

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid IbBadis-
Mostaganem

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد ابن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{lle}. KHELIFA Yamina Nesrine et M^{lle} BOUZID Daho Samira

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ALIMENTAIRES

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité

THÈME

**Intérêts d'ajout des grains de pollens
au lait fermenté type yaourt brassé.**

Soutenu publiquement le 04/07/2023

DEVANT LE JURY

Président :	Mme Tabet Aoul Faiza	MCA	U. Mostaganem
Encadreur :	Mme AIT CHABANE Ouiza	MCA	U. Mostaganem
Examineur :	M KEDDAM Ramdane	MCB	U. Mostaganem
Coencadreur :	M. AIT SAADA Djamel	MCA	U. Mostaganem

Thème réalisé au laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition - Université de Mostaganem.

Année universitaire 2022-2023

Table de matière

Remerciement

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

Introduction 01

Partie 1: Synthèse bibliographique

Chapitre □ : Généralités sur les grains de pollen

1. Définition..... 03

2. Origine des grains de pollen 03

3. Caractères microscopiques et macroscopiques..... 04

 3.1 Caractères macroscopiques 04

 3.2 Caractères microscopiques 06

4. Composition chimique 07

5. Récolte et conservation des grains de pollen..... 08

6. Pollinisation et transport des grains de pollen 09

7. Propriétés et usages 09

8. Effets sur la santé 10

 8.1 Effets bénéfiques 11

 8.2 Effets allergiques 11

Chapitre □ : Bref aperçu sur le yaourt brassé

Introduction 12

1. Définition..... 12

2. Classification des différents types de yaourts 13

 2.1. Selon la teneur en matière grasse 13

 2.2. Selon le gout 14

 2.3. Selon la texture 14

3. Définition du yaourt brassé..... 14

4. Caractéristiques des bactéries spécifiques du yaourt.....	15
4.1 <i>Streptocoques thermophiles</i>	15
4.2 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	15
5. Technologie de fabrication du yaourt.....	16
6. Qualité du yaourt brassé	19
6.1 Aspects physicochimiques.....	19
6.2 Aspects hygiéniques.....	19
6.3 Aspects organoleptique	19
7. Défauts et altération de production.....	19
7.1 Défauts de goût.....	19
7.2 Défaut d'apparence.....	19
7.3 Défaut de texture.....	19
8. Effets bénéfiques sur la santé	21

Partie 2 : Méthodologie expérimentale

1. Objectifs.....	23
2. Origine, collectes et traitements préliminaires des grains de pollen	23
3. Préparation du levain.....	23
4. Essai de fabrication d'un yaourt expérimental enrichi d'extrait des grains de pollen	23
5. Mesures et contrôles.....	26
5.1 Analyses des composés bioactifs des grains de pollen.....	26
5.1.1 Extraction hydroethanoliques des polyphénols des grains de pollen.	26
5.1.2 Teneur en composés phénoliques	26
5.1.3 Teneur en flavonoïdes (TF)	27
5.1.4 Activité antioxydante	28
5.1.5 Extraction des lipides Folch	29
5.2 Analyses physicochimiques des yaourts expérimentaux	30
5.2.1 pH.....	30
5.2.2 Acidité	31
5.2.3 Viscosité	31
5.2.4 Activité antioxydant du yaourt	32

5.3 Analyses microbiologiques des yaourts expérimentaux	32
5.3.1 Dénombrement de <i>Streptococcus thermophilus</i>	32
5.3.2 Dénombrement de <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	32
6. Tests organoleptiques.....	33

Partie 3: Résultats et discussion

1.1 Composés bioactifs et activité antioxydante du yaourt	35
1.2 Qualité physicochimiques des yaourts	35
1.2.1 Acidité titrable.....	35
1.2.2 pH	37
1.2.3 Viscosité.....	38
1.2.4 Activité antioxydante des yaourts	39
1.3 Qualité microbiologiques	39
1.3.1 <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	39
1.3.2 <i>Streptococcus thermophilus</i>	40
1.4 Qualité organoleptiques.....	41
1.4.1 Gout acide	41
1.4.2 Arrière gout	42
1.4.3 Viscosité.....	43
1.4.4 Adhésivité	43
1.4.5 Couleur.....	44
1.4.6 Odeur	45
Conclusion.....	50

Références bibliographiques

Annexe

Résumé

Remerciements

En premier lieu, nous rendons grasse à Dieu le tout puissant de nous avoir donné santé, courage et patience pour achever ce modeste travail.

Ce travail a été réalisé au laboratoire de Technologie Agroalimentaire et Nutrition de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, relevant de l'Université de Mostaganem sous la direction de **Mr. Ait Saada D** Maitre de conférences classe A et **Mme. Ait Chabane O.**, Maitre de conférences classe A à qui nous adressons notre profonde gratitude pour les conseils éclairés et les encouragements prodigués tout le long de la réalisation de la partie pratique et de rédaction du manuscrit final.

Nous exprimons notre profonde reconnaissance au président du jury **Mme Tabet Aoul Faiza** Maitre de conférence classe A et à l'examineur d'avoir **M KEDDAM Ramdane** Maitre de conférence classe B accepté d'examiner et d'évaluer ce modeste travail.

Nous exprimons nos remerciements les plus profonds et notre sincère considération à chaque personne qui de près ou de loin à contribué à l'aboutissement de ce mémoire de fin d'études de master dont **Mme Tayeb Cherifa, Mme Tikarli Hayat, Mme Bouchibane Malika, Mme Hamed Djahira** et **Mr Nabil** exerçant à titre de docteur, de doctorant (e) et/ou de technicien (ne) aux laboratoires de recherche de l'université de Mostaganem pour leurs aides inestimables, leurs constante présence en cas de besoin et pour nous avoir fourni de précieux conseils tout le long de notre séjour de stage pratique.

Nous exprimons dans la même ligne de conduite toute notre sympathie et remerciements à **Mr. Khelifa Omar** apiculteur chevronné et très expérimenté pour nous avoir fourni à titre de don et sans résiliation les quantités de grains de pollen nécessaires à notre expérimentation ; on vous remercie vivement.

Nous remerciements s'adressent, également, d'une manière particulière à **Mr Zabouri Younes**, chef de département des Sciences Alimentaires et tous les enseignants relevant du département pour tout le savoir qu'ils nous ont prodigué durant notre cursus universitaire.

Nous tenons à remercier, enfin, tous nos collègues de promo avec qui on a passé des moments inoubliables....

Dédicaces

Je dédie le fruit de mes humbles efforts à ceux qui m'ont donné la vie et l'espoir, et l'éducation pour gravir les échelons de la vie avec sagesse et patience, avec droiture, bienveillance et loyauté envers eux : mon cher père et ma chère mère je vous remercie pour leurs dévouements, leurs amours et leurs sacrifices et leurs encouragements.

A mes chers frères et mes chères sœurs.

A ma chère tante qui m'a donné tant d'amour et de soutien.

A mes sœurs et âmes sœurs (Kheira, Samira t Aicha), à celles qui m'ont aidée dans ma recherche, à celles qui m'ont soutenue dans les moments difficiles comme dans les moments de joie, à celles que nous ouvrons ensemble la voie du succès.

A ma binôme **BOUZID DAHO Samira** qui a partagé avec moi les moments difficiles de ce travail.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A toutes les personnes que j'ai oublié de citer, à tous les étudiantes de 2^{eme} année master technologie agroalimentaire et contrôle de qualité.

Enfin à tous ceux que j'aime et qui m'aiment.

Nesrine

Dédicaces

Avant tous et avec de profonde gratitude et sincère mots, mes remerciement vont d'abord à remercier Allah, quoi que je fasse ou quoi que je dise je ne serait point le remercier comme il se doit.

Avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux et celle qui quels que soient les termes embrassés, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.

Au premier homme de ma vie, qui doit ma vie et tout mon respect, mon père.

A la plus belle de ma vie, qui a souffert sans me laisser souffrir et sans aucune hésitation, qui n'a jamais dit non à mes exigences et n'a épargné aucun effort pour me rendre heureuse, mon adorable mère.

A mes chers sœurs et frères qui savent toujours comment m'énervé mais aussi comment me procurer de la joie et ont toujours été là lors du besoin, que dieu les protège et leurs offre la chance et le bonheur.

A la perssone la plus chère, mon grand père que j'ai perdu, que dieu nous accorde de la patience

A mes plus belles qui je ne peux pas continuer sans eux, à ceux qui ont restés à des moments très difficiles, mes précieuses **ASNK**.

A la plus belle rencontre, les plus belles des binômes ? Je vous souhaite que du bonheur et de la réussite.

Sans oublier mon binôme **KHELIFA Yamina Nesrine** pour son soutien moral, sa patience, son encouragement et sa compréhension tout au long de ce projet.

SAMIRA

Résumé :

Cette étude constitue une première contribution à l'étude de l'effet d'ajout de la farine des grains des pollens récoltés à Mostaganem-Algérie sur la qualité d'un lait fermenté type yaourt brassé au cours de 21 jours de conservation. L'expérimentation a été réalisée avec des taux d'incorporation de la farine des grains de pollen de 0, 4 et 8% , respectivement, dans les yaourts au cours du brassage. Chaque dose a été représentée par trois pots de 100ml ; soit un nombre totale de 9 échantillons expérimentaux. Durant 21 jours de conservation à 4°C, les mesures effectuées sur les produits expérimentaux en triplet, périodiquement, tous les 7 jours ont concerné la qualité physicochimique (pH, acidité, viscosité et activité antioxydante), la qualité microbiologique (dénombrement des germes *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*) et la qualité organoleptique (Gout acide, arrière gout, viscosité, adhésivité, couleur et odeur).

L'ajoute de la farine des grains de pollen à la dose sévère de 8% a altérés relativement la qualité physicochimique, microbiologique et organoleptique des laits fermentés (type yaourt brassé) par comparaison au témoin.

Il s'avère possible d'incorporer la farine des grains de pollen à des taux de 2 et 4 %. A ces taux les panelistes ont bien accepté les échantillons expérimentaux au même titre que le yaourt témoin standard.

Mots clés : Grains de pollens, yaourt brassé, qualité, conservation.

Abstract:

This study is a first contribution to the investigation of the effect of adding pollen grain flour harvested in Mostaganem-Algeria on the quality of fermented milk during type yogurt 21 days of storage. The experiment was carried out with pollen grain flour incorporation rates of 0, 4 and 8%, respectively, in the yoghurts during stirring. Each dose was represented by three 100ml pots, for a total of 9 experimental samples. Over a 21-day shelf-life at 4°C, measurements were taken on the experimental products in triplicate, periodically every 7 days, to assess physicochemical quality (pH, acidity, viscosity and antioxidant activity), microbiological quality (*Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus bulgaricus* counts) and organoleptic quality (acid taste, bitter taste, viscosity, stickiness, color and odor).

The addition of pollen grain flour at a severe dose of 8% relatively altered the physicochemical, microbiological and organoleptic quality of fermented milks (brewed yoghurt type) compared with the standard.

It proved possible to incorporate pollen grain flour at rates of 2% and 4%. At these levels, panelists accepted the experimental samples on the same footing as the standard control yoghurt.

Key words: Pollen grains, stirred yoghurt, quality, preservation.

ملخص

هذه الدراسة هي مساهمة أولى في التحقيق في تأثير إضافة دقيق حبوب اللقاح المحصود في ولاية مستغانم. الجزائر على جودة اللبن المخمر نوع زبادي ممزوج خلال 21 يوم من التخزين. أجريت التجربة بمعدلات دمج دقيق حبوب اللقاح بمعدلات 0 و 4 و 8 % على التوالي في الزبادي إثناء المزج. تم تمثيل كل جرعة بثلاثة علب سعة 100 مل ليصبح المجموع 9 عينات تجريبية. على مدى 21 يوما من التخزين عند درجة 4 مئوية تم إجراء قياسات على المنتجات التجريبية في ثلاث تكرارات بشكل دوري على 7 أيام لتقييم الجودة الفيزيائية و الكيميائية (الحموضة المعيرة درجة الحموضة اللزوجة الالتصاق و النشاط المضاد للأكسدة) الجودة الميكروبيولوجية (و) و الجودة الحسية (طعم الحموضة الطعم المر اللزوجة الالتصاق اللون و الرائحة) أدت إضافة حبوب اللقاح بجرعة شديدة 8 % إلى تغيير نسبيا في الجودة الفيزيائية و الكيميائية و الميكروبيولوجية و الحسية للألبان المخمرة (نوع الزبادي المخفوق) مقارنة بالشاهد. ثبت انه من الممكن دمج دقيق حبوب اللقاح بمعدلات 2 % و 4 %. في هذه المستويات تقبل المتذوقون العينات التجريبية على قدم المساواة مع الزبادي القياسي.

الكلمات المفتاحية حبوب اللقاح. الزبادي المخفوق. الجودة. الحفظ.

