

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الأرض

Faculté Des Sciences de la Nature et de
la Vie et des Sciences de la Terre

Département : Biologie



جامعة الجيلالي بونعامة – خميس مليانة

Université Djilali Bounaama
Khemis Miliana

قسم : البيولوجيا

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Science de la nature et la vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie appliquée

THEME

Essai d'élaboration d'un yaourt fonctionnel enrichi en poudre de dattes

Réalisé par :

Boughar Nadia

Mebrek Bouchra

Yagoubi Imene

Soutenu le 30/06/2024 devant le jury composé de :

Présidente	Mme	Sadi F.	MCA	U. Khemis Miliana
Promotrice	Mme	Daoudi A.	MAA	U. Khemis Miliana
Examinatrice	Mme	Mostefa Sari F.	MCA	U. Khemis Miliana

Année universitaire : 2023/2024

REMERCIEMENTS

Au début, nous remercions Allah le tout puissant qui nous a donné le courage, la santé et la patience pour finaliser ce travail.

*Nombreux sont qui ont contribué d'une façon ou d'une autre à l'aboutissement de ce travail.
Nos remerciements les plus chaleureux vont en particulier à :*

*Notre promotrice **Mme Daoudi A.**, pour ses encouragements, ses conseils, et sa patience durant la réalisation de ce mémoire.*

***Mme Sadi F.**, que nous remercions pour nous avoir fait l'honneur de présider ce jury.*

***Mme Mostefa Sari F.**, qu'elle trouve ici l'expression de notre gratitude pour avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nos remerciements s'adressent aussi à :

L'ensemble des membres de la laiterie Arib (w-Ain defla) surtout le responsable de la recherche et de développement Mr Boulel M ; nous tenons à exprimer notre profonde gratitude pour le temps qu'il nous a consacré.

Nous adressons nos remerciements profondément à nos précieuses familles pour leurs aides et soutien et leur encouragement durant toute la période de réalisation de ce travail.

Tous nos enseignants et professeurs du primaire au niveau universitaire, ainsi qu'à tous Ceux qui nous nous ont appris une lettre, conseillé et guidé.

DEDICACE

Avec l'aide de Dieu le Tout-Puissant, le Très-Haut, j'ai pu arriver à la fin de mon parcours éducatif en toute fierté et trouver enfin ma passion.

À mes chers parents, merci de m'avoir toujours tenu la main depuis que j'étais petite jusqu'à maintenant. Merci de m'avoir encouragée et d'avoir cru en moi.

Merci pour tout ce que vous m'avez appris et apporté.

À mon frère Sid Ahmed, mon repère de force, que Dieu te protège et te rende heureux avec ta future femme.

À mes jumeaux Houssam et Hasnaa, merci d'être à mes côtés.

À mes amies Soundous, Warda et Rofaida, je vous aime.

A Asma, la personne la plus courageuse que j'ai vu, merci tellement, à tes conseils à ton aide, félicitation ma chérie

À Nadia et Imene, je suis tellement reconnaissante pour votre partenariat je suis vraiment ravie de vous Connaître.

À toute ma famille, et tous ce qui portent le nom Mebrek et Ouchbeur merci pour vos encouragements.

Merci à moi-même. Merci, Bouchra.

Bouchra

DEDICACE

Avant toute chose, je remercie Allah qui ma donnée la patience, Le courage et la volonté pour réaliser ce mémoire

Je dédie cette mémoire à toutes les personnes qui m'ont soutenues et encouragées :

À mes chers parents, pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants. Vous êtes ma source d'inspiration et ma force motrice.

À mes sœurs Nour El Houda, Meriem et Zahia et mon petit frère Adem, pour leur affection, leurs rires et leur compréhension. Vous avez été ma bouffée d'air frais et mon refuge.

À mon fiancé, pour ta patience, ton amour et ta foi inébranlable en moi. Ton soutien a été précieux tout au long

À mes compagnons d'étude Nadia et Bouchra, pour votre camaraderie, vos discussions enrichissantes et votre aide précieuse. Ensemble, nous avons surmonté de nombreux défis.

À mes amis Chaima, Ikram, Samah et Asma, pour leurs encouragements, leur compréhension et leur présence constante. Votre soutien m'a permis de garder le cap

À ma famille, pour leur amour, leurs prières et leur soutien indéfectible. Vous avez tous joué un rôle essentiel dans l'accomplissement

Je suis fière de ce que j'ai accompli et reconnaissante envers moi-même pour ne jamais avoir abandonné. Ce mémoire est le fruit de mon travail acharné et de ma passion.

Imene

DEDICACE

Tout d'abord on prie dieu de m'avoir donné la force et le courage de terminer mon étude

Je me dédie ce mémoire à moi-même,

En reconnaissance de ma persévérance, de mon travail acharné et de ma détermination.

Puisse cet accomplissement me rappeler toujours ma force et mon potentiel.

*À mon précieux don de Dieu, qui doit ma vie, ma réussite et tout mon respect : mon cher
papa.*

*À la lumière de mes jours, la source de mes efforts, la flamme de mon cœur, ma vie et mon
bonheur : maman, que j'adore.*

*À mes sœurs Fatiha, Karima, Douaa, Houria, et à mes frères Billel, Abd-Elmajide, Mohamed,
Houssine, pour leur soutien et leur croyance en mes capacités.*

*À mes chères amours Bouchra et Maroua, pour leur amitié sincère, leur soutien moral et
leurs encouragements constants.*

*À mes binômes Imene et Bouchra, pour leur précieuse collaboration et leur soutien tout au
long de ce parcours académique.*

À tous mes autres amis pour leur soutien et leur camaraderie.

NADIA

RESUME

Ce mémoire de fin d'étude examine l'élaboration d'un yaourt fonctionnel enrichi en poudre de dattes, avec une attention particulière portée aux effets des bactéries lactiques sur la qualité et les propriétés bénéfiques du produit final. La recherche s'inscrit dans une démarche de développement de produits laitiers novateurs répondant à la demande croissante des consommateurs pour des aliments à la fois délicieux et bons pour la santé.

La poudre de dattes a été préparée à partir de dattes dénoyautées et séchées, puis broyées. Différentes concentrations de poudre de dattes ont été ajoutées au yaourt après fermentation. Les formulations obtenues ont été analysées pour leurs caractéristiques physico-chimiques (pH entre 4.52 et 4.28), microbiologiques (absence totale des germes pathogènes) et leurs propriétés sensorielles (goût, odeur, texture, arôme et couleur).

Mot clé : yaourt fonctionnel, poudre de dattes, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*

ABSTRACT

This dissertation examines the development of a functional yogurt enriched with date powder, with a particular focus on the effects of lactic acid bacteria on the quality and beneficial properties of the final product. The research is part of an effort to develop innovative dairy products that meet the growing consumer demand for foods that are both delicious and healthy.

The date powder was prepared from pitted and dried dates, which were then ground. Different concentrations of date powder were added to the yogurt after fermentation. The resulting formulations were analyzed for their physicochemical characteristics (pH between 4.52 and 4.28), hygienic quality (total absence of pathogenic germs), sensory properties (taste, smell, texture, aroma, and color).

Keyword: functional yogurt, date powder, *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*.

ملخص

تبحث هذه الأطروحة في تطوير زبادي وظيفي غني بمسحوق التمر، مع التركيز بشكل خاص على تأثير بكتيريا حمض اللاكتيك على جودة المنتج النهائي وخصائصه المفيدة. ويعد هذا البحث جزءاً من حملة لتطوير منتجات ألبان مبتكرة استجابةً لطلب المستهلكين المتزايد على الأطعمة اللذيذة والمفيدة في آن واحد.

تم تحضير مسحوق التمر من التمر المنزوع النوى والمجفف والمطحون. وأضيفت تركيبات مختلفة من مسحوق التمر إلى الزبادي بعد التخمير. تم تحليل المنتوجات التي تم الحصول عليها من حيث خصائصها الفيزيائية الكيميائية (درجة الحموضة بين 4.28 و4.52، والخصائص الصحية (الغياب التام للجراثيم المسببة للأمراض) والخصائص الحسية (الطعم والرائحة والقوام والرائحة واللون).

الكلمة المفتاحية: زبادي وظيفي، مسحوق التمر، اللاكتو باسيلوس بولغاريس وستريبتوكوكيس تارموفيليس.

Liste des tableaux

Tableau 1: Quelques substances fonctionnelles et leurs effets bénéfiques sur la santé (Gill et Rowland., (2003) ; Guillon <i>et al.</i> , (2000) ; Rastall <i>et al.</i> , (2000).....	04
Tableau 2: les différents types de yaourt (Luquet et Corrieu 2005) (Cidil et Inra2009) (Vignola, 2002)	06
Tableau 3: Composition nutritionnelle de différentes catégories du yaourt (Cidil et Intra, 2009).....	07
Tableau 4: Principaux caractères de <i>S.thermophilus</i> et <i>L.bulgaricus</i> (l'amoureux ,2000).	09
Tableau 5: Classification botanique du palmier dattier (Vyawahare <i>et al.</i> , 2009).....	17
Tableau 6: Composition biochimique des dattes (AL-FARSI et LEE, 2008)	20
Tableau 7: Eléments minéraux des dattes (AL-FARSI et LEE, 2008)	22
Tableau 8 : Les essais réalisés.....	32
Tableau 9 : Résultats d'analyse microbiologique de la poudre de datte.....	35
Tableau 10 : Résultats d'analyse microbiologique de lait reconstitué après la pasteurisation.	
Tableau 11: Résultats et interprétations des essais réalisés.	37
Tableau 12 : Résultats de l'analyse microbiologique du produit fini	41
Tableau 13 : Les résultats de dégustation du produit élaboré pendant 21 jours	43

Tableaux en annexes

Tableau 1: Composition du milieu MRS bouillon (g/l).

Tableau 2: Composition du milieu M17 bouillon (g/l).

Tableau 3: Résultats de l'analyse physico-chimique du yaourt préparé pendant 21 jours.

Tableau 4: Représente la cinétique de croissance des bactéries lactiques du yaourt

Liste des figures

Figure 1: Aspect des cellules de <i>S. thermophilus</i> sous microscope électronique (Marty <i>et al.</i> , 2000).....	08
Figure 2 : Aspect des cellules de <i>Lb. bulgaricus</i> sous microscope électronique (Marty <i>et al.</i> , 2000).....	08
Figure 3: Palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera L.</i> , 2009).....	16
Figure 4: Coupe longitudinale d'une datte (RICAHRDE, 1972)	17
Figure 5: Les différents stades de maturation des dattes (BELGUEDJ ,2014).....	18
Figure 6: Principaux cultivars de dattes en Algérie (Amrani, 2002).....	19
Figure 7: Datte de Mech-Degla photo originale.....	27
Figure 8: Séchage des dattes.....	28
Figure 9 : Broyage des dattes	28
Figure 10 : Poudre de dattes.	28
Figure 11: Thermomix «vorwerk »	30
Figure 12 : Maturation du yaourt	31
Figure 13: Refroidissement du yaourt	31
Figure 14 : Yaourt fermenté.	31
Figure 15 : Evolution de l'acidité et le pH des yaourts préparés durant la période de conservation.	38
Figure 16 : Evolution du nombre de <i>S.thermophilus</i> et <i>L.Bulgaricus</i> dans les yaourts pendant le stockage à 4 ° C.....	39
Figure 17: Résultats du test de l'odeur.....	44
Figure 18 : Résultats du test de la couleur.....	44
Figure 19: Résultats de test du gout	45
Figure 20 : Résultats du test de la texture	45

Liste des abréviations

Abs : Absent

C: Concentration

CF : coliformes fécaux

CT : coliformes totaux

DN: Deglet-Nour

FAO: Food and Agricultural Organization

Fe : Fer

FIL : la Fédération Internationale laitière

FTAM : Flore Totale Aérobie Mésophile

g : gramme

g/L : Gramme par Litre

H : heure

J : Jour

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

Lb : *Lactobacillus bulgaricus*

MG: Matière grasse

NaCl : chlorure de sodium

NaOH : Hydroxyde de sodium

PDL : poudre de lait

St: *Streptococcus thermophilus*

UFC/ml : Unité formant colonie par millilitre

V: volume

°D : Degré Dornic

µl : Microlitre

Table des matières

REMERCIEMENTS

Dédicace

RESUME

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Table des matières

INTRODUCTION..... 16

Partie Bibliographique

Chapitre I : le yaourt..... 4

I.1.Généralité sur les aliments fonctionnels 4

I.2.Historique du yaourt 5

I.3.Définition du yaourt 5

I.3.1. Types de yaourt 6

I. 3. Valeur nutritionnelle du yaourt 7

I.4.Bactéries lactiques spécifiques du yaourt 7

I.4.1. Streptococcus thermophilus 7

I.4.2. Lactobacillus bulgaricus 8

I.5. Intérêt et fonctionnement des bactéries lactiques du yaourt 9

I.5.1. Production d'acide lactique..... 9

I.5.2. Activité protéolytique 10

I.5.3. Activité aromatique..... 10

I.5.4.Activité texturant 10

I.6.Croissance associative dans le yaourt 11

I.7.Technologie de fabrication du yaourt 11

I.7.1. Standardisation du mélange 11

I.7.2. Homogénéisation 11

I.7.3. Traitement thermique (pasteurisation) 12

I.7.4. Ensemencement des ferments lactiques 12

I.7.5. Maturation..... 12

I.7.6. Refroidissement 13

I.7.7. Conditionnements	13
I.8. Qualité du yaourt.....	13
I.8.1. Aspects organoleptique	13
I.8.2. Caractérisation physico-chimique de yaourt.....	13
I.8.3. Les indicateurs d'hygiène	14
I.9. Intérêt et fonction du yaourt.....	14
Chapitre II : Généralités sur la datte.....	16
II.1. Généralités sur le palmier dattier	16
II.2. La classification botanique de palmier dattier	16
II.3. Description botanique de datte	17
II.4. Formation et maturation de datte	18
II.5. Classification des dattes.....	18
II.5.1. Les dattes molles	19
II.5.2. Les dattes demi-molles	19
II.5.3. Les dattes sèches.....	19
II.6. Principaux cultivars de dattes en Algérie	19
II.6.1. Deglet-nour	19
II.6.2. El Ghars	19
II.6.3. Mech-degla	20
II.6.4. Degla-Beida	20
II.7. Composition biochimique des dattes	20
II.7.1. L'eau.....	21
II.7.2. Les sucres	21
II.7.3. Les sucres réducteurs.....	22
II.7.4. Les sucres non réducteurs.....	22
II.7.5. Les Eléments minéraux.....	22
II.7.6. Les vitamines	23
II.7.7. Les acides gras	23
II.7.8. Les fibres alimentaires.....	23
II.7.9. Les composés phénoliques	23
II.8. La production de datte	23
II.8.1. La production mondiale.....	23
II.8.2. La production Algérienne	24

II.9. Transformation Industrielle des Dattes.....	24
II.9.1. Transformations technologiques.....	24
II.9.2. Transformations biotechnologiques.....	24
II.10. Valeur nutritionnel et thérapeutique des dattes	25
II.11. La technologie des dattes :.....	25
II.11.1. La pâte de datte.....	26
II.11.2. La farine de datte	26
II.11.3. Le sirop de datte.....	26
II.11.4. La confiture de datte	26
Partie Expérimentale	27
Chapitre III : Matériel& Méthodes.....	28
III.1. Objectifs de l'étude	28
III.2. Matériels.....	28
III.3. Méthode :.....	29
III.3.1. Préparation des dattes :.....	29
III.3.2. Analyses microbiologique de la matière première	30
III.3.2.1. Préparation des dilutions	30
III.3.2. Fabrication du yaourt.....	31
III.3.2.1. Préparation du lait	31
III.3.2.2. Ensemencement.....	32
III.3.2.3. Maturation	32
III.3.2.4. Refroidissement.....	32
III.3.2.5. Brassage	33
III.3.2.6. Enrichissement en dattes :.....	33
III.4. Analyse du produit fini.....	34
III.4.1. Analyse physico-chimiques.....	34
III.4.1.1. pH.....	34
III.4.1.2. Détermination de l'acidité	35
III.4.2. Analyses microbiologiques	35
III.4.2.1. Préparation des dilutions	35
III.4.2.2. Dénombrement des bactéries lactiques	35
III.4.3 Analyse sensoriels :.....	36
Chapitre IV: Résultats et Discussion.....	38

IV.1. Analyse microbiologique de la matière première	38
IV.1.1. Analyse microbiologique de la poudre de datte	38
IV.1.2. Analyse microbiologique du lait reconstitué pasteurisé	38
IV.2. Résultats de différents essais réalisés pour l'élaboration du yaourt enrichi en poudre de datte	40
IV.3. Analyse physicochimique du yaourt enrichi en dattes	40
IV.3.1 Suivi du pH et de l'acidité titrable au cours du stockage du yaourt.....	40
IV.4. Analyses microbiologiques de produit fini	42
IV.4.1. Cinétique de croissance des ferments lactiques	42
IV.4.2. Qualité hygiénique des yaourts	43
IV.5. Analyses sensorielles	45
IV.5.1 Les résultats de l'analyse sensorielle	46
IV.5.2. L'odeur	47
IV.5.3. La couleur	47
IV.5.4. Le gout	47
IV.5.5. Texture	48
Conclusion.....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	53
ANNEXES	64

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Ces dernières années, les médecins du monde entier ont observé une détérioration de la santé globale de la population, accompagnée d'une réduction de l'espérance de vie, d'une baisse de la capacité de travail et d'une diminution de la résistance aux infections. La solution la plus recommandée pour ces problèmes est une alimentation saine et équilibrée sur le plan physiologique et biologique. Il est important de noter que la sensibilisation des consommateurs et les informations disponibles sur les modes de vie sains ont augmenté la demande pour des aliments offrant des avantages nutritionnels spécifiques, comme les aliments fonctionnels.

