



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

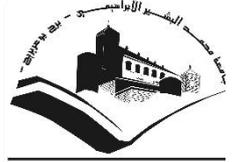
Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi- B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences biologiques



UNIVERSITÉ MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

UNIVERSITY MOHAMED EL BACHIR EL IBRAHIMI
BORDJ BOU ARRERIDJ

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Qualité des produits et sécurité alimentaire

Intitulé

Effet d'incorporation de la poudre des noyaux de datte

« Mech-Degla » dans la farine de blé tendre

Présenté par :

✓ ABBES Sabah

✓ BENSFIA Ismahene

Devant le jury :

Président : M^{me} BOUSSAHA Soumaya MAB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Encadrant : M^{me} BENBOUGUERRA Nawel MAB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Examineur : M^{me} BOUTANA Wissem MAB (Université de Bordj Bou Arreridj)

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Tout d'abord nous tenons à remercier en premier lieu, Dieu tout-puissant pour la volonté, la santé et le courage qu'il nous a donné pour suivre nos études

Je tiens à exprimer nos vifs remerciements à toutes les personnes et les organismes ayant contribué à ce travail, particulièrement :

*Nos remerciements s'adressent à notre encadrante M^{elle} **BENBOUGUERRA Nawel**, pour la confiance qu'elle nous a accordée en acceptant d'encadrer ce travail. Pour ses multiples conseils, ses encouragements avec la plus grande bienveillance et pour toutes les heures qu'elle a consacré pour réussir ce travail*

*Nous tenons à remercier aussi les membres de jury ; la présidente madame **BOUSSAHA Soumaya** et l'examinatrice madame **BOUTANA Wissem** d'avoir accepté de juger ce modeste travail*

Nous remercions l'ensemble des techniciennes du laboratoire de Biochimie pour leurs soutiens techniques et leurs conseils

Nous remercions en particulier le directeur et tous les membres du laboratoire de moulin des Bibans semouleries Bordj Bou Arreridj

*Nous remercions vivement le chef de département des sciences biologiques **LAZAZGA Abdelali** et tout le corps Académique et scientifique de la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers à l'université de bordj Bou Arreridj*



Ismahene et Sabah

Dédicaces

*À la fin de mon cycle d'études au niveau de l'université Mohamed el Bachir el Ibrahimi et après 5 ans de travail et à l'aide de Dieu
Je dédie le fruit de ces années*

*À l'âme de mon cher père, que dieu lui fasse miséricorde
À ma très chère mère
À mes sœurs
À mes frères
À toute ma famille
À mes amies*



Ismahene

Dédicace

*À la fin de mon cycle d'études en niveau de l'université Mohamed el Bachir el Ibrahimi et après 5 ans de travail et à l'aide de dieu
Je dédie le fruit de ces années*

*À mon père et ma mère
À mes sœurs et mon frère
À mon mari
À toute ma famille
À mes amies*



Sabah

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale1

Partie bibliographique

I. Les céréales.....	3
I.1. Le blé.....	3
I.1.1. Le grain de blé tendre.....	3
I.1.2. La composition chimique.....	4
I.1.3. La farine de blé tendre.....	4
I.1.4. La composition chimique de la farine de blé tendre	5
II. Le palmier dattier	6
II.1. Les dattes.....	6
II.2. La datte Mech Degla.....	6
II.2.1. Les noyaux des dattes.....	6
II.2.2. La composition chimique des noyaux de dattes.....	7
III. Les composés phénoliques.....	8
III.1. La structure des composés phénoliques	8
III.2. Les propriétés des polyphénols.....	8
III.3. Les polyphénols dans le blé tendre.....	8
III.4. Les composés phénoliques dans les dattes	9

Partie expérimentale

I. Matériel végétal.....	11
II. Préparation de la farine des noyaux de datte	11
III. Analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et les incorporations (10%, 30% et 50%).....	11
III.1. Taux d'humidité	11
III.2. Taux de cendres.....	12
III.3. Potentiel d'hydrogène (pH).....	12
III.4. Acidité titrable.....	13
III.5. Sucres hydrosolubles.....	13
IV. Analyses technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et les incorporations.....	14

IV.1. Taux de gluten	14
IV.2. Indice de chute.....	15
IV.3. Test à Alvéographe de Chopin.....	15
V. Extraction et dosage des polyphénols totaux	16
V.1. Extraction par macération.....	16
V.2. Dosage des polyphénols totaux.....	16
VI. Analyse statistique des données	17

Résultats et discussion

I. Résultats

I.1. Analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et des incorporations.....	18
I.1.1. Taux d'humidité.....	18
I.1.2. Taux de cendres.....	18
I.1.3. Potentiel d'hydrogène (pH).....	19
I.1.4. Acidité titrable.....	20
I.1.5. Sucres hydrosolubles	20
I.2. Analyses technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et les incorporations.....	21
I.2.1. Taux de gluten	21
I.2.2. Indice de chute.....	22
I.2.3. Test à Alvéographe de Chopin.....	23
I.3. Dosage des polyphénols totaux	23
II. Discussion.....	24
Conclusion et perspectives	27

Références bibliographiques

Annexes

Résumé

Liste des abréviations

EAG : Équivalent acide gallique

EGlu : Équivalent glucose

FBT : Farine de blé tendre

FND : Farine des noyaux de dattes

GH: Gluten humide

GS: Gluten sec

Inc : Incorporation

ND : Noyau de datte

PPT : Polyphénol totaux

UV-Vis : Ultraviolet-Visible

Liste des figures

Figure 01 : Coupe longitudinale d'un grain de blé tendre.....	4
Figure 02 : Noyau de dattes... ..	6
Figure 03 : Courbe alvéographique.....	15
Figure 04 : Taux d'humidité des échantillons.....	18
Figure 05 : Taux de cendres des échantillons.....	19
Figure 06 : pH des échantillons.....	19
Figure 07 : Acidité titrable des échantillons.....	20
Figure 08 : Teneur en sucres hydrosolubles des échantillons	21
Figure 09 : Taux de gluten des échantillons	22
Figure 10 : Indice de chute des échantillons.....	22
Figure 11 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons.....	23

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique du blé tendre.....	3
Tableau II : Composition chimique du grain de blé tendre.....	4
Tableau III : Classification des farines.....	5
Tableau IV : Composition chimique de la farine de blé tendre	5
Tableau V : Pourcentages d'incorporation.....	7
Tableau VI : Résultat de l'Alvéographe Chopin de la FBT et L'incorporation 10%.....	23

Introduction générale

Introduction générale

Les produits alimentaires à base de céréales constituent une part importante de l'alimentation humaine quotidienne (**Zamaratskaia et al., 2021; Li et al., 2022**). Le blé est l'une des trois principales céréales du monde, il occupe une grande partie de la structure alimentaire (**Arendt et Zannini, 2013**). Ces dernières années, le rendement annuel moyen du blé a continuellement dépassé 13 millions de tonnes avec l'amélioration du niveau technologique de la production agricole (**Li et al., 2022**). Les graines de blé peuvent être transformées en farines et semoules à usage alimentaire ou promues par l'industrie agroalimentaire comme aliment-santé (**Ghania et al., 2015**).

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est la plus importante culture des zones arides et semi-arides, il constitue le moteur de l'économie agricole des régions phoenicicoles (**Besbes et al., 2004; Boudries, 2007; Djafri et al., 2021**). Le fruit du palmier dattier est constitué d'un péricarpe charnu et d'un noyau (**Besbes et al., 2004**).

Les dattes sont une riche source de glucides, de fibres alimentaires et de certaines vitamines et minéraux essentiels (**Ikechukwu et al., 2017**). Les noyaux de dattes sont également une excellente source de fibres alimentaires et contiennent des quantités considérables de minéraux, de lipides et de protéines (**Chergui et al., 2021**). En plus, ce fruit possède une activité antioxydante très importante en raison de la présence des composés phénoliques (principalement les acides cinnamiques) et les flavonoïdes (flavones, flavonols et flavanones) (**Boudries et al., 2007; Baliga et al., 2011; Benmeddour et al., 2013 ; Bentradi et al., 2017**).

En Algérie, les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 800 cultivars (**Djafri et al., 2021**). Les variétés Deglet-Nour, Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla ont une importance économique majeure (**Acourene et al., 2001; Djafri et al., 2021**).

Dans le but de la valorisation des noyaux de dattes algériennes, l'objectif de cette étude est la préparation, la caractérisation physico-chimique et technologique de la farine des noyaux de datte Mech-Degla incorporée dans la farine de blé tendre commerciale aux taux de 10%, 30% et 50%.

Introduction générale

Le contenu du manuscrit est divisé en deux grandes parties :

La première partie est une recherche bibliographique autour des céréales, de blé tendre, de palmier dattier et des dattes

La deuxième partie est la partie expérimentale qui présente le matériel et les méthodes utilisés ainsi que les résultats obtenus et leurs discussions.

Enfin le manuscrit est achevé par une conclusion générale et des perspectives du travail

Partie bibliographique

I. Les céréales

Les céréales sont les grains comestibles de la famille des graminées (Cooper, 2015; Henry *et al.*, 2016). Certain nombre de céréales est cultivée dans différents pays, notamment le seigle, l'avoine, l'orge et le maïs (McKevith, 2004; Henry *et al.*, 2016). Au niveau mondial, le blé et le riz sont les cultures les plus importantes, représentant plus de 50% de la production céréalière mondiale. Les céréales présentent une certaine similitude structurelle et se compose d'un embryon (ou germe), qui contient le matériel génétique d'une nouvelle plante, et d'un endosperme, qui est emballé avec des grains d'amidon (McKevith, 2004).

I.1. Le blé

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des *Gramineae* (Arendt et Zannini, 2013). Le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Les deux espèces dominantes sont : le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*) (Malki et Malki, 2016).

Le blé tendre appartient au genre *Triticum* espèce *aestivum* L. (syn. *Triticum vulgare*, Villars) (Ghania *et al.*, 2015) (Tableau I). Le genre *Triticum* comporte de nombreuses autres espèces, chacune d'elles étant composée d'un grand nombre de variétés botaniques (Bouati *et al.*, 2020). Le fruit est appelé caryopse, il est constitué d'un grain et de téguments (Feillet, 2000). La classification botanique du blé tendre est la suivante

Tableau I : Classification botanique du blé tendre (Bouati *et al.*, 2020)

Règne	Plantae (Règne végétale)
Division	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Sous- classe	<i>Commelinidae</i>
Ordre	Poales
Famille	Poaceae
Sous - famille	Triticeae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum aestivum</i> L

I.1.1. Le grain de blé tendre

Les grains de blé mesurent entre 5 à 7 mm de long, 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur et pèsent entre 20 et 50 mg.

Les grains ont une forme ovale, s'étendent ventralement sur toute leur longueur et entourés d'une enveloppe retirée lors du battage. Chaque grain contient 3 grandes parties : le germe, l'albumen et les enveloppes (**Figure 01**) (**Surget et Barron, 2005 ; Debiton, 2011**).

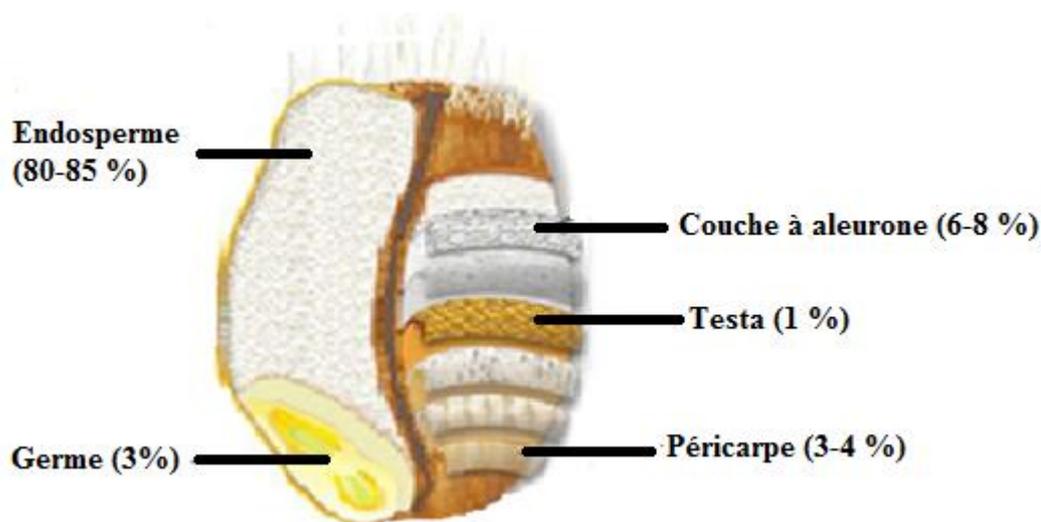


Figure 01 : Coupe longitudinale d'un grain de blé tendre (**Debiton, 2011**).

I.1.2. La composition chimique

Les grains de blé sont principalement composés des glucides (Amidon et fibres), des protéines (**Tableau II**), d'autres composants tels que les lipides, l'eau et les micronutriments (Magnésium et vitamine B et E) (**Hemery et al., 2007**).

Tableau II : Composition chimique du grain de blé tendre (**Feillet, 2000**)

Composants	Teneur (%MS)
Amidon	67-71
Protéines	10-15
Lipides	2-3
Sucres libres	2-3
Matière minérale	1,5-2,5

I.1.3. La farine de blé tendre

La farine du latin *farina*, poudre provenant de la mouture des grains de céréales. La dénomination de farine sans l'addition d'un autre terme qualitatif désigne le produit de la mouture de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement pur (**Malki et Malki, 2016**). La classification de la farine repose sur sa teneur en matière minérale, allant de 45 à 150 (**Tableau III**) (**Bengriche et Tiliouine, 2017**)

Tableau III : Classification des farines (Bengriche et Tiliouine, 2017)

Types de farine	Teneur en matières minérales (%)	Usages
T45	<0,5	Usages ménagers, farine de gruaux
T55	0,5 à 0,6	Pains, pâtisserie, viennoiseries
T65	0,62 à 0,75	Biscuiterie
T80	0,75 à 0,9	Pains bis
T110	1 à 1,2	Pains complets
T150	>1,2	Pains complets

I.1.4. La composition chimique de la farine de blé tendre

La farine du blé se compose principalement d'amidon, d'eau et de protéines (Tableau IV). Les polysaccharides non amidonnés et les lipides sont des constituants mineurs de la farine (Aissaoui, 2019).

Tableau IV : Composition chimique de la farine de blé tendre (Atwell, 2001)

Composés	Teneur (% MS)
Amidon	63-72
Protéines	10 -12
Eau	13-16
Sucre	4,5-5
Matière grasse	1-2
Matière minérale	0,4-0,5

II. Le palmier dattier

Le palmier dattier est un arbre angiosperme monocotylédone, pérenne, arborescente, de la famille des palmacées, sous famille des coryphènes, genre *Phoenix*, l'espèce *Phoenix dactylifera* (Amadou, 2016).

La datte (*Phoenix dactylifera* L.) est une culture importante dans les régions arides et semi-arides du monde. Elle joue un rôle important dans la vie économique et sociale des gens de ces régions. Le fruit du palmier dattier est bien connu comme aliment de base. Il est composé d'un péricarpe charnu et de graines (Besbes *et al.*, 2004; AlFaris *et al.*, 2021).

II.1. Les dattes

Les dattes sont un aliment riche en nutriments et de valeur énergétique très élevée, elles jouent un rôle nutritionnel, physiologique et thérapeutique sur le corps humain (Amadou, 2016).

Elles constituent une source des polysaccharides ; des acides aminés (valine ; lysine) ; des fibres et des antioxydants (polyphénols) (Besbes *et al.*, 2004; Benmeddour *et al.*, 2013).

II.2. La datte Mech Degla

Mech-Degla est une variété de forme sub-cylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité. À la maturité, la datte prend la couleur beige clair teinté d'un marron peu prononcé. L'épicerpe est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est peu charnu de consistance sèche et de texture fibreuse (Noui, 2007).

II.2.1. Les noyaux des dattes

Les noyaux sont des sous-produits et déchets des dattes (Figure 02). Dans les pays producteurs de datte, les noyaux sont généralement soit jetés, soit incorporé dans l'alimentation animale (Ambigaipalan et Shahidi, 2015).

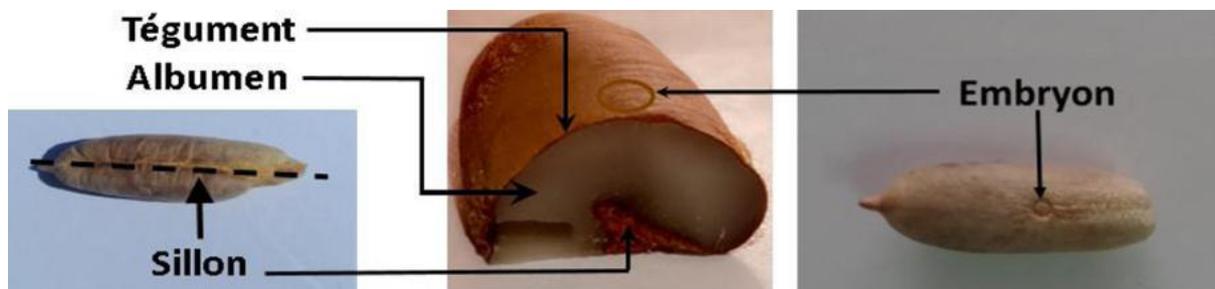


Figure 02 : Noyau de dattes (Benmahdi et Mebarki, 2019)

II.2.2. La composition chimique des noyaux de dattes

Les noyaux des dattes sont des sources de protéines, de fibres, de sucres, elles sont riches en composés phénoliques, les antioxydants, et aussi une source des minéraux (Tableau V)(Ambigaipalan et Shahidi, 2015).

Tableau V : Composition chimique des noyaux de datte

Composition chimique (%)	Teneur	Références
Le taux de cendre (Deglet Nour « variété tunisienne »)	1,12	(Besbes <i>et al.</i> , 2004)
Matière grasse	13,2	(Djouab, 2007 ;Amellal, 2008)
Matière protéique	2,29	(Al-Farsi <i>et al.</i> , 2007) (variété shahal)
Sucre	4,4 à 4,6	(Lecheb, 2007)
Polyphénol	0,0215 à 0,0526	(Besbes <i>et al.</i> , 2004)
Minéraux		
Mg	0,048	(Chaira <i>et al.</i> , 2007)
Zn	1,17	
K	25,4 – 28,9	
Ca	1,35 – 1,87	
P	6,74 – 9,36	(Devshony <i>et al.</i> , 1992)
Na	0,38 – 1,48	
Fe	0,22 – 1,68	
Cu	0,07 – 0,2	
Mn	0,06 – 0,09	

III. Les composés phénoliques

Les composés phénoliques possèdent un ou plusieurs groupements phénoliques, avec ou non d'autres fonctions (alcoolique (OH), carboxylique (COOH),...). Ils sont probablement les métabolites secondaires les plus répandus dans la nature (**Pandey et Rizvi, 2009; Quideau et al., 2011; Quideau, 2013**).

III.1. La structure des composés phénoliques

La structure des composés phénoliques va de simple noyau aromatique, de faible poids moléculaire, jusqu'aux tanins complexes de haut poids moléculaire (**Quideau et al., 2011; Quideau, 2013**).

Les composés phénoliques sont classés en fonction du nombre des atomes de carbone ; de la nature du squelette carboné, la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique...etc (**Chira et al., 2008**).

III.2. Les propriétés des polyphénols

Les polyphénols présentent un large éventail de propriétés bénéfiques pour la plante ainsi que pour l'être humain. Ils jouent un rôle très important dans la résistance des plantes contre le stress biotique (attaque des champignons) et abiotique (protection contre les rayonnements solaires) (**Ashraf et al., 2018**). Les polyphénols présents dans de nombreux fruits et légumes, ont un impact sur les qualités nutritionnelles et organoleptiques des aliments, ils sont responsables de l'amertume et l'astringence de certains fruits, légumes ou mêmes les boissons dérivées de ces produits végétaux (**Pandey et Rizvi, 2009; Habtemariam, 2019**). Pour la santé humaine, les polyphénols sont souvent considérés comme des agents chimio-préventifs naturels (et diététiques) contre les maladies cardiovasculaires liées à l'âge, le cancer et les maladies humaines neurodégénératives, ainsi que les troubles métaboliques comme le diabète (**Derbel et Ghedira, 2005; Amiot, 2009; Quideau, 2013**).

III.3. Les composés phénoliques dans le blé tendre

Le blé tendre est considéré parmi les céréales riches en polyphénols principalement les flavonoïdes et les acides phénoliques (**Ghania et al., 2015**).

La plupart des composés phénoliques du blé sont concentrés dans le son de blé sous forme liée. Par exemple, l'acide férulique et l'acide p-coumarique, les deux composés phénoliques les plus abondants dans le son sont principalement liés aux arabinoxylanes dans la couche péricarpe

et aleurone par liaison ester pour améliorer la rigidité structurelle et protéger le grain (**Li *et al.*, 2022**).

III.4. Les composés phénoliques dans les dattes

Les dattes contiennent différents types de polyphénols, tels que les acides phénoliques, les flavonoïdes, les hydroxycinnamates et les oligomères de proanthocyanidine. Les polyphénols ont une forte activité antioxydante et contribuent de manière significative à l'activité antioxydante des fruits de dattes (**AlFaris *et al.*, 2021**).

Partie expérimentale

Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

Notre travail a été réalisé au sein du laboratoire de Biochimie de l'université de Mohamed El Bachir El Ibrahimy (Bordj Bou Arreridj) et au niveau des moulins de Bibans agro-dive (Bordj Bou Arreridj)

Cette partie comporte de différents volets ;

- Préparation de la farine des noyaux de dattes Mech-Degla
- Préparation des incorporations
- Analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de dattes et les incorporations (10%, 30% et 50%) (Humidité, pH, acidité titrable, cendres et dosage des sucres hydrosolubles)
- Analyses technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de dattes et les incorporations (10%, 30% et 50%) (taux de gluten (humide et sec), indice de chute, test à Alvéographe de Chopin)
- Extraction des polyphénols totaux
- Dosage des polyphénols totaux
- Analyse statistique des données (Anova)

I. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans ce travail est la datte sèche Mech-Degla. Elle est achetée au mois de Février 2022 d'un marché qui se situe à la commune de Bordj El Ghadir, wilaya de Bordj Bou Arreridj. La datte provient de la région de Biskra.

La farine de blé tendre utilisée dans ce travail provient des moulins de Bibans agro-dive

II. Préparation de la farine des noyaux de dattes

II.1. Séparation noyau - pulpe

La séparation du noyau de la pulpe a été faite manuellement

II.2. Lavage et séchage des noyaux

Les noyaux ont été lavés avec de l'eau distillée et séchés près d'un chauffage et à l'étuve jusqu'au séchage complet.

II.3. Broyage

Les noyaux secs ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique jusqu'à l'obtention de la poudre.

II.4. Tamisage

La poudre obtenue a été tamisée en utilisant un tamiseur de granulométrie, puis stockée dans des flacons en verre fermés hermétiquement, conservée dans un endroit frais et à l'abri de la lumière.

II.5. Préparation des incorporations

La farine des noyaux de datte (FND) a été incorporée avec la farine de blé tendre (FBT) commercialisée à des différents pourcentages selon le tableau suivant (**Tableau VI**).

Tableau VI : Pourcentages d'incorporation

Échantillons	FBT (100%)	FND (100%)	Inc 10%	Inc 30%	Inc 50%
FBT (g)	100	0	90	70	50
FND (g)	0	100	10	30	50

III. Analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et les incorporations (10%, 30% et 50%)

III.1 Taux d'humidité

Le taux d'humidité est déterminé par la méthode classique : dessiccation de l'échantillon par étuvage à une température de 105 °C jusqu'au poids constant (**Acourene et Tama, 1997**).

Mode opératoire

Une quantité de 2g d'échantillon a été placée dans des boîtes de pétri en verre séchées et pesées préalablement. Les boîtes et ses contenus sont placées dans une étuve à 105°C pendant 24h. Après refroidissement, chaque boîte a été pesée séparément. L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

Le taux d'humidité est calculé selon la formule suivante :

$$H (\%) = \frac{(m1 - m2)}{p}$$

Avec

m1 : Masse de l'échantillon + la masse du creuset (avant le séchage) (g)

m2 : Masse de l'échantillon + la masse du creuset (après le séchage) (g)

p : Masse de l'échantillon (g)

III.2. Taux de cendres

Le taux de cendres repose sur la calcination d'un échantillon à une température de 550°C jusqu'à l'obtention d'une masse constante (N° 03.,24 janvier 2018).

Mode opératoire

Une quantité de 2g de l'échantillon a été placée dans des creusets. Les creusets et ses contenus sont placés dans un four à moufle à 550 °C pendant 6 h, jusqu'à destruction de toute la matière organique contenue dans l'échantillon. Après refroidissement le creuset est pesé avec ces cendres. L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

Le taux de cendre est calculé selon la formule suivant

$$Cendres (\%) = \frac{m2 - m0}{m1}$$

Avec

m0 : Masse du creuset vide (g)

m1 : Masse de l'échantillon (g)

m2 : Masse de l'échantillon incinéré + la masse du creuset (g)

III.3. Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH est déterminé par mesure de la différence du potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse (N°73.,15 décembre 2016).

Mode opératoire

Un volume de 50ml d'eau distillée a été versé sur une quantité de 0,5 g de l'échantillon, après l'agitation du mélange à l'aide d'un agitateur magnétique, la solution a été filtrée et le pH a été mesuré. La valeur du pH affichée sur l'écran du pH-mètre a été notée. L'expérience a été répétée 3 fois.

III.4. Acidité titrable

Selon la norme (NF V05-101,1974), l'acidité titrable consiste à titrer une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH), en présence d'un indicateur coloré ; la phénolphthaléine.

Mode opératoire

Une quantité de 0,5 g de l'échantillon a été déposée dans une fiole jaugée avec 50 ml d'eau distillée déjà bouillie, le mélange est ensuite agité jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène et puis chauffé pendant 30 minutes. Après filtration, un volume de 10 ml de la solution pipeté est déposé dans un bécher de 50 ml auquel 10 ml d'eau distillée bouillie a été ajouté. La titration s'est effectuée (Après l'ajout de quelques gouttes de phénolphthaléine) avec le NaOH (0,1 N) en agitant jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 seconde (Ilkay et Aziz, 2011). L'expérience a été répétée 3 fois

Expression des résultats

$$\text{Acidité titrable (\%)} = \frac{250 \cdot V1 \cdot 100}{V0 \cdot M \cdot 10} \cdot 0,07$$

Avec

M : Masse en gramme du produit prélevé

V0 : Volume en millilitre de prise d'essai

V1 : Volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de solution utilisée (0,1N)

0,07 : le facteur de conservation de l'acidité Titrable en équivalent d'acide citrique

III.5. Sucres hydrosolubles

Le dosage des sucres hydrosolubles a été effectué selon la méthode de Dubois *et al.*, (1956) en utilisant l'acide sulfurique et le phénol à 5%, qui donnent la couleur jaune-orangé dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres dans l'échantillon.

Mode opératoire

- Extraction des sucres hydrosolubles

Une quantité de 0,3 g de l'échantillon a été macérée dans 1 ml d'eau distillée, le contenu est centrifugé pendant 10 min à 5000 Tr et le surnageant a été récupéré dans un tube à essai.

- Dosage des sucres hydrosolubles

Dans un tube à essai en verre, un volume de 500 µl de phénol à 5% a été ajouté à un volume de 500 µl d'échantillon, ensuite 2,5 ml d'acide sulfurique concentré est additionné. Les tubes ont été incubés à 95°C pendant 5 min puis laisser refroidir à une température ambiante. L'absorbance a été mesurée à une longueur d'onde de 488nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-Vis. Une gamme d'étalonnage de glucose (0-0,2 mg/ml) a été utilisée. L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en mg équivalent glucose/g MS

IV. Analyses technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de dattes et les incorporations (10%, 30% et 50%) (taux de gluten (humide et sec), indice de chute, test à Alvéographe de Chopin)

IV.1. Taux de gluten

La détermination du taux de gluten est réalisée par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de l'échantillon avec une solution d'eau salée. La masse plastique obtenue est pesée à l'état humide (GH) et après dessiccation (GS).

Mode opératoire

- **Gluten humide** : Un volume de 5ml de la solution de chlorure de sodium a été ajouté à 10 g de l'échantillon pour préparer une pâte. La pâte obtenue a été lavée puis essorée et pesée pour avoir le taux de gluten humide.

Expression des résultats

La teneur en gluten humide (GH) est exprimée en pourcentage de la fraction massique de l'échantillon initial :

$$GH(\%) = \frac{m_1}{m_0} \cdot 100$$

- **Gluten sec** : La pâte obtenue a été séchée dans un appareil (glutork) pendant 4min pour avoir le gluten sec.

Expression des résultats

La teneur en gluten sec (GS) exprimée en pourcentage de fraction massique de l'échantillon initial est égale à:

$$GS(\%) = \frac{m_2}{m_0} \cdot 100$$

IV.2. Indice de chute

L'indice de chute est obtenu après gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de farine dans un bain d'eau bouillante et mesure de la liquéfaction par l'alpha-amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon (Khali *et al.*, 2015).

Mode opératoire

Une quantité de l'échantillon a été mélangée avec un certain volume d'eau distillée, le mélange a été plongé dans un bain marie, le temps de chute exprimé en second est noté

IV.3. Test à Alvéographe de Chopin

Le principe de la méthode repose sur le gonflement d'un échantillon de pâte soumis à une pression. Le volume de la bulle est fonction de l'extensibilité de la pâte. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée Alvéogramme (Godon, 1997).

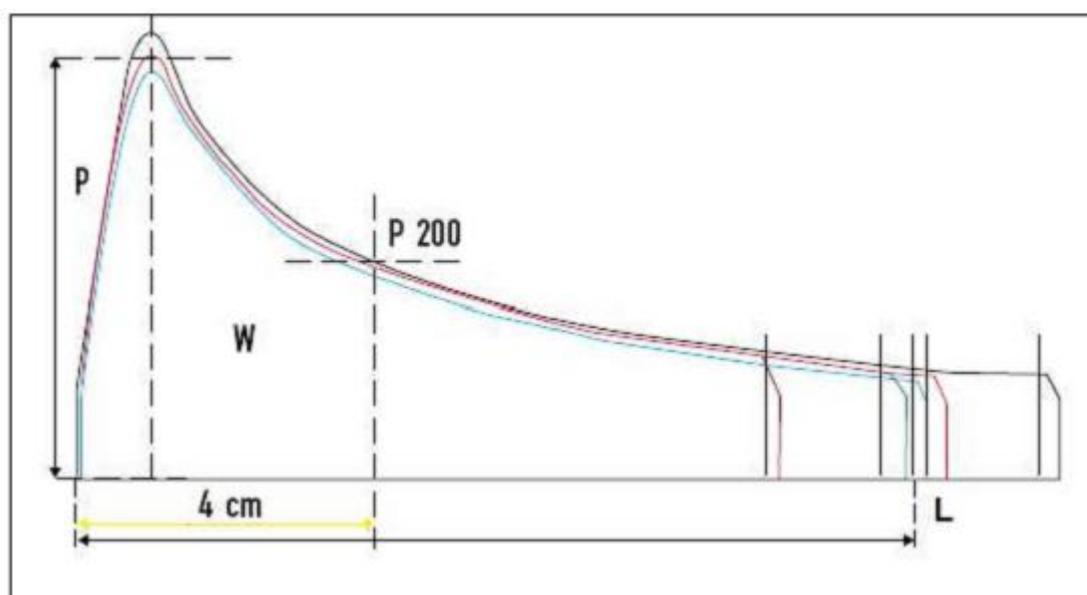


Figure 03 : Courbe alvéographique (Malki et Malki, 2016)

Mode opératoire

Une quantité de 250 g de l'échantillons a été mélangée avec un certain volume d'eau salée en fonction de l'humidité de la farine dans un pétrin afin d'avoir une pâte.

Un morceau de la pâte est découpé et mis sous forme d'un pàton sur la plaque en verre du système de laminage préalablement huilé puis laminé avec un rouleau. À l'aide d'emporte-pièce, le pàton est découpé en cercles et placé sur la plaque de repos destinée à le recevoir, puis placée immédiatement dans l'enceinte isotherme (25 °C) de l'alvéographe. L'étape suivante consiste à écraser le pàton avec une vitesse définie afin de lui donner une épaisseur définie. Le

pâton est ensuite gonflé par un flux d'air calibré pendant que le système enregistre l'évolution de la pression à l'intérieur de la bulle en fonction du temps, jusqu'à rupture du film de pâte.

Expression des résultats

L'analyse d'un alvéogramme se fait à travers les paramètres suivants :

- Le "P" : Correspond à la pression maximale d'air insufflée nécessaire à la déformation et donc à l'obtention de la bulle de pâte. Il exprime la ténacité de celle-ci et est donné en mm sur l'axe des ordonnées de l'alvéogramme.
- Le "L" : Ce paramètre correspond à l'extensibilité de la pâte depuis le début du gonflement jusqu'à éclatement de la bulle. Il indique l'élasticité de la pâte et l'allongement au façonnage. Il est donné en mm sur l'axe des abscisses de l'alvéogramme.
- Le "G" : Se rapporte au gonflement de la pâte qui est exprimé en cm^3
- Le "W" : désigne le travail au sens physique du terme. Sa valeur est proportionnelle à la Surface (S) de la courbe obtenue. Cette grandeur exprime la force boulangère de la pâte (Malki et Malki, 2016).

V. Extraction et dosage des polyphénols totaux

V.1. Extraction par macération

La macération est l'opération dans laquelle on laisse séjourner dans un liquide à température ambiante, une substance dont on veut extraire les principes solubles (Nathalie *et al.*, 2006).

Mode opératoire

Une quantité de 10 g de l'échantillon a été macérée dans 50 ml de mélange (éthanol /eau) (50/50 : v/v) pendant 24 h à température ambiante. Les extraits ont été filtrés, et le solvant organique (éthanol) a été évaporé sous pression réduite à 40 °C. La phase aqueuse de chaque extrait est récupérée dans un flacon et séchée à l'étuve à 40 °C. La poudre sèche est conservée au réfrigérateur à 4°C.

V.2. Dosage des polyphénols totaux

Le réactif Folin-Ciocalteu constitue d'un mélange d'acide phosphotungstique ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($\text{H}_3\text{PMO}_{12}\text{O}_{40}$). Il est réduit lors de l'oxydation des phénols en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène, la couleur produite est proportionnelle à la quantité des polyphénols présent dans les extraits des échantillons (Nathalie *et al.*, 2006).

Mode opératoire

Un volume de 200 μl de chaque extrait (farine/noyau/incorporations) a été mélangé à 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois avec de l'eau distillée). Après 5 minutes

d'incubation, un volume de 800 µl d'une solution aqueuse de carbonate de sodium (Na_2CO_3), de 7,5% (m/v) a été ajouté. L'absorbance est lue par spectrophotométrie UV-Vis à une longueur d'onde de 765 nm après 2 heures d'incubation à une température ambiante. Une courbe d'étalonnage est obtenue dans les mêmes conditions en utilisant une gamme de concentrations (0 - 0,3 mg/L) d'une solution aqueuse d'acide gallique à la place de l'échantillon (**Dudonné *et al.*, 2009**). L'expérience a été répétée 3 fois.

Expression des résultats

La teneur en polyphénols totaux a été exprimée en équivalent d'acide gallique (mg EAG/100 g MS)

VI. Traitement statistique des données

Les essais ont été répétés trois fois et les résultats ont été exprimés par la moyenne \pm l'écartype. Une analyse de variance (ANOVA) sur les données obtenues a été effectuée en utilisant le logiciel XLSTAT, un test de Tukey a été utilisé où $p < 0,05$ a été considéré comme significatif.

Résultats et discussion

I. Résultats

I.1. Analyses physico-chimiques de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de dattes et les incorporations

I.1.1. Taux d'humidité

La teneur en eau des farines est un paramètre important à déterminer, car la réalisation des tests technologiques tel que l'essai à l'alvéographe de Chopin et la précision des divers résultats analytiques exigent sa détermination (Bengriche et Tiliouine, 2017). Le taux d'humidité (%) des échantillons est représenté dans la **figure 04**

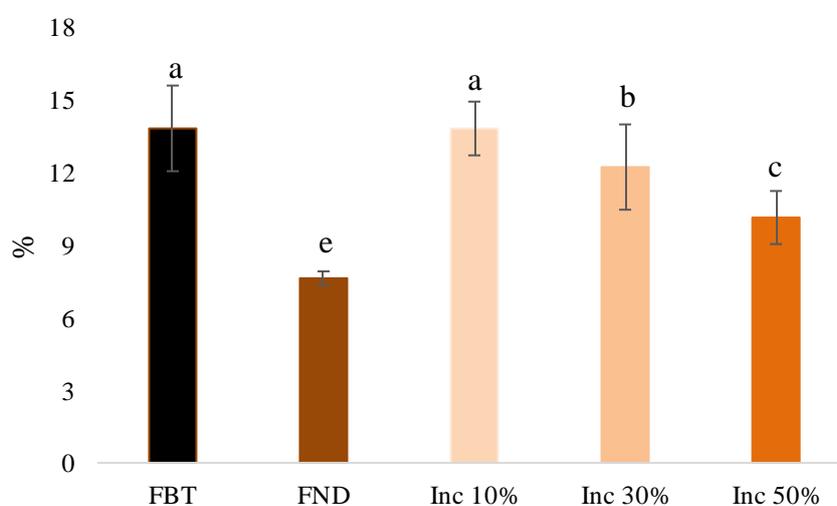


Figure 04 : Taux d'humidité des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–e), déterminées par le test de Tukey)

- Le taux d'humidité varie entre $7,62 \pm 0,28$ et $13,81 \pm 1,76$ % au niveau de la FDN et FBT, respectivement.
- Le taux d'humidité de la FND est inférieur à celui de la FBT.
- L'ajout de la FND diminue significativement le taux d'humidité à $13,80 \pm 1,1$, $12,21 \pm 1,76$ et $10,12 \pm 1,09$ % au niveau des incorporations 10, 30 et 50 %.

I.1.2. Taux de cendres

Le taux de cendre est un intérêt essentiel réglementaire qui permet de classer la farine selon le degré de pureté. Le taux de cendres (%) des échantillons est représenté dans la **figure 05**.

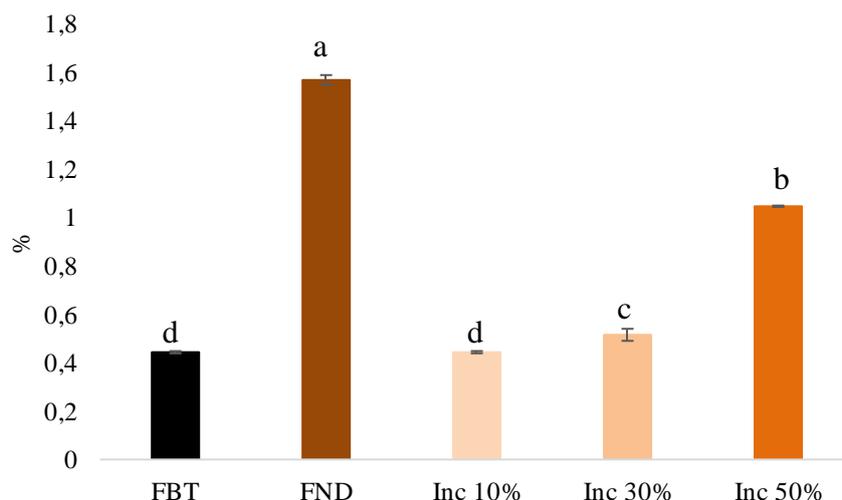


Figure 05 : Taux de cendres des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–d), déterminées par le test de Tukey)

- Le taux de cendres varie entre $0,44 \pm 0,004$ et $1,56 \pm 0,02$ % pour la FBT et la FND respectivement.

- Les noyaux de dattes contiennent le taux le plus élevé de cendre 1,56% par contre la farine et l'incorporation de 10% contient seulement 0,44%.

- Le taux de cendres augmente avec l'augmentation du taux d'incorporation

1.1.3. pH

Le pH est un paramètre qui détermine l'aptitude de la conservation des aliments. Les valeurs du pH des échantillons sont présentées dans la **figure 06**

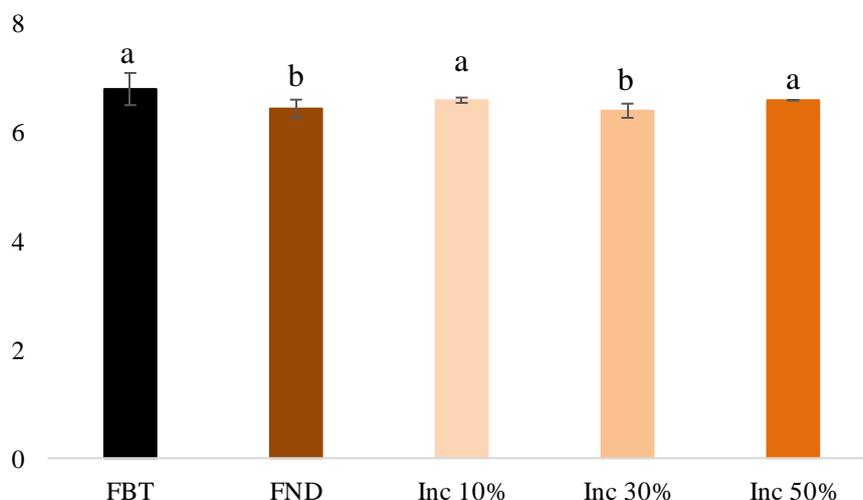


Figure 06 : pH des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–b), déterminées par le test de Tukey)

- Les valeurs du pH varient entre $6,37 \pm 0,13$ et $6,77 \pm 0,29$ pour la FND et la FBT, respectivement.
- L'ajout de la FND diminue légèrement les valeurs de la FBT.
- Tous les échantillons sont légèrement acides

I.1.4. Acidité Titrable

Un paramètre qui peut garantir que le produit de consommation courante est conforme aux exigences spécifiques (apparence, texture, goût...). L'acidité titrable des échantillons est représentée dans la **figure 07**

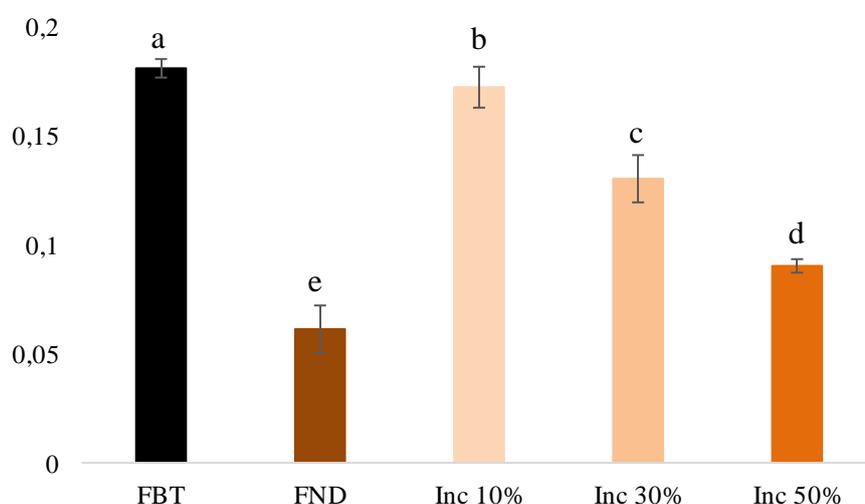


Figure 07 : Acidité titrable des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–e), déterminées par le test de Tukey)

- Les valeurs de l'acidité titrable varient de $0,061 \pm 0,01\%$ à $0,18 \pm 0,004\%$ au niveau de la FND et la FBT, respectivement.
- L'ajout de la FND diminue significativement l'acidité de la FBT au niveau des incorporations 10, 30 et 50%.

I.1.5. Sucres hydrosolubles

Les sucres confèrent aux fruits une grande valeur énergétique. La teneur en sucres hydrosolubles des échantillons est représentée dans la **figure 08**

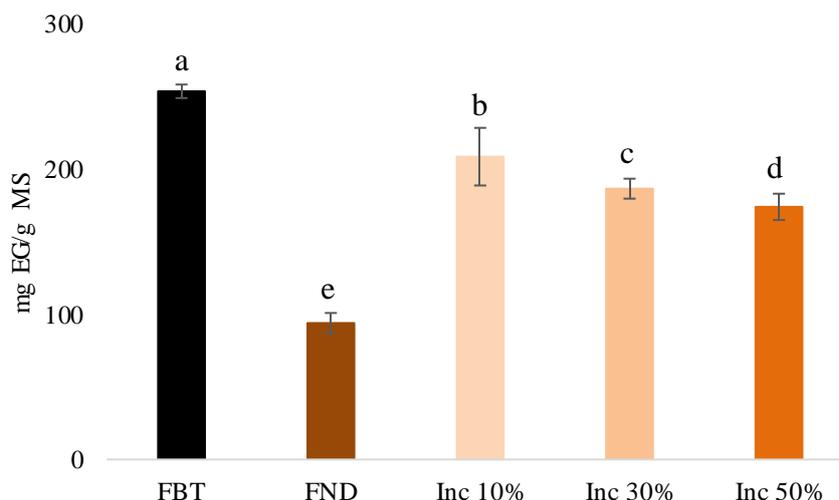


Figure 08 : Teneur en sucres hydrosolubles des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–e), déterminées par le test de Tukey)

- La teneur en sucres hydrosolubles est beaucoup plus élevée dans la FBT ($253,45 \pm 4,65$ mg EG/g MS) par rapport à la FND ($93,92 \pm 6,94$ mg EG/g MS).
- L'incorporation de la FND diminue significativement la teneur en sucres totaux de la FBT

I.2. Analyses technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre, de la farine des noyaux de datte et les incorporations

I.2.1. Taux de gluten

Le gluten détermine en grande partie les caractéristiques rhéologiques de la farine d'où la nécessité d'avoir un taux de gluten sec de 8 à 10% et une capacité d'hydratation de 67 à 68% pour que la farine soit préconisée en boulangerie (Bengriche et Tiliouine, 2017). Le taux de gluten sec des échantillons est représenté dans la **figure 09**

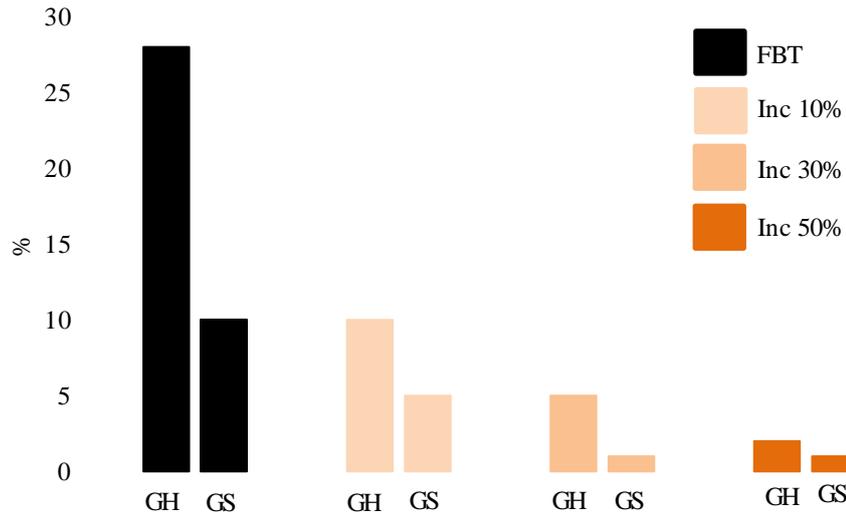


Figure 09 : Taux de gluten des échantillons

- Les valeurs de taux de gluten humide varient de 2 au niveau de l'incorporation 50 % à 28 % au niveau de la farine de blé tendre. Pour le taux de gluten sec, les valeurs varient de 1 à 10 % avec absence totale de gluten au niveau de la farine des noyaux de dattes.
- Le taux de gluten diminue avec l'augmentation du pourcentage d'incorporation.

I.2.2. Indice de chute

L'indice de chute des échantillons est représenté dans la figure 10

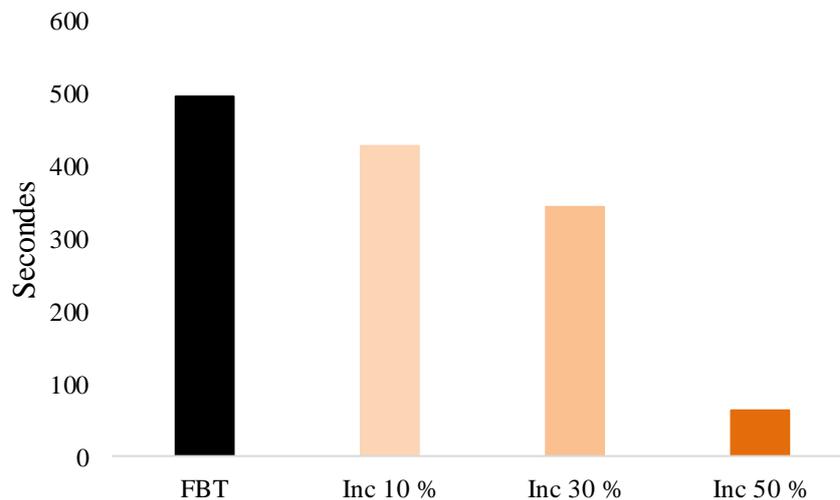


Figure 10 : Indice de chute des échantillons

- Les valeurs de l'indice de chute varient de 63 à 495 secondes, avec 0 valeur au niveau de la FND
- L'indice de chute diminue en ajoutant la FND à la FBT

1.2.3. Test à Alvéographe de Chopin

Le test à alvéographe de Chopin permet de prédire la qualité boulangère, l'aptitude d'une farine à être travaillée en fonction de sa force boulangère pour une finalité précise.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau VII : Résultat du test à Alvéographe Chopin de la FBT et L'incorporation 10%

	P (mm)	L (mm)	G (cm)	W (J)
FBT	69	89	20,8	202
Inc 10 %	97	136	10,2	290

La ténacité (P)

La farine de blé tendre montre une valeur de ténacité inférieure (69mm) à celle de l'incorporation à 10% (97 mm)

L'extensibilité (L)

La farine possède une valeur d'élasticité (89 mm) inférieure à celle de l'incorporation 10 % (136 mm)

Le gonflement (G)

L'indice de gonflement de la farine de blé tendre est supérieur (20,8 cm³) à celle de l'incorporation (10,2 cm³).

La force boulangère (W)

La force boulangère de la farine est beaucoup moins élevée (202 J) par rapport à celle de l'incorporation 10% (290 J).

I.3. Polyphénols totaux

La teneur en polyphénols totaux des échantillons est représentée dans la **figure 11**.

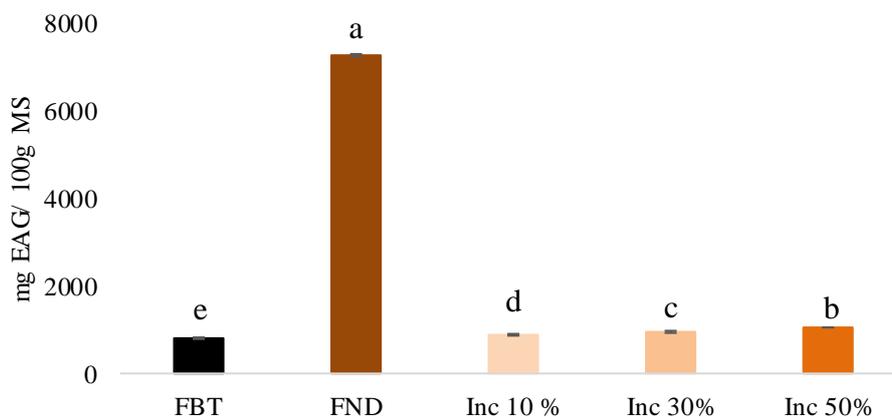


Figure 11 : Teneur en polyphénols totaux des échantillons (Les différences significatives entre les moyennes à $p < 0,05$ sont notées avec des lettres (a–e), déterminées par le test de Tukey)

- La FND est riche en polyphénols totaux (7252,04 19,09 mg EAG/100g MS) en comparaison avec la FBT (804,25 ± 19,09 mg EAG/g MS)
- L'incorporation de la FND augmente la teneur en polyphénols totaux à 882,99 ± 24,98, 948,99 ± 21,14 et 1049,65 ± 3,24 mg EAG/g MS pour les incorporations 10, 30 et 50%, respectivement

II. Discussion

Afin d'étudier l'effet de la poudre des noyaux de datte « Mech Degla » sur les propriétés nutritionnelles et technologiques de la farine de blé tendre, nous avons incorporé la poudre des noyaux à différents pourcentages :10%, 30% et 50% afin d'avoir le pourcentage qui améliore la qualité physico-chimique, nutritionnelle et fonctionnelle de la farine de blé tendre. Nous avons commencé notre étude par : les analyses physico-chimique des échantillons.

Le taux d'humidité de la farine des noyaux de datte « Mech-Degla » est de 7,62 ± 0,28 %, cette valeur est analogue à celle trouvée par **Lecheb, (2010)**, par contre elle est supérieure à celle trouvée par **Laouni, (2014)** et **Benmehdi et Mebarki, (2019)**. Ces différences peuvent être liées à la spécificité de chaque variété étudiée et au stade de maturation de la datte.

Selon le décret exécutif n°91-572 du 31 décembre 1991 relative à la farine de panification et au pain, le taux d'humidité doit être inférieur ou égale à 15,5%, donc nos échantillons sont conformes aux normes.

Le taux de cendres de la FND est 1,56 ± 0,02%, ce résultat est très proche à celui trouvé par **Benmehdi et Mebarki. (2019)** ; 1,22% pour les noyaux des dattes Mauritanienne et 1,12% pour les noyaux de dattes Irakienne. Ainsi, **Lecheb. (2010)**, **Laouni. (2014)** et **khali et al. (2015)** ont trouvé des taux de cendres entre 0,85 et 1,21 %.

En comparant le taux de cendres de la FND et celui de la FBT, on trouve que les noyaux sont très riches en matières minérale 1,57 ± 0,02% par rapport à la farine de blé tendre 0,44 ± 0,004%.

La farine des noyaux de datte « Mech Degla » possède un pH légèrement acide, ce résultat confirme celui obtenu par **khali et al. (2015)**, qui ont étudié différentes variétés ; Deglet Nour (pH = 5,76), Degla Baida (pH= 5,91), Ghars (pH= 6,12) et Hamraya (pH= 5,93).

L'acidité titrable est un indice de qualité et un facteur de conservation de l'aliment. L'acidité des noyaux de datte Mech-Degla est de l'ordre de 0,06%, dans l'étude de **Amellal. (2008)**, les

valeurs de l'acidité titrable sont de 0,24, 0,21 et 0,19 % au niveau de la pulpe, le tissu pigmenté et le tissu blanc, respectivement. Ces valeurs sont supérieures à ceux des noyaux ce qui explique que ces derniers sont conservables à une longue durée, donc, on peut les ajoutés sans altérer la qualité de la farine.

Les sucres hydrosolubles présents avec une teneur de $93,92 \pm 6,94$ mg EG/g MS, alors environ 10% MS, ce résultat est proche à celui trouvé par **Khali et al. (2015)**, qui ont trouvé un taux de sucres hydrosolubles de 6,02% MS au niveau des noyaux de Deglet Nour, 7,09 % MS pour noyau de Degla Baida, 7,08% MS pour noyau de Ghars. **Chira et al. (2008)** ont étudié la teneur en sucre des noyaux de dattes et elles ont trouvé des valeurs faibles ; $5,44 \pm 0,05$ g/100g pour les dattes Tunisienne et $5,65 \pm 0,18$ g/100g pour les dattes Algérienne. La différence de teneur peut être due à la variabilité génétique des variétés étudiées.

Trois analyses technologiques ont été effectuées au cœur de cette étude, il s'agit de la détermination du taux de gluten (humide et sec), l'indice de chute et le test avec l'alvéographe de Chopin.

Le taux de gluten humide qu'on a trouvé est environ 28% pour la FBT, 10% pour l'incorporation 10%, 5% pour l'incorporation 30% et 2% pour l'incorporation 50%. Ces résultats sont inférieurs à ceux montrés par **Khali et al. (2015)** qui ont trouvé des taux de $24,89 \pm 1,69$ % pour l'incorporation 10%. Concernant le taux de gluten sec nous avons trouvé 10% pour la FBT, 5% pour l'incorporation 10% et 1% pour 30% et 50%, toutefois **Khali et al. (2015)** ont trouvé $9,92 \pm 0,83$ % pour l'incorporation 10%, cette différence est due au type et à la qualité de la farine utilisée et la variété des noyaux incorporés.

Selon le décret exécutif n°91-572 de 31 décembre 1991, relatif à la farine de panification et de pain, l'indice de chute doit être entre 180-280 S, nous avons trouvé des valeurs hors du décret, donc, la farine et les incorporations ne sont pas utile pour la panification. Ce résultat confirme celui trouvé par **Yesli et al. (2021)** pour l'incorporation 30%.

Concernant le test à Alvéographe de Chopin, qui donne une idée sur les propriétés rhéologiques de la pâte ; la force boulangère, la ténacité, extensibilité, le gonflement, etc.

Les résultats du test d'Alvéographe de Chopin des incorporations 30% et 50% ne sont pas valable pour la panification, tandis que l'incorporation 10% est caractérisé par une force boulangère de 290J, cette valeur est différente à celle trouvée par **khali et al. (2014)**, qui ont

Résultats et discussion

trouvé 138J, l'extensibilité de la pâte (10% noyau) est 136 mm, la valeur est largement supérieure par rapport au résultat de **khali et al. (2014)**, la ténacité est estimée de 97 mm et le gonflement de 10,2, ces résultats sont analogues à ceux trouvés par **khali et al. (2014)**, la différence entre les résultats dans quelques paramètres peuvent être liées aux types des noyaux utilisées et même les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de chaque type de farine étudiées.

Les noyaux de dattes « Mech Degla » contiennent des composés extractibles, ils sont riches en polyphénols à activité antioxydante qui peuvent être utilisés pour améliorer la valeur nutritionnelle des produits incorporés (**Aldahri, 2004**). Dans notre étude les polyphénols se trouvent avec une teneur de $72,4473 \pm 29,20$ mg EAG /100 g de MS dans la FND, cette valeur est proche aux valeurs trouvées par **Lecheb. (2010)** et par **Baffi. (2019)**.

Conclusion et perspectives

Conclusion et perspectives

Les noyaux sont des déchets de dattes, dans la plupart des pays, ils sont soit jetés soit incorporé dans l'alimentation du bétail.

Dans notre étude, les noyaux de datte « Mech -Degla » sont incorporés dans la farine de blé tendre, pour un objectif de valoriser ces sous-produits et améliorer la qualité nutritionnelle et technologique de la farine.

Les analyses physico-chimiques de la farine des noyaux de datte montrent qu'elle est riche en matière organique avec un taux faible d'humidité et d'acidité titrable. Ces données donnent une idée sur la conservation de la farine à longue durée.

Les sucres totaux hydrosolubles présents en petite quantité dans la farine des noyaux de dattes, toutefois les composés phénoliques constituent un élément majeur dans les noyaux

L'ajout de la farine des noyaux de datte diminue l'activité amylasique au fur à mesure de l'augmentation de l'incorporation, ainsi la farine des noyaux est pauvre en protéines particulièrement le gluten, et par conséquent la force boulangère. Vu que les noyaux de dattes sont pauvres en gluten leurs incorporations dans la farine avec des taux appropriés, et pour des recettes bien précises est bénéfiques dans un régime alimentaire des maladies cœliaque.

Comme perspectives, il est très intéressant de poursuivre et d'approfondir les études concernant les aspects suivants :

- Tester des autres taux d'incorporation (<10%).
- Élaborer un produit diététique avec ces incorporations et le tester sur des personnes ciblées.
- Étudier la stabilité des incorporations durant le stockage.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Acourene S., Tama M. (1997).** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Revue de Recherche Agronomique*, N° 1. Ed. INRAA, pp 59-66.
- **Acourene S., M Belguedj. & Tama M.(2001).** « Palmier dattier de la région de Ziban», 23
- **Alain C., Ibrissam A., Frédéric B., Dominique G. & Christine S. (1996).** Les composés phénoliques et la résistance des plantes aux agents pathogènes, *Acta Botanica Gallica*, 143:6, 531-538, DOI:10.1080/12538078.1996.10515350
- **Al Dhaheri G., Al Hadrami N., ABO Alnaga I. & Wasfi M. (2004).** El Ridi Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rats fed date pits. *Food Chem.*86: 93- 97.
- **Al-Faris N, A., Jozaa Z,T., Ali AlGhamdi F., Albaridi N., Alzaheb R., Aljabryn D, Aljahani A. & AlMousa L. (2021).** « Total Phenolic Content in Ripe Date Fruits (Phoenix Dactylifera L.): A Systematic Review and Meta-Analysis ». *Saudi Journal of Biological Sciences* 28 (6): 3566-77.
- **Al-Farsi M., Alasalvar C., Al-Abid C.M., Al-Shoaily K., Mansorah Al-Amry.& Alrawahy F.(2007).** Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their byproducts. *Food Chemistry*, vol. 104, pp.943–947.
- **Al Farsi M A., Lee C Y. (2008).** Optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. *Food chemistry*, 2008 Jun 1; 108(3):977-85. Doi: 10.1016/j.foodchem.2007.12.009. Epub 2007 Dec 14.
- **Alhamed YA. (2009).** Adsorption kinetics and performance of packed bed adsorber for phenol removal using activated carbon from date's stones. *J .hazard .Mater.* Doi: 10.1016/j.05.002.
- **Amadou I. (2016).** « Date Fruits ». In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, 215-33.
- **Ambigaipalan, Priyatharini. & Fereidoon Shahidi. (2015).** « Date Seed Flour and Hydrolysates Affect Physicochemical Properties of Muffin ». *Food Bioscience* 12 (décembre): 54-60
- **Amellal H. (2008).** Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes, formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse doctorat, université M'hamed Bougara –Boumerdes.
- **Amiot M.J., Riollot C. & Landrier J.F. (2009).** « Polyphénols et syndrome métabolique ». *Médecine des Maladies Métaboliques* 3 (5): 476-82.
- **Arendt E K., Zannini E. (2013).** Cereal grains for the food and beverage industries.

Références bibliographiques

Wood head publishing series in food science, technology and nutrition, 485 p.

- **Ashraf M. A., Muhammad I., Rizwan R., Iqbal H., Muhammad R. & Muhammad S.A. (2018).** « Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants ». In *Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress*, 153-67.
- **Atwell W A. (2001).** Wheat flour. Eagan press, Minnesota, USA, 123p.
- **Baffi L., Djeddid B. (2019).** Contribution à l'étude phytochimique et l'activité antioxydant des noyaux des datte "*Phoenix dactylifera L.*" variétés « Ghars ; Deglet Nour ; Mech-Degla ». Mémoire de master présenter à l'université Echahid Hamma Lakhdar – El-OUED.
- **Baliga M. S., Bantwal R. V-B, Shaun M. K., Harshith P.B. & Praveen K. V. (2011).** « A Review of the Chemistry and Pharmacology of the Date Fruits (*Phoenix Dactylifera L.*) ». *Food Research International* 44 (7): 1812-22.
- **Ben Abbes F. (2011).** Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « *Phoenix dactylifera L.* ». Mémoire de Magister en Génie des procédés pharmaceutiques. Université Ferhat Abbas-Sétif. P 1-11.
- **Bengriche T & Tiliouine N. (2017).** Analyses physico-chimiques et technologiques des farines issues du moulin de « Baghlia ». Mémoire de master en Contrôle de Qualité et Nutrition en Agro-alimentaire. Université M'Hamed Bougara Boumerdès.54 p.
- **Benmeddour Z., Emira M., Dominique L.M. & Louaileche H. (2013).** « Phenolic Composition and Antioxidant Capacities of Ten Algerian Date (*Phoenix Dactylifera L.*) Cultivars: A Comparative Study ». *Journal of Functional Foods* 5 (1): 346-54.
- **Benmehdi E., Mebarki R. (2019).** Valorisation des noyaux de dattes par production de bioénergie dans la région d'Adrar. Mémoire de master présenté à l'université d'Adrar
- **Bentrad, Najla, Rabea GAcéb-terrak, Yamina Benmalek, et Fatma Rahmania. (2017).** «Studies on chemical composition and antimicrobial activities of bioactive molecules from date palm pollens and seeds ». *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* 14 (3): 242-56.
- **Besbes S., Drira L., Blecker K., Deroanne C & Hamadi A. (2009).** Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera L.*): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *J. Food. Chem.* 112: 406-411.
- **Boudechiche L., Araba A., Tahar A.& Ouzrout R. (2009).** Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale.

Références bibliographiques

Livestock Research for Rural Development. Vol 21, Article 69. Retrieved February 11, 2019, pp: 1-11.

- **Brac de la Perriere R A. (1988).** Les recherches sur les ressources génétiques du palmier dattier en Algérie. Annales Institut National Agronomique El-Harrach. Vol 12, N°493, pp 106.
- **Calvel R. (1980).** La boulangerie moderne. Edition. Eyrolles.
- **Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A.& Sghairoun M.(2007)** .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) , pp:2202-2207.
- **Chehma A., Longo HF. (2001).** Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail. Revue des énergies renouvelable « U.N.E.S.C.O », Numéro spécial ; Biomasse : production et valorisation, pp59.
- **Chergui D., Akretche-Kelfat S., Lamoudi L., Al-Rshaidat M, Boudjelal F. & Ait-Amar. H. (2021).** « Optimization of Citric Acid Production by *Aspergillus Niger* Using Two Downgraded Algerian Date Varieties ». *Saudi Journal of Biological Sciences* 28 (12): 7134-41.
- **Chira K., Such J., Saucier C. & Teissèdre L. (2008).** Les polyphénols du raisin. *Ed : Springer.* 6:75-82.
- **Cirad. (2013).** Passions végétales. Récupéré sur morphometry date palm : <http://www.listephoenix.com>.
- **Cooper R. (2015).** « Re-Discovering Ancient Wheat Varieties as Functional Foods ». *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 5 (3): 138-43

Références bibliographiques

- **Daas Amiour S., Alloui-Lombarkia O., Bouhdjila F., Ayachi A.& Hambaba L. (2014).** Étude de l'implication des composés phénoliques des extraits de trois variétés de datte dans son activité antibactérienne. 12:135-142, Springer-Verlag France.
- **Debiton Clement .(2010).** Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse de doctorat
- **Derbel S. & Ghedira K. (2005).** « Les phytonutriments et leur impact sur la santé ». *Phytothérapie* 3 (1): 28-34.
- **Devshony S .,Eteshola A .&Shani A.** 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.
- **Djafri K, Khemissat E, Bergouia M. &Hafouda S.(2021).** « Valorisation technologique des dattes de faible valeur marchande par la production du sirop », 18.
- **Djelti H. (2014).** Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : 25-27p.
- **Djouab A. (2007).** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèches. Mémoire de magistère, Université M'hamed Bougara –Boumerdes, Algérie.
- **Dudonné., Stéphanie., Xavier V., Philippe C., Marion W.& Jean-Michel M. (2009).** Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP SOD, and ORAC Assays. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (5): 1768- 74.
- **FAO. (2010).** Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture. Rome. Italie. 2010.
- **Feuillet P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation, Editions QUAE, P,308.
- **François Nesmi. (2010).** Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydants et étude de leur propriété biologique. Thèse présentée en vue de l'obtention du grade de docteur de l'université Paul Verlaine-Metz., P103.
- **Ghania C., Bouchelaleg A. & Talbi Romeissa.(2015).** « Etude phytochimique de quelques variétés de blé tendre (*Triticum Aestivum*) et D'orge (*Hordeum vulgare*) et leurs activités biologiques », 23.
- **Godon B. (1997).** Guide pratique des analyses dans les industries des céréales. Lavoisier, paris,810p.

Références bibliographiques

- **Habtemariam, Solomon. (2019).** « Introduction to Plant Secondary Metabolites—From Biosynthesis to Chemistry and Antidiabetic Action ». In *Medicinal Foods as Potential Therapies for Type-2 Diabetes and Associated Diseases*, 109-3
- **Hamada J S., Hashim I B. & Sharif F A. (2002).** Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. *Food Chemistry*, vol.76, pp. 135-137.
- **Hemery Y., Rouau X., Lullien-Pellerin V., Barron C. & Abecassis J. (2007).** Dry Processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of cereal science*, 46(3):327-347.
- **Henry., Robert J., Parimalan R & Agnelo F. (2016).** « Functional Cereals for Production in New and Variable Climates ». *Current Opinion in Plant Biology* 30 (avril): 11-18.
- **Ikechukwu P., Okafor, D.C., Kabuo, N.O., Ibeabuchi, J.C.; Odimegwu, E. N., Alagbaoso, S. O. Njideka, N.E & Mbah, R. N. (2017)** « Production and evaluation of cookies from whole and date palm fruit pulp as sugar substitute » 04 (04): 32.
- **Khali M., Boussena Z. & Boutekrabt L. (2015).** « Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre ».
- **Lamara A., Fellahi Zine E A., Benguedoudj S. & Benmahammed A.** Appréciation de la qualité technologique d'une collection de blé tendre (*Triticum Aestivum* L.) cultivée en Algérie, *Alger. j. biosciences* 02(01) (2021) 019–029.
- **Laouini S. (2014).** Thèse de doctorat en chimie industrielle : étude phytochimique et activité biologique d'extrait des feuilles de Phoenix dactylifera L dans la région du sud d'Algérie (la région d'Oued Souf).
- **Lecheb F. (2007).** Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière.
- **Lecheb F. (2010).** Extraction et Caractérisation Physico-Chimique et Biologique de La Matière Grasse du Noyau des Dates Essai D'incorporation dans Une Crème Cosmétique de Soins. Mémoire de Magister. Faculté des Sciences de L'ingénieur. Université de Boumerdes.
- **Li L, Si C., Miaolei D. & Zhendong G. (2022).** « Optical Techniques in Non-Destructive Detection of Wheat Quality: A Review ». *Grain & Oil Science and Technology* 5 (1): 44-57.
- **Li Y., Mengli L., Wang L & Zaigui Li. (2022).** « Effect of Particle Size on the Release Behavior and Functional Properties of Wheat Bran Phenolic Compounds during in Vitro Gastrointestinal Digestion ». *Food Chemistry* 367 (janvier): 130751.

Références bibliographiques

- **McKevith, Brigid. (2004).** « Nutritional Aspects of Cereals ». *Nutrition Bulletin* 29 (2): 111-42
- **Nathalie B., Jean-Paul C.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Cahier des Techniques de l'INRA, INRA, 2006, pp.79-82. hal-02669118.
- **Noui Y. (2007).** Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Mémoire de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès.
- **Pandey K.B & Rizvi S. (2009).** « Plant Polyphenols as Dietary Antioxidants in Human Health and Disease ». *Oxidative Medicine and Cellular Longevity* 2 (5): 270-78.
- **Quideau S. (2013).** « Plant Polyphenols ». In ELS, édité par John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.
- **Quideau S., Denis D., Douat-Casassus C. & Pouységu L. (2011).** « Plant Polyphenols: Chemical Properties, Biological Activities, and Synthesis ». *Angewandte Chemie International Edition* 50 (3): 586-621.
- **Romain J., Thomas C., Pierre S. & Gerard B. (2007).** Science des aliments : biochimie-microbiologie-procédés-produits. Lavoisier, Paris, p 449.
- **Sabah A A., Jassim A.& Naji. (2007).** In vitro Evaluation of the Antiviral Activity of an Extract of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Pits on a Pseudomonas Phage; CAM, pp.1-6.
- **Saïd A., Abdelkader A., Brahim T. & Mohammed T.** Inventaire des différents cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) des régions d'Oued-Righ et d'Oued-Souf (Algérie). Article scientifique, sécheresse 2007 ;18(2) :135-42.
- **Surget A., Barron C. (2005).** Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, 3-7.
- **Yefsah-Idres A., Benrima A., Hammouchi K.& Bennazoug Y.** Essai de valorisation de la datte Mech-Degla par sa substitution au sucre blanc dans la formulation d'un biscuit, *Revue Agrobiologia* (2019) 9(2): 1543-1559.
- **Yesli A., latreche S., Aissiou M., Yehya E A.& Azouz L.** Influence de la poudre de pulpe de caroube (*Ceratonia Siliqua* L.) sur les propriétés rhéologiques de la farine de blé tendre. *Revue Agrobiologia* (2021) .11(2): 2641-2650.
- **Yves Clerget. (2011).** Biodiversité des céréales Origine et évolution ; Extrait de la vidéoconférence du Service éducatif du Muséum Cuvier de la Ville de Montbéliard « La

Références bibliographiques

biodiversité des céréales et leur utilisation par l'homme » publié dans le bulletin 2011 de la Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard.

- **Zahida B., Mustapha K. (2016).** Extraction et composition chimique d'huile de noyaux de dattes algériennes. *Nutr. Santé*, 2016, Vol.05 N°02: 100-106.
- **Zamaratskaia G., Gerhardt K. & Wendin K. (2021).** « Biochemical Characteristics and Potential Applications of Ancient Cereals - An Underexploited Opportunity for Sustainable Production and Consumption ». *Trends in Food Science & Technology* 107 (janvier): 14-23.

Annexes

Matériel végétal



Photo 01 : Séparation noyau - pulpe



Photo 02 : Séchage des noyaux de dattes



Photo 03 : Broyage des noyaux des dattes



Photo 04 : Tamisage de la poudre

Matériel utilisé



Photo 01 : pH mètre



Photo 02 : Évaporateur rotatif



Photo 03 : Appareil de l'indice de chute



Photo 04 : Appareil de gluten



Photo 05 : Four à moufle



Photo 06 : Alvéographe de Chopin

ملخص

تهدف الدراسة الحالية إلى تمييز نوى التمر من صنف Mech- Degla بدمجها في دقيق القمح اللين بنسب مختلفة 10 و 30 و 50%. أظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية (الرطوبة ، والرماد ، ودرجة الحموضة ، والحموضة القابلة للمعايرة) فائدة وفوائد إضافة دقيق نوى التمر إلى دقيق القمح الطري.

تقل إضافة FND بشكل كبير من محتوى السكريات القابلة للذوبان في الماء ومن ناحية أخرى تزيد من محتوى البوليفينول الكلي سمحت لنا دراسة المعلمات التكنولوجية أن نستنتج أن إضافة دقيق حجر التمر يقلل بشكل كبير من نسبة الغلوتين بالإضافة إلى انخفاض العدد وأن نسبة 10% يمكن أن تكون مخصصة لتصنيع الكعك أو الخبز الغذائي التقليدي الذي يحتوي على نسبة منخفضة من الغلوتين وغني بالبوليفينول.

الكلمات المفتاحية: اللب ، التأسيس ، Mech- Degla ، البوليفينول ، الدقيق ، الغلوتين ، الفوجراف

Résumé

La présente étude vise à valoriser les noyaux de dattes de la variété Mech-Degla par son incorporation dans la farine de blé tendre avec des différents pourcentages 10, 30 et 50%

Les résultats des analyses physico-chimiques (humidité, cendres, pH et acidité titrable) ont montré l'intérêt et les bienfaits d'ajouter la farine des noyaux de dattes à la farine de blé tendre.

L'ajout de la FND diminue significativement la teneur en sucres hydrosolubles et par contre augmente celui de polyphénols totaux.

L'étude des paramètres technologiques nous a permis de conclure que l'addition de la farine des noyaux de dattes diminue significativement le taux de gluten ainsi que l'indice de chute et que l'incorporation 10% peut être destinée à la fabrication des gâteaux ou du pain traditionnel nutritionnel pauvre en gluten et riche en polyphénols.

Mots clés : Noyau de dattes, incorporation, Mech Degla, polyphénol, farine, gluten alvéographe

Abstract

The purpose of this study is to valorize the date seed of the variety Mech-Degla by its incorporation in common wheat flour with different percentages 10, 30 and 50%

The results of the physico-chemical analyses (moisture, ash, pH and titrable acidity) showed the interest and benefits of adding the flour from the date seed to the common wheat flour.

The addition of FND significantly decreases the content of water-soluble sugars and instead increases that of total polyphenols.

The study of the technological parameters allowed us to conclude that the addition of the flour of the dates seed significantly decreases the gluten content as well as the drop index and that the incorporation 10% can be used for the manufacture of cakes or traditional bread low in gluten and high in polyphenols.

Keywords: Date seed, incorporation, Mech Degla, polyphenol, flour, gluten, Alveograph