Liste des tableaux

Tableau 1. Origine des défauts de gout des yaourts rencontrés dans le yaourt.....	20
Tableau 2. Origine des défauts <i>d'apparence</i> des yaourts rencontrés dans le yaourt.....	20
Tableau 3. Causes des défauts <i>de texture</i> des yaourts rencontrés dans le yaourt.....	21
Tableau 4. : Evaluation des composées phénoliques	35
Tableau 5. Evaluation de l'acidité titrable (°D) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.....	36
Tableau 6. Evaluation du pH des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation	37
Tableau 7. Evaluation de la viscosité (g.s/mm ²) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.....	38
Tableau 8. Evaluation de l'activité antioxydante (mg lyophilisat/ml d'extrait) des yaourts additionnés de la poudre des grains de pollen au cours de la conservation	39
Tableau 9. Evaluation du nombre de <i>Lactobacillus bulgaricus</i> (UFC/ml) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation	40
Tableau 10. Evaluation du nombre de <i>Streptococcus thermophilus</i> (UFC/ml) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation	41
Tableau 11. Evaluation sensorielle du gout acide des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.....	42
Tableau 12. Evaluation sensorielle de l'arrière gout des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.....	42

Tableau 13. Evaluation sensorielle de la viscosité des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation..... 43

Tableau 14. Evaluation sensorielle de l'adhésivité des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation..... 44

Tableau 15 Evaluation sensorielle de la couleur des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation..... 44

Tableau 16. Evaluation sensorielle de l'odeur des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation..... 45

Liste des figures :

Figure 1. Le Pelote des grains de pollen	06
Figure 2. Structure schématique d'un pollen.....	07
Figure 3. Diagramme de fabrication des yaourts.....	18
Figure 4. Traitement préliminaire des grains des pollens.....	24
Figure 5. Etapes de préparation de levain.....	24
Figure 6. Etapes de fabrication des yaourts brassés aux grains de pollen.....	25
Figure 7. Etapes d'extraction de l'extrait hydroethanoliques des grains de pollen..	27
Figure 8. Etapes d'extraction des lipides à froid du yaourt.....	30
Figure 9. Mesure de pH des yaourts à l'aide d'un pH mètre de marque « HANNA ».	30
Figure 10. Mesure de l'acidité titrable des yaourts.....	31
Figure 11. Dénombrement des bactéries lactiques.....	33
Figure 12. Test de dégustation des yaourts expérimentaux.....	34



Introduction

Introduction :

Les laits fermentés sont sans doute extrêmement anciens dans l'histoire humaine, puisqu'il ya des preuves irréfutables de leur consommation des le néolithique au Moyen-Orient et en Europe. Les produits disponibles différents selon les pays et selon les espèces animales (juments, yaks, vaches...). La fabrication des laits fermentés est des yaourts consiste en l'adjonction de ferments lactiques à du lait pasteurisé, entraînant une coagulation naturelle (**Lecerf., 2020**). L'acide lactique coagule ou épaisit le lait et confère au produit une saveur acide plus au moins prononcé (**Luquet., 1990**).

La dénomination yaourt est réservée aux produits obtenus par fermentation aux bactéries spécifique *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* qui doivent être présents au terme de fabrication à un nombre d'un million de germes vivants par gramme de produit (**Luquet., 1990**). C'est l'un des produits le plus préféré par les consommateurs. En Algérie selon l'office national des statistiques, la consommation moyenne des algériens est de 8,5 Kg par personne par ans (**Kaci et Sassi., 2007**). Il est consommé sous toutes ses forme soit à l'état ferme, ou brassé ou à boire additionné ou non de sucre, d'aromes, ou de fruits.

Ces dernières années les industriels notamment du lait et dérivés sont à la recherche de nouveaux ingrédients susceptibles une incorporés dans les divers préparations de générer de nouveaux produits bio, fonctionnels, sains, ne renfermant pas d'additifs chimiques néfastes pour la santé et pouvant satisfaire les exigences des consommateurs.

Le pollen substance poudreuse produite par les organes male des fleurs, plus précisément dans les sacs polliniques des anthères qui sert à la fécondation de la fleur (**Matescu., 2007**) est l'un de ces ingrédients dont les vertus sont rarement valorisées dans la fabrication des yaourts.

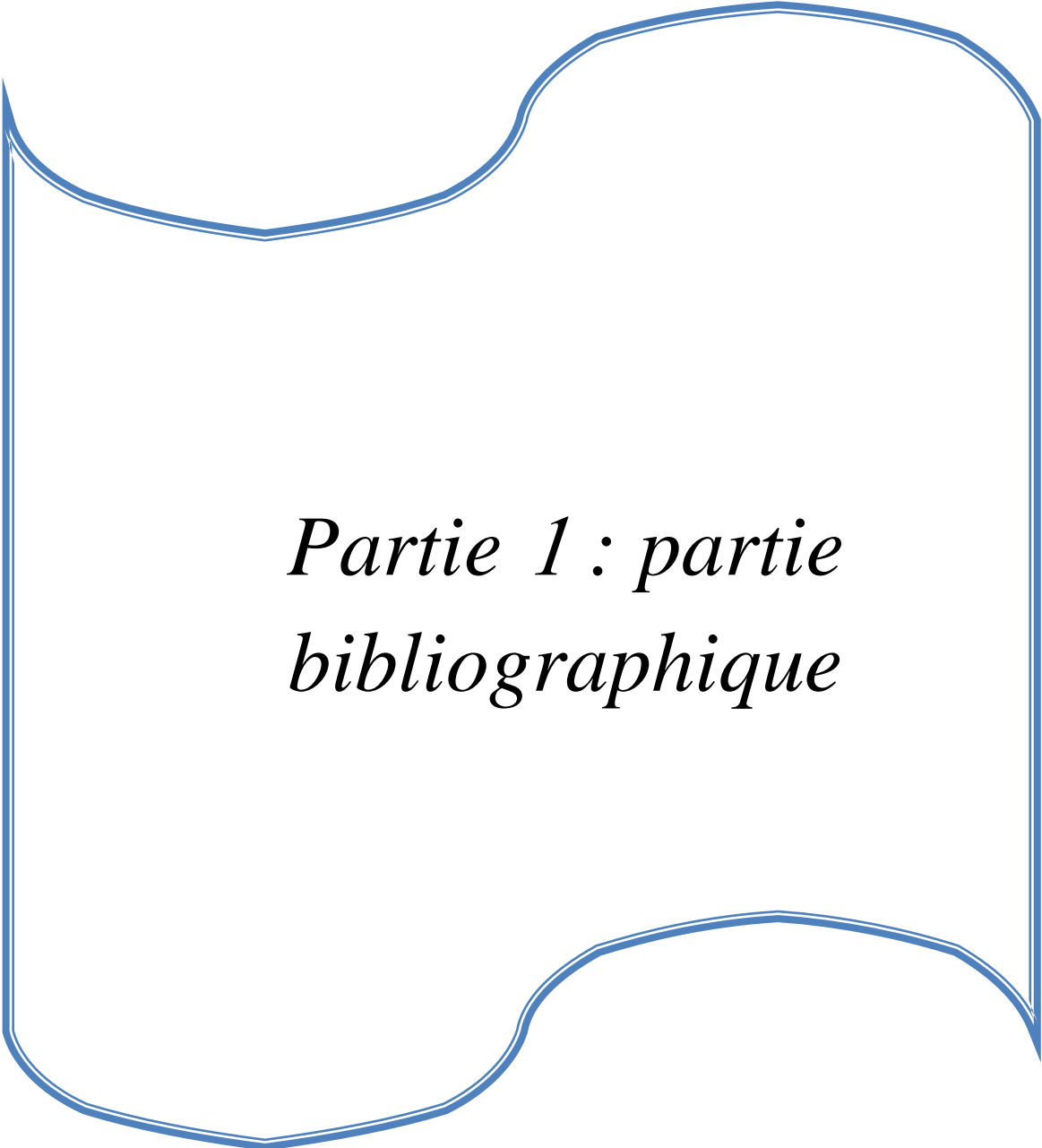
Sa grande richesse en principaux nutriments dont les protéines (environ 20%), glucides (25 à 48%), lipides (1 à 20 %), vitamines (surtout, A, B, C, E, carotène et caroténoïdes), sels minéraux (environ 3%) Des enzymes, des ferments et des levures, des hormones et gonadotropines, des facteurs antibiotiques naturels, des flavonoïdes (polyphénols) anti oxydants, des phytostérols, Des pigments colorés et des caroténoïdes (**Ballot-Flurin ., 2013**). Lui valu le titre de complément alimentaire idéal souvent utilisé en cas de fatigues liée à un déséquilibre alimentaire et comme excellent fortifiant pour les personnes exerçant une forte activité (**Melin., 1999**).

Introduction :

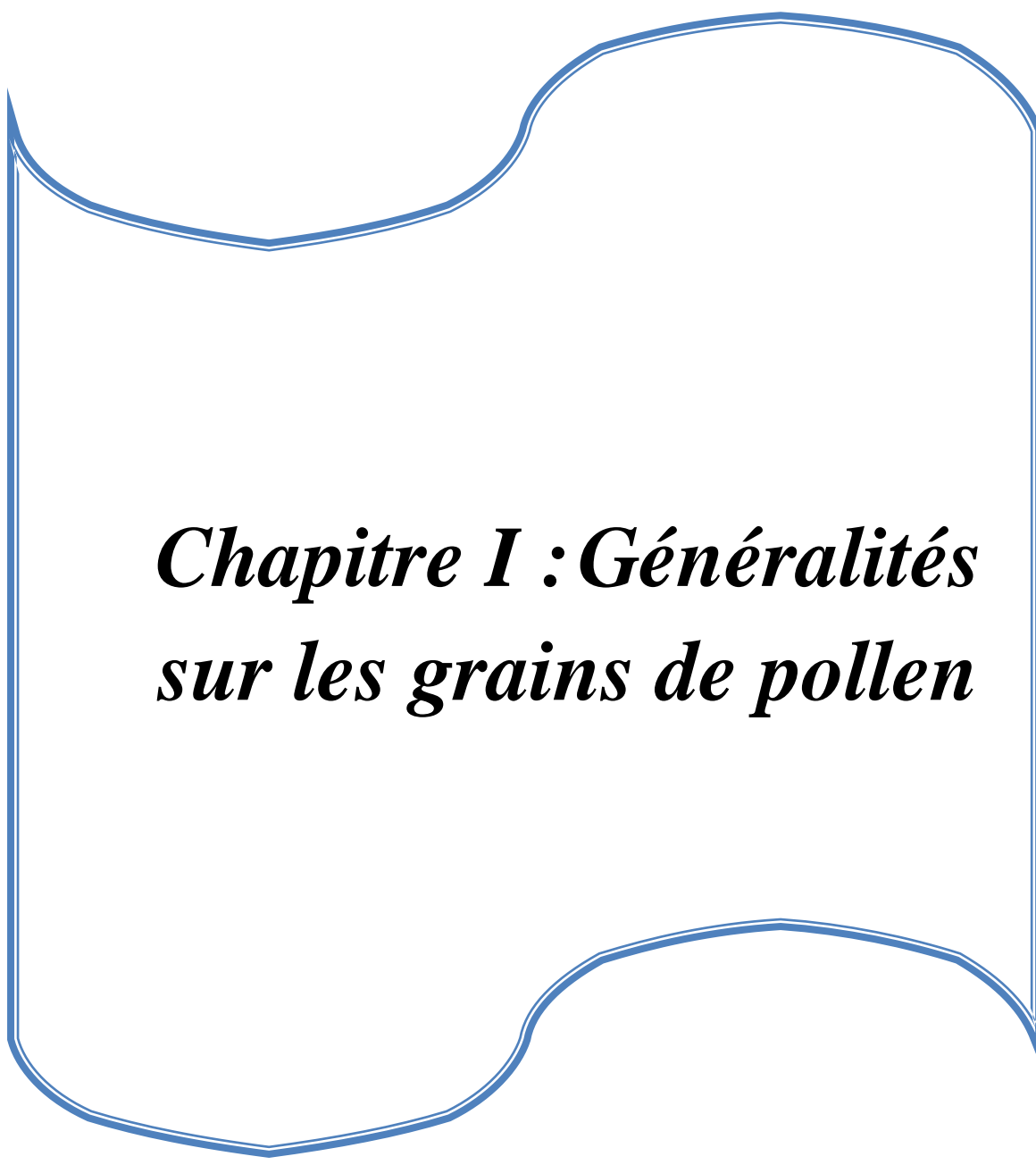
L'intérêt de ce travail consiste donc à suivre l'effet d'incorporation de la poudre des grains de pollen à différentes concentrations (0, 4 et 8%) sur les variations des qualités physicochimiques, microbiologiques et organoleptiques d'un yaourt type brassé au cours de 21 jours de la période de post acidification de conservation au froid positif à 6°C. Le but escompté aussi à travers cette présent étude est d'optimiser la meilleure dose d'incorporation des grains de pollens dans le yaourt brassé en vue d'une éventuelle utilisation dans la secteur agroindustriel à même de contribuer à une mise sur le marché d'un nouveau produit pouvant satisfaire les besoins sans cesse croissants des consommateurs.