Par ailleurs, la dynamique actuelle du marché des produits laitiers, y compris le yaourt, oblige les industriels à développer constamment de nouvelles recettes. Ces formulations doivent satisfaire les exigences des consommateurs, qui recherchent des produits naturels, faibles en sucre et en gras, et sans conservateurs, tout en maintenant une bonne texture et un arôme agréable, ce qui est crucial pour l'acceptabilité du produit (**Paci Kora, 2004**).

Le yaourt appartient à la catégorie des laits fermentés obtenus par fermentation lactique grâce à l'action de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* à partir de lait (pasteurisé, concentré, partiellement écrémé, etc.). Dans le produit fini, les bactéries doivent être vivantes et présentes en grande quantité. Pour que les bactéries lactiques restent actives, les produits doivent être conservés à une température comprise entre 0°C et 6°C jusqu'à leur consommation. Ces bactéries jouent un rôle crucial dans la conservation et la sécurité de ces aliments en produisant des acides organiques et d'autres composés antimicrobiens, tels que les bactériocines, qui inhibent la croissance de germes pathogènes ou contaminants (**Meghachou, 2014**).

Au cours des dernières années, divers ingrédients alimentaires ont été incorporés dans des formulations de yaourts pour améliorer leurs valeurs nutritionnelles et organoleptiques, ainsi que leurs propriétés physicochimiques et texturales. Parmi ces ingrédients, on trouve la poudre de dattes (**Amellal, 2008**), l'huile d'onagre (**Lee et al., 2006**), le β -glucane (**Gee et al., 2007 ; Sahan et al., 2008**), les fibres alimentaires (**Staffolo et al., 2004**), la nano poudre de chitosane (**Seo et al., 2009**), les thés verts et noirs (**Jaziri, et al., 2009**), la farine de lentille (**Zare et al., 2011**), la phycocyanine (**Mohammadi-Gouraji et al., 2018**), les microparticules

Introduction générale

lipidiques solides chargées de bêta-carotène (**Molina *et al.*, 2018**), et la poudre de thé vert (**Chang Hee *et al.*, 2018**).

Les dattes sont considérées comme des aliments à haute densité nutritionnelle, riches en vitamines, glucides, minéraux comme le fer, acides phénoliques, flavonoïdes et caroténoïdes. Ce fruit offre des bienfaits significatifs pour la santé, incluant des propriétés antimutagènes, anti carcinogènes, antihyperlipidémiques, antiathérogènes, hépatoprotectrices, néphroprotectrices et gastro protectrices (**Al Faris *et al.*, 2021**).

Les tendances actuelles et l'évolution des besoins des consommateurs révèlent de grandes opportunités d'innovation et de développement dans le domaine des laits fermentés. De nombreuses études récentes se sont intéressées à l'incorporation de la datte dans les aliments, ainsi qu'à son utilisation comme agent gélifiant dans divers produits alimentaires transformés tels que les gelées, yaourts et fromages (**Fedala *et al.*, 2020**).

Les objectifs de ce travail étaient de caractériser la poudre de dattes sèches à faible valeur marchande et de formuler un yaourt fonctionnel enrichi de cette poudre pour créer un produit possédant les attributs nutritionnels, physicochimiques, texturaux et sensoriels souhaitables.

Ce mémoire est présenté en trois parties :

Une partie bibliographique consacrée à un rappel sur le yaourt et les dattes ;

Une description du matériel et des méthodes utilisées ;

Une partie résultats et discussion, concernant l'analyse microbiologique de matière première (lait reconstitué et poudre de datte), les analyses physico-chimique, microbiologique et sensorielle (test de dégustation) des yaourts élaborés.

Partie Bibliographique

Chapitre I : le yaourt**I.1.Généralité sur les aliments fonctionnels**

Les aliments fonctionnels sont des produits alimentaires qui possèdent des propriétés médicinales en plus de leur valeur nutritionnelle de base (Tableau 1). Ils ont été introduits au Japon dans les années 1980 et ont ensuite gagné en popularité aux États-Unis, en Europe et au Canada. Selon des organisations telles que l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), les aliments fonctionnels sont définis comme des aliments contenant des composants bénéfiques pour la santé qui peuvent offrir des effets positifs au-delà de leurs simples apports nutritionnels (Merghem, 2015).

Tableau 1: Quelques substances fonctionnelles et leurs effets bénéfiques sur la santé (Gill et Rowland, (2003) ; Guillon *et al.*, (2000) ; Rastall *et al.*,(2000).

Substances fonctionnelles	Source	Effet bénéfique
Antioxydants (vitamine E, les polyphénols...)	Tomates, huile de palme, huile d'olive vierge	-Réduction du risque des tumeurs. -Réduction du risque d'arthrites.
Polystérols	Huile de maïs, de riz et de soja	-Réduction du cholestérol sanguin. -Réduction du risque des maladies cardiovasculaires.
Isoflavones	Soja	-Réduction du risque de cancer du sein. -Activité hypocholestérolémiant.
Les fibres purifiées et diététiques.	Céréales, les produits céréaliers, racines, tubercules, fruits	-effets sur la microflore intestinale. -Réduction des risques d'obésité, diabète et de maladies cardio-vasculaires. -Réduction des risques de cancer du colon et amélioration de son fonctionnement.
Acides gras	Poissons, huile de canola, de soja et de lin	-Anti cancérogène (acide linoléique). -Régulation de rythme cardiaque.

I.2. Historique du yaourt

Les laits fermentés, tels que le yaourt, auraient émergé à l'époque néolithique (6000 ans avant Jésus-Christ) en Asie centrale. Leur histoire est riche et leurs origines peuvent être multiples. Le mot "yaourt" (ou "yoghourt" ou "yogourt") dérive du terme turc "yoghurmark", signifiant "épaissir" (Trachoo, 2002).

En 1904, Elie Metchnikoff isola les ferments du yaourt. À la suite de la Première Guerre mondiale, où les gens en Espagne souffraient de troubles intestinaux, Isaac Carasso décida de produire un nouveau produit : le yaourt. Inspiré par les recherches d'Elie Metchnikoff, il ajouta des ferments lactiques au lait, dont les bienfaits pour la santé avaient été démontrés. En 1919, il lança la production industrielle d'un yaourt nommé "Danone" en Espagne, puis par son fils Daniel en France en 1929. À cette époque, ce produit laitier n'était vendu qu'en pharmacie. En 1925, le terme "yaourt" fit son entrée dans le dictionnaire français. Par la suite, la consommation de yaourt s'est largement répandue aux États-Unis et en Europe. Entre les années 1920 et 1970, plusieurs produits laitiers fermentés, sucrés, aromatisés et aux fruits, ont trouvé leur place sur le marché (Tamime et Deeth, 1980).

I.3. Définition du yaourt

Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par la fermentation lactique de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* à partir de lait frais, pasteurisé, concentré, partiellement écrémé ou enrichi en extrait sec, avec ou sans addition de lait en poudre. Les microorganismes doivent être viables et abondants, avec une concentration d'au moins 10^7 bactéries par gramme. Les bactéries lactiques doivent êtreensemencées simultanément et présentes vivantes dans le produit. Lors de la consommation, le yaourt doit contenir au moins 0,8 g d'acide lactique libre pour 100 g de produit (Mahaut *et al.*, 2000).

Le yaourt, ou yoghurt peut avoir différentes teneurs en matières grasses en fonction du lait utilisé. Il peut être nature, sucré ou non, et peut contenir des ingrédients autres que des produits laitiers, à condition qu'ils ne dépassent pas 30% du poids total. Ces ingrédients doivent être pasteurisés ou stérilisés avant d'être ajoutés. L'usage d'agents stabilisants, épaississants ou gélifiants autres que ceux des préparations de fruits est interdit (GEMRCN, 2009).

I.3.1. Types de yaourt

Se distinguent par leur composition chimique, leur processus de fabrication et leurs saveurs variées (Tableau 2).

Tableau 2 : Différents types du yaourt et leurs caractéristiques (Vignola,2002).

Les différents types de yaourts	Caractéristiques	Référence
a) Selon la technologie de fabrication et la Texture		
Yaourt étuvé ou ferme	Ce sont des yaourts nature ou aromatisés qui ont une texture ferme à surface lisse	(Vignola, 2002)
Le yaourt à boire	Texture liquide	
Le yaourt brassé	Il présente une texture presque fluide	(Luquet et Corrieu, 2005)
b) Selon la teneur en matière grasse		
Yaourt entiers	Minimum il contient 3% de MG	(Vignola, 2002)
Yaourt partiellement écrémé	C'est un produit qui renferme moins 3 % de MG.	
Yaourt écrémé (maigre)	Le produit contient au minimum 0.5% de MG	
c) Selon les additifs alimentaires		
Yaourt aromatisé	Addition d'arôme	(Cidil et Inra2009)
Yaourt fruité	Addition de fruit	
d) Selon Le gout		
Yaourts nature	Sans addition d'arômes	(Vignola, 2002)
Yaourt aromatisés	Arômes naturels ou arômes de synthèse autorisés par la législation	

I. 3. Valeur nutritionnelle du yaourt

En plus de l'appréciation pour son goût et sa texture, le yaourt est aussi apprécié pour sa valeur nutritionnelle remarquable (Tableau 3).

Tableau 3 : Composition nutritionnelle de différentes catégories du yaourt (Cidil et Intra, 2009).

Composition Yaourt	Énergie (Kcal/100g)	Glucides (g/100g)	Protéines (g/100g)	Lipides (g/100g)	Acides gras saturés (g/100g)
Nature au lait écrémé	43,6	5,55	4,35	0,09	0,05
Aromatisé au lait écrémé	59,3	10,4	3,87	0,14	0,08
Nature au lait demi écrémé	55,3	6,73	3,45	1,27	0,82
Aromatisé ou fruits au lait demi Ecrémé	79,2	12,3	3,51	1,47	0,90
Nature au lait entier	75,8	7,18	3,94	3,31	2,12
Aromatisé ou aux fruits au lait entier	107	13,3	3,49	4,17	2,55

I.4. Bactéries lactiques spécifiques du yaourt

I.4.1. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus est une bactérie de forme coque (Figure 1), Gram positif (G+), anaérobie facultative et immobile. On la trouve dans le lait fermenté et les fromages (Roussel *et al.*, 1994). Elle est dépourvue d'antigène du groupe D, thermorésistante, mais sensible au bleu de méthylène (0,1%) et aux antibiotiques.

Cette bactérie est exclusivement isolée du lait et des produits laitiers, où elle se présente sous forme de coques disposées en chaînes de longueurs variables ou en paires. Sa température optimale de croissance se situe entre 40 et 50°C. Son métabolisme est de type homofermentaire (Marty *et al.*, 2000).

Le rôle principal de *S.thermophilus* est de fermenter le lactose du lait en acide lactique. En plus de son pouvoir acidifiant, cette bactérie joue un rôle crucial dans la texture des laits fermentés. Elle augmente la viscosité du lait en produisant des polysaccharides, composés de galactose, de glucose, ainsi que de petites quantités de rhamnose, d'arabinose et de mannose (Bergamaier, 2002).



Figure 1 : Aspect de *S. thermophilus* sous microscope électronique (Marty *et al.*, 2000).

I.4.2. *Lactobacillus bulgaricus*

Lactobacillus bulgaricus est un bacille Gram positif (Figure 2), immobile et non sporulé, qui se présente sous forme de bâtonnets. C'est une bactérie micro aérophile, Son métabolisme est exclusivement fermentaire, produisant principalement de l'acide lactique à partir des hexoses de sucres via la voie d'Embden-Meyerhof. Elle ne peut pas fermenter les pentoses. *L.bulgaricus* prospère dans des environnements thermophiles, nécessitant des niveaux élevés de calcium et de magnésium, avec une température optimale de croissance d'environ 42 °C (Tableau 4). Cette bactérie joue un rôle crucial dans le développement des caractéristiques organoleptiques et hygiéniques du yaourt (Marty-Teyssset *et al.*, 2000).

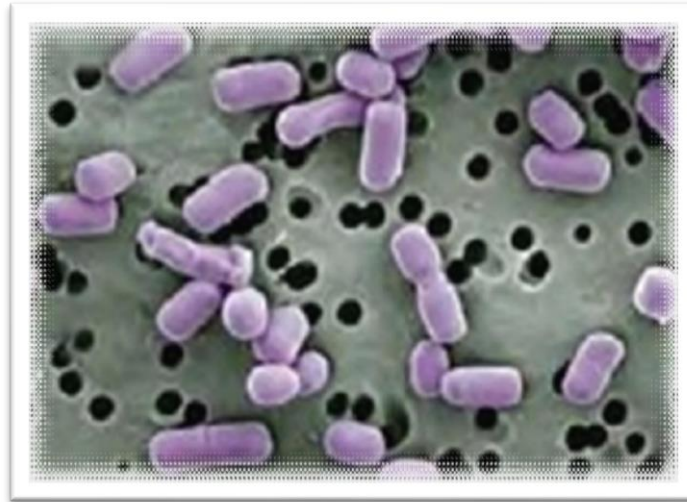


Figure 2 : Aspect de *L. bulgaricus* sous microscope électronique (Marty *et al.*, 2000).

Tableau 4 : principaux caractères de *S.thermophilus* et *L.bulgaricus* (l'amoureux,2000).

<i>Streptococcus thermophilus</i>	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Croissance optimale (37- 42°C) - Se développe encore à 50 °C - supporte un chauffage de (30 min à 65 °C) -Homofermentaire, produit très peu de composés contribuant à l'arôme du yaourt (diacetyl, acétoïne, acétaldéhyde) - Production d'acide lactique L (+) jusqu'à une concentration de (0.7- 0.8 %) - Supporte un milieu acide pH = (4 - 4.5) 	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance optimale (42 – 47 °C) - limites de développement (15 – 52 °C) -Homofermentaire, mais produit un peu d'acétaldéhyde responsable de l'arôme du yaourt. -Production d'acide lactique D (-), jusqu'à une concentration de 1 ,7 %. -Supporte sans difficulté un milieu acide pH (4 - 4 .5).

I.5. Intérêt et fonctionnement des bactéries lactiques du yaourt

I.5.1. Production d'acide lactique

La production d'acide lactique est une fonction cruciale des bactéries lactiques en technologie laitière, car cet acide organique joue plusieurs rôles essentiels. Ensuite, il contribue à la concentration et à la conservation de la matière sèche du lait en agissant comme coagulant et antimicrobien. Le métabolisme des bactéries lactiques du yaourt est de type

homofermentaire, ce qui signifie qu'elles produisent exclusivement de l'acide lactique. L'acidité du yaourt, généralement mesurée en °D, se situe entre 100 et 130°D (**Loumani, 2010**).

Dans la fabrication du yaourt, l'acide lactique favorise la déstabilisation des micelles des caséines, favorisant ainsi la formation du gel caractéristique du yaourt.

Il confère au yaourt son goût distinctif et caractéristique, contribuant ainsi à son arôme et à sa saveur. (**Tamime et Robinson, 1999 ; Singh et al., 2006**).

I.5.2. Activité protéolytique

Les bactéries du yaourt possèdent des protéases et des peptidases qui dégradent les protéines du lait en peptides et acides aminés. Ces derniers peuvent ensuite être transformés en alcools et en acides. Les peptidases utilisent les peptides comme substrats et libèrent de plus petits peptides et des acides aminés. La concentration de ces composés dans un produit est liée à l'intensité de sa saveur. Lors de la deuxième phase, les décarboxylases, désaminases et transaminases produisent des aldéhydes, des alcools, des amines et des acides gras libres à partir des acides aminés. Ces composés aromatiques volatils sont d'une grande importance pour la saveur globale du produit final (**Ghalouni, 2019**).

I.5.3. Activité aromatique

La saveur et l'attrait gustatif du yaourt sont influencés par une variété de composés volatils et aromatiques. Dans le processus de fermentation, c'est principalement le lactose qui joue un rôle crucial dans la formation de ces composés, surtout dans hétérofermentation. Parmi ces composés, l'acide lactique est responsable du goût acidulé caractéristique du yaourt. De plus, l'acétaldéhyde, principalement dérivé de la thréonine, contribue de manière significative à ces qualités sensorielles recherchées (**Boubchir –ladj, 2014**).

I.5.4. Activité texturant

Pour les consommateurs, la texture et l'onctuosité sont des critères importants pour évaluer la qualité du yaourt. Certaines souches de bactéries ont la capacité de synthétiser des polysaccharides à partir du glucose. Ces polysaccharides forment des filaments qui protègent le gel du yaourt contre les altérations dues aux manipulations mécaniques, contribuant ainsi à sa viscosité. La production d'exopolysaccharides est généralement responsable de l'augmentation de la viscosité du yaourt (**Boubchir –ladj, 2014**).

I.6. Croissance associative dans le yaourt

Lors de la production de yaourt, l'utilisation combinée des bactéries *St. Thermophilus* et *Lb. bulgaricus* permet d'établir une interaction bénéfique, appelée proto-coopération, entre ces deux micro-organismes. Cette interaction se traduit par une accélération significative de la vitesse d'acidification par rapport à des cultures isolées.

Concrètement, *St. thermophilus* produit de l'acide lactique et du dioxyde de carbone (CO₂), créant un environnement favorable pour la croissance de *Lb. bulgaricus*. En réponse, *Lb. bulgaricus* dégrade les protéines présentes dans le milieu, libérant des peptides et des acides aminés, ce qui stimule à son tour la croissance de *St. thermophilus*. Ainsi, cette coopération améliore non seulement la rapidité de la fermentation mais aussi la qualité du yaourt produit (Béal et Sodini, 2003).

I.7. Technologie de fabrication du yaourt

La fabrication des yaourts et des laits fermentés comprend généralement trois étapes principales : la préparation du lait, la fermentation, et les traitements post-fermentaires du produit. Le processus de production varie en fonction du type de produit (yaourt ferme, brassé ou à boire), ainsi que de sa teneur en matières grasses et de son arôme, ce qui entraîne différentes configurations de diagrammes de production (Boubchir-ladj, 2014).

I.7.1. Standardisation du mélange

- La composition du lait joue un rôle crucial dans la qualité finale du yaourt
- Les matières grasses contribuent à l'onctuosité et à la douceur en bouche.
- Le lactose est la principale source de sucre utilisée pour l'acidification, bien que son pouvoir sucrant soit quatre fois moins élevé que celui du saccharose.
- Les protéines sont essentielles pour la texture du yaourt, influençant sa viscosité, sa consistance, son élasticité et sa fermeté grâce à leur capacité de coagulation et de liaison avec l'eau.
- Les minéraux agissent comme des "boulons" pour stabiliser le gel du yaourt. (Vignola, 2002).

I.7.2. Homogénéisation

Le lait est soumis à un processus d'homogénéisation afin d'éviter que la matière grasse ne remonte pendant la fermentation. Cependant, dans certaines fabrications traditionnelles, la

formation d'une pellicule riche en graisse à la surface du produit peut être intentionnellement recherchée (**Hammadi, 2016**).

I.7.3. Traitement thermique (pasteurisation)

Le lait, après standardisations et l'homogénéisation, est soumis à un traitement thermique à 72 °C pendant 10min. Cette étape de pasteurisation a pour but d'éliminer les microorganismes indésirables présents dans le lait. En plus de garantir la sécurité microbiologique du produit, cette chauffe crée des conditions idéales pour la prolifération des ferments spécifiques utilisés dans la production du yaourt, favorisant ainsi le développement des cultures lactiques essentielles (**Bourlioux et al., 2011**).

I.7.4. Ensemencement des ferments lactiques

Le lait enrichi et traité thermiquement est refroidi à une température de fermentation optimale de 40-45°C, idéale pour le développement des bactéries lactiques. (**Loones, 1994**). Ces bactéries sont ensuite introduites dans le lait à un taux élevé, variant de 1% à 7%, à partir d'un levain. (**Boudier, 1990 ; Mahaut et al., 2000**).

Streptococcus thermophilus et *Lactobacillus bulgaricus*, sont souvent introduites directement à partir de concentrés de bactéries lactiques congelées, à des taux d'environ 0,03%. Ces deux espèces vivent en symbiose et en synergie. Pendant leur croissance, elles fermentent le lactose en acide lactique, ce qui abaisse le pH et entraîne la gélification du milieu avec des modifications structurales irréversibles (**chandan et al 2015**).

I.7.5. Maturation

La température d'incubation et les cinétiques d'acidification influencent la déminéralisation et la déstructuration des micelles de caséine, affectant les propriétés texturales du yaourt. À environ pH 3,9, l'acide lactique se dissocie en lactate et en proton. Pour les yaourts fermes, l'incubation se fait dans des pots à 42-45°C pendant 2h30 à 3h30, et pour les yaourts brassés, en cuve aux mêmes températures et durées. L'objectif est d'atteindre une acidité de 70-80°D pour les yaourts fermes et 100-120°D pour les yaourts brassés. . (**Romain et al., 2008**).

I.7.6. Refroidissement

Lorsque l'acidité des yaourts atteint un seuil critique, généralement entre 70 et 100 °D, il devient essentiel d'arrêter le processus d'acidification en inhibant la croissance des bactéries lactiques. Cette étape, implique une baisse significative de la température. Le refroidissement est réalisé de différentes manières en fonction du type de produit. Les yaourts traditionnels, une fois sortis de l'étuve, sont placés dans des chambres froides fortement ventilées, tandis que plus fréquemment, ils sont refroidis dans des chambres à une température comprise entre +2 et +4 °C (Keddar, 2009).

I.7.7. Conditionnements

Les yaourts sont conditionnés dans des pots en verre ou en plastique, puis stockés à 4°C après refroidissement dans des tunnels. Ils restent consommables pendant 28 jours, pendant lesquels les bactéries lactiques restent actives. Une légère baisse du pH, appelée post-acidification, se produit surtout dans les deux premiers jours de stockage. Il est important que le temps de conditionnement entre le premier et le dernier yaourt ne dépasse pas une heure pour assurer une fermentation uniforme (Daniel *et al.*, 2010).

I.8. Qualité du yaourt

I.8.1. Aspects organoleptique

Le yaourt doit présenter les caractéristiques suivantes (Pacikora, 2004):

- Couleur : Une teinte franche et uniforme.
- Goût : Un goût authentique et un parfum distinctif.
- Texture : Une consistance homogène pour le yaourt brassé et ferme pour le yaourt étuvé.

I.8.2. Caractérisation physico-chimique de yaourt

Les caractéristiques physico-chimiques de yaourt sont adoptées pour déterminer : la teneur en eau, le pH, l'acidité titrable, la teneur en protéines, la teneur en matières grasses. (Amellal et chibane, 2008). La quantité d'acide lactique libre contenue dans 100 g de yaourt ne doit pas être inférieure à 0,8 g. De plus, le pH du yaourt doit être autour de 4 (Musabyemariya, 2011).

I.8.3. Les indicateurs d'hygiène

Selon la norme nationale de 1998, numéro 35, les yaourts ne doivent contenir aucun germe pathogène. Le traitement thermique du lait avant fabrication élimine les micro-organismes pathogènes non sporulés. Leur présence ne peut être qu'accidentelle. Le pH acide du yaourt rend l'environnement hostile aux germes pathogènes et indésirables (**Larpenet Bourgeois, 1989**). Il existe des indicateurs d'hygiène qui sont appliqués dans les industries agro-alimentaires (**pierre, 2003**).

I.9. Intérêt et fonction du yaourt

Le yaourt, en plus d'être apprécié pour son goût et sa texture, est un produit laitier très nutritif et facile à digérer. Il constitue une source riche en dix nutriments essentiels, notamment certains minéraux et vitamines. Sa composition nutritionnelle peut varier selon les souches de ferments lactiques utilisées, le type de lait (entier, demi-écrémé ou écrémé), l'espèce animale dont provient le lait (vache, chèvre, mouton), les édulcorants et les fruits ajoutés avant la fermentation, ainsi que la durée du processus de fermentation (**Weerathilake et al., 2014**).

La composition générale du yaourt présente des similitudes avec celle du lait. Ainsi, le yaourt constitue une source abondante de protéines lactiques, de glucides, de minéraux tels que le calcium et le phosphore, ainsi que de vitamines telles que la riboflavine (B2), la thiamine (B1), la cobalamine (B12), l'acide folique (B9), la niacine (B3) et la vitamine A. Les protéines lactiques contenues dans le yaourt sont de haute qualité, offrant une valeur biologique élevée et fournissant pratiquement tous les acides aminés essentiels nécessaires au maintien d'une bonne santé (**Mckinley, 2005**).

Pendant la fermentation, la composition du lait subit plusieurs changements. Certains de ces changements améliorent la valeur nutritionnelle du produit par rapport au lait (Thomas *et al.* 2008).

D'après (**Béal et Sodini, 2003**), le yaourt et les laits fermentés possèdent une meilleure biodisponibilité de calcium par rapport au lait non fermenté.

En effet, le yaourt présente une meilleure digestibilité des protéines et des matières grasses par rapport au lait. La quantité d'acides aminés libres, de peptides et d'acides gras libres est plus élevée dans le yaourt que dans le lait en raison du traitement thermique, de l'acidification et de l'activité protéolytique des bactéries. (**Loones, 1994**).

De plus, les protéines présentes dans le yaourt affichent une concentration accrue en proline et en glycine par rapport au lait entier, favorisant ainsi une meilleure absorption du calcium et une stimulation du système immunitaire (**Mckinley, 2005**). Le yaourt a un effet régulateur sur l'immunité en augmentant la production d'interférons et d'immunoglobulines, et en stimulant l'activité des lymphocytes B. Cet effet est attribué à la présence de *Lactobacillus bulgaricus* (**Thomas et al., 2008**). Pendant la fermentation, la teneur en lactose diminue de 20 à 30%, ce qui rend le yaourt plus tolérable pour les personnes ayant une intolérance au lactose (**USDA, 2001**).

La teneur en matières grasses du yaourt varie en fonction du mélange original, allant de 0,5 à 3,25% selon les normes USDA, mais certains types comme le yaourt grec peuvent contenir jusqu'à 10% de matières grasses. Les procédés de fabrication du yaourt, comme l'homogénéisation et la fermentation, rendent une partie des graisses plus digestibles et absorbables.

Le yaourt est une excellente source de vitamines et de minéraux bio disponibles, tels que la riboflavine et la thiamine, qui sont des vitamines B essentielles. Une portion de 150g de yaourt nature entier ou allégé peut respectivement fournir environ 31% et 30% des besoins quotidiens en riboflavine pour un adulte, et environ 23% et 45% des besoins quotidiens en thiamine (**Mckinley, 2005**).

Les concentrations de vitamines B12 et B6 sont moins élevées dans le yaourt que dans le lait, car *Streptococcus thermophilus* utilise ces vitamines pour son propre métabolisme. De même, la teneur en acide folique (folate) peut varier dans le yaourt en fonction des souches de bactéries lactiques utilisées, certaines de ces souches étant capables de synthétiser le folate (**Mckinley, 2005**).

Le yaourt a un effet préventif contre les infections gastro-intestinales. Plusieurs études ont démontré l'efficacité du yaourt dans le traitement des diarrhées chez les enfants. L'acide lactique a des propriétés légèrement antiseptiques. L'acidité du yaourt inhibe la croissance des germes pathogènes et favorise les mouvements péristaltiques du tube digestif. En plus de l'acide lactique, les bactéries présentes dans le yaourt produisent également des substances antimicrobiennes et des prébiotiques, tels que des oligosaccharides (**Schuck et al., 2000**).

Les *lactobacilles* altèrent les enzymes bactériennes responsables des carcinogènes (agents favorisant la formation de tumeurs cancéreuses) présents dans le tube digestif, ce qui empêche la formation de ces substances pré-cancéreuses (**Thomas et al., 2008**).

Chapitre II : Généralités sur la datte

II.1. Généralités sur le palmier dattier

Le terme "Phoenix", dérivé du latin, signifie "phénicien". Quant au terme spécifique "Dactylifera", il provient de deux mots grecs, "dactylos" pour "doigts" et "feros" pour "porteur". Ainsi, il fait référence à l'arbre de Phénicie qui porte des fruits ressemblant à des doigts (Tirichine, 2010).

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et en tête du classement dans le Maghreb pour ses vastes étendues de cultures, couvrant 160 000 hectares et plus de 2 millions de jardins.

Dans le Sahara algérien, le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est un élément essentiel des écosystèmes oasiens. Il contribue à limiter l'ensablement et joue un rôle protecteur contre l'intense rayonnement solaire pour les cultures qui poussent en dessous, telles que les arbres fruitiers, les cultures maraîchères et les céréales. La présence du palmier dans ces zones désertiques rend possibles les diverses formes de vie animales et végétales, indispensables au maintien et à la survie des populations (Aberlenc, 2010).



Figure 3 : Palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*, 2009).

II.2. La classification botanique de palmier dattier

D'après (Vyawahare *et al.*, 2009), la classification du palmier dattier est présentée dans le tableau (5).

Tableau 5 : Classification botanique du palmier dattier

Règne	Végétal
Division	Angiosperme
Classe	Liliopsidaea
Ordre	Arecales
Famille	Arecaceae
Genre	Phoenix
Espèce	<i>Phoenix dactylifera</i>
Nomenclature binomiale	<i>Phoenix dactylifera</i> L.

II.3. Description botanique de datte

La datte est un fruit généralement allongé, oblong ou ovoïde. Elle se compose de deux parties distinctes (**Figure 4**) : la partie non comestible, qui est le noyau ou la graine, et la partie comestible, également connue sous le nom de chair ou de pulpe, enveloppée dans une fine membrane cellulosique appelée épicarpe.

Le noyau est entouré d'une zone interne plus claire et fibreuse appelée endocarpe, qui se réduit à une membrane parcheminée. Les deux parties sont séparées par le mésocarpe, qui peut être charnu et fibreux, mais dont la texture varie selon les variétés, le climat et la période de maturation (**Dowson et Aten, 1963**).

Les dimensions de la datte varient considérablement, mesurant entre 2 et 8 cm de longueur et pesant entre 2 et 8 grammes selon les variétés. Sa couleur peut varier du blanc jaunâtre au noir, en passant par des nuances ambre, rouge et brun plus ou moins foncé (**Djerbi, 1994**). La figure **04** illustre la structure de la datte, montrant ses différentes parties, notamment le péricarpe, le mésocarpe, l'endocarpe et le noyau (également appelé pyrène).

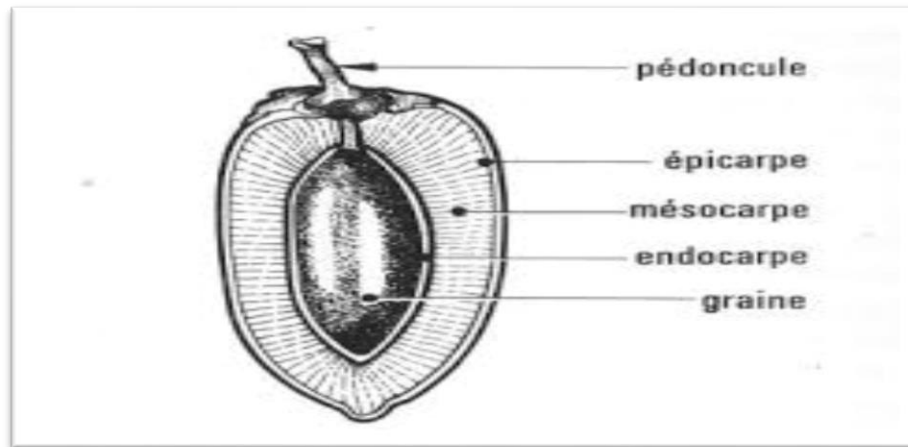


Figure 4 : Coupe longitudinale d'une datte (RICAHRDE, 1972).

II.4. Formation et maturation de datte

Pendant son processus de croissance et de maturation, le fruit traverse plusieurs étapes qui se résument en quatre stades désignés par leurs noms en arabe : Kimri, khalal, Routab et Tamar (Booij *et al.*, 1992). Différents stades (Figure 5) de développement des dattes peuvent être distingués (Al Shahib *et al.*, 2003 Sawaya *et al.*, 1983), chaque stade étant désigné par un terme spécifique selon les régions. En Algérie, ces stades sont nommés Loulou, Khalal, Bser, Martouba et Tmer, mais la terminologie utilisée en Irak et dans de nombreux autres pays arabes est généralement adoptée par la majorité des auteurs.



Figure 5 : les différents stades de maturation des dattes (BELGUEDJ ,2014)

II.5. Classification des dattes

Selon (MATTALAH, 1970), il existe trois types de classification des dattes :

- La classification commerciale.
- La classification basée sur la consistance des dattes.
- La classification d'un point de vue biochimique.

La classification la plus courante concerne la consistance des dattes. On distingue généralement trois grandes catégories :

II.5.1. Les dattes molles

Ces dattes, avec une teneur en eau supérieure à 30 % du poids frais, ont une chair aqueuse à l'état frais et nécessitent un traitement de réduction de la teneur en eau pour une bonne conservation. Exemples : Ghars, Boufagous et Ahmeur, etc. (**Bensaleh et Hellali, 2003**).

II.5.2. Les dattes demi-molles

Avec une teneur en eau variant entre 20 % et 30 % du poids frais de la pulpe, cette catégorie inclut des variétés comme la DegletNour (**Bensaleh et Hellali, 2003**).

II.5.3. Les dattes sèches

Caractérisées par une pulpe sèche, telles que Degla Beida et MechDegla, ces dattes ont une teneur en eau inférieure à 20 % du poids frais de la pulpe (**Bensaleh et Hellali, 2003**).

II.6. Principaux cultivars de dattes en Algérie

En Algérie, on trouve plus de 940 cultivars de dattiers. Les principales variétés cultivées sont : Deglet-nour, Mech-degla, Ghars et Degla-Beida (Figure 6). Ces variétés se distinguent par leur saveur, leur consistance, leur forme, leur couleur, leur poids et leurs dimensions (**Belguedj, 2001 ; Hannachi *et al.*, 1998 ; Djerbi., 1994**).

II.6.1. Deglet-nour

Est une variété de dattes originaire de la région de Biskra en Algérie. Elle est cultivée dans les régions des Zibans (Biskra, Oued Souf et Oued Righ).

Cette variété est caractérisée par une texture extra-moelleuse, une chair charnue, une peau très fine, une couleur claire dorée, un goût et une saveur très appréciés, ainsi qu'un petit noyau. C'est la variété de dattes ayant la plus haute valeur marchande.

II.6.2. El Ghars

Cette variété très rustique est présente dans la plupart des palmeraies algériennes. Le fruit mûr a une consistance molle et une forme oblongue irrégulière, étant plus gros vers

l'apex. La chair est peu dense et se détache facilement du noyau. Le rendement de cette variété varie entre 60 et 70 kg par arbre (Amrani., 2002).

II.6.3. Mech-degla

Cette variété populaire de dattes sèches est appréciée pour ses qualités gustatives, sa facilité de conservation, sa valeur marchande et ses multiples utilisations. Elle est récoltée en octobre et novembre. Cette variété est excellente, digestible et très prisée par les consommateurs, ce qui en fait un produit très commercialisé, particulièrement dans le nord du pays.

II.6.4. Degla-Beida

Cette variété est principalement exportée vers l'Afrique, notamment au Sénégal et au Mali. Il s'agit d'une datte sèche dont la pulpe constitue 80 % du poids total (Amrani, 2002).



Figure 6 : Principaux cultivars de dattes en Algérie (Amrani, 2002).

II.7. Composition biochimique des dattes

La datte est composée de deux parties, dont une est comestible, représentée par la pulpe, et l'autre représente le noyau, non comestible, qui a une dure structure, présentant environ 10 à 30% du poids de la datte. (MUNIER, 1973).

Les dattes sont riches en glucides, protéines, fibres, graisses, ainsi qu'en diverses vitamines et minéraux. En raison de leur teneur élevée en sucre, ces fruits sont parmi les aliments les plus nutritifs disponibles pour les populations vivant dans les régions arides et semi-arides du monde. De plus, la teneur en eau des dattes varie entre 15 et 30%, selon la variété et le degré de maturité (tableau 6).

Tableau 6 : Composition biochimique des dattes (AL-FARSI et LEE, 2008)

Compositions	Teneurs
Glucose	17.6 - 41.4 (g/100g)
Fructose	13.6 - 36.8 (g/100 g)
Fibres	3.57 - 10.9 (g/100 g)
Lipides	0.1 - 1.4 (g/100 g)
Protéines	1.1 - 2.6 (g/100 g)
Rétinol (A)	3.0 - 44.7 (µg/100 g)
Thiamine (B1)	50 – 120(µg/100 g)
Riboflavine (B2)	60 – 160(µg/100 g)
Niacine (B3)	1274 – 1610(µg/100 g)
Pyridoxine (B6)	165 – 249(µg/100 g)
Acide folique (B9)	39 – 65(µg/100 g)
Acide Ascorbique (C)	400 – 16.000(µg/100 g)

II.7.1. L'eau

L'eau est un composant principal de la pulpe des dattes, influençant leur qualité et leur conservation.

La teneur en eau dépend de la variété, du climat et du stade de maturation. (Booij *et al.*, 1992).

Selon (Estanove, 1990), la teneur moyenne en eau des dattes varie généralement de 10 à 40 % du poids frais.

II.7.2. Les sucres

Les sucres constituent de 60 % à 90 % de la composition des dattes (Siboukeur, 1997), ce qui les rend particulièrement énergétiques. En effet, 100 grammes de pulpe de dattes contiennent 306 calories pour la DegletNour et 260 calories pour les dattes communes (Alais, 1997). La teneur en sucres des dattes varie en fonction du stade de maturation, de la variété et du climat (Acourene et Tama, 2002).

L'analyse chimique des fractions glucidiques des dattes révèle qu'elles sont principalement composées de deux types de sucres :

II.7.3. Les sucres réducteurs

Le glucose et le fructose, qui ont un faible pouvoir sucrant et résultent de la dégradation du saccharose sous l'action de l'enzyme invertase.

II.7.4. Les sucres non réducteurs

Le saccharose, qui confère aux dattes une saveur particulière et plus sucrée (**Dubost, 2002**).

De manière générale, les variétés de dattes molles se caractérisent par une teneur élevée en sucres réducteurs, tandis que les variétés de dattes sèches sont riches en sucres non réducteurs (**Belguedj, 2008**).

Il est également important de noter que les dattes contiennent, en plus du glucose, du fructose et du saccharose, de faibles proportions de galactose, de xylose et de sorbitol, représentant environ 10,6 % de leur composition (**Favier et al., 1995**).

II.7.5. Les Eléments minéraux

La composition biochimique des dattes est en partie liée à leurs principaux constituants, notamment les minéraux. Les dattes contiennent au moins 15 minéraux essentiels, dont le phosphore, le potassium, le sodium, le zinc, le manganèse, le magnésium, le cuivre et le fer (**Tripleret et al., 2011**) La teneur en minéraux (Tableau 7) varie en fonction de la variété et du stade de maturation (**Al-Farsi et al ., 2008**).

Tableau 7 : Eléments minéraux des dattes (**AL-FARSI et LEE, 2008**).

Eléments minéraux	Teneur (mg/100g)
Potassium	345-1287
Sodium	1-261
Calcium	5-206
Magnésium	31-105
Phosphore	35-74
Cuivre	0.01-0.8
Fer	0.10-1.5
Zinc	0.02-0.6
Manganèse	0.01-0.4

II.7.6. Les vitamines

Les fruits de datte sont riches en vitamines du groupe B, comme la thiamine, la riboflavine, la nicotinamide, l'acide pantothénique, la pyridoxine, l'acide folique (**Bentrad et al., 2020**). Ils contiennent également beaucoup de bêta-carotène (vitamine A) (**Faraget al., 2016**) mais peu de vitamine C (**Benmeziane-Derradji et al., 2019**).

II.7.7. Les acides gras

La graisse dans les dattes représente 0,12 à 2 % du poids frais, principalement dans la peau (**Tassoult et al., 2021**). La chair contient des acides gras saturés et insaturés (**Al-Shahib et al., 2003**). Les noyaux, avec 7,5 à 10 % d'huile (**Baliga et al., 2011**), sont une source potentielle d'huile comestible, riche en acides gras insaturés (oléique 42,3 %, linoléique 13,7 %) et saturés (laurique 21,8 %, palmitique 9,6 %). (**Alharbi et al., 2021**).

II.7.8. Les fibres alimentaires

La teneur en fibres alimentaires de la pulpe de dattes varie de moins de 1,9 % à plus de 20,25 % (**Benmeziane et al., 2019**), avec 84 à 94 % de fibres insolubles et 6 à 16 % de fibres solubles (**Alharbi et al., 2021**). Les dattes contiennent également du β -glucane (**Maqsood et al., 2020**). Les noyaux de dattes ont une teneur en fibres plus élevée que la chair, allant de 67 à 74 %, (**Mrabet et al., 2019**). Cela suggère que les noyaux de dattes sont de bonnes sources de fibres alimentaires pour l'industrie alimentaire.

II.7.9. Les composés phénoliques

Les dattes renferment des composés phénoliques, parmi lesquels des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones et des flavonols, comme l'a mis en évidence une analyse qualitative menée par (**Boudries, 2007**).

II.8. La production de datte

II.8.1. La production mondiale

La production mondiale de dattes, estimée à environ 7 millions de tonnes par année, a plus que doublé depuis les années 1980, plaçant ce fruit au 5ème rang parmi les fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. Selon la FAO, en 2010, cette production mondiale atteignait 7,62 millions de tonnes. Les principaux pays producteurs comprennent

l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, les Émirats arabes, l'Irak, le Pakistan, l'Algérie et le Soudan.

II.8.2. La production Algérienne

L'Algérie, d'après les données de la FAO, serait le quatrième plus grand producteur mondial de dattes. En termes de quantité, sa production représente 7% de la production mondiale, mais elle se distingue qualitativement grâce à la variété Deglet-Nour, très prisée à l'échelle internationale (FAO, 2010).

La production estimée à 492 217 tonnes. Parmi celles-ci, 244 636 tonnes (soit 50 %) sont des dattes demi-molles, notamment la variété Deglet-Nour, très prisée par les consommateurs (Matallah, 2004). Les dattes sèches, telles que Dégela Beida et similaires, représentent 164 453 tonnes (environ 33 %), tandis que les dattes molles, comme Ghars et similaires, contribuent pour 83 128 tonnes, soit environ 17 %. Actuellement, les plantations de palmiers en Algérie comptent plus de 11 millions de spécimens répartis dans neuf wilayas sahariennes, à savoir Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf (Babahani, 2011).

II.9. Transformation Industrielle des Dattes

Dans le domaine de la transformation industrielle de la datte, les opérations technologiques sont très variées et presque infinies. La liste suivante, à titre indicatif, présente les différentes possibilités de transformation de la production de dattes et les produits dérivés.

Globalement, on peut distinguer deux types de transformation des dattes :

II.9.1. Transformations technologiques

Techniques basées sur des procédés industriels de transformation de la datte, (pâte, farine, confiture, dattes fourrées, sirop, boissons, vinaigre, alcool chirurgical ou industriel, etc).

II.9.2. Transformations biotechnologiques

Techniques visant à réaliser des applications industrielles de la bioconversion et de la transformation des substances organiques de la datte (Hasnaâ *et al.*, 2012), (sucre, aliments pour bétail, méthanisation).

II.10. Valeur nutritionnel et thérapeutique des dattes

La datte est un aliment d'excellente valeur nutritive et énergétique. Elle est particulièrement riche en sucres naturels, représentant environ 60 à 70 % de son poids, ce qui en fait une source rapide d'énergie. Les fibres alimentaires présentes dans les dattes favorisent la digestion et contribuent à la santé intestinale. En termes de protéines, bien que leur quantité soit modérée (environ 2 à 3 %), elles contiennent des acides aminés essentiels pour le corps. Les vitamines, notamment celles du groupe B comme la thiamine, la riboflavine, la niacine et la vitamine B6, jouent un rôle crucial dans le métabolisme énergétique et le bon fonctionnement du système nerveux. En outre, les dattes sont une source significative de minéraux tels que le calcium, essentiel pour les os et les dents; le sodium et le potassium, qui régulent l'équilibre hydrique et les fonctions musculaires; et le fer, indispensable à la formation de l'hémoglobine et à la prévention de l'anémie (**Munier, 1973**).

Depuis l'Antiquité, la datte et son noyau ont été largement utilisés en médecine traditionnelle, surtout dans les régions sahariennes et les oasis où le palmier dattier est cultivé. Les populations locales employaient les dattes pour traiter diverses affections, grâce à leurs propriétés nutritives et thérapeutiques. Les noyaux de dattes, souvent broyés et consommés ou appliqués en cataplasme, étaient utilisés pour leurs vertus médicinales, notamment pour apaiser les douleurs et traiter les infections (**Rahmani et al., 2014**).

La consommation régulière de dattes est bénéfique pour améliorer la toux, le rhumatisme, les sensations de brûlure, la néphropathie, la gastropathie, la bronchite et la dysfonction sexuelle. (**SELVAM, 2008**).

La pulpe de la datte est reconnue pour ses propriétés antitussives, adoucissantes, laxatives, diurétiques et fortifiantes (**BALIGA et al., 2011**).

La datte est une excellente source de composés phénoliques et de flavonoïdes qui ont la capacité d'inhiber les radicaux libres. Cela permet de protéger le corps contre les cancers et les maladies dégénératives. (**BENMADDOUR, 2016**).

II.11. La technologie des dattes

La technologie de la datte couvre toutes les phases, de la récolte à la consommation, avec pour objectif de préserver la qualité des fruits et de transformer ceux qui ne peuvent être consommés immédiatement en une gamme variée de produits destinés à l'alimentation humaine (**Estanove, 1990**). L'industrie du conditionnement joue un rôle crucial dans la

préservation et l'amélioration de la qualité des dattes, en particulier celles destinées à l'exportation.

Les opérations de conditionnement incluent la désinsectisation, le tri, le lavage, l'humidification ou le séchage, l'enrobage éventuel de sirop, l'emballage en caisse ou en boîte et le stockage frigorifique (**Abdellah, 2010**). Cette nouvelle filière permet de valoriser les dattes et de créer de la valeur ajoutée en les transformant en divers produits tels que le sucre, le fourrage, la confiture, les boissons énergisantes, la pâte de dattes, le sirop de dattes, la farine de dattes, et bien d'autres encore.

Les dattes sont transformées en une gamme variée de produits :

II.11.1. La pâte de datte

Fabriquée à partir de dattes molles ou ramollies de manière mécanique, cette pâte peut être enrichie avec de la pulpe de noix de coco ou de la farine d'amande douce, et est utilisée dans la biscuiterie et la pâtisserie (**Espiard, 2002**).

II.11.2. La farine de datte

Issue de dattes sèches ou celles qui peuvent être séchées, cette farine sucrée est utilisée dans la biscuiterie, la pâtisserie, les aliments pour enfants et la fabrication de yaourt (**Benamara et al., 2004 ; Aït Ameur, 2001**).

II.11.3. Le sirop de datte

Produit à partir de dattes saines de seconde qualité, ce sirop est obtenu par extraction des sucres et des composants solubles. Après une concentration sous vide pour atteindre un degré brix de 70 %, il est utilisé comme édulcorant (**Espiard, 2002**).

II.11.4. La confiture de datte

Préparée en dénoyant et lavant les dattes, puis en les cuisant avec du saccharose jusqu'à une concentration de 65 °C. Le pH est ajusté à 4 avec de l'acide citrique (**Besbes et al., 2009**).

Partie Expérimentale

Chapitre III : Matériel et Méthodes

L'ensemble de ce travail a été réalisé au niveau de l'unité LAITERIE ARIB w- d'Ain Defla durant une période de 3 mois (du 21 février 2024 jusqu'à 21 mai 2024)

III.1. Objectifs de l'étude

L'objectif principal de notre travail est l'élaboration d'un yaourt fonctionnel sucré et aromatisé par la poudre de dattes.

Pour cela, nous avons suivis les étapes suivantes :

- ✓ L'ajout de poudre de dattes à différentes concentrations dans le yaourt brassé préparé.
- ✓ Analyse physico-chimiques, microbiologiques et sensorielles du produit fini.

III.2. Matériels

***Lait reconstitué**

C'est le mélange de la poudre de lait avec de l'eau tiède, ce mélange est ensuite pasteurisé, c'est-à-dire, a subi un traitement thermique à 75°C pendant 15 min.

***Dattes**

La variété des dattes utilisées dans notre expérience est Mech-degla (figure 7) vient de la wilaya Ghardaïa « Algérie », ce choix est basé sur la qualité et la facilité de conservation « dattes sèches et riche en sucre ».



Figure 7 : dattes de Mech-Degla photo originale.

***Ferment**

Yaourt nature constitué des bactéries lactiques : *S.thermophilus* et *L.bulgaricus*.

***Milieux de culture**

- MRS
- M17
- VRBL
- SS
- Sabouraud
- GN
- Chapman

***Réactif chimiques**

- Phénol phtaline
- NaOH

***Autres matériels**

- Tamis
- Broyeur : moulin à café.
- pH mètre
- Béchers
- Thermomix « vorwerk ».

III.3. Méthode**III.3.1. Préparation des dattes**

Les dattes sont nettoyées à l'aide d'un chiffon imbibé à l'eau tiède, dénoyautées puis découpées. Un séchage rapide à 75 °C pendant 30 min a été réalisé (Figure 8).



Figure 8: Séchage des dattes.

Après refroidissement, elles sont broyées dans un moulin à café puis tamisées.



Figure 9 : Broyage des dattes.



Figure 10 : Poudre de dattes.

Les produits obtenus sont conservés dans des bocaux en verre.

III.3.2. Analyses microbiologique de la matière première

Selon le journal officiel (JORA, 2017).

III.3.2.1. Préparation des dilutions

Des solutions-mères sont préparées à partir des deux produits solide (PDD / PDL) où 1 g de chacun est mélangé aseptiquement à 9 ml d'eau physiologique stérile.

Les solutions obtenues sont diluées au 1/10.

Une série de dilutions décimales est réalisée, en prélevant à chaque fois 1 ml de la solution précédente et en le mélangeant à 9 ml d'eau physiologique stérile à 0,9 %.

Les ensemencements sont effectués à partir de la solution-mère et des dilutions respectives (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}).

*Recherche des coliformes totaux et fécaux

A partir des dilutions décimales de la poudre de dattes, Un ensemencement dans la masse est effectué sur gélose VRBL.

Après une incubation à 37°C pour les CT et à 44 °C pour les CF pendant 48 heures couvercles en bas.

*Recherche des Levure et moisissures

Leur dénombrement s'effectue par :

Un ensemencement dans la masse effectuée sur un milieu Sabouraud. L'incubation se fait à une température ambiante pendant 3 à 4 jours, car les champignons se caractérisent par une croissance lente.

***Recherche des Germes aérobies à 30 °C**

Cette flore est dénombrée sur gélose nutritive, suite à un ensemencement dans la masse et une incubation de 72 heures à 30°C. Toutes les colonies développées sont comptées.

***Recherche de Salmonella**

La recherche des salmonelles doit se faire dans 25 g de produit analysé. Pour ce faire, plusieurs étapes sont entreprises ; tout d'abord, un pré-enrichissement sur eau peptonée, puis un enrichissement sur bouillon au sélénite et à la cystéine, sont réalisés. Le but de ces deux opérations préliminaires est d'augmenter, de manière sélective, la charge en salmonelle. Par la suite, un ensemencement par stries, est fait à la surface d'une gélose SS (Salmonelle-Shigelle). Après une incubation de 48 heures à 37 °C.

III.3.2. Fabrication du yaourt

III.3.2.1. Préparation du lait

Le lait reconstitué utilisé pour la fabrication du yaourt expérimentale a été préparé à base de poudre de lait, (mélange entre PDL à 26% et PDL à 0%).

- ✓ 3608 ml de l'eau tiède est rajouté aux 240g du PDL 0% et 320g du PDL 26%.
- ✓ Les ingrédients sont homogénéisés pendant 5 min dans un Thermomix «vorwerk » figure11).
- ✓ La préparation a subi un traitement thermique à 75 °C pendant 10 min dans un Thermomix.



Figure 11 : Thermomix « vorwerk ».

III.3.2.2. Ensemencement

Le ferment utilisé est constitué de deux souches bactériennes *Lb. bulgaricus* et *St. thermophilus*.

Après refroidissement du lait à une température comprise entre 42°C et 45°C, 4 pots de yaourt nature de 125g sont ajoutés à la préparation puis homogénéiser pendant 5 min.

Plusieurs essais ont été préalablement effectués pour optimiser la quantité de ferments à utiliser et le temps optimal de coagulation.

III.3.2.3. Maturation

La préparation «le lait de yaourt » est versé dans des pots vides en plastique puis incubé à 44°C pendant 4 heures jusqu'à avoir une texture coagulé, lisse et brillante.



Figure 12 : Maturation du yaourt.

III.3.2.4. Refroidissement

Afin d'arrêter la fermentation, le produit subit un refroidissement à 4°C /1h.



Figure 13 : Refroidissement du yaourt.

III.3.2.5. Brassage

A l'aide d'une cuillère stérile, un brassage doux est effectué par mouvement circulaires pendant 1-2 min jusqu'à l'obtention d'un yaourt bien homogène.

III.3.2.6. Enrichissement en dattes

Différents pourcentages de poudre de dattes ont été rajoutés au yaourt présenté dans le tableau 8.



Figure 14 : Yaourt fermenté brassé enrichi en poudre de datte.

Tableau 8 : Les essais réalisés

	Préparation initiale	L'enrichissement
1	Yaourt étuvé sucré et aromatisé (préparation de la laiterie)	enrichi en poudre de datte 2% ,3% et 4%
2		enrichi en poudre dattes 4% ,5% et 6%
3	Yaourt nature enrichi en crème fraîche	-enrichi en poudre de datte 6%,7% et 8% -bicouche : une couche de yaourt nature au-dessus d'une couche de sirop de dattes séparé par des morceaux de dattes
4	Lait reconstitué PDL 26% : 75g PDL 0% : 55g	Enrichi en poudre e dattes Etuvé 4%,6% et 8% Brassé 4%,6%,7%, et 8%
5	1.5L PDL 26% :1 50g PDL0% : 50g	Enrichi en poudre de dattes 8%, 10% et 12%
6	1.5L PDL26% :202.5g	Enrichi en poudre de dattes 10%,13% et 15% Sirop 6%
7	2L PDL26% : 200g PDL0% : 80g	
8	4L PDL26% :320g PDL0% :240g	

III.4. Analyse du produit fini

III.4.1. Analyse physico-chimiques

Cette analyse a été effectuée au yaourt préparé durant les 21 jours de stockage.

III.4.1.1. pH

Le pH des yaourts préparés a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre. L'électrode du pH-mètre a été plongée dans le pot de yaourt, et la valeur du pH a été lue directement sur l'écran de l'appareil.

III.4.1.2. Détermination de l'acidité

L'acidité du lait ou d'un produit laitier est la quantité d'acide lactique libérée par transformation du lactose en acide lactique en présence des bactéries lactiques, le principe repose sur le titrage de l'acide lactique par une solution alcaline (NaOH N/9) en présence d'un indicateur de couleur qui est la phénolphthaléine.

L'acidité est déterminée d'une façon précise par titration de 10 ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique Na OH préparée à 1/9N en présence de 4 à 5 gouttes de phénophtaléine. Jusqu'au virage de la coloration au rose correspondant à la zone d'équivalence.

Le volume de Na OH ainsi obtenu est noté en ml puis les résultats sont exprimés selon le calcul suivant :

$$^{\circ}\text{D} = V \cdot 0.9 \cdot 10$$

$^{\circ}\text{D}$: Acidité en degré Dornic.

V : Volume de soude en ml.

III.4.2. Analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques ont pour but de vérifier la qualité hygiénique et commerciale des yaourts préparés.

III.4.2.1. Préparation des dilutions

La solution-mère est préparée à partir du produit semi-solide où 1 g du yaourt est mélangé aseptiquement à 9 ml d'eau physiologique stérile.

La solution obtenue est diluée au 1/10, à partir de la une série de dilutions décimales est réalisée, en prélevant à chaque fois 1 ml de la solution précédente et en le mélangeant à 9 ml d'eau physiologique stérile.

Les ensemencements sont effectués à partir de la solution-mère et des dilutions respectives (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}).

III.4.2.2. Dénombrement des bactéries lactiques

Leur dénombrement se fait par un ensemencement en masse sur des milieux MRS et M17 puis une incubation à 30°C pour les mésophiles et 45°C pour les thermophilus pendant 72h.

***Coliforme totaux et fécaux**

Leur dénombrement se fait par un ensemencement dans la masse de réalisé sur gélose VRBL puis incubées à 37 °C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

Recherche d'*Staphylococcus aureus

Le dénombrement de cette espèce bactérienne se fait par un ensemencement dans la masse, réalisé sur gélose Chapman.

Les boîtes sont incubées à 37°C pour une durée de 48 heures.

Sont prises en considération, uniquement, les petites colonies dorées provoquant un virage de couleur du milieu au jaune.

***Levures et moisissures**

Leur dénombrement s'effectue par un ensemencement dans la masse sur milieu Sabouraud, l'incubation se fait à une température ambiante pendant 3 à 4 jours, car les champignons se caractérisent par une croissance lente.

III.4.3 Analyse sensoriels

L'analyse sensorielle consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse (**Tariket, 2016**).

Les paramètres de l'analyse sensorielle (couleur, texture, goût, arôme et odeur) des yaourts ont été évalués par 50 dégustateurs (10 membres du Laboratoire de microbiologie et Physico-Chimie 30 membre entre les trois familles et 10 collègues), recrutés en fonction de leur motivation et de leur disponibilité pour participer à l'étude.

Les dégustateurs ont été invités à noter leur préférence pour l'acceptabilité en utilisant des fiches de dégustation (annexe).

Trois échantillons codés ont été fournis aux panels en même temps. L'acceptation du consommateur a été déterminée à l'aide d'une échelle de 5 points.

Devant chaque dégustateur, trois échantillons codés de yaourt sont présentés :

1. Premier échantillon 0% : yaourt nature
2. Deuxième échantillon 10% : yaourt enrichi en poudre de dattes
3. Troisième échantillon 13% : yaourt enrichi en poudre de dattes

L'évaluation des échantillons de yaourt est réalisée après une journée de production (J1), 7 jours après la production (J7), 14 jours après la production (J14) et 21 jours après la production (J21).

Les échantillons sont prélevés du réfrigérateur juste avant la dégustation. Chaque type de yaourt est présenté dans des verres étiquetés avec des codes pour assurer une identification précise.

Ce contrôle a été fait le premier jour, le septième jour, le quinzième jour et le vingtième jour.

Chapitre IV: Résultats et Discussion**IV.1. Analyse microbiologique de la matière première****IV.1.1. Analyse microbiologique de la poudre de datte**

Les résultats de l'analyse microbiologique de la poudre de dattes sont mentionnés dans le tableau (9).

Tableau 9 : Résultats d'analyse microbiologique de la poudre de datte.

Germe recherchés	Résultats	Norme (UFC/g)	Référence
Coliformes totaux	0	$<10^2$	(JORA, 2017)
Coliformes fécaux	0	$<10^2$	
<i>salmonella</i>	absence	Absence dans 25g	
Levure et moisissures	0	$<10^2 - 10^3$	

Les résultats de l'analyse ont révélé une absence totale des germes (CT et CF ; et *Salmonella*), dans la poudre de datte Conformément à la norme **JORA, (2017)**, qui tolère moins de 10^2 UFC/g pour les (*CT et CF*) et absence de *Salmonella* dans 25g de produit.

Ces résultats sont dus au respect des règles d'hygiène et au bonnes pratiques de manipulation et a l'efficacité du traitement thermique appliqué.

Les analyses montrent également une absence de levures et de moisissures, Cela indique que les conditions de traitement et de stockage sont excellentes, le processus de séchage à 75°C pendant 30 minutes ayant probablement joué un rôle crucial dans l'élimination de ces microorganismes.

IV.1.2. Analyse microbiologique du lait reconstitué pasteurisé

Les résultats de l'analyse microbiologique de lait pasteurisé sont mentionnés dans le tableau (10).

Tableau 10 : Résultats d'analyse microbiologique de lait reconstitué après la pasteurisation.

Germes recherchés	Lait reconstitué pasteurisé	Normes (UFC/g)	Référence
Germes aérobies	0	$<10^4$ - 10^5	(JORA, 2017)
<i>Coliformes totaux</i>	0	$<10^2$	
<i>Coliformes fécaux</i>	0		
<i>Salmonella</i>	0	Absence dans 25 ml	

Les résultats du tableau montrent que le lait pasteurisé est exempt de germes aérobies, de coliforme et de *Salmonella*, conformément aux normes de **JORA, (2017)**.

L'absence totale de *germes aérobies* (norme $<10^4 - 10^5$ UFC/g) et de *Coliforme* (norme $<10^2$ UFC/g) démontre l'efficacité du processus de pasteurisation et des pratiques hygiéniques utilisées.

De plus, aucune colonie de *Salmonella* n'a été détectée dans 25 ml de lait, ce qui répond parfaitement aux critères de sécurité alimentaire.

La pasteurisation joue un rôle crucial dans ce cas. Elle élimine les microorganismes pathogènes tels que *Salmonella*, réduisant ainsi les risques de maladies d'origine alimentaire. En réduisant considérablement le nombre de germes aérobies et de coliformes, la pasteurisation assure non seulement la sécurité microbiologique du lait mais aussi prolonge sa durée de conservation. Elle permet de maintenir de bonnes pratiques d'hygiène tout au long de la chaîne de production. (**Bourlioux et al., 2011**).

IV.2. Résultats des différents essais réalisés pour l'élaboration du yaourt enrichi en poudre de dattes

Le tableau 11 représente les résultats des différents essais réalisés pour l'élaboration du yaourt enrichi en poudre de dattes.

Tableau 11 : Résultats des essais réalisés.

Essai	Résultats	Interprétation
1 2	-Absence du gout et d'arôme de datte - Précipitation de la poudre des dattes au fond des pots et la pelure vers le haut	- L'absence de goût et d'arôme de datte peut être due à une concentration insuffisante ou à une interaction masquant les saveurs - La précipitation de la poudre de datte au fond des pots indique un problème de solubilité ou d'homogénéité
3	- faible apparence de la saveur de datte - couche de crème	- La qualité et le type de dattes utilisées peuvent influencer l'intensité de la saveur - Les concentrations testées ne sont peut-être pas suffisantes pour une saveur distincte - La crème fraîche remonte à la surface à cause de sa densité plus faible, entraînant des composants complète
4	- Présence de gout et de saveur de datte -Manque de la fermeté	-Changement de variété et de qualité des dattes utilisées -Agitation avant complète coagulation
5	-Texture filant	- les fibres soluble des dattes créer une consistance filante -taux de protéine élevé
6	Gout gras - Texture sableuse	-Teneur en matière grasse trop élevée -Poudrage trop fort -Mauvais brassage
7	Manque d'acidité -Texture granuleuse	-taux de matière grasse élevé - pourcentage élevé de 26% PDL
8	- gout sucré (présence saveur et d'arôme de datte) - Texture crémeuse -légèrement acide pour (yaourt nature 0%)	- un équilibre entre PDL 26% et 0% avec la poudre de datte et les processus de fermentation

IV.3. Analyse physicochimique du yaourt enrichi en dattes

IV.3.1 Suivi du pH et de l'acidité titrable au cours du stockage du yaourt

Pendant le stockage à 4°C, le pH, l'acidité titrable et la cinétique de croissance des bactéries lactiques ont été mesurés tous les 7 jours jusqu'à 21 jours. Pour tous les échantillons

de yaourts, les valeurs de pH ont diminué au cours de cette période de stockage (figure15). Des résultats similaires ont été observés pendant le stockage réfrigéré à 4°C pendant 28 jours pour le yaourt probiotique enrichis en farine de lentilles (Zare *et al.*, 2011). Cette même tendance a été observée par (Silva *et al.*, 2014) dans le cas de yaourts enrichis en fruits de Pequi, sur une période de 29 jours.

Dans cette étude, le pH de l'échantillon témoin a diminué de 4,52 à 4,35 après 21 jours de stockage. Ces indiquant que leur qualité est restée stable selon les normes Algériennes de conformité du Ph.

Le pH des yaourts enrichis été diminué notablement modifié. Cela suggère que l'ajout la poudre de dattes entraîner une baisse plus rapide du pH en raison de l'augmentation de l'activité fermentaire. Comparé avec les résultats obtenus par Alisoucha, (2017) où il a constaté que les valeurs du pH balancent entre (6,5 et 5,4).

La présence de fibres et d'autres composants dans la poudre de datte pourrait prolonger la durée de conservation des yaourts, comme observé par Seo *et al.*, (2009) avec la nano-poudre de chitosane.

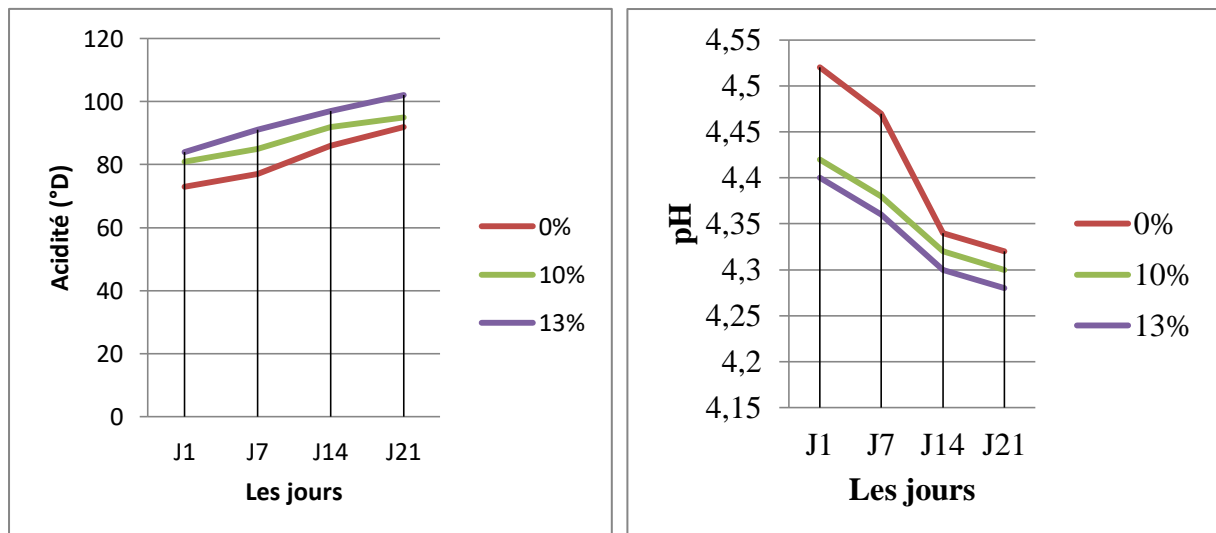


Figure15 : Evolution de l'Acidité et du pH des yaourts préparés durant la période de conservation.

L'acidité titrable et le pH sont étroitement liés et évoluent de manière inversement proportionnelle, les variations de l'un sont généralement compensées par des variations inverses de l'autre. La poudre de datte contient des sucres naturels, principalement du glucose et du fructose. Ces sucres servent de substrat pour les bactéries lactiques présentes dans le yaourt (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*). Pendant la fermentation, ces bactéries convertissent les sucres en acide lactique. L'augmentation de la concentration de

sucres disponibles favorise une activité fermentaire accrue, conduisant à une production plus élevée d'acide lactique, ce qui réduit le pH et augmente l'acidité du yaourt. Ces résultats sont conformes à ceux trouvés par **Ozturkoglu-Budak et al., (2016)** et **RahoGhalem et al., (2013)** qui ont travaillé sur des yaourts supplémentés respectivement de noix séchées et de l'huile de *Rosmarinus officinalis* et par rapport aux résultats effectués par **Kerri et Chibane, (2017)**.

IV.4. Analyses microbiologiques de produit fini

IV.4.1. Cinétique de croissance des ferments lactiques

Suite aux résultats de l'analyse physicochimique, les trois échantillons ont été pris en considération pour l'analyse microbiologique. *L.Bulgaricus* génère des acides aminés essentiels grâce à ses propriétés protéolytiques et à sa relation symbiotique bien établie avec *S.thermophilus*, qui a produit également des facteurs de croissance (**Shah, 2000**).

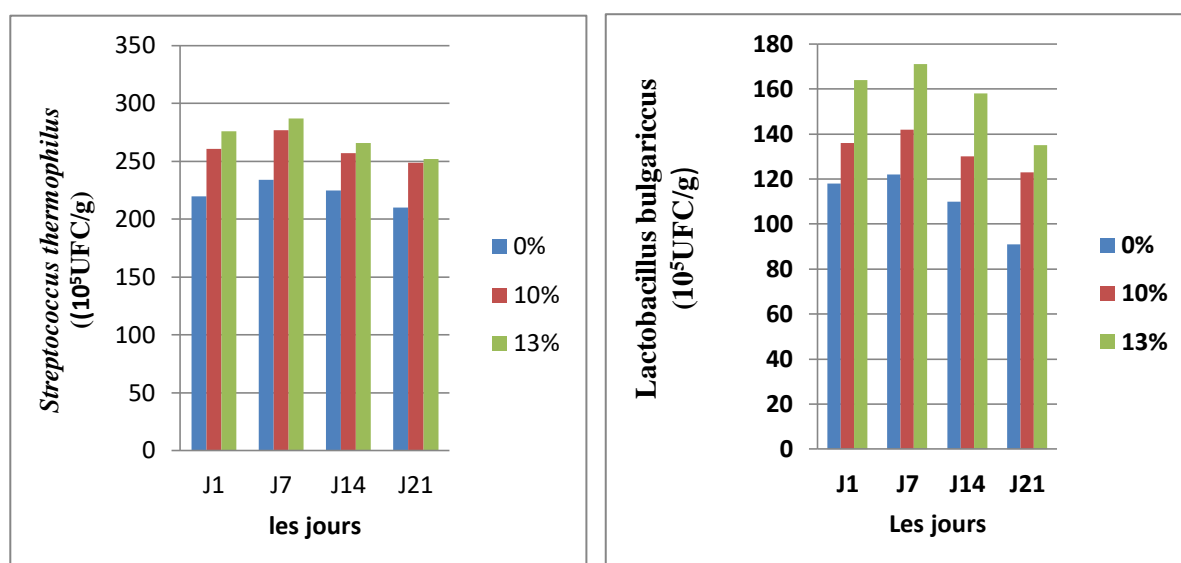


Figure 16 : Evolution du nombre de *S.thermophilus* et *L.bulgaricus* dans les yaourts pendant le stockage à 4 °C.

Pendant la période de stockage (Figure 16), la croissance de *S. thermophilus* dépasse celle de *L. bulgaricus*. Le même effet a été observé par **Muniandy et al., (2015)** dans une étude comparant l'influence du thé vert, blanc et noir sur la cinétique de croissance de *S.thermophilus* et *L.bulgaricus* dans le yaourt lors du stockage réfrigéré.

De plus, les *Lactobacillus* démontrent une activité protéolytique supérieure à celle des *Streptococcus*, ce qui favorise la croissance de *S. thermophilus*, selon une étude de **Boulaiche et Sebti, (2001)**. Ces bactéries libèrent des acides aminés essentiels à partir de la caséine, ce

qui stimule la croissance de *L. bulgaricus*. Cette interaction est renforcée par *S. thermophilus*, qui libère des acides aminés et du formiate, comme la confirmé **Trachoo, (2002)** dans son article.

La Figure (16) illustre la cinétique de croissance des bactéries lactiques sur une période de 21 jours à 4°C. La concentration maximale des deux souches a été atteinte après une semaine de stockage pour les trois types de yaourt.

L'addition de poudre de datte a légèrement augmenté le nombre de bactéries lactiques viables par rapport au témoin. En effet, *S. thermophilus* a atteint une charge moyenne de $2,77 \cdot 10^7$ UFC/g pour l'échantillon 10 % et $2,87 \cdot 10^7$ UFC/g pour 13 % au 7ème jour, ce qui est supérieure à la concentration obtenue avec l'échantillon témoin $2,34 \cdot 10^7$ UFC /g. De même, *L. bulgaricus* a atteint une charge moyenne de $1,42 \cdot 10^7$ UFC/g pour 10 % et $1,71 \cdot 10^7$ UFC/g pour 13 %, comparé à $1,22 \cdot 10^7$ UFC/g dans le yaourt témoin le même jour.

La viabilité des souches a diminué à partir du 14ème jour de stockage réfrigéré, en particulier dans le yaourt témoin. À la fin de la période de stockage, le nombre de *S. thermophilus* dans les yaourts supplémentés a atteint une concentration moyenne de $2,57 \cdot 10^7$ UFC/g pour l'échantillon 10 % et $2,66 \cdot 10^7$ UFC /g pour l'échantillon 13 %, ce qui est légèrement supérieure à celle du yaourt témoin $2,25 \cdot 10^7$ UFC/g. Le nombre de *L. bulgaricus* était de $1,30 \cdot 10^7$ UFC/g pour 10 % et $1,58 \cdot 10^7$ UFC/g pour 13 %, comparé à $1 \cdot 10^7$ UFC/g dans le témoin.

La diminution du nombre de *S. thermophilus* et de *L. bulgaricus* au cours des deux dernières semaines de stockage pourrait être due à la production d'acide lactique par *L. bulgaricus* pendant cette période. Ce phénomène, connu dans l'industrie sous le nom de post-acidification, entraîne une perte de viabilité des bactéries probiotiques en raison de l'acide produit durant le stockage réfrigéré (**Shah, 2000 ; Mishra, 2005 ; Madureira, 2011**).

IV.4.2. Qualité hygiénique des yaourts

Le tableau (12) résume l'ensemble des résultats de l'analyse microbiologique du contrôle de qualité des yaourts étudiés.

Tableau 12 : Résultats de l'analyse microbiologique yaourts préparé pendant 21 jours.

	Germes (UFC/g) Yaourt	<i>S.aureus</i>	Coliformes Totaux	Coliformes fécaux	Levures et moisissure
J1	0%	Abs	Abs	Abs	Abs
	10%	Abs	Abs	Abs	Abs
	13%	Abs	Abs	Abs	Abs
J7	0%	Abs	Abs	Abs	Abs
	10%	Abs	Abs	Abs	Abs
	13%	Abs	Abs	Abs	Abs
J14	0%	Abs	Abs	Abs	Abs
	10%	Abs	Abs	Abs	Abs
	13%	Abs	Abs	Abs	Abs
J21	0%	Abs	Abs	Abs	<10 ²
	10%	Abs	Abs	Abs	<10 ²
	13%	Abs	Abs	Abs	<10 ²
Norme (UFC/g)		Absence	<10 ² Absence	<10 ² Absence	<10 ² Absence

Selon le tableau, les trois yaourts (0 %, 10 %, 13 %) présentent une qualité microbiologique hygiénique satisfaisante, en raison de l'absence de germes pathogènes (*Staphylococcus aureus*) et de flore de contamination (coliformes, moisissures). Cette absence peut être attribuée aux facteurs suivants :

- La bonne pratique de l'hygiène au niveau du laboratoire de microbiologie de la laiterie d'Arib.
- Le respect du processus technologique, notamment la pasteurisation et la stérilisation de la matière première (lait reconstitué et poudre de datte).

La présence de bactéries lactiques, qui inhibent la croissance des coliformes. L'antagonisme des ferments lactiques vis-à-vis des coliformes ne se manifeste pas immédiatement, mais progressivement. Le temps de génération des coliformes est de 20 minutes à 40°C, contre 45 minutes pour les streptocoques lactiques, dont la croissance est plus rapide que celle des lactobacilles.

L'antagonisme n'étant pas immédiat, les coliformes se multiplient pendant un certain temps avant que la croissance des streptocoques ne prenne le dessus et ne ralentisse leur développement. De plus, selon « ALAIS » cité par **Morou, (2010)**.

L'absence ou la faible présence de la flore pathogène peut s'expliquer par l'effet du pH et l'antagonisme des bactéries lactiques. En outre, la fabrication du yaourt dans de bonnes conditions d'hygiène et sa bonne conservation au froid contribuent également à cette absence (**Conte, 2008**).

IV.5. Analyses sensorielles

L'objectif de l'analyse sensorielle est d'évaluer par test de dégustation l'évolution de la qualité du yaourt élaboré au cours de notre étude.

Les critères d'évaluation sont: la texture, la couleur, l'odeur et le goût.

IV.5.1 Les résultats de l'analyse sensorielle

Les résultats de dégustation du produit élaboré pendant 21 jours de stockage sont résumés dans le tableau 13.

Tableau 13 : Résultats de dégustation du produit élaboré.

		J1	J7	J14	J21
Texture	10%	légèrement plus épaisse et crémeuse que le yaourt nature avec une cohésion et une granulosité minimale	Dense, crémeuse et cohésive	dense et crémeuse, avec une cohésion élevée	Dense, crémeuse et une cohésion légèrement réduite
	13%	dense, crémeuse et cohésive avec une légère granulosité	Plus épais et ferme	une légère séparation de liquide à la surface	dense et crémeuse avec une granulosité éventuellement plus perceptible
Couleur	10%	uniforme avec une teinte brune légère	uniforme		
	13%	uniformément plus foncée avec une teinte brune plus prononcée	uniforme		
Odeur	10%	douce et fruitée	reste stable et agréable	Intensité diminué	
	13%	plus intense avec des notes de dattes plus prononcées	semble plus sucrée et intense	légèrement intense	
Gout	10%	goût sucré, fruité, avec une base lactique crémeuse	Douce et fruité et une légère acidité	doux et fruité, avec une balance harmonieuse entre la douceur des dattes et l'acidité du yaourt	équilibrée, avec une douceur fruitée des dattes et une acidité subtile du yaourt
	13%	goût doux et fruité, équilibré par la fraîcheur lactée du yaourt	doux et fruité, avec une belle combinaison de saveurs lactées et fruitées	fruitée et lactée, avec un équilibre harmonieux entre l'acidité et la douceur	doux et fruité, avec une légère acidité

IV.5.2. L'odeur

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré que plus de 80 % des dégustateurs ont trouvé que les deux yaourts préparés avaient une odeur excellente. Cependant, ils ont jugé que le yaourt contenant 10 % de poudre de dattes présente une odeur moins prononcée que celui de 13 %.

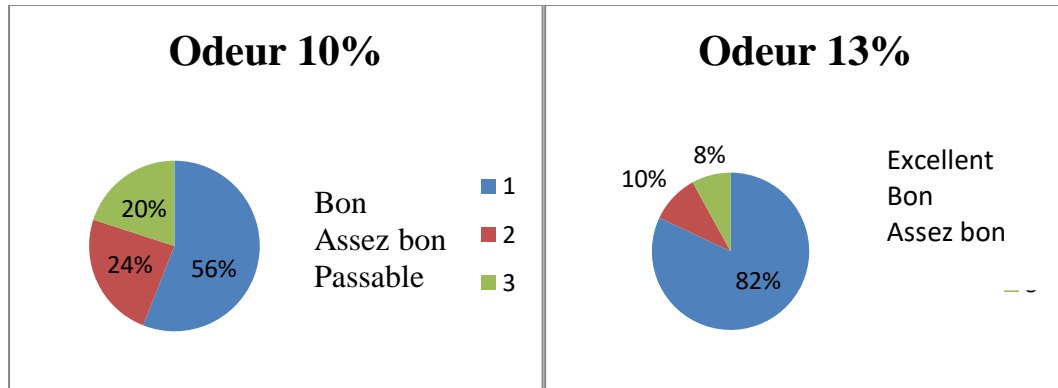


Figure 17 : Résultats du test de l'odeur.

IV.5.3. La couleur

Les résultats ont montré que la couleur du yaourt préparé dépend de la quantité de poudre de dattes ajoutée, variant du blanc (yaourt à 0 %) au beige foncé (yaourt à 13 %). De plus, 80% des dégustateurs ont jugé que le yaourt à 10 % présente la plus belle couleur.

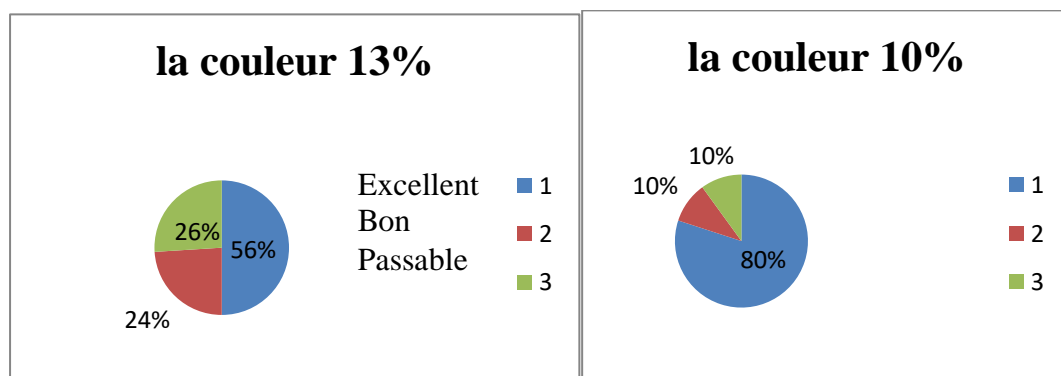


Figure 18 : Résultats de test de la couleur.

IV.5.4. Le gout

La poudre de dattes contient des sucres naturels comme le glucose et le fructose, ce qui augmente la douceur du yaourt sans l'ajout de sucres raffinés.

Les résultats montrent que le yaourt contenant 10 % de poudre de datte à un niveau de sucre modéré est jugé excellent, tandis que le yaourt contenant 13 % de poudre de datte a un niveau de sucre élevé, jugé acceptable par certaines catégories de dégustateurs.

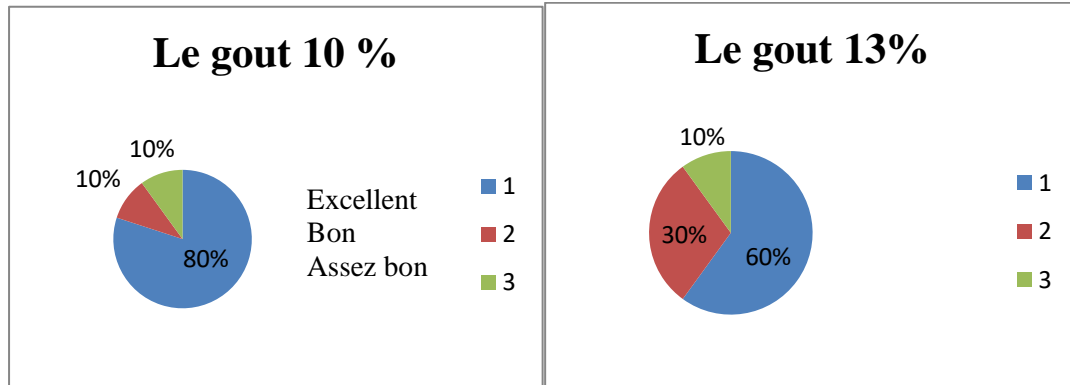


Figure 19 : Résultats de test du goût.

IV.5.5. Texture

Pour la texture, le yaourt à 10% a été jugé avoir une texture faiblement épaisse, alors que la texture de yaourt à 13% a été jugé comme étant moyennement épaisse.

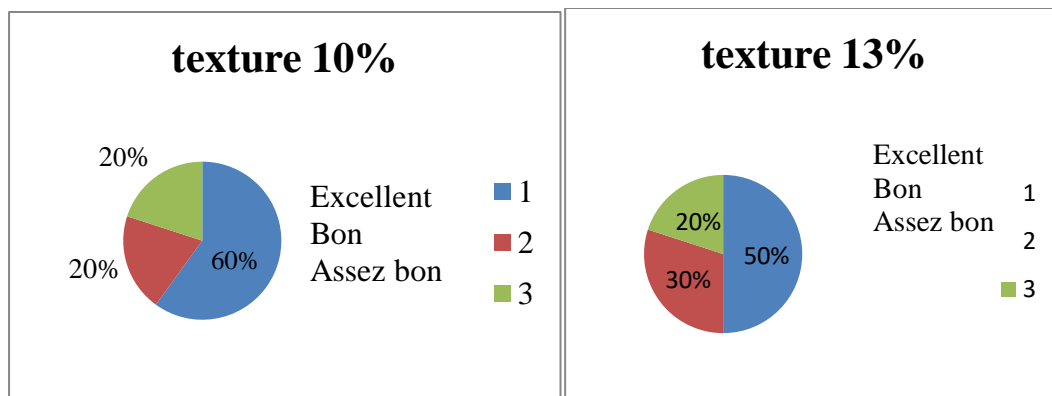


Figure 20 : Résultats de test de la texture.

D'après les résultats de l'analyse sensorielle et les appréciations des dégustateurs, le meilleur yaourt est celui fabriqué avec 10 % de poudre de dattes.

Plusieurs études ont été menées sur l'effet de l'ajout des suppléments naturels aux produits laitiers.

L'étude de **Mihoubi, (2019)** qui a formulé et caractérisé un yaourt supplémenté de la poudre de graines de lin, les résultat montrent que l'enrichissement de yaourt avec des graines de lin représente un excellent choix pour l'amélioration de sa valeur nutritive, de sa structure,

et de sa qualité organoleptique. Il s'agit d'un aliment pratique, riches en protéines, en fibres, en lignanes et en ALA, qui fournit des avantages diététiques pour la santé et qui satisfait l'intérêt et le goût du consommateur.

Berhi et Mehalli, (2022) ont étudié l'effet de l'ajout de la farine du quinoa sur la qualité physicochimique, microbiologique et sensorielle de yaourt à base de lactosérum et les résultats obtenus ont montré que les échantillons contenant du quinoa n'étaient pas appréciés par les dégustateurs en raison de son goût amer.

CONCLUSION

CONCLUSION

Notre étude a pour objectif l'élaboration un yaourt fonctionnel naturellement sucré et aromatisé en poudre de dattes. De ce fait, des yaourts additionnés de 0%, 10% et 13% de poudre de datte de variété Mech-Degla ont été fabriqués. Ils ont ensuite été soumis à des analyses physicochimiques, microbiologiques et sensorielles pour garantir leur qualité.

Les résultats obtenus ont montré que le pH et l'acidité restent conformes aux normes jusqu'au 7^{ème} jour à 4°C (pH : 4.52-4.28 ; acidité : 73D°-102D°). Ces paramètres deviennent légèrement inférieurs au cours du stockage (21J).

Au cours de la période du stockage, le nombre de germes de *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus* est révélé plus élevé dans les 14 premiers jours.

Les résultats de l'analyse microbiologique ont révélé que les trois yaourts préparés restent conformes aux normes jusqu'au 21^{ème} jour du stockage. D'un point de vue microbiologique, nous avons constaté l'absence totale de germes, ce qui confirme la bonne qualité de notre produit.

Les résultats de l'analyse sensorielle ont montré que la couleur des yaourts préparés varie en fonction de la quantité de poudre de datte ajoutée, allant du blanc au beige.

Pour l'odeur, les résultats ont montré que plus de 82 % des dégustateurs ont trouvé que les deux yaourts préparés avaient une odeur agréable. Cependant, ils ont jugé le yaourt contenant 13 % de poudre de datte comme étant le plus agréable.

Pour la texture, les yaourts à 0% et 10% ont été jugé avoir une texture faiblement épaisse, alors que celle du yaourt à 13% est jugé être moyennement épaisse.

En fin, le yaourt contenant 10% de poudre de datte est jugé excellent et est le plus apprécié par les dégustateurs.

PERSPECTIVE

Comme complément à ce présent travail, les points suivants nous semblent pertinents :

- Analyser les bénéfices nutritionnels apportés par l'ajout de poudre de datte, notamment en termes de fibres et d'antioxydants.
- Réaliser des études de marché pour évaluer l'acceptabilité et la demande des consommateurs pour ce type de yaourt.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDALLA. M. A., ET ABDEL NABI. M. (2010). Chemical composition of Mish “traditional fermented dairy product» from different plants during storage. *Pakistan journal of nutrition*. 9(3): 209-212.
- ABDELMALEK, H. (2020). Les déterminants des exportations de la datte en Algérie (Doctoral dissertation).
- ABERLENC B. (2010): Biotechnologies du palmier datter. Institut de recherche pour le colloques et Séminaires «Paris 10.4000 / books .irdeditions10705 . Pp261.
- AÇOURENE S, MERROUCHI L. ET TAMA M, (2002). Utilisation des dattes de faible valeur marchande (Rebut de Deglet-Nour, tinissine et tantboucht) comme substrat pour la fabrication de la levure boulangère, INRAA. Station expérimental agricole Sidi Mahdi Touggourt. P : 24-28.
- AIT AMEUR. L. (2001). Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système: Mech-Degla/jus de citron. Mémoire de magister. Département de technologie alimentaire. Boumerdes. 80p.
- ALAIS C. (1997). Biochimie alimentaire. Edition Masson, Paris : Pages 48-52.
- AL-FARIS N. A., ALTAMIMI J. Z., ALGHAMDI F. A., ALBARIDI N. A., ALZAHEB R. A., ALJABRYN D. H., ET ALMOUSA L. A. (2021). Total phenolic content in ripe date fruits (*Phoenix dactylifera* L.): A systematic review and meta-analysis. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3566–3577.
- AL-FARSI*, M. A, LEE, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: a review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 48(10), 877-887.
- AL-FARSI, M., ALASALVAR, C., AL-ABID, M., AL-SHOAILY, K., AL-AMRY, M., & AL-RAWAHY, F. (2007). Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and their by-products. *Food chemistry*, 104(3), 943-947.
- ALHARBI, K.L.; RAMAN, J.; SHIN, H.J (2021), Date Fruit and Seed in Nutricosmetics. *Cosmetics*, 8, 59.
- AL-SHAHIB, W.; MARSHALL, R.J. (2003), Fatty acid content of the seeds from 14 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L. *Int. J. Food Sci. Technol.* 38, 709–712.
- AMELLAL C, HAYET (2008): Aptitude Technologiques de quelques variétés communes de Datte formulation d'un yaourt naturellement sucre et aromatisé. Thèse de Doctorat. Université M'hamed Bougara de Boumerdès . Pp186.

- AMELLAL H., (2008). Aptitude technologiques de quelques variétés communes de dattes : Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucré et Aromatisé. Thèse de doctorat, Université M'hamed Bougara Boumerdes, Faculté des sciences, 165 p.
- AMRANI. Y. (2002). Comportement d'un stock de la pâte de datte traitée par thermisation en atmosphère modifié et au froid. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie Mostaganem. 16 p.
- AREM, A.; SAAFI, E.B.; FLAMINI, G.; ISSAOUI, M.; FERCHICHI, A.; HAMMAMI, M.; HELALL, A.N.; ACHOUR, L (2012). Volatile and nonvolatile chemical composition of some date fruits (*Phoenix dactylifera* L.) harvested at different stages of maturity. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2012, 47, 549–555.
- BABAHANI S., (2011). Analyses biologique et agronomique de palmiers mâles et conduite d'éclaircissage des fruits chez les cultivars Ghars et Deglet Nour. Thèse .Doct.Scién.Agro.Uni El Harrache, 190 p.
- BALIGA, M.S.; BALIGA, B.R.V.; KANDATHIL, S.M.; BHAT, H.P.; VAYALIL, P.K.(2011) A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Res. Int.*, 44, 1812–1822.
- BEAL. C., ET SODINI .I. (2003).Fabrication des yaourts et les laits fermentés .Technique de l'ingénieur, traité agroalimentaire. Doc, F6315.
- BELGUEDJ N., (2014). Préparation alimentaires à base de dattes en Algérie : Description et diagrammes de fabrication . Mémoire de magister en science Alimentaire. Institut de la Nutrition, de l'Alimentation et des technologies Agro-alimentaires (I.N.A.T.A.A),16-17 P.
- BELGUEDJ M, SALHI A, MATALLAH S. (2008.) Diagnostique rapide d'une région agricole dans le Sahara Algérien. Axes de recherche/développement prioritaires : cas de la région des Ziban (Biskra). Ed. INRA Alger : Page 8.
- BELGUEDJ. M. (2001). Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-est. Algérien, Ed. 3D. Alger. 289 p.
- BENAMARA. S., CHIBANE. H., BOUKHLIFA. M. (2004). Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes.Industries alimentaires et agricoles IAA. Actualités techniques et scientifiques,N°1/2 mensuel .Pp11-14.
- BENMEDDOUR, Z., MEHINAGIC, E., LE MEURLAY, D., & 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), 346-354.

- BENMEZIANE-DERRADJI, F.(2019). Nutritional value, phytochemical composition, and biological activities of Middle Eastern and North African date fruit: An overview. *Euro-Mediterr. J. Environ. Integr.*, 4, 39.
- BENSALEH M. ET HELLALI R. (2003). Composition chimique des fruits de 15 cultivars tunisiens de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Issue N°148. Tunis : PP 19-25.
- BENTRAD, N.; HAMIDA-FERHAT,(2020) A. Date Palm Fruit (*Phoenix dactylifera*): Nutritional Values and Potential Benefits on Health. In *The Mediterranean Diet*; Preedy, V.R., Watson, R.R., Eds.; Academic Press: London, UK,; Chapter 22; p. 239.
- BERGAMAIER D.,(2002). Production d'exopolysaccharides par fermentation avec des cellules immobilisées de *Lactobacillus rhamnosus* RW-959M dans un milieu à base de permeat de lactosérum. Thèse de Doctorat, Université de Laval, Canada, 149 p.
- BERHI, H., MEHALLI, D., MOSBAH, S., & DJERROUDI, O (2009). Effets de l'ajout de la farine du quinoa sur la qualité physico-chimique et microbiologique de yaourt à base de lactosérum (Doctoral dissertation, UNIVERSITE KASDI MERBAH-OUARGLA).
- BESBES. S., DRIRA. L., BLECKER. C., DERROANNE. C., ET ATTIA. A. (2009). Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam. *Food chemistry*. 112:406-411.
- BOUIJ I., PIOMBO G., RISTERUCCI J. M., COUPE M., THOMAS D., ET FERRY M. (1992). Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fruits*, vol. 47, N° 6 : PP 667-677.
- BOUBCHIR –LADJ KAHINA. (2014): Effets de l'enrichissement (avec des concentrés de protéines lactières) et des paramètres technologiques sur la qualité du yaourt fabriqué à la laiterie soummam d'akbour. Mémoires de Magister.Faculté des Sciences Biologique et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud mammeri de Tiziouzuou Pp 64.
- BOUDIER J. F., (1990). Produits frais. In *laites et produits laitier : Vache - Brebis- Chèvre*. pp. 35-66. ed. Luquet, F.M., Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- BOUDRIES H .,KAFALAS P ., HORNERO - MENDEZ M .(2007): Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. 101 (4). Pp 1372-1377.
- BOULAICHEM D ET SEBTI N. (2001): Contribution à l'étude de la symbiose entre *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* et *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* utilisées pour la fabrication du yaourt .diplôme d'études supérieures en

- biologie moléculaire et cellulaire. Centre Universitaire A bdelhak ben HamoudaJijel .Pp55
- BOURLIOUX P., BRAESCO V., ET MATER D. D. G. (2011). Yaourts et autres laits fermentés. Cahiers de Nutrition et de Diététique, 46(6), 305–314.
- CHANDAN R.C., KILARA A., SHAH N.P. (2015). Dairy processing and quality assurance. Wiley-blackwell, USA, 699p.
- CHANG HEE JEONG, HARAM RYU, TING ZHANG, CHI HO LEE, HAN GEUKSEO, SUNG GU HAN, (2018). N Green tea powder supplementation enhances fermentation and antioxidant activity of set-type yogurt. Food Sci Biotechnol. DOI.org/10.1007/s10068-018-0370-9.
- CIDIL ET INRA. (2009): Du lait aux produits laitiers. Ed. Cidil. Paris.
- CONTE S., (2008). -Evolution des caractéristiques organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques du lait caillé traditionnel. Mémoire DEA : Production Animal : Dakar (EISMV)
- DANIEL. S, MARTIN.F, PYILIPPE.D, (2010): Transformer les produits laitiers frais à la ferme, Educagri éditions.
- DJERBI, M. (1994). Récolte des dattes. Précis de phéniculture, FAO, Tunis. P 101-109.
- DOWSON, V. H. W., ATEN, A. (1963). Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes. FAO, Rome. P 10-43 : 229-243.
- DUBOST. (2002). Progression du Bayoud en Algérie et résultats des prospections entreprises. In congrès d'agronomie Saharienne, 14 pages.
- ESPIARD. E. (2002). Introduction à la transformation industrielle des fruits. ed. Tech et DocLavoisier, Paris. 360 p.
- ESTANOVE P. (1990). Note technique: Valorisation de la datte. In : Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM. P: 301-318.
- FAO., (2010).- Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture .Rome. Italie. 2010.
- FARAG, K.M. (2016). Date Palm: A Wealth of Healthy Food. In Encyclopedia of Food and Health; Caballero, B., Finglas, P., Todorá, F., Eds.; Academic Press: Amsterdam, The Netherlands,; p. 152.
- FAVIER J.C, IRELAND R.J., TOQUE C, FEINBERG M., (1995). Répertoire général des aliments. Ed Tec et Doc Lavoisier. INRA. 897 pages.

- FEDALA N., MOKHTARI M., MEKIMENE L. (2020). Contribution à la valorisation des dates (Deglet-Nour) dans la fabrication du fromage de chèvre. *Agrobiologia*. 10(1), 1918-1928.
- FRANÇOIS M., NICULESCU N., BROUTAIN C. (2006): Démarche d'élaboration d'un guides de bonnes pratique d'hygiène : maîtrise de la qualité dans la transformation laitière.-Ouagadougou : Gret Pp44-(Compte rendu atend atelier sous régional de restitution) .l'industrie laitière algérienne.Diplôme de Magistère en Science Alimentaires. UniversitéMentouri de Constantine.Pp110
- GEE V.L., VASANTHAN T., TEMELLI F., (2007). Viscosity of model yogurt systems enriched with barley β -glucan as influenced by starter cultures. *Int. Dairy. J.*, vol.17, pp.1083–1088.
- GEMRCN (GROUPE D'ÉTUDE DES MARCHES DE RESTAURATION COLLECTIVE .T DE NUTRITION), (2009). Specification Technique De L'achat Public : Lait Et Produits Laitiers, 47p.http://www.minefe.gouv.fr/directions_services/daj/guide/gpem/table.html.
- GHALOUNI E. (2019): Modelisationmathematique de quelques activites a interet technologique chez des souches de bacteries lactiques isolees de lait fermente l'ben Algerien. Doctorat en sciences .Ecosystèmes microbiens complexes. Université Oran 1-Ahmed Ben Bella .Pp134.
- GILL. C., ET ROWLAND. I. (2003).”The health benefits of functional dairy products». In functional dairy products .Edited by Mattilasandholm T., And M. Saarela.wood head publishing limited Cambridge, England.
- GUICHARD, S., GENOT , VOILLEY,A . (2012): Texture et flaveur des aliments : Vers une conception maîtrisée. ÉducationEducagri, Pp297.
- GUILLON.F., CHAMP. M. ET THIBAUT. J.F. (2000).”Dietary fibre functional products “In functional dairy products .Edited by Mattilasandholm.T.And M. saarela.wood head publishing limited Cambridge, England.
- HAMMADI R. (2016): Contrôle de la qualité physico-chimique et microbiologique du yaourt brassé et liquide de la laiterie de WANISS. Diplôme de Docteur Vétérinaire. Université Saad Dahlab – Blida1- Pp 61.
- HANACHI. S., KHITRI. D., BENKHALIFA. A., ET BRAC DE PERRIERE. R.A. (1998). Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne. 225 p.

- HASNAA HARRAK, MOHAMED BOUJNAH. (2012). Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut National De La Recherche Agronomique. INRA édition. Maroc.
- HISTO: TRACHOO. N. (2002). Yogurt: the fermented milk. Songklanakarin journal of science and technology. 24: 727-737.
- JAZIRI I., BEN SLAMA M., MHADHBI H., URDACI M.C., HAMDI M., (2009).Effect of green and black teas (*Camellia sinensis* L.) onthe characteristic microflora of yogurt during fermentation and refrigerated storage.Food Chem., vol. 112, pp. 614-.
- JORA. N°39 DU MAI (2017). Arrêté interministériel fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires.
- KARIMI R., MORTAZAVIAN A.M., DA CRUZ A.G., (2011). Viability of probiotic microorganisms in cheese during production and storage: a review. Dairy Science & Technology, vol.91, n.3, pp.283- 308.
- KERRI A., CHIBANE S. (2017): Essai de fabrication d'un yaourt brassé à base des dattes, Université Aklim Mohand Oulhadj-Boura Pp 53.
- LAMOUREUX. L. (2000). Mémoire de maitrise. Exploitation de l'activité beta-galactosidase de culture de bifidobactéries en vue d'enrichir des produits laitiers en galacto-oligosaccharides. Université de Laval, Canada.
- LARPENT J.P. ET ET BOURGEOIS C.M., (1989). Microbiologie alimentaire. Ed, techniques et documentation Lavoisier. Paris, vol. 46, p. 1-117
- LEE S.J., HWANG J.H., LEE S., AHN J., KWAK H.S., (2006). Property changes and cholesterol-lowering effect in evening primrose oil-enriched and cholesterol-reduced yogurt.Int. J. Dairy Technol., vol. 60, pp. 22–30.
- LOONES A, (1994). Laits fermentés par les bactéries lactiques. In Bactéries lactiques: Aspects fondamentaux et technologiques. Vol. 2. De Roissart, H. &Luquet, F. M. (Ed.), Loriga, Uriage, pp. 135-154.
- LOUMANIA (2010): Etude microbiologique et hygiénique du yaourt fabriqué et commercialisé dans l'ouest Algérien. Microbiologie Alimentaire et Industrielle. Diplôme de Magistère. Université d'Oran. Pp118.
- LUQUET F.M. ET CARRIEU G., (2005). Bactéries lactiques et probiotiques. Collection sciences et techniques agroalimentaires, Ed Lavoisier Tec et Doc. Paris, 307 p.
- MAATALAH M., (2004). Contribution à l'étude de la conservation des dattes de la variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mem.Ing., El Harrache, 1–75pp.

- MADUREIRA A. R., AMORIM M., GOMES A. M., PINTADO M. E., MALCATA F. X., (2011). Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions. *Food Res. Int.*, vol. 44, n. 1, pp. 465-70. DOI.org/10.1016/j.foodres.2010.09.010
- MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G., SCHUCK P. (2000): Les produits industriels laitiers. Tech&Doc, Lavoisier, Paris. Pp178.
- MAHAUT M., JEANTET R., BRULE G., SCHUCK P. (2000). Les produits industriels laitiers. Techniques et documentation. Ed. Lavoisier, Paris. pp. 26-40.
- MAQSOOD, S.; ADIAMO, O.; AHMAD, M.; MUDGIL, P. (2020) Bioactive compounds from date fruit and seed as potential nutraceutical and functional food ingredients. *Food Chem.*, 308, 125522.
- MARTY T., TORRE F., GAREL J. (2000) : Increased production of hydrogen peroxide by *Lactobacillus edelbrueckii* subsp. *bulgaricus* upon aeration: involvement of an NADH Oxidase in Oxidative Stress. *Applied and Environmental Microbiology*. 66(1). Pp262-26.
- MATTALAH S., (1970) – contribution à la valorisation de la datte Algérienne. Mémoire. Ing. INA. EL-Harrach, 121p. Belguedj M, 2002 – Caractéristique des cultivars de dattiers du Sud – est de Sahara Algérien. Vol 2. Ed. I.N.R.A. Alger, 67 P.
- MCKINLEY M. C., (2005). The nutrition and health benefits of yoghurt. *International journal of dairy technology*, vol. 58, n. 1, pp. 1-12.
- MEGHACHOU W. (2014): Approche méthodologique à la modélisation par les plans d'expériences pour l'élaboration d'un yaourt. Diplôme de Magister. Option, écosystèmes microbiens complexes. Université d'Oran. Pp65.
- MERGHEM. R. (2015). Les aliments fonctionnels et les nutraceutiques. Université des frères Mantouri Constantine. 13p.
- MIHOUBI, M. (2019). Formulation et caractérisation d'un yaourt supplémenté de la poudre de graines de lin (Doctoral dissertation).
- MISHRA V., PRASAD D.N, (2005). Application of in vitro methods for selection of *Lactobacillus casei* strains as potential probiotics. *Int. J. Food Microbiol.*, vol. 103, n. 1, pp. 109-15. DOI:10.1016/j.ijfoodmicro.2004.10.047.
- MOHAMMADI-GOURAJI E., SOLEIMANIAN-ZAD S., GHIACI M., (2018). Phycocyanin-enriched yogurt and its antibacterial and physicochemical properties during 21 days of storage. *LWT Food Science and Technology*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.09.057>.

- MOLINA CAMILA V., LIMA JULIANA G., MORAESIZABEL C.F., PINHO SAMANTHA C., (2018). Physicochemical characterization and sensory evaluation of yogurts incorporated with betacarotene-loaded solid lipid microparticles stabilized with hydrolyzed soy protein isolate. *Food Sci. Biotechnol.* DOI: [org/10.1007/s10068-018-0425-y](https://doi.org/10.1007/s10068-018-0425-y).
- MOROU M. A.,(2010) : Evaluation de la qualité microbiologique de deux laits de consommation commercialisés sur le marché de Niamey (Niger) : le yaourt et le lait en poudre. *Mémoire Master Qualité des Aliments de l'Homme : Dakar (EISMV)*
- MRABET, A.; HAMMADI, H.; RODRIGUEZ-GUTIERREZ, G.; JIMENEZ-ARAUJO, A.; (2019) Sindic, M. Date palm fruits as a potential source of functional dietary fiber: A review. *Food Sci. Technol. Res.*, 25, 1–10.
- MUNIANDYPREMALATHA, BAKRSHORIAMAL, SALIHIN BABA AHMAD, (2015). Comparison of the effect of green, white and black tea on *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus* spp. in yogurt during refrigerated Storage. *Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences*, vol. 22, pp. 26-30.
- MUNIER, P. (1973). Le pays de Dilmoun et la culture du palmier-dattier. *Fruits*, 28(9), 641-642.
- MUSABYEMARIYA B.(2011): Conditions de production et biodiversité bactérienne des produits laitiers fermentés Artisanaux du Sénégal .Thèse de Docteurs de l'Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso. Pp178.
- OZTURKOGLU-BUDAK S, AKAL C, YETISEMIYEN A., (2016). Effect of dried nut fortification on functional, physicochemical, textural, and microbiological properties of yogurt. *J. Dairy Sci.*, vol. 99, n. 11, pp. 8511-8523. DOI.org/10.3168/jds.2016-11217
- PACIKORAENKELEJDA,(2004). Physico-chemical and sensory interactions in stirred and flavored yoghurt: What are the respective impacts on the perception of texture and flavor?. *Doctoral thesis. National Agricultural Institute. Paris-grignon*, 205p.
- RAHMANI, A. H., ALY, S. M., ALI, H., BABIKER, A. Y., & SRIKAR, S. (2014). Therapeutic effects of date fruits (*Phoenix dactylifera*) in the prevention of diseases via modulation of anti-inflammatory, anti-oxidant and anti-tumour activity. *International journal of clinical and experimental medicine*, 7(3), 483.
- RAHO GHALEM BACHIR ET BENAT TOUCHE ZOUAOUI,(2013). Microbiological, physico-chemical and sensory quality aspects of yoghurt enriched with

- Rosmarinus officinalis oil. African Journal of Biotechnology, vol. 12, n. 2, p. 192-98.
DOI.org/10.5897/AJB12.1257.
- RASTALL. R. A., FULLER. R., GASKIN. H. R., ET GIBSON. G. R. (2000). "Colonic functional Food». In functional foods. Concept to product. Edited by G. R Gibson and C. M. William. Woodhead publishing limited. Cambridge, England.
- RICHARDE R., (1972)- Eléments de biologie végétale. Fou Cher, Paris, 164 p.
- ROISSART, H. D., & LUQUET, F. M. (1994) Bactéries lactiques aspects fondamentaux et technologiques. Viability of Lactic Acid Microflora in Different Types of Yoghurt, Grenoble. Lorica, France, 2.
- ROMAIN. JEANTET, THOMAS CROGUENEC, MICHELMAHUT, PIERRSHUCK ; GERARD BRULE ; (2008) : les produits laitiers 2ème éd tec & Doc lavoisies, paris.
- ROUSSEL Y., PEBAY M., GUEDON G., SIMONET J.M., DECARIS B., (1994). Physical and genetic map of Streptococcus thermophilus. Journal of Bacteriology, vol.24, pp. 7413-7422.
- SAHAN N., YASAR K., HAYALOGLU A. A., (2008). Physical, chemical and flavor quality of non-fat yogurt as affected by a β -glucan hydrocolloidal composite during storage. Food Hydrocolloid, vol. 22, pp.1291–1297.
- SCHUCK, P., MAHAUT, M., JEANTET, R., & BRULE, G. (2000). Les produits industriels laitiers
- SEO M. H., LEE S. Y., CHANG Y. H., KWAK H. S., (2009). Physicochemical, microbial, and sensory properties of yogurt supplemented with nanopowdered chitosan during storage. J. Dairy Sci., vol. 92, pp. 5907–5916.
- SHAH N. P., (2000). Probiotic bacteria: Selective enumeration and survival in dairy products. J. Dairy Sci., vol. 83, n. 4, pp. 894-907. DOI:10.3168/jds.S0022-0302(00)74953-8
- SIBOUKEUR O. (1997). Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de magistère INA, El Harrach p 16 .
- SILVA S. A., CONCEICAO M. M., SOUZA A. G., PRASAD S., SILVA M. C. D., FERNANDES JUNIOR V. J., ARAUJO A. S., SINFRONIO F. S. M., (2004). Thermal analysis of the powder and the bran of algaroba. J. Therm. Anal. Calorim., vol. 75, pp. 411–7.
- SINGH SK., AHMED SU., ASHOK P., (2006). Yogurt science and technology. 2nd Ed. Cambridge: xoodhead publishing: pp.15-35.

- STAFFOLO M. D., BERTOLA N., MARTINO M., BEVILACQUA A., (2004). Influence of dietary fiber addition on sensory and rheological properties of yogurt. *Int. Dairy J.*, vol. 14, pp. 263-268. DOI:10.1016/j.idairyj.2003.08.004.
- TAMIME A.Y., ROBINSON R.K., (1999). *Yoghurt Science and Technology*. CRC Press LLC, Woodhead publishing limited Second edition, England, 619 p.
- TAMIME. A.Y., ET DEETH. H. C., (1980). Yoghurt: technology and biochemistry. *Journal of Food protection*. 43(12): 939-977.
- TARIKET A., (2016). *Caracterisation du babeurre et son utilisation dans la fabrication d'un yaourt étuvé*. Thèse de doctorat. Université M'hamedBouguara. Boumerdes. 117P.
- TASSOULT, M.; KATI, D.E.; BACHIR-BEY, M.; BENOUADAH, A.; RODRIGUEZ-GUTIERREZ, G(2021),.Valorization of date palm biodiversity: Physico-chemical composition, phenolic profile, antioxidant activity, and sensory evaluation of date pastes. *J. Food Meas. Charact.* 15, 2601–2612.
- THOMAS, C. ROGUEN.N.E.C. ROMAM, J. E. ANTET& GERARD, B. RULE (2008) *Fondementsphysicochimiques de latechnologielaitière*. Lavoisier
- TIRICHINE H.S .(2010): *Etude et hnobotanique ,activité anti-oxydante et analyse phytochimique de quelques cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L)du sud-Est algérien .Mémoire de magister en Biologie.Universit d'Oranes-Es-Senia, Oran , (Algérie),Pp 88 .*
- TRACHOO, N. (2002): *Yagurt the fermented milk Songklanakarín .J.Sci .Technol .24(4)*.
- TRIPLER, E.; SHANI, U.; MUALEM, Y.; BEN-GAL, A(2011). Long-term growth, water consumption and yield of date palm as a function of salinity. *Agric. Water Manag.*, 99, 128–134.
- USDA, (2001).USDA Specifications for Yogurt, Nonfat Yogurt and LowfatYogurt.DairyPrograms.Agricultural Marketing Services. United States Department of Agriculture: Washington, DC
- VIGNOLA C. I., (2002).*Science et technologie du lait : transformation du lait*. Lavoisier (Ed.), Paris.
- VYAWAHARE N., PUJARI R., KHSIRSAGAR A., INGAWALE D., PATIL M. AND KAGATHARA V. (2009). Phoenix dactylifera: An update of its indegenoususes,phytochemistry and pharmacology. *The Internet Journal of Pharmacology*.7

- WEERATHILAKE W.A.D.V., RASIKA D.M. D.,RUWANMALI J.K.U., MUNASINGHE M.A.D.D., (2014). The evolution, processing, varieties and health benefits of yogurt. International Journal of Scientific and Research Publications, vol. 4, Issue 4, 10 p.
- ZARE F., BOYE J. I., ORSAT V., CHAMPAGNE C., SIMPSON B. K., (2011). Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Res. Int., vol. 44, pp. 2482–248.
- ZARE F., BOYE J. I., ORSAT V., CHAMPAGNE C., SIMPSON B. K., (2011). Microbial, physical and sensory properties of yogurt supplemented with lentil flour. Food Res. Int., vol. 44, pp. 2482–2488

ANNEXES

Tableau 01: composition du milieu MRS bouillon (g/L)

Constituants	g/l
• Peptonedecaséine	10,00
• Extraitde viande	08,00
• Extraitdelevure	04,00
• Glucose	20,00
• Di-potassiumhydrogénophosphate	02,00
• Tween	01,00
• Di-ammoniumhydrogénocitrate	02,00
• Sodiumd'acétate	05,00
• Magnésiumsulfate	02,00
• Manganèsesulfate	00,04

Tableau02: composition du milieu M 17 bouillon (g/l)

Constituants	g/l
• Tryptone	02,50
• Peptonepepsiquedeviande	02,50
• Peptonepapainiquedesoja	05,00
• β -glucérophosphatedesodium	19,00
• lactose	05,00
• Extraitde viande	02,50
• Extraitdelevure	05,00
• Magnésiumsulfate	00,25
• Acideascorbique	00,50

Tableau 3 : Résultats de l'analyse physico-chimique du yaourt préparé pendant 21 jours

	J1	J7	J14	J21
pH				
0%	4,52	4,47	4,34	4,32
10%	4,42	4,38	4,32	4,30
13%	4,40	4,36	4,30	4,28
Acidité (°D)				
0%	73	77	86	92
10%	81	85	92	95
13%	84	91	97	102

Tableau 4 : Représente la cinétique de croissance des bactéries lactiques du yaourt.

	J1	J7	J14	J21
<i>Streptococcus thermophilus</i> (UFC/g)				
0% (Témoin)	$2,20 \cdot 10^7$	$2,34 \cdot 10^7$	$2,25 \cdot 10^7$	$2,10 \cdot 10^7$
10%	$2,61 \cdot 10^7$	$2,77 \cdot 10^7$	$2,57 \cdot 10^7$	$2,49 \cdot 10^7$
13%	$2,76 \cdot 10^7$	$2,87 \cdot 10^7$	$2,66 \cdot 10^7$	$2,52 \cdot 10^7$
<i>Lactobacillus bulgaricus</i> (UFC/g)				
0% (Témoin)	$1,18 \cdot 10^7$	$1,22 \cdot 10^7$	$1 \cdot 10^7$	$0,91 \cdot 10^7$
10%	$1,36 \cdot 10^7$	$1,42 \cdot 10^7$	$1,30 \cdot 10^7$	$1,23 \cdot 10^7$
13%	$1,64 \cdot 10^7$	$1,71 \cdot 10^7$	$1,58 \cdot 10^7$	$1,35 \cdot 10^7$