teneurs sont considérées comme relativement élevées par rapport à ce qui est rapporté dans la littérature [17, 21, 22, 23 et 24]. Ainsi Emna et al. [21] ont noté une teneur de 8,12% MS et Al-Showiman [22] de 7% MS. Mais des résultats similaires à nos résultats ont été mentionnés par Rahman et al. [23] (2,98% MS pour les cultivars d'Oman), par Djidel [24] (5,6-5,44% MS pour les cultivars tunisiens). Par contre, des taux plus faibles ont été rapportés sur des cultivars égyptiens (2,22 à 3,99% MS) [25]. Les résultats de la **matière grasse** des noyaux de dattes ne montrent pas de différences significatives ($P>5%$). Le taux le plus élevé étant enregistré par Ghars (11,7% MS), alors que les autres cultivars ont montré des teneurs assez proches. Généralement, le taux de la matière grasse varie dans la gamme de 7 à 10% comme il a été signalé par Barreveld [19]. La bibliographie rapporte de grandes différences

dans la teneur en matière grasse, en relation étroite avec le facteur variétal. Ainsi, des teneurs identiques ont été largement rapportées par Lecheb et al. , Devshony et al. [7], Al Dhaheri et al. [10], Al-Hooti et al. [17] et Emna et al. [21]. Ce taux est plus faible pour les noyaux de dattes mauritaniennes et irakiennes [26], variant de 8,6% et 8,49% MS respectivement. Pour leur part, et travaillant sur une vingtaine de noyaux de dattes algériennes, Boudechiche et al. [4] ont rapporté que ce taux s'étend de 5,13% et 7,12% MS. Des taux inférieurs ont été retrouvés dans des noyaux de dattes d'Oman, contre des taux plus élevés pour des noyaux de dattes tunisiennes (12,67%).

Le profil en **acides gras** des noyaux a montré que les acides gras les plus abondants pour l'ensemble des noyaux des variétés de dattes étudiés sont les acides oléique et laurique, suivis par les acides myristique, palmitique et linoléique. Cependant, les acides stéarique, caprique et caprylique ont été retrouvés à de faibles quantités. Généralement, l'huile des noyaux Deglet Nour,

Degla Baida, Ghars et Hamraya qui ont une composition proche du beurre et lait. L'huile des noyaux de variétés de dattes étudiées est une huile de type oléique-laurique, en raison de l'abondance de ces deux acides gras. Mais, la proportion de ces deux acides gras varie entre les cultivars étudiés. Ainsi, l'huile des cultivars Ghars, Deglet Nour et Degla Baida est plus riche en acide oléique qu'en acide laurique avec les proportions 42,42/20,34% ; 41,61/17,31% ; 41,59/23,59% et 40,89/12,77% respectivement. La répartition des acides gras saturés, mono insaturés et polyinsaturés présents dans l'huile des noyaux des variétés de dattes montre que la teneur la plus élevée en acide gras saturé est enregistré pour les noyaux Ghars (45,62%), Deglet Nour (40,58%), Degla Baida (33,32%). Les noyaux de Hamraya avec 23,61% sont moins riches en acides gras saturés (acide laurique moins abondant).

Tableau 1. Composition chimique des noyaux des cultivars de dattes étudiés

<i>Variété/ Paramètre</i>	<i>Deglet Nour</i>	<i>Degla Baida</i>	<i>Ghars</i>	<i>Hamraya</i>
Taux d'Extraction (%)	76,00	75,00	65,00	60,00
Humidité (%)	8,08 ± 0,09	6,37 ± 0,04	12,42 ± 0,37	6,79 ± 0,02
Matière sèche (%)	91,92 ± 0,09	93,63 ± 0,04	87,58 ± 0,37	93,21 ± 0,02
Cendres (%MS)	1,08 ± 0,00	1,01 ± 0,05	0,80 ± 0,00	0,85 ± 0,01
Matière organique (%MS)	98,92 ± 0,01	98,99 ± 0,05	99,21 ± 0,00	99,15 ± 0,01
Protéines brutes (% MS)	8,59 ± 0,68	6,61 ± 0,17	6,51 ± 0,11	6,72 ± 0,29
Cellulose brute (% MS)	13,54 ± 1,17	16,27 ± 1,39	14,78 ± 0,60	13,94 ± 0,31
Sucres totaux hydrosolubles (% MS)	6,02 ± 1,24	7,09 ± 0,74	7,08 ± 0,03	7,41 ± 0,29
Matière grasse (% MS)	9,81 ± 1,78	8,72 ± 1,02	11,70 ± 1,76	10,39 ± 2,21
Glucides totaux (%MS)	66,98 ± 1,89	67,39 ± 1,59	66,21 ± 2,11	68,10 ± 0,47
pH	5,76 ± 0,07	5,91 ± 0,19	6,12 ± 0,09	5,93 ± 0,13
Acidité grasse (%)	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,04 ± 0,00	0,02 ± 0,00

Tableau 2. Composition en acides gras des noyaux de dattes étudiés

<i>AG (%)</i>	<i>Deglet Nour</i>	<i>Degla Baida</i>	<i>Ghars</i>	<i>Hamraya</i>
C ₈	0,29	0,28	0,43	0,10
C ₁₀	0,35	0,27	0,43	0,13

C ₁₂	17,31	12,77	20,34	7,14
C ₁₄	8,88	6,65	10,43	3,59
C ₁₆	10,61	10,52	10,50	10,31
C ₁₈	3,14	2,83	3,49	2,24
C _{18 :1}	41,61	40,89	42,42	36,17
C _{18 :2}	15,99	23,45	10,36	36,86
AGS	40,58	33,32	45,62	23,51
AGI	57,60	64,34	52,78	73,03

Les cultivars Hamraya et Degla Baida ont montré une composition en acides gras insaturés plus importante comparée à Deglet Nour et Ghars avec des taux respectifs de 73,03% et 64,34% contre 57,60% et 48,24%. Ces résultats restent proches de ceux de Devshony et *al.* [] et de Rahman et *al.* [23], qui ont rapporté que l'huile des noyaux de dattes est une huile oléique-laurique, les acides oléique et laurique sont les acides gras majeurs. D'autres études [15, 17 et 21] ont rapporté qu'en plus de ces deux acides, les acides linoléique, palmitique et myristique sont également majoritaires [15], alors que pour Al-Hooti et *al.* [17], l'huile des noyaux de dattes oléique-linoléique ou oléique- palmitique. Pour leur part, Emna et *al.* [21] ont montré que les acides gras majoritaires dans l'huile de noyau sont les acides oléique et laurique, suivis des acides myristique, stéarique et linoléique. Comparativement à d'autres huiles végétales, telles l'huile de palme (palmitique-oléique) ou l'huile de cocotier (de type laurique-myristique) [7], le degré d'insaturation des huiles des noyaux de dattes est plus faible que celui des huiles végétales communes, et pourraient avoir des utilisations diverses [14]. La qualité de l'huile des noyaux de dattes pourrait être valorisée vue sa richesse en acides gras mono insaturés [23].

Les teneurs en **glucides totaux** sont très proches, Hamraya ayant enregistré le taux plus élevé (68,10% MS). Ces résultats se rapprochent de ceux plusieurs auteurs qui ont rapporté des teneurs assez proches, tels que Hamada et *al.* [9] (71,9% - 73,4%), Al Dhaheri et *al.* [10] (71,5%) et

Rahman et *al.* [23] (62,31%). Cependant, des teneurs plus élevés ont été retrouvés dans les noyaux de dattes tunisiennes avec respectivement 83,1% pour Deglet Nour et 81,0 % pour Allig. De même, pour les noyaux de dattes d'Oman avec 86,89% (Mabseeli), 86,54% (Shalah) et 83,14% (Um-sellah) [15, 18].

Les **pH** des noyaux étudiés ne montrent de différence significative ($P < 0,05$) qu'avec le cultivar Deglet Nour (5,39). Les autres cultivars formant un groupe homogène, la valeur du pH la plus élevée ayant été enregistrée par le cultivar Ghars. D'une façon générale, les taux **d'acidité grasse** pour les noyaux étudiés se rapprochent avec une moyenne de 0,027% et les différences existant entre les variétés étudiées ne sont pas significatives ($P > 5\%$). Ces intervalles de teneurs ont été également signalé par certains auteurs [1, 5].

3.2 Caractéristiques technologiques et fonctionnelles des mélanges

La caractérisation technologique du mélange (tableau 3) a montré que la **teneur en eau** la plus élevée est à 5% avec 15,26% suivi par le témoin avec 14,85%, contre des teneurs assez proches pour les taux 10%, 15% et 20%. La diminution d'humidité du noyau de dattes au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation est expliquée par la faible humidité du noyau d'une part et par la nature particulière de la farine du noyau de dattes qui n'est pas hygroscopique d'autre part.

L'indice de chute d'Hagberg montre une diminution au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation,

qui devient significative au taux de 20% (294,33 sec) par rapport au témoin (328,67 sec). Cette diminution remarquable s'explique par la faible teneur en amidon et une activité amylasique insuffisante des noyaux de dattes [27]. Les résultats du test de **Zeleny** et du **SDS** présentent une certaine stabilité aux quatre taux d'incorporation. Les noyaux de dattes sont pauvres en protéines particulièrement les protéines du gluten et par conséquent de force boulangère insuffisante car selon la norme ISO N°5529, une valeur de moins de 18 ml est considéré comme insuffisante [15]. Il est à remarquer que le Zeleny présente une stabilité après chaque incorporation supposant que la qualité du gluten n'est pas influencée par cette incorporation. Une diminution significative a été enregistrée pour le **gluten** aux quatre taux d'incorporation notamment à 20% où il passe de 25,19% à 13,09% pour le **gluten humide** et de 9,85% à 6,14 pour le **gluten sec**.

Les propriétés **rhéologiques et fonctionnelles** (tableau 4) montrent que la pâte perd son élasticité et son extensibilité au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation notamment au taux 20% où sont observées une diminution de la force boulangère W, de la ténacité P et une diminution irrégulière du gonflement G ainsi qu'un rapport de configuration déséquilibré. En effet, la ténacité P diminue de 114 à 92ml avec les taux 5 à 10% et de 83 à 63ml avec les taux 15 à 20%, alors que la ténacité du témoin est de l'ordre 121ml. La force boulangère diminue aussi avec l'augmentation du taux d'incorporation de la

farine des noyaux de datte, plus faiblement aux taux de 5 et 10 % (163 et 138 J) et considérablement (de 93 à 51 J) aux taux 15 et 20 % par rapport au témoin (202 J). Le rapport de configuration P/L est caractérisé par une irrégularité telle qu'il passe de 3,45 à 2,30 aux taux de 5 à 10% et de 2,96 à 3,71 aux taux 15 à 20%, contre 3,03 pour le témoin. Le gonflement témoin de 14,1mm, diminue aux taux 5, 15 et 20%, alors qu'il est sensiblement égal (14,1) à 10%. La longueur de la courbe ou rupture L diminue remarquablement de pour atteindre 17ml au taux de 20% et reste sensiblement la même à 10%. La pauvreté de la farine des noyaux de datte particulièrement en gluten responsable des qualités plastiques de la pâte et la faible cohésion entre les particules de farines de blé et des noyaux, peuvent en être l'explication.

Les **taux d'hydratation** aux différents taux d'incorporation (tableau 4) se rapprochent du témoin (63,66%) sauf au taux 20% où une importante diminution a été enregistrée (58,98%). Le taux d'hydratation oscille autour du 60% ce qui correspond à une pâte batarde [15]. La farine des noyaux de dattes est non seulement pauvre en gluten mais aussi diminue la force boulangère de la farine de blé tendre en diminuant la force du gluten de celui-ci.

Les résultats de l'essai de **panification** (tableau 3 et fig. 1, 2, 3 et 4) ont donné des pains dont la masse est plus faible que celle du pain témoin (300,13g), la diminution la plus remarquable (274,88g) est notée à 20%. Les pains à 5% et 10% sont caractérisés par une section normale, une croûte

Tableau 3. Caractérisation technologique du mélange farines aux différents taux d'incorporation

Mélange Farine	Témoin	5%	10%	15%	20%
Humidité (%)	14,85 ± 0,11	15,26 ± 0,68	14,53 ± 0,03	14,48 ± 0,02	14,03 ± 0,03
Indice de chute (sec)	328,67 ± 1,53	336,00 ± 5,00	320,00 ± 4,00	310,33 ± 0,58	294,33 ± 5,51
Test de Zeleny (ml)	29,67 ± 0,58	30,67 ± 1,15	35,67 ± 0,58	35,67 ± 0,58	36,33 ± 0,58
SDS (e ml)	50,67 ± 1,53	52,67 ± 0,58	53,50 ± 0,50	53,50 ± 0,50	49,33 ± 2,08
Gluten Humide (%)	25,19 ± 1,84	24,34 ± 0,90	24,89 ± 1,69	21,96 ± 2,92	13,09 ± 0,33
Gluten Sec (%)	9,85 ± 0,00	9,33 ± 0,35	09,92 ± 0,83	9,90 ± 1,43	6,14 ± 0,04

Taux d'Hydratation (%)	63,66 ± 1,05	63,63 ± 1,08	63,32 ± 1,00	62,92 ± 0,98	58,98 ± 0,92
Masses des pains (g)	300,13 ± 7,94	280,50 ± 34,27	286,63 ± 41,31	312,25 ± 2,60	274,88 ± 31,05

Tableau 4. Caractéristiques rhéologiques et fonctionnelles du mélange

Taux d'incorp. Paramètres	Témoin	5%	10%	15%	20%
P	121	114	92	83	63
L	40	33	40	28	17
G	14,1	12,8	14,1	11,8	9,2
W	202	163	138	93	51
P/L	3,03	3,45	2,30	2,96	3,71



Fig.1: Pain Témoin



Fig.2: Pain à 5%



Fig.3: Pain à 10%



Fig.4: Pain à 15%



Fig.5: Pain à 20%

croustillante, des coups de lame bien jetés, toutefois, leur mie est peu alvéolée et présente une couleur marron clair. Les pains à 15% et 20% sont complètement différents. Bien que de section normale, les pains 15%, présentent toutefois des coups de lame peu jetés et une mie de couleur marron foncée alors que les pains 20% sont caractérisés par une section plate, coups pas jetés, mie très foncée et très serré. Ces résultats concordent avec ceux rapportés par Ali Bouaziz et *al.* [28] sur farine de noyaux de dattes dégraissée incorporé à la farine de blé tendre aux taux 1% à 3%.

4. Conclusion

Les noyaux de dattes ont permis des rendements en farines intéressants. La faible humidité de ces farines facilite leur conservation. La matière sèche est essentiellement constituée de glucides, de matière grasse, de protéines et de cendres, présents à des teneurs moyennes intéressantes pour des sous-produits. Le profil en acides gras a montré que l'huile de noyaux de dattes est une huile oléique-laurique, relativement stable du point de vue composition en acides gras saturés, monoinsaturés et polyinsaturés, ce qui représente un avantage pour l'alimentation humaine et permet d'envisager l'utilisation des farines de noyaux de dattes pour couvrir les différents besoins nutritionnels et métaboliques de l'homme ou leur incorporation dans la formulation de régimes alimentaires pauvres en gluten comme ceux destinés aux malades cœliaques. Les essais d'incorporation de la farine du noyau de dattes dans la farine de blé tendre ont démontré une activité amylasique

insuffisante, une pauvreté en gluten et une faible force boulangère notamment à 20%, où ces indicateurs technologiques diminuent significativement. Les pains fabriqués aux taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20% sont tous dans l'ensemble acceptables en termes saveur et de couleur, particulièrement le pain 10%.

5. Bibliographie

- [1] M. Djerbi, Biotechnologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) : voies de propagation des clones résistants au bayoud et de haute qualité dattière, Options Méditerranéennes-série séminaires-N° 14 (1991), 31-38.
- [2] S. Hannachi, A. Benkhalifa., D. Khitri, R.A. Brac de la Perrière, Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Edition CDARS/URZA 1998, 225p.
- [3] S. Açourene, M. Tama, Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dattes de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N°1, (1997), pp. 59 – 66, INRA, Algérie.
- [4] L. Boudechiche, A. Araba, A. Tahar A, R. Ouzrout, Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale, Live Stock Research for Rural Development, vol 21, N° 5 (2009), pp: 1-11.
- [5] F. Lecheb, S. Benamara, H. Gougam, Valorisation de l'huile du noyau de dattes, Editions universitaires europeennes EUE, (2011), 192p.
- [6] D. Genin, A. Kadri, T. Khorchani, K. Sakkal, F. Belgacem, M. Hamadi, Valorisation of date-palm by-products (DPBP) for livestock feeding in Southern Tunisia. I-Potentialities and traditional utilisation, in Ben Salem H. (ed.), Nefzaoui A. (ed.), Morand-Fehr P. (ed.), Nutrition and feeding strategies of sheep and goats under harsh climates, CIHEAM Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, n.59 (2004), pp: 221-226.
- [7] S. Devshony, A. Eteshola, A. Shani, Characterization and some potential application of date palm (*Phoenix*

- dactylifera* L.) seeds and seeds oil, J. Am. Oil Chem. Soc. 69, (1992), pp: 595- 597. [8] S. Salim, A. Ahmed, Protein and amino acid contents of some Saudi Arabian date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.), Arab Gulf J. Scient. Res., 10, (1992), pp: 1-9.
- [9] J.S. Hamada, I.B. Hashim, A.F. Sharif, Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. Food Chem., 76, (2002), pp: 135- 137. [10] A. Al Dhaheri, G. Al Hadrami, N. Abo Alnaga, I. Wasfi, M. El Ridi Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rats fed date pits. Food Chem., 86, (2004), pp: 93- 97.
- [11] M.S. Baliga, B.V. Baliga, S.M. Kandathil, H.P. Bhat, P.K Vayalil, A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). Food Chemistry International, FRIN - 03245, (6 July, 2010), 11p.
- [12] Association Française de Normalisation (AFNOR), Recueil de normes françaises des céréales et produits céréaliers. 1^{re} Edition (1982). [13] A.O.A.C. Official Methods of Analysis, 16th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C. 1997.
- [14] C. Raymond, La boulangerie moderne, Editions Eyrolles, 1980. 190p. [15] S. Besbes, C. Blecker, C. Deroanne, N.E. Drira, H. Attia, Date seeds chemical composition and characteristic profiles of the lipid fraction. Food Chem., vol 84, (2004), pp: 577-584.
- [16] M.A. Al-Farsi, C.Y. Lee, Nutritional and functional properties of dates: A review. Critical reviews in food science and nutrition, vol 48, (2008), pp: 878-887.
- [17] S. Al-Hooti, S. Jiuan, H. Quabazard, Studies on the physico-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity, Arab Gulf Journal of Scientific Research, vol 13, (1995), pp: 553-569.
- [18] N. Chaira, A. Ferchichi, A. Mrabet, M. Sghairoun, Chemical composition of the flesh and pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts, Pakistan Journal of Biological Sciences, vol 10(13), (2007), pp: 2202-2207. [19] W.H. Barreveld, Date palm products, FAO, Agricultural Services, Bulletin, Food and Agriculture Organization of the United Nations – Rome, N° 101, (1993), 211 p.
- [20] S. Abou-Ela, M. El-Hendawy, S.Y. Sherif, E.S. Tewfik, A. Attia, CIHEAM - Options Méditerranéennes. (1995), pp: 57-61.
- [21] B.S. Emna, L.M. Trigui, S.R. Thabet, M. Hammami, M.A. Lotfi, Chemical composition of pulp and pits. International Journal of Food Science and Technology, vol 43, issue 11, (2008), pp: 2033-2037.
- [22] S.S. Al-Showiman, Chemical composition of date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.) in Saudi Arabia, J. Chem. Soc., (1990), 12, 15-24.
- [23] M.S. Rahman, S. Kasapis, N.S.K. Al-kharusi, I.M. Al-Marhubi, A.J. Khan, Composition characterization and thermal transition of date pits powders, Journal of Food Engineering vol: 80, (2007), pp: 1-10.
- [24] A. Djidel, Production d'acide lactique par *Lactobacillus caseisus sp. rhamnos* sur jus de datte : cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-continues et continues, Thèse du doctorat de l'INP de Lorraine, (2007), 217 p.
- [25] S. Besbes, C. Blecker, C. Deroanne, N. Bahloul, G. Lognay, N.E. Drira, H. Attia, Date seeds oil: phenolics, tocopherol and sterol profiles, J. Food Lipids, vol 11, (2004), pp: 251- 265.
- [26] M. Djerbi, Précis de phoeniculture''. FAO, (1994), 192 p.
- [27] M. Al-Farsi, C. Alasalvar, M. Al-Abid, K. Al-Shoaily, M. Al-Amry, F. Al-Rawahy, Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products, Food Chemistry (2007), 104, pp: 943–947.
- [28] M. Ali Bouziz, W. Ben Amara, H. Attia, C. Blecker, S. Besbes, Effect of the addition of defatted date seeds on wheat dough performance and bread quality, Journal of Texture Studies, vol 41, (August 2010), pp: 511-530.