Le manuscrit est subdivisé en trois parties :

- Une première partie, comportant la synthèse bibliographique rapportant des généralités sur le yaourt et l'importance de valoriser les graines de pollen.
- La deuxième partie fait une description très exhaustive du matériel et des méthodes utilisées afin d'aboutir les objectifs assignés dans cette étude expérimentale.
- Et la troisième partie rapporte la critique et la discussion des résultats obtenus ainsi que la conclusion et les perspectives de recherche à entreprendre dans une future proche.



*Partie 1 : partie
bibliographique*



***Chapitre I : Généralités
sur les grains de pollen***

Chapitre 1 : Généralités sur les grains de pollen

1. Définition :

Le mot pollen dérive du grec « pâle » qui désignait à la fois la farine et la poussière pollinique (**Donadieu., 1984**).

Le pollen est l'élément reproducteur mâle des plantes à graines. Il représente une multitude de corpuscles microscopiques contenus dans les sacs polliniques de l'authère des fleurs, constituant les éléments fécondants mâles de celle-ci (**Charpin., 2004**).

A maturité, l'anthère des étamines libère du pollen. Chaque grain de pollen est un élément de petite taille (de 5 à plus de 30 µm), de forme sphérique ou en bâtonnet, et de durée de vie variable (de quelques minutes à quelques jours) (**Marouf., 2007**).

Lors de la pollinisation, le pollen libéré est transféré vers la partie femelle de fleur où se produit la fécondation (**Charpin., 2004**).

C'est l'aliment le plus riche que l'on connaisse, le seul sur terre à contenir les 20 acides aminés à partir desquels les protéines de la vie sont construites, et indispensables à la survie de la ruche. Sans pollen, pas de protéines; sans protéines, pas de cire; sans cire, pas de ruche! Les jeunes abeilles et les ouvrières en pleine activité ont besoin d'une nourriture énergétique (fournie par le nectar) et de protéines, vitamines, lipides, etc., qu'elles trouvent dans le pollen (**Ballot-Flurin., 2013**).

2. Origine du pollen :

Les grains de pollen sont enfermés dans les sacs polliniques des étamines. De grosseur et de forme variable, ils sont transportés sur d'autres fleurs, soit par le vent (pollens légers), soit par les insectes (pollens lourds). Les abeilles assurent la fécondation de 50 à 60% des espèces végétales : arbres fruitiers, melons, giroflées, ...etc. (**Prost., 1987**).

Les abeilles utilisent le pollen d'abord, involontairement, quand elles plongent dans la fleur pour aller puiser le nectar au fond de la corolle, la plante couvrant au passage le corps poilu de l'abeille de pollen, ces grains de pollen sont ensuite

transportés de fleur en fleur par l'abeille. C'est ce moyen efficace que 70% des plantes utilisent pour faire transporter leur semence male. Revenant à la ruche, chargée de nectar pur faire du miel, l'abeille continue à disséminer le pollen accroché à ses poils dans toute la ruche. C'est ainsi qu'on retrouve dans le miel des grains de pollen en suspension. Ils apportent vitamines et protéines à la nourriture quotidienne des abeilles et permettent d'identifier l'origine florale des miels récoltés. En effet, en regardant au microscope une goutte de miel, on peut identifier, par les grains de pollen en suspension, tout le parcours des abeilles sur les différentes fleurs : du chardon au trèfle en passant par le châtaignier et le tilleul.

Ensuite, les abeilles utilisent le pollen pour nourrir les « bébés ». La reine pondant des centaines d'œufs par jour, il faut nourrir tout ce petit monde avec une bonne bouillie protéinée permettant une croissance rapide et saine. Certaines abeilles butineuses se spécialisent un temps dans la récolte du pollen. Elles vont rechercher les fleurs au pollen le plus abondant : genêt, saule, châtaignier, cyste, par exemple, et, à l'aide de leur pattes arrières munies de brosses et de corbeilles, elles forment des pelotes contenant des milliers de grains de pollen. Ces pelotes sont rapportées à la ruche et mélangées avec de miel pour faire la « potion » des jeunes abeilles.

Dans les cellules, les bactéries et les levures présentes dans le mélange de pollen et de miel continuent la maturation qui rend ce pollen digeste ; il contient moins de sucres mais plus de protéines assimilables que le pollen de fleur. Le mélange obtenu s'appelle pain d'abeilles. Ce sera la nourriture des larves après trois jours. Les jeunes abeilles continuent à le manger également pendant la production de gelée royale et de cire (**Ballot-Flurin., 2013**)

3. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des grains de pollens :

3.1. Caractères macroscopiques des grains de pollens :

3.1.1. Forme :

D'après (**Donadieu., 1982**) l'existence d'autant de fleurs différentes est à l'origine d'une production d'autant de pollen différents.

Les grains de pollen ont des formes sphériques ou ovoïdes, plus ou moins déformés généralement de couleur jaune, parfois rouge, noir ou bleuâtre (**Laaidi et al., 1997**).

Dans un grain de pollen l'axe polaire, désigné par P, joint les deux pôles. L'axe équatorial, désigné par E, est perpendiculaire. A l'axe polaire, le plan équatorial partage le pollen en deux hémisphères. Les axes sont repérés sur les grains isolés par la disposition des ouvertures (ouverture dans la membrane) (**Charpin., 1986**). Certains pollen sont brévi-axes ($P < E$), d'autres sont longi-axes ($P > E$) et d'autres sont équi-axes ($P = E$).

Certains grains de pollen sont des vésicules se présentant sous forme de ballonnets pleins d'air qui facilitent leur transport (**Charpin., 1986**) comme le pollen de certains Gymnospermes.

La plupart des grains de pollens sont isolés, certains restent glomérés ou tétrades ou encore la cohérence peut persister entre les grains pour former des polyades (**Charpin., 1986**).

3.1.2 Taille :

La taille des grains de pollens varie de 5µm pour le myosotis à 250µm pour certaines gymnospermes (Sapin, épicéa) (**Laaidi et al., 1997**) et un grand nombre de pollen anémophile peut mesurer entre 20 et 60µm (**Charpin., 1986**). La taille des pelotes de pollen varie en fonction de la récolte de l'abeille mais on peut estimer sa moyenne à 2,5mm de diamètre (**Thibault., 2017**).

3.1.3 Odeur :

Les grains de pollen peuvent présenter une odeur de "foin" variable s'il s'agit d'un pollen frais ou congelé (**Thibault., 2017**).

3.1.4 Gout et texture:

Les grains de pollen ont un goût sucré, aigre, amer, épicé et dénotent une texture farineuse (**Thibault., 2017**).

3.1.5 Couleur :

La plupart du temps les pelotes de pollen sont jaunes ou jaune-bruns mais d'autres couleurs sont possibles telles que rouge, noir, violet qui sont variables surtout en fonction de l'origine botanique (**Figure01**) (**Thibault, 2017**).



Figure 1. Pelote des grains de pollen (photo original et personnel, 2023).

3.2 Caractères microscopiques des grains de pollens :

La taille du pollen peut varier de 0,002 à 0,3 mm. La forme et l'ornementation de la paroi sont également typiques : celles-ci sont constituées de sporollénine, un polymère dur et compact qui est la substance naturelle la plus résistante produit par un végétal.

Une pelote de pollen pèse environ 10 mg et comporte entre 200.000 et 2000.000 des grains. Un grain de pollen est composé d'un cytoplasme très riche en matière de réserve contenant les noyaux reproducteurs et végétatifs et entouré d'un sporoderme. Ce dernier est subdivisé en deux couches concentriques (**Figure 02**).

- **L'intine** : une mince pellicule interne de nature cellulosique.
- **L'exine** : une enveloppe extérieure constituée du sporopollenine (substance plus polymérisée, du groupe de caroténoïdes). Cette dernière confère au grain le pouvoir de résister aux diverses causes de dégradation et de se conserver presque indéfiniment au cours des temps. Chaque grain de pollen d'une espèce végétale est déterminé après observation microscopique qu'il soit optique ou bien électronique grâce à sa forme, sa taille, ses caractéristiques morphologiques et la structure variée de sa surface (**Mehdi., 2016**).

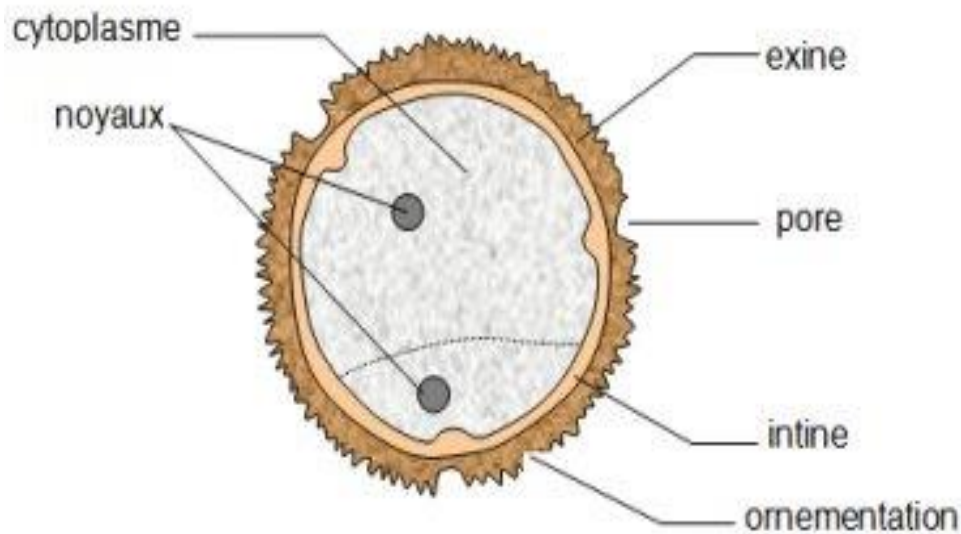


Figure 2. Structure schématique d'un pollen (Prost., 1987).

4. Composition chimique :

Le pollen d'abeilles contient en particulier :

- Une forte proportion d'acides aminés libres et faciles à assimiler. Le pollen est plus riche en protéine que la viande ou les œufs ;
- Des acides gras ;
- Des vitamines (provitamine A, vitamines E et C) ;
- Des enzymes, des ferments et des levures, qui jouent un rôle important dans la respiration cellulaire ;
- Des sels minéraux et oligo-éléments (un des deux aliments les plus riches en sélénium) ;
- Des hormones et gonadotropines ;
- Des facteurs antibiotiques naturels ;
- Des flavonoïdes (polyphénols) anti oxydants protecteurs de la circulation sanguine ;
- Des phytostérols diminuant l'absorption de cholestérols ;
- Des pigments colorés, des caroténoïdes

Les pollens de différentes fleurs ou arbres ont des couleurs, des goûts et des compositions très légèrement différentes. **(Ballot-Flurin .,2013).**

De nombreuses études sont parvenues à quantifier l'eau présente dans le pollen, les résultats différents d'une zone géographique à une autre. Après séchage traditionnel, la teneur en eau du pollen apicole varie de 3 à 10 % (activité de l'eau, $a_w=0,21$ à $0,54$). Le pH varie de 4,3 à 5,2. Certaines teneurs se sont révélées trop importantes car un pollen riche en eau sera plus facilement agressé par des microorganismes tels que les bactéries et champignons (**Thibault., 2017**).

La composition du pollen est très variable. Néanmoins, les composants suivants s'y retrouvent de façon constante : protéines (environ 20%), glucides (25 à 48%), lipides (1 à 20 %), vitamines (surtout B, C, carotène et caroténoïdes) et sels minéraux (environ 3%). La richesse en protéines est particulièrement importante lors du développement de la colonie au printemps. A ce moment, l'élevage des larves exige une nourriture riche en azote (**Mehdi., 2016**).

5. Récolte et conservation des grains de pollen :

Selon (**Alin Caillas., 1976**) et (**Ballot-Flurin., 2013**), la récolte annuelle d'une colonie d'abeille dans une ruche peut atteindre 30 à 50 kg.

Pour récolter le pollen, on dépose souvent des grilles (« trappes à pollen ») à l'entrée de la ruche, à travers lesquelles les abeilles passent et qui font tomber leurs pelotes. En apiculture douce, les jours de récolte, on fait attention aux conditions climatiques et, notamment, au taux d'humidité de l'air (le pollen ne doit pas prendre trop d'humidité). On peut construire des ruches à double entrée dont une seulement comporte une grille à pollen. Les abeilles peuvent passer par l'une ou l'autre porte. On remarque que la récolte de pollen ne diminue pas avec ce procédé, beaucoup plus confortable pour les abeilles. Un autre avantage est qu'il n'y a pas de cadavres, de pattes et d'ailes dans le pollen. Le pollen est donc plus propre. Il est préférable de ne pas récolter de pollen en début et en fin de saison de floraison et de ne pas séparer les pollens de diverses fleurs. On respecte ainsi le choix des abeilles qui savent apporter à la colonie toute la variété de nutriments nécessaires (**Ballot-Flurin., 2013**).

Pour conserver le pollen, le procédé « hydro plus » consiste à faire comme les abeilles, c'est-à-dire à la ventiler entre 30 et 35°C, la température de la ruche. Il se conserve avec une texture moelleuse. Les températures trop hautes le dénaturent.

Beaucoup d'apiculteurs vendent du pollen congelé. Celui-ci est souvent agréable au goût car il ressemble beaucoup au pollen fraîchement récolté. Attention dans ce cas à respecter la température de -18°C pendant le stockage et le transport. Si la chaîne du froid est rompue, une sensation de troubles digestifs peut apparaître (**Alin Caillas., 1976**)

6. Pollinisation et transport du pollen:

Selon **Melin (1999)** in **Mehdi (2016)**, le transport du pollen sur stigmate (partie supérieure de pistil) est un phénomène appelé pollinisation. De nombreuses plantes à fleurs exigent une fécondation croisée pour assurer la production de graines et de fruits (les ovules ne peuvent être fécondés par le pollen originaire de la même plante). Les agents qui assurent le transport du pollen sont les suivants :

- Le vent (plantes anémogames): 20 à 30% des plantes (graminées, certains arbres) ;
- L'eau : 1 à 5% des plantes (plantes aquatiques) ;
- Les animaux : les oiseaux, escargots, limaces mais essentiellement insectes (plantes entomogames): 75 à 80% des plantes.

7. Propriétés et usage des pollens :

Le pollen sera de préférence consommé « ouvert », soit dans une préparation miel et pollen qui recrée les conditions du pain d'abeilles, soit après trempage d'une heure au moins dans l'eau additionnée de miel. On peut le mélanger dans un yaourt, du miel, des fruits (avocats, bananes, fruits rouges). L'enveloppe des grains de pollen peut alors s'ouvrir comme dans la fleur et l'assimilation des nutriments du pollen est meilleure.

Il est tonifiant et stimulant, nettement euphorisant. Le pollen d'abeilles est un aliment protéiné de premier choix car il contient tous les acides aminés nécessaires à la vie de nos cellules. De plus, ces protéines sont très faciles à assimiler car libres. C'est pourquoi le pollen est si stimulant. Il est recommandé pour garder la ligne. Le pollen est gonadotrope : il agit sur les glandes sexuelles de l'homme, ce qui explique son action sur la reproduction, la vigueur et la croissance.

Il est reconnu pour son action bénéfique sur la prostate. Le pollen d'abeille joue un rôle important dans l'équilibre de la flore intestinale. Il contient des probiotiques issus du jabot des abeilles par la régurgitation du nectar qui sert à amalgamer les pelotes. Il influe positivement sur la pousse cheveux, des ongles et de tous les phanères (**Ballot-Flurin .,2013**).

8. Effets sur la santé :

8.1. Effets allergiques:

Les pollens responsables de réactions allergiques présentent certaines caractéristiques communes, et une quinzaine de familles au maximum sont impliquées, à des degrés divers, dans les pollinoses. Un premier trait commun aux grains de pollen allergisants est leur petite taille. Ils sont le plus souvent anémophiles, ou proviennent de plantes à pollinisation mixte (vent et insectes) comme le saule. On peut trouver aussi, mais plus rarement, des allergies à des pollens entomophiles libérés mécaniquement par l'homme et dont quelques grains se retrouvent dans l'atmosphère ; il s'agit alors d'allergies de proximité. L'allergénicité des grains de pollen dépend aussi de leur nombre, et il existe pour chaque taxon un seuil de concentration dans l'air au-dessous duquel on n'observe pas de manifestations pathologiques. Ce seuil varie, quoique dans une assez faible mesure, en fonction de la sensibilité des patients. Mais, le plus souvent, il faut que les pollens soient assez abondants pour provoquer des allergies (au moins quarante grains par mètre cube pour les graminées). Ils doivent également contenir un principe actif, en l'occurrence des allergènes (on en a isolé cinq différents dans le pollen d'ambrosie et jusqu'à quatorze dans celui de fléole). Ces allergènes sont présents, d'une part, dans l'intine et le cytoplasme (parties vivantes du grain), d'autre part, dans l'exine : cela explique que l'on soit sensible aussi bien au pollen vivant qu'au pollen mort ou moribond (**Dowding., 1988**). Ils sont libérés lorsque le grain de pollen se dépose sur les yeux ou sur les muqueuses du tractus respiratoire, où ils déclenchent les mécanismes physiologiques de l'allergie.


La réaction allergique peut être décomposée en trois phases : la sensibilisation du patient atopique, la réaction allergique immédiate et la réaction allergique tardive. Lorsque le grain de pollen arrive au niveau de la muqueuse, il libère ses allergènes qui

induisent la synthèse d'anticorps spécifiques, les IgE. Ceux-ci se fixent alors sur certaines cellules, les mastocytes et les basophiles, ce qui termine la phase de sensibilisation. Les IgE fixés sur les mastocytes induisent chez ces derniers la libération de médiateurs chimiques dont le principal est l'histamine, à l'origine, dans la rhinite allergique, du prurit nasal, de la vasodilatation et de l'hypersécrétion de mucus. C'est la réaction allergique immédiate. La réaction allergique secondaire est caractérisée quant à elle par la libération de nombreux médiateurs chimiques et par l'afflux de certaines cellules constituant un infiltrat inflammatoire responsable de l'hyperréactivité nasale ou bronchique (Laaidi et al., 2012).

8.2. Effet bénéfiques :

Selon (Thibault et al., 2017), le pollen a beaucoup d'effets bénéfiques sur la santé grâce à ses nombreuses vertus dont notamment :

- Antioxydante ;
- Anti-angiogénique ;
- Organo-protecteur et anti carcinogénique ;
- Anti-inflammatoire ;
- Antimicrobien et antifongique ;
- Anti-muta génique ;
- Anti-ostéoporose ;
- Probiotique ;
- Immunomodulateur ;
- Antivieillessement ;
- Antiasthénique ;
- Fortifiant ;
- Antiathérogène et protecteur cardiovasculaire ;
- Antidépresseur.



***Chapitre II : Bref
aperçu sur le yaourt
brassé***

Chapitre 2 : Bref aperçu sur le yaourt brassé

1. Introduction :

La consommation des laits fermentés connu au cours des dernières années une croissance forte et régulière. Ils sont en réalité consommés depuis l'antiquité, en particulier par certaines populations orientales (Asie, Europe centrale). Le yaourt s'est répandu dans les pays occidentaux au début du XX^e siècle après les travaux de **Metchnikov (1907)** qui a abouti aux conclusions que l'une des causes de vieillissement serait due à présence dans l'intestin de produits de putréfaction. La consommation de laits fermentés, en modifiant le pH du milieu intestinal, entrave, néanmoins, l'action des bactéries putréfiantes. Cette théorie est à l'origine du grand succès commercial rencontré par les produits laitiers fermentés (yaourt, yaourt à boire, lait au *Bifidus*, lait ribot, etc.) (**Jeantet et al., 2008**).

Les laits fermentés ont une caractéristique commune : ils sont tous obtenus par le développement d'une flore microbienne, composée de probiotiques (micro-organismes viables bénéfiques pour la santé et la physiologie de l'hôte) qui peuvent générer des prébiotiques (substances non digestibles bénéfiques pour la santé de l'hôte en stimulant spécifiquement la croissance et/ ou l'activité des bactéries dans le colon) d'origine métabolique ou d'origine laitière par dégradation de ses constituants.

Les caractéristiques propres des différents laits fermentés sont attribuées aux variations particulières de la composition du lait, à la température d'incubation et à la nature de la flore microbienne (**Vignola et al., 2002**).

2. Définitions:

Selon la définition établie par le Journal Officiel Algérien (**JORA,1988**), la législation Française relative aux laits fermentés et au yaourt ou yoghourt , la dénomination «Yaourt » ou « Yoghourt » est réservé au lait fermenté obtenu selon les usages

loyaux par le développement des seules bactéries lactiques thermophiles spécifiques dites *Lactobacillus bulgaricus* et *Streptocoques thermophiles* qui doivent être ensemencées simultanément et se trouver vivantes dans le produit fini, à raison d'au moins 10 millions de bactéries par gramme de produit. La quantité d'acide lactique libre ne doit pas être inférieure à 0,7 g. 100 g⁻¹ lors de la vente au consommateur » **(JORA, 1988)**.

Les bactéries lactiques possèdent aussi une β _galactosidase qui est active tout au long du tractus digestif ; ce qui permet au yaourt d'être parfaitement recommandé aux personnes ayant une intolérance au lactose **(JORA, 1988)**.

Selon la norme n°A-11 (a) du **Codex Alimentarius (1975)**, « Le yaourt est un produit laitier coagulé obtenu par fermentation lactique grâce à l'action de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptocoques thermophiles* à partir du lait frais ainsi que du lait pasteurisé (ou concentré, partiellement écrémé, enrichi en extrait sec) avec ou sans addition de saccharose.

Tous les produits contenant des ferments autres que ceux cités ci-dessus ne peuvent se voir attribuer le nom de yaourt mais celui de lait fermenté, ce qui est le cas de la plupart des nouveaux produits dits « produits santé » **(jeantet et al., 2008)**.

3. Classification:

Selon, **(JORA., 1998) N°86 du 18 Novembre 1998**, le yaourt est classé selon différents critères :

3.1. Selon la teneur en matière grasse :

- ✓ **Yaourt gras** : Produit dont la teneur minimale en matière grasse laitière est égale à 3% masse par masse;
- ✓ **Yaourt partiellement écrémé** : Produit titrant moins de 3% de matière grasse masse par masse, mais plus de 0,5% masse par masse de matière grasse laitière;

- ✓ **Yaourt écrème** : Produit dont la teneur en matière grasse laitière est inférieure à 0,5% masse par masse;

3.2. Selon le goût :

- ✓ **Yaourt nature** : Produit n'ayant pas subi d'adjonction d'ingrédients alimentaires lui conférant une saveur spécifique.
- ✓ **Yaourt sucré** : Yaourt auquel ont été uniquement ajoutés un ou plusieurs sucres. Le sucre souvent ajouté est le saccharose.
- ✓ **Yaourt aromatisé** : Yaourt auquel a été ajoutée lors de la fabrication une substance aromatisant.

3.3. Selon la texture :

Selon la norme n°A-11 (a) du Codex Alimentarius (1975), il existe trois types de yaourt :

- ✓ **Yaourt ferme ou étuvé** : Il s'agit d'un yaourt présentant un caillé ferme et homogène et dont la fermentation lactique jusqu'au caillage se déroule en pot (FAO, 1975).
- ✓ **Yaourt brassé** : Le laitensemencé est maintenu en cuve ou en tank à la même température que dans le cas des pots (entre 42 et 46 °C) jusqu'à obtention de l'acidité voulue. Celle-ci est souvent un peu plus élevée que pour le yaourt ferme: de 1 à 1,2 pour cent d'acide lactique, soit 100 à 120 °Dornic. On procède alors au découpage et au brassage du caillé par l'un des procédés ci-après: agitation mécanique à l'aide d'un brasseur à turbine ou à hélice; passage du gel à travers un tamis; homogénéisation à basse pression. Les yaourts à caillé brassé ou yaourt brassé plus liquides dont la fermentation a lieu en cuve avant le conditionnement. Ce sont généralement des yaourts veloutés nature ou à la pulpe de fruits ou yaourts avec morceaux de fruits (FAO, 1975).
- ✓ **Yaourt à boire** : Il s'agit d'un yaourt qui se différencie du brassé par son état liquide qui l'assimile à une boisson. Sa fluidité est obtenue par une diminution de la teneur en matière sèche. Le brassage fait par passage à l'homogénéisateur sous pression inférieure à 50 atmosphères donne une viscosité inférieure

d'environ 50 pour cent à celle obtenue par brassage mécanique. Il peut être nature ou aromatisé (FAO., 1975).

4. Caractéristiques des bactéries spécifiques du yaourt:

Le **Codex Alimentarius, n° A-11(a)(1975)**, a mentionné que les deux bactéries associées dans la préparation du yaourt ont pour rôle principale d'abaisser le pH du lait au point isoélectrique de la caséine (pH=4,6) de façon à former un gel. Elles lui assurent une saveur caractéristique due à la production de composés aromatiques. Enfin, par la production de polysaccharides, certaines souches ont une action dans la consistance du gel.

Ces deux espèces sont micro aérophiles. Elles vivent en symbiose dans le yaourt. Elles produisent d'avantage d'acide lactique cultivées ensemble que séparément.

4.1. *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* : ne produit que de l'acide lactique au cours de la fermentation du lactose. Il se développe bien à la température de 45 à 50°C en acidifiant fortement le lait jusqu'à 1,8 % (pH=4,5), voire avec certaines souches, jusqu'à 2,7% d'acide lactique (pH=3,8 à 3,6) (FAO, 1975).

4.2 *Streptococcus salivarius, subsp. Thermophilus* : se développe bien de 37 à 40°C, mais croît encore à 50°C. Thermorésistant, il survit au chauffage à 65°C pendant 30 minutes ou à 74°C pendant 15 secondes. Nettement moins acidifiant que le lactobacille, il produit généralement de 0,5 à 0,6% d'acide lactique (pH=5,2) certaines souches sont capable de supporter un pH de 4,3 à 3,8 (FAO, 1975).

Pour se développer, les bactéries ont besoin d'acide aminés et de peptides directement utilisables. Le lactobacille par son activité protéolytique, attaque la caséine qui libère les peptides permettant au streptocoque de poursuivre sa croissance. De son côté, le streptocoque stimule le lactobacille par production d'acide formique (FAO, 1975).

Le streptocoque produit de l'acide lactique principalement sous la forme L(+), alors que le lactobacille donne surtout la forme D(-) (FAO, 1975).

5. Technologie de fabrication du yaourt brassé:

Les étapes technologiques de fabrication du yaourt brassé est mentionné dans la **(Figure 3)**

5.1. Préparation et traitement du lait :

5.1.1. Enrichissement en matière sèche :

La teneur en matière sèche du lait mis en œuvre dans la fabrication du yaourt est un facteur important, car elle conditionne la viscosité et la consistance du produit **(Jeantet et al., 2008)**. Souvent le lait destiné à la fabrication des yaourts est préparé à un taux d'extrait sec de 130 g/l.

5.1.2. Traitement thermique :

Le lait enrichi subit un traitement thermique qui a pour but :

- ✓ De détruire tous les germes pathogènes et indésirables (bactéries, levures, moisissures), ce qui favorisera le développement ultérieur des ferments ;
- ✓ D'inactiver les γ -globuline et de nombreuse enzyme (phosphatase, peroxyde) et de favoriser le développement de la flore lactique spécifique par la formation d'acide formique et d'autres facteurs de croissance ;
- ✓ D'induire des modifications physicochimiques de la fraction protéique du lait, notamment par dénaturation des protéines sériques (β lactoglobuline) et interaction avec la caséine k au sein ou à l'extérieur de l'édifice micellaire. Les complexes protéiques formés au cours du traitement thermique gélifient à des pH plus élevés (pH 5.2) que les caséines natives : il en résulte une très nette augmentation de la fermeté du coagulum, ce qui limite la synérèse (amélioration de la rétention d'eau) et améliore la texture du yaourt et sa stabilité **(Jeantet et al., 2008)**.

5.1.3. Homogénéisation :

Ce traitement est pratiqué dans le cas des laits gras (10 à 25.10⁶ Pa à 60-90°C), soit en phase montante de la pasteurisation, soit en phase descendant mais avec des risques

de recontamination dans ce cas. L'homogénéisation en réduisant la taille des globules gras et en générant une interface de nature protéique évite la remontée et la coalescence de la matière grasse pendant la gélification, limite la synérèse en améliorant la rétention de l'eau (en interaction avec les protéines adsorbées sur la surface des globules gras) et améliore la texture (viscosité et fermeté accrues par interaction entre globules gras et caséines) du produit fini (**Jeantet et al., 2008**).

5.1.4. Fermentation :

L'ensemencement d'une culture de *Lactobacillus delbrueckii ssp. Bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus* doit se faire à un taux assez élevé pour assurer une acidification correcte : il varie selon la vitalité des cultures entre 1 et 7% dans un rapport *Streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus* de 1.2 à 2/1 pour les yaourts naturels et pouvant atteindre 10/1 pour les yaourts aux fruits (**LUQUET., 1990**).

Ce sont des bactéries lactiques homofermentaires, micro-aérophiles et thermophiles dont la température optimale de développement se situe selon les auteurs de 37 à 46°C pour *Streptococcus thermophilus* et de 42 à 45°C pour *Lactobacillus bulgaricus*. Ils confèrent un caractère plus ou moins filant au produit par production d'exopolysaccharides (EPS) en quantité variable selon les souches, la composition du mélange et les paramètres (durée, température) de fermentation. En dehors de leur impact sur le produit final (amélioration de la texture et réduction de la synérèse), certains EPS (gluco- et ou fructo-oligosaccharides) pourraient jouer le rôle de prébiotiques sur la microflore du colon (**Jeantet et al., 2008**).

5.1.5. Conditionnement :

Deux types d'emballage sont utilisés : les pots en verre et les pots en plastique (thermoformage). L'ajout du sucre et des arômes se fait suite à l'ensemencement pour les yaourts fermes que l'addition de fruits se fait juste après le refroidissement pour les yaourts brassés (**Jeantet et al., 2008**).

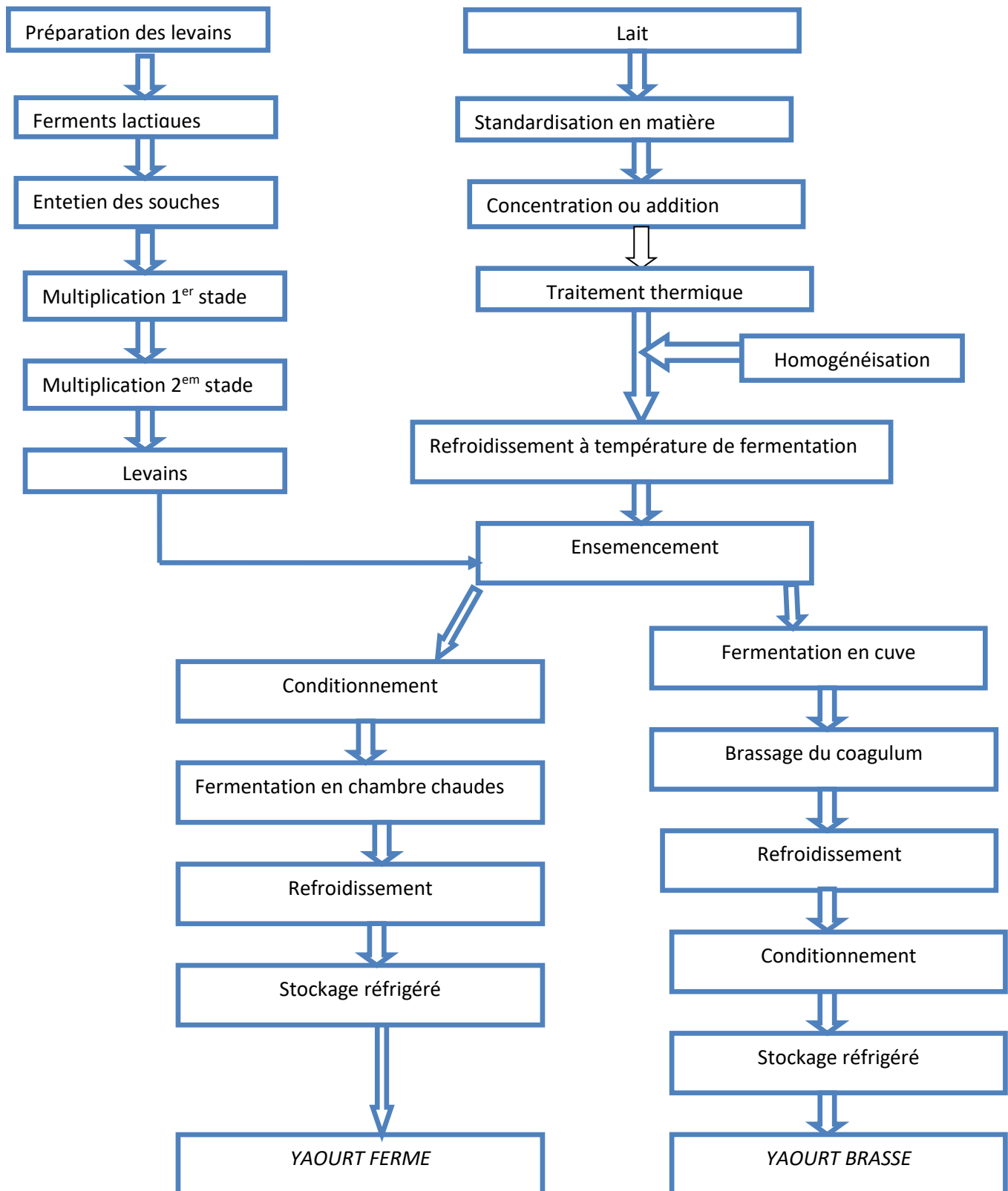


Figure 3. Diagramme de fabrication des yaourts (Luquet., 1990).

6. Qualité du yaourt brassé :

6.1. Aspects physicochimiques :

Selon (Vignol., 2002 et Luquet., 199), Le yaourt doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- Couleur franche et uniforme ;
- Gout franc et parfum caractéristique ;
- Texture homogène.

6.2. Aspects hygiéniques :

Le traitement thermique appliqué au lait avant transformation et l'acidité lactique développée par les germes spécifiques *Streptococcus thermophilus/ Lactobacillus bulgaricus* sont suffisants pour empêcher le développement de germes pathogènes et sporulés dans le yaourt. Les levures et les moisissures peuvent, néanmoins, se développer relativement dans le yaourt Selon (Vignola., 2002 et Luquet., 1990).

6.3. Aspect organoleptique :

Selon (Vignola., 2002 et Luquet., 1990), plusieurs défauts peuvent apparaître pendant la fabrication du yaourt dont :

6.3.1 Défauts de gout:

Les principaux défauts de gout rencontrés dans le yaourt sont figurés dans le (Tableau1).

6.3.2 Défaut d'apparence :

Les défauts d'apparence du yaourt sont multiples et peuvent être résumés confortablement aux informations figurant dans le (Tableau 2).

6.3.3 Défaut de texture:

Les origines des défauts de texture rencontrés au cours d'une mauvaise maîtrise du procédé de fabrication sont illustrées dans le (Tableau 3).

Tableau 1. Origine des défauts de gout des yaourts rencontrés dans le yaourt.

<i>Défauts de gout:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Amertume : Longue conservation, activité protéolytique forte des ferments, contamination par des germes protéolytiques. • Gout levuré, fruité, alcool : Contamination par des levures. • Gout moisi : Contamination par des moisissures, fruits de mauvaises qualités pour les yaourts aux fruits. • Gout plat, absence d'arome : Mauvaise activité des levains (déséquilibre de la flore, incubation trop courte ou à trop basse température, matière sèche trop faible). • Manque d'acidité : Mauvaise activité des levains, taux d'ensemencement trop faible, incubation trop courte ou à trop basse température, inhibiteurs dans le lait). • Trop d'acidité : Mauvaise conduite de la fermentation, taux d'ensemencement trop fort, incubation trop longue ou à température trop élevée. • Rancidité : Contamination par des germes lipolytiques et traitement thermique trop faible. • Gout farineux, de poudre : Poudrage trop poussé. • Gout oxydé : Mauvaise protection contre la lumière, présence de métaux (fer, cuivre). • Gout de cuit, de Brulon : Traitement thermique trop sévère. • Gout gras : Teneur en matière grasse trop élevée. • Gout salé : Lait mammitieux ou de fin de lactation. • Malpropre : Lait contaminé par des bactéries lactiques sauvages, des coliformes...etc. • Gout de foin, d'herbe : Mauvaise alimentation de la vache ou contamination du lait. • Trop sucré : Ajout de trop de sucre ou d'édulcorant, acidification insuffisante du produit. • Peu sucré : Ajout insuffisant de sucre ou d'édulcorant. • Aqueux : Quantité insuffisante de matière grasse ou de solides totaux, traitement inadéquat, avec une ouverture insuffisante des protéines, vitesse trop rapide de l'acidification entraînant l'obtention de grains de caillé trop gros.

(Vignola., 2002 et Luquet., 1990)

Tableau 2. Origine des défauts d'apparence des yaourts rencontrés dans le yaourt.

<i>Défaut d'apparence :</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Décantation/Synérèse : Suracidification ou post acidification, refroidissement trop faible, agitation trop poussée et admission exagérée d'air, utilisation de pompe centrifuge, teneur en matière sèche trop faible. • Mousse ou colonies en surface : Contamination par des microorganismes gazogènes, hétéro fermentaires, coliformes ou levures ou moisissures. • Présence de moisi : Propreté douteuse à la ferme, circulation inappropriée entre les secteurs à niveau de risque différent, contamination des emballages à l'origine. • Craquelage : Utilisation du stabilisant à une mauvaise température ou une mauvaise étape, mauvais choix du stabilisant, suracidification, manipulations trop brusques • Collage à la paroi du pot/ Produit sur le couvercle : Mauvaise manutention, lait contaminé par des bactéries filantes ou trop forte production de polysaccharides par les ferments filants, traitement trop fort ou trop brusque, trop de stabilisant ou choix inadéquat du stabilisant, mauvaise solubilisation des protéines (poudre ajoutées). • Couche de crème : Mauvaise ou absence d'homogénéité. • condensation (eau) : Fluctuation de la température et de la pression atmosphérique. • présence de grumeaux : Trop de protéines ajoutées, température de solubilisation inadéquate, traitement thermique trop poussé, sur acidification. • Manque d'homogénéité : Mauvaise agitation, température de solubilisation inadéquate. • Couleur non uniforme : Pression trop faible. • Couleur trop jaune : Trop de matière grasse, pasteurisation trop poussée. • Couleur trop bleutée : Faible pourcentage de matière grasse. • Production de gaz : Contamination par des levures ou coliformes.

(Vignola., 2002 et Luquet., 1990)

Tableau 3. Causes des défauts *de texture* des yaourts rencontrés dans le yaourt.

<i>Défaut de texture:</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Trop liquide : Lait mammitéux ou de colostrum, lait de mauvaise qualité, forte compétition bactérienne, inhibiteur, teneur faible en protéines, homogénéisation et traitement thermique trop forts ou trop faibles sur le mélange, temps de fermentation insuffisant, mauvaise qualité ou activité des ferments, brassage du gel avant la fin de la coagulation • Trop filant, trop ferme ou gommeux : Refroidissement trop rapide, sans temps de rétention et agitation trop forte du gel ; lait de fin de lactation ou présence de bactéries contaminants filantes ; teneur trop élevé en protéines, trop de stabilisant ou mauvais choix du stabilisant. • Râpeux ou de texture sableuse : Pression d'homogénéisation trop faible, acidité trop élevée de la matière première, trop de protéines ajoutées, grande présence de groupements hydrophobes, grande évaporation, traitement thermique trop faible, pression d'homogénéisation trop élevée, brassage durant l'incubation, poudrage trop fort. • Texture granuleuse : Mauvais brassage, teneur en matière grasse trop élevée, mauvais choix dans les ferments. • Faible onctuosité : Mauvais choix ou mauvaise utilisation du ferment filant, faible teneur en matière grasse. • Séparation des phases dans le contenant (gel au-dessus et sérum au-dessous) : Incorporation d'air dans le caillé, refroidissement trop fort, pompes et agitation inadéquates.

(Vignola., 2002 et Luquet., 1990)

7. Bienfaits de la consommation du yaourt sur la santé:

7.1. Amélioration de l'absorption du lactose:

La présence de bactéries lactiques vivantes dans le yaourt permet une meilleure assimilation du lactose chez les personnes déficientes en lactose (Mahaut et al., 2000).

7.2. Amélioration de la digestibilité des protéines:

Le yaourt est deux fois plus digeste que le lait et contient deux fois plus d'acides aminés libres. Cette propriété résulte du traitement thermique, de l'acidification, et de l'activité protéolytique des bactéries (Mahaut et al., 2000).

7.3. Amélioration de la digestibilité des matières grasses:

Bien que l'activité lipolytique des bactéries lactiques soit peu élevée, il y a une augmentation significative de la teneur en acide gras libres dans le yaourt. De plus, l'homogénéisation améliore la digestibilité en augmentant la surface des globules (Mahaut et al., 2000).

7.4. Activités antimicrobienne:

Le yaourt à un rôle préventif contre les infections gastro-intestinales. Son intérêt dans le traitement des diarrhées infantiles a été démontré par de nombreux auteurs (**Mahaut et al., 2000**).

En dehors de l'acide lactique, les bactéries du yaourt produisent des substances antimicrobiennes et des prés biotiques (**Mahaut et al., 2000**).

7.5. Stimulation du système immunitaire:

L'effet immuno régulateur du yaourt a été démontré par son rôle évalué dans l'augmentation de la production d'interférons et d'immunoglobulines ainsi que dans l'activation des lymphocytes B attribué aux *Lb. bulgaricus* (**Mahaut et al., 2000**).

7.6. Action préventive contre les cancers de la sphère digestive:

Les lactobacilles modifieraient les enzymes bactériennes à l'origine des carcinogènes (inducteurs de cancers) dans le tube digestif, inhibant ainsi la formation de ces substances précancéreuses. Il existe même des brevets japonais qui protègent l'emploi d'extraits de bactéries lactiques en thérapeutique anticancéreuses (**Mahaut et al., 2000**).

7.7. Action anti-Cholestérolémies:

La consommation de yaourt permet de prévenir les maladies coronariennes et serait plus efficace que le lait pour maintenir une cholestérolémie basse. Ces différentes observations montrent que le yaourt possède des propriétés nutritionnelles et physiologiques particulièrement très intéressantes pour la santé (**Mahaut et al., 2000**).



***Partie2: Méthodologie
expérimentale***

Partie 2: Méthodologie expérimentale

1. Objectifs :

Les objectifs visés à travers cette étude consiste à suivre l'effet d'incorporation des grains de pollen à différentes concentrations (0, 4 et 8%) sur la qualité physico chimique, microbiologique, organoleptique et diététique d'un yaourt brassé au cours de 21 jours de conservation au froid à 4°C. Le but escompté aussi à travers cette présente étude est d'optimiser la meilleure dose d'incorporation des grains de pollen dans le yaourt brassé en vue d'une éventuelle utilisation dans le secteur agroindustriel à même de contribuer à une mise sur le marché d'un nouveau produit pouvant satisfaire les besoins sans cesse croissants des consommateurs.

2. Origine, collectes et traitements préliminaires des grains de pollen :

Les grains de pollen, à raison de 10 kg, ont été collectés directement de la ruche au mois d'avril 2023 au niveau d'une ferme agricole située dans la commune de Yanarou –Mostaganem à environ 35.8266 Km de latitude et 0.0041 Km de longitude. Il convient avant leur utilisations d'éliminer manuellement et en utilisant une passoire à mailles très fines les poussières minuscules et les déchets adhérents aux pelotes ainsi que tous corps étrangers suspects (ailes, pattes d'abeilles et les minuscules fourmis). Les grains de pollen sont ensuite séchés dans une étuve ventilée réglée à 35°C pendant 24h jusqu'à attendre une hygrométrie de 4 à 5 % d'humidité. Les grains sont, enfin, broyés, mis dans des bocaux fumés et conservés au froid pour d'éventuelles utilisations (**Figure 4**).

3. Essai de fabrication d'un yaourt expérimental enrichi de farine des grains de pollen :

3.1 Préparation de levain:

Dans un bécher, une prise de 0,75 g d'une souche mixte lyophilisée pour ensemencement directe à raison de deux rapports de *Streptococcus thermophilus* pour un rapport de *Lactobacillus bulgaricus* (2S/1L; V/V) a été ajoutée à 750 ml de lait UHT écrémé de marque CANDIA chauffé à 45°C. Le mélange après sertissage par du

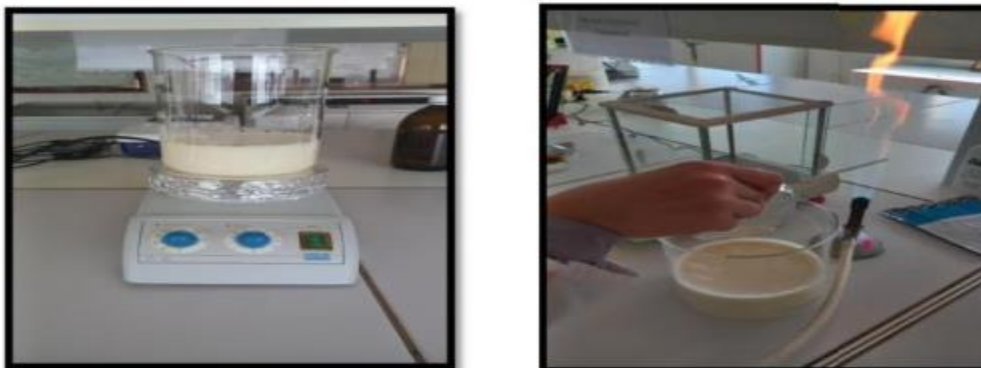
papier en aluminium a été, ensuite, maintenu dans une étuve réglée à cette température pendant une heure. En termes d'étuvage le levain est prêt à l'emploi (**Figure 5**).



a/ Stérilisation des grains de pollen

b/ Broyage des grains de pollen par un broyeur à lame

Figure 4. Traitement préliminaires des grains de pollen.



a/ Chauffage du lait à 45°C

b/ Ensemencement.



c/ Etuvage à 45°C pendant 1 heure.

Figure 5. Etapes de préparation de levain.

2 Protocole expérimentale:

Le lait utilisé à raison de 3.8 l est un lait entier stérilisé chauffé à 45 °C etensemencé à raison de 3% d'un levain lactique spécifique de yaourt constitué de *Streptococcus thermophilus* (St.) et de *Lactobacillus bulgaricus* (Lb.) ayant un rapport de 2 fois St. sur 1 fois Lb. Le laitensemencé, après sertissage par du papier aluminium, à été maintenu chauffé à 45 °C pendant 4 heures jusqu'à atteindre une acidité Dornic de 100°D. Le caillé formé a subi ensuite un léger brassage par le billet d'une fourchette alimentaire tout en évitant l'exsudation du lactosérum. Le yaourt brassé formé à été réparti équitablement dans des pots d'une capacité de 100 et 200ml supplémentés chacun en triple essais de grains de pollen à raison de 0, 4, et 8%, respectivement. Les yaourts expérimentaux sans et avec ajouts des grains de pollen ont été, enfin, brassés légèrement, une seconde fois, et conservés couvercles fermés dans un réfrigérateur réglé à 6°C pendant 21 jours (**Figure 6**).



Figure 6. Etapes de fabrication des yaourts brassés aux grains de pollen.

4. Mesures et contrôles :

4.1 Analyses des composés bioactifs de l'extrait hydroethanoliques des grains de pollen :

4.1.1 Extraction des composés bioactifs:

Pour l'extraction des principaux composés bioactifs tels les polyphénols contenus dans (les grains de pollen) on a opté pour l'utilisation d'une méthode décrite par **(Sultana et al., 2009)**. Cette méthode d'extraction n'est qu'un procédé discontinu solide- liquide par macération et qui consiste à laisser tremper le solide dans un solvant à température ambiante durant quelques temps et a extraire les constituants solubles par évaporation du solvant sous vide.

L'extraction des composés bioactifs de la plante a été réalisée par usage de l'Ethanol aqueux comme solvant d'extraction. Elle a été effectuée sur une prise d'échantillons de 10 g de matière végétale (poudre des grains des pollens), qui à été mélangé avec 100 ml de solvant aqueux (80 ml éthanol et 20ml d'eau distillée). L'extraction par macération à froid du mélange a été laissée ensuite se poursuivre pendant 6 heures à température ambiante sous agitation et à l'abri de la lumière. La durée de l'extraction favoriser ainsi la dépolymérisation des principaux composés constitutifs de la plante tels la lignine ainsi que les substances pectiques et permet une meilleure solubilisation des principaux composés bioactifs. L'extrait hydroethanoliques obtenu a été filtré en utilisant un papier filtre whatman N°3 ayant une porosité de 0,2µm et la solution limpide obtenue a été débarrassée du solvant par évaporation sous vide à 45°C **(Figure 7)**.

4.1.2 Dosage des polyphénols totaux :

Le dosage des polyphénols totaux été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu. Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyyles présents dans l'extrait **(Ali-Rachedi, 2018)**.

Le protocole utilisé est basé sur celui décrit par **Ben Moussa et al (2022) et zbadi et al (2018)**. Brièvement, dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200µl de

chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois dans le méthanol) y est additionné après incubation de 5 min à température ambiante, 800 µl d'une solution aqueuse de carbonate de sodium à 7,5%. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min à température. L'absorbance est lue à 765 nm contre un blanc à l'aide d'un spectrophotomètre.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme standard à différentes concentrations (0,5, 1,2,4,6,8,10,12,14,16,18 et 20µg / ml).

Les résultats ont été exprimés en mg équivalent acide **gallique100g** de matière sèche en se référant à la courbe d'étalonnage comme de l'acide gallique (Laib et al., 2021).

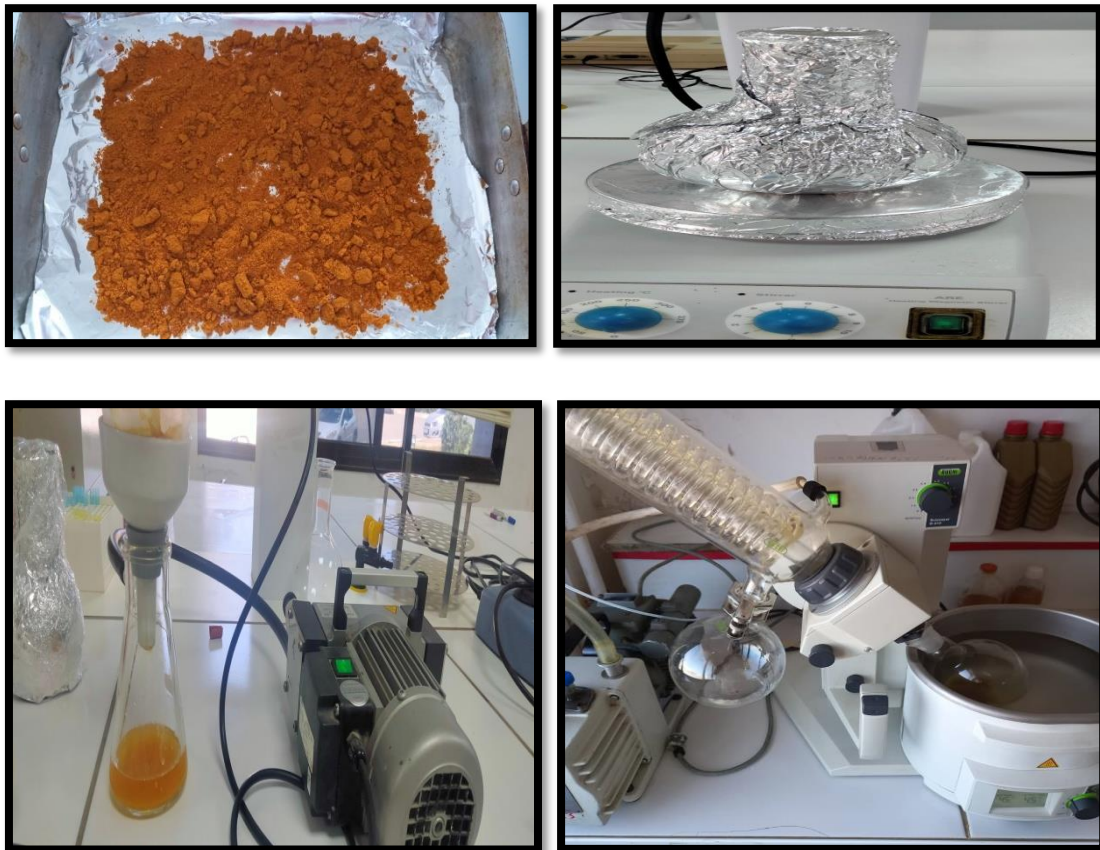


Figure 7. Etapes d'extraction de l'extrait hydroethanoliques des grains de pollen.

4.1.3 Teneur en flavonoïde (TF) :

L'évaluation des flavonoïdes a été dosée par la méthode décrite par (Quettier-Delleu et al 11) en utilisant le trichlorure d'aluminium ($AlCl_3$). 500ul de chaque extrait ont été ajoutés à un volume égal d'une solution d' $AlCl_3$ (2% dans du méthanol). Le

mélange a été vigoureusement agité et après 10 minutes d'incubation, l'absorbance a été lue à 430nm par un spectrophotomètre. La quantification des flavonoïdes a été évaluée à partir de la courbe d'étalonnage de la quercétine préparée à différentes concentrations (1.25 à 40µg /ml). Les résultats ont été exprimés en Les résultats ont été exprimés en µg EQ/ ml d'extrait, en µg EQ/ ml de lyophilisat d'extrait, en µg EQ/ g MS de la plante et µg EQ/ 100 g MS de la plante.

4.1.4 Activité antioxydants de l'extrait des grains de pollen :

L'activité antioxydante a été évaluée en termes de capacité de piégeage du radical DPPH selon la méthode décrite par **Archana et al., (2005)**. Un volume de 100 µl de chaque extrait préparées à différentes concentrations est mélangé avec 2.9 ml d'une solution d'éthanol de DPPH° de 0,004% (p/v). Le mélange a été vigoureusement secoué et laissé au repos pendant 30 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm par spectrophotomètre. Nous procédons de la même manière pour l'acide ascorbique (antioxydant de référence). Le contrôle négatif a été préparé avec 100 µl d'éthanol et de 2.9 ml de la solution de DPPH° est également préparé.

Les concentrations des extraits testées sont comprises entre 0.2 et 100 mg/ml pour *T. vulgaris* et entre 500 et 10000 mg/ml pour *J. phoenicea* alors que celles de l'antioxydant standard, sont comprises entre 0.02 et 1 mg/ml.

L'activité antiradicalaire est exprimée en pourcentage de réduction de la solution de DPPH° (**Dongmo et al., 2010**). D'après **Dung et al, (2008)** et **Eyob et al. (2008)**, le pouvoir der éduction est déterminé en appliquant la formule suivante :

$$PR = (AC - AE) / AC \times 100$$

PR : Pouvoir de la réduction exprimé en pourcentage (%) ;

AE : Absorbance de la solution de DPPH° en présence de l'huile essentielle ou de l'acide ascorbique ;

AC : Absorbance de la solution de DPPH° en absence de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique.

La variation du pouvoir de réduction en fonction de la concentration de l'extrait

Et de l'acide ascorbique, permet également de calculer le paramètre CE50 qui représente la « Concentration Efficace ». Cette dernière est définie comme étant la concentration de l'extrait (ou de l'acide ascorbique) nécessaire pour réduire 50% de l'activité de DPPH (Molyneux., 2004).

Les valeurs CE50 moyennes sont déterminées par les régressions linéaires de trois essais séparés où l'abscisse est représentée par la concentration des échantillons testés et l'ordonnée par le pouvoir de réduction en pourcentage (Mensor et al., 2001).

4.1.5 Extraction des lipides à froid (Folch,1957) :

- Un prélèvement d'environ 10g d'échantillon mis en présence de 60ml de réactif de Floche (méthanol / chloroforme, 20ml/40ml, vol/vol) à été broyé à l'aide d'un homogénéisateur (type ultra thurax) pendant 3 minutes.
- Le mélange obtenu est filtré à travers un verre fritté de porosité 1(Standard)
- Le filtrat obtenu est additionné d'une solution de Na cl à 0,73% à raison d'un volume de Na cl pour 4volumes de filtrat.
- Le mélange est agité puis laisser décanter pendant 2 heures.

On obtiendra un mélange séparé en 2 phases :

- La phase inférieure (chloroforme + lipides) est récupérée dans un ballon à fond rond.
- La phase supérieure (méthanol + eau) est rincée par ajout de 50 ml d'un mélange composé de 20% de Na CL préparé à 0,58 %et 80% de réactif de Folche. Après agitation, on laisse décanter à nouveau pendant 20 minutes.
- La phase inférieure est récupérée est ajoutée au premier filtrat.

Le rinçage a pour but d'obtenir le reste des lipides entraînés dans cette phase au cours de l'agitation.

Le chloroforme est en fin évaporé sous vide dans un rota vapeur. La pesée du ballon contenant l'extrait lipidique après évaporation du solvant et du ballon vide permet de calculer la teneur en lipides exprimée en pourcentage (g /100g) (Figure 8).

Les lipides totaux peuvent être quantifiés par la formule suivante :

$$\% \text{ des Lipides totaux} = \left[\frac{[M1-M0]}{M} \right] \times 100$$

M1 : poids du ballon contenant les lipides.

M0 : poids du ballon vide.

M : prise d'essai.



Figure 8. Etapes d'extraction des lipides à froid du yaourt.

4.2 Analyses physicochimiques des yaourts :

Les analyses physicochimiques ont été effectuées en triples répétitions périodiquement au 1^{er}, 7^{ème}, 14^{ème} et 21^{ème} jour d'entreposage des échantillons expérimentaux au froid à 6°C et elles ont concernées :

4.2.1 pH :

Le dosage du pH est réalisé par un pH mètre étalonné par deux solutions : l'une acide et l'autre basique (**Figure 9**).

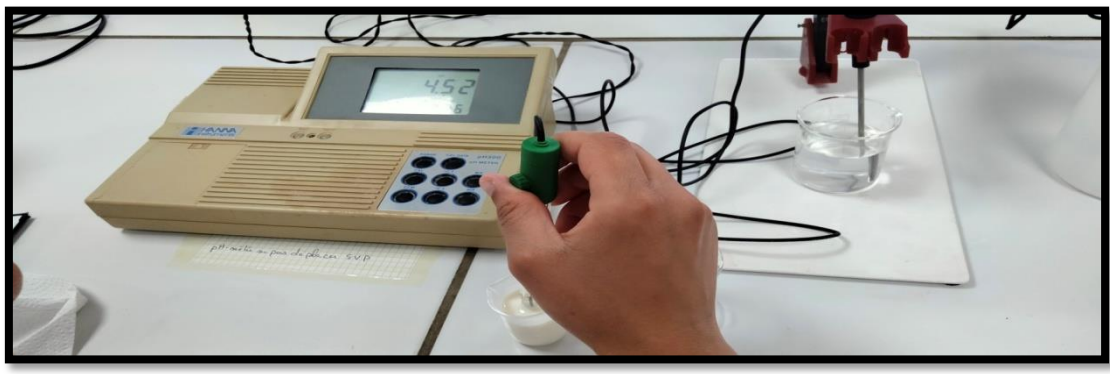


Figure9. Mesure de pH des yaourts à l'aide d'un pH mètre de marque « HANNA »

4.2.2 Acidité :

L'acidité a été déterminée d'une façon précise par titration de 10ml d'une prise de yaourt à l'aide d'une soude caustique (NaOH) préparée à 1/9 N en présence de 4 à 5 gouttes d'une solution alcoolique à 1% de phénophtaléine (**Figure 10**).

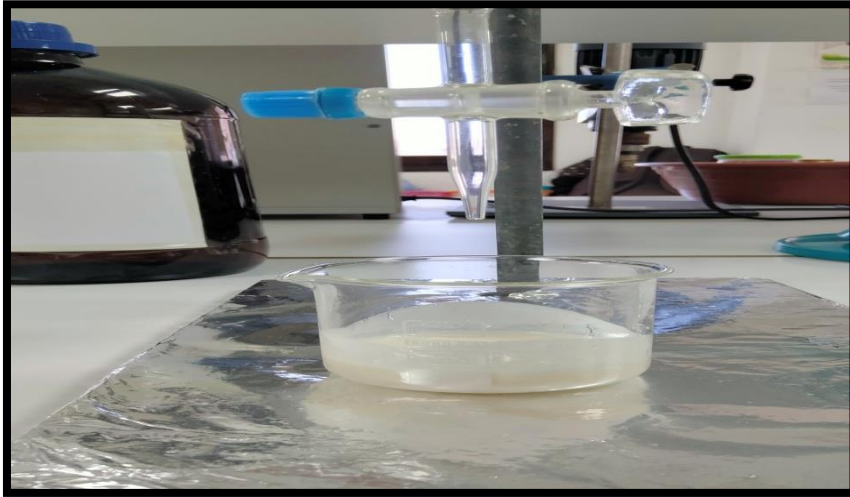


Figure 10. Mesure de l'acidité titrable des yaourts.

4.2.3 Viscosité dynamique :

La viscosité est établie par l'utilisation d'un tube en verre de 2cm de diamètre et de 18cm de longueur équipé d'un chronomètre et d'une bille normalisée. Le Yaourt est défini comme un fluide viscoélastique. Il possède donc à la fois les propriétés visqueuses d'un liquide et les propriétés élastiques d'un solide. Le comportement rhéologique du yaourt est de type non newtonien, dans ce sens ou la viscosité du produit dépend de la vitesse de cisaillement ou de la contrainte exercée.

La viscosité est déterminée comme suit :

$$\eta = \frac{2R^2}{9\text{vlim}}(\rho_{\text{bille}} - \rho_{\text{liq}})g \qquad K = 2.r^2.g/9.x$$

Avec :

η : viscosité dynamique du liquide.

K : constante, tel que $K=74.10^{-3}$ m

ρ Bille : la masse volumique de la bille = 2800 g/m³

ρ Yaourt : la masse volumique de yaourt (kg/m³)

t : temps parcouru par la bille entre deux points A et B

R : rayon de la bille utilisée : $r=D/2=0.6$ mm

g : force de la pesanteur $g=9.81$ m/s²

x : distance d'écoulement de la bille, $x=10$ cm

4.2.4 Activité antioxydant du yaourt :

Préparation de l'extrait de yaourt :

Un échantillon de yaourt (10g) a été mélangé avec 2,5 ml d'eau distillée et le pH du yaourt a été ajusté à 4,0 en utilisant du HCL 1M. Le yaourt a ensuite été incubé à 45°C pendant 10 minutes suivi d'une centrifugation (10 000 tr / min, 20 minutes, 4°C). Le surnageant a été récolté et le pH a été ajusté à 7,0 en utilisant du NaOH. Le surnageant neutralisé a été recentrifugé (10 000 tr /min, 20 minutes, 4°C) et le surnageant a été utilisé dans l'analyse de l'activité antioxydante (**Zainoldin et al., 2009**).

Dosage de l'activité antioxydant du yaourt :

L'activité antioxydant de nos extraits a été évaluée par le test de piégeage du radical DPPH décrite comme précédemment par (**Archana et al.,2005**).

4.1 Analyses microbiologiques des yaourts expérimentaux:

Les analyses microbiologiques ont été réalisées aussi en triples répétitions périodiquement au 1^{er}, 7^{ème}, 14^{ème} et 21^{ème} jour d'entreposage des échantillons expérimentaux au froid à 6°C et elles ont concernées :

4.3.1 *Lactobacillus bulgaricus*:

Le dénombrement des germes a été effectué par culture d'une prise d'essai à partir de dilution (10^{-5}) ensemencement en surface sur un milieu de culture sélectif «MRS» incubé a 42°C pendant 72heures (**Figure 11**).

4.3.2 *Streptococcus thermophilus*:

Le dénombrement des germes a été réalisé par culture d'une prise d'essai à partir de la dilution (10^{-5}) sur un milieu de culture sélectif «M17». 1ml de la prise de la dernière dilution a été ensemencée ensuite, en profondeur sur milieu M17 incubé à 38°C pendant 72 heures (**Figure 11**).



Figure 11. Dénombrement des bactéries lactiques.

5. Tests organoleptiques

Chaque 7 jour durant toute la période de post acidification la qualité des yaourts brassés expérimentaux ont été évalués par un jury composé de 10 panelistes, qui les ont appréciés sur une échelle de notion variable de 1 à 10 en tenant compte des critères suivants:

- **Gout acide :** Consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiques ensemencés dans le yaourt brassé.
- **Gout de fraîcheur :** Consiste à apprécier la sensation de fraîcheur lors de la mise en bouche du produit.
- **Odeur :** Le panéliste est appelé à apprécier l'ampleur de la sensation d'odeur normale caractéristique du yaourt développé par le diacétyl.
- **Couleur :** Consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur des produits par les consommateurs.

- **Arrière gout** : Le panéliste est appelé à apprécier l'ampleur d'une sensation d'amertume dans les produits.
- **Cohésivité** : Consiste déterminer la capacité maximale de déformation de l'échantillon avant de se rompre lorsqu'il est écrasé entre les doigts.
- **Adhésivité** : Exprime l'intensité des forces inter faciales développée entre surface d'une cuillère et celle de l'échantillon lors d'une prise de produit (**Figure 12**).

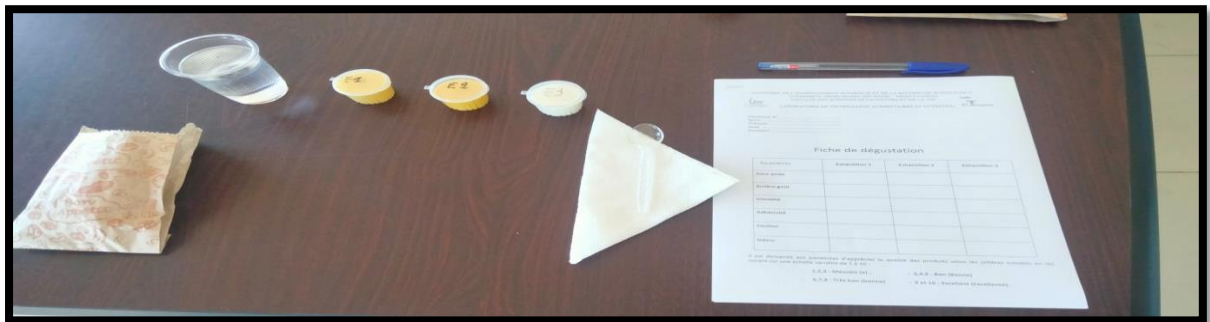


Figure 12. Test de dégustation des yaourts expérimentaux.

6. Traitement statistique :

Les données expérimentales de type quantitative exprimées en valeurs moyennes et écarts types correspondants ont été traitées statistiquement par une analyse de la variance mono-factorielle en randomisation et une comparaison des moyennes deux selon le test de Newman et Keuls. En revanche, les résultats organoleptiques effectués sur les yaourts ont été analysés par le test non paramétrique de Fridman. L'effet du facteur expérimental étudié sur les différentes mesures a été déterminé aux deux seuil de probabilité : à $p < 0.05$ et à $p < 0.01$. Le logiciel de traitement des données utilisé est le STAT BOX 6.4.



*Partie 2 : Résultats et
discussion*

1 Résultats :

1.1 Composés bioactif et activités antioxydantes :

L'extrait hydroethanoliques des grains de pollen est riche en composées phénoliques 7,54 mg EAG/ ml d'extrait et 271,19 mg EAG/g de lyophilisat d'extrait.

Les flavonoïdes ont été retrouvés à des concentrations moins élevées ; 0,58 mg EQ/ ml d'extrait et 131,29 EQ/ g lyophilisat d'extrait.

L'extrait à présenté aussi une très bonne activité antioxydante révélée au test de DPPH ; avec une EC50 de l'ordre de 23,407 mg lyophilisat/ ml d'extrait. Cette activité est néanmoins inférieure à celle de la vitamine C (EC50 : 21,50 mg/ml) (Tableau4).

Tableau 4. Evaluation des principaux composés bioactifs et de l'activité antioxydante De l'extrait de l'extrait hydroethanoliques des grains de pollen.

Composés phénoliques		Flavonoïdes	
mg EQ AG / ml d'extrait	mg EAG / g de lyophilisat d'extrait	mg EQ / ml d'extrait	mg EQ / g de lyophilisat d'extrait
7.539 ± 0.0110	271.187 ± 0.0110	0.578 ± 3.65	131.29 ± 3.65
Test de DPPH	EC50 (mg lyophilisat / ml d'extrait)	23.407 ± 14.4118	
	EC50 (mg vit C/ml)	21.504 ± 10.6241	

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types standard, avec un nombre de répétitions égale à 03 (n=3) ; EAG : équivalent acide gallique ; EQ : équivalent quercétine

1.2 Qualités physicochimiques des yaourts :

1.2.1 Acidité titrable :

En fonction des taux de farine des grains de pollen incorporés et variables de 0 à 4 et à 8%, l'acidité des yaourts s'avère augmenter d'une manière hautement significative (P<0,01) périodiquement durant toute la phase de post acidification.

Au 1^{er} jours, les yaourts préparés à 4 et 8% de farine des grains de pollen ont accusé de fortes teneurs par comparaison au témoin ($P<0,01$); 94,33; 93,33 et 82°D, respectivement.

Cette tendance est maintenue au 7^{ème} jours ou les valeurs enregistrées ont évolué de 74, à 98,33 et à 97°D, successivement en fonction des variations des taux de poudre des grains de pollen incorporés dans les yaourts.

Au 14^{ème} jours, les résultats recensés successivement selon l'accroissement des doses de pollen ont été estimés à 90,67vs 122vs 113,67°D.

Au terme de l'entreposage, le yaourt à 8% de poudre de pollen a présenté une plus forte ($P<0,01$) acidité (195,67°D), que le yaourt préparé à 4% (183,67°D), ainsi que le témoin (157,67°D) (**Tableau 5**).

Tableau 5. Evaluation de l'acidité titrable (°D) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	82,00 ^b ± 03,00	94,33 ^a ± 03,22	93,33 ^a ± 1,16	$P<0,01$
7 ^{ème} J	74,00 ^b ± 01,73	98,33 ^a ± 01,16	97,00 ^a ± 01,00	$P<0,01$
14 ^{ème} J	90,67 ^c ± 01,16	122 ^a ± 01,00	113,67 ^b ± 01,52	$P<0,01$
21 ^{ème} J	157,67 ^c ± 00,58	183,54 ^b ± 01,52	195,77 ^a ± 04,04	$P<0,01$

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p<0,01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p<0,05$: effet significatif du facteur étudié ; $p>0,05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.2.2 pH

Le pH semble suivre une évolution inverse à celle de l'acidité Dornic durant toute la période expérimentale ou il a été remarqué de nettes baisses ($P < 0,01$) des valeurs des produits en fonction de l'ajout de la farine de pollen.

En effet, au 1^{er} jour comme au 7^{ème} et 14^{ème} jours d'entreposage, il est bien observé que les produits expérimentaux préparés à 4 et 8% de pollen ont présentés de faible valeurs d'acidité que le yaourt standard ($P < 0,01$) ; 4,50 vs 4,60 vs 4,47 ; 4,48 vs 4,52 et 4,45 vs 4,43 vs 4,48 ; respectivement (**Tableau 6**).

Tableau 6. Variations de pH des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	4,473 b ± 0,05	4,497 b ± 0,006	4,6 a ± 0,01	P<0,01
7 ^{ème} J	4,52 ± 0,017	4,477 ± 0,021	4,477 ± 0,025	P>0,05
14 ^{ème} J	4,483 a ± 0,015	4,453 ab ± 0,025	4,433 b ± 0,015	P<0,05
21 ^{ème} J	4,503 ± 0,049	4,513 ± 0,06	4,513 ± 0,031	P>0,05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p < 0.01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p < 0.05$: effet significatif du facteur étudié ; $p > 0.05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.2.3 Viscosité :

L'ajout de la farine des grains de pollen même à de fortes doses ne semble pas améliorer la viscosité des yaourts qui restent pratiquement stable ($P > 0,05$) notamment au 7^{ème} et 21^{ème} jours de conservation; 0,99 à 1,01 (g.s/mm²) vs 1,14 à 2,51 (g.s/mm²), respectivement.

Cependant, au 1^{er} jours de stockage, le yaourt préparé à 8% de pollen a accusé une viscosité très élevée que le témoin ($P < 0,01$); 2,06 vs 1,064 (g.s/mm²). Cette tendance a été inversée au 14^{ème} jours d'entreposage ($P < 0,01$), avec une valeur de l'ordre de 1,67 (g.s/mm²) pour le témoin et une faible viscosité de 1,41 (g.s/mm²) pour le yaourt à 8% de la farine des grains de pollen (**Tableau 7**).

Tableau 7. Evaluation de la viscosité (g.s/mm²) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	1,064 b ± 0,683	0,909 b ± 0,129	2,058 a ± 0,165	P<0,05
7 ^{ème} J	0,994 a ± 0,16	1,611 a ± 0,06	1,014 a ± 0,42	P<0,05
14 ^{ème} J	0,668 a ± 0,01	0,35 c ± 0,032	0,411 b ± 0,019	P<0,01
21 ^{ème} J	2,507 ± 1,06	1,519 ± 0,31	1,143 ± 0,48	P>0,05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p < 0,01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p < 0,05$: effet significatif du facteur étudié ; $p > 0,05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.2.4 Activité antioxydante du yaourt :

Au 1^{er} jour de conservation les yaourts ont présenté une même activité antioxydante au test de DPPH ($P > 0,05$). Cependant, le yaourt préparé à 4% de grains de pollen a accusé une valeur d'EC50 légèrement plus élevée que le témoin ($P > 0,05$) ; 81,63 vs 95,80 (mg lyophilisat/ml).

Au 21^{eme} jours de stockage le yaourt à 4% de pollen s'est démarqué avec de meilleurs EC50 par rapport au témoin ($P < 0,05$) ; 24,12 vs 46,72 mg de lyophilisat d'extrait/ml.

Globalement, durant toute l'expérimentation l'activité antioxydante recensée dans le yaourt est très faible comparativement à la vitamine c qui a noté une EC50 de l'ordre de 21,50 mg Equivalent vitamine c/ml (**Tableau 8**).

Tableau 8. Evaluation de l'activité antioxydante (mg lyophilisat/ml d'extrait) des yaourts additionnés de la poudre des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'incorporation de la farine des grains de pollen(%)		Effet d'addition de la farine de pollen	EC50 de la vitamine c (mg E Vit. C/ml)
	0%	4%		
1 ^{ere} J	95,797 ± 33,088	81,634 ± 26,393	$P > 0,05$	21,504 ± 10,624
21 ^{eme} J	46,719 ± 0,001	24,115 ± 6,077	$P < 0,05$	

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p < 0.01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p < 0.05$: effet significatif du facteur étudié ; $p > 0.05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.3 Qualité microbiologique des yaourts :

1.3.1 *Lactobacillus bulgaricus* :

Malgré la légère diminution de la croissance des *Lactobacillus bulgaricus* en présence de la farine des grains de pollen par comparaison au témoin, les nombres de ces

germes recensés dans tous les essais expérimentaux particulièrement au 1^{er} jour, 14^{ème} et 21^{ème} jours de stockage restent statistiquement comparables ($P > 0,05$) ; $125 \cdot 10^4$ à $147 \cdot 10^6$ UFC/ml.

Au 7^{ème} jours, il a été nettement observé une baisse du nombre de *Lactobacillus* dans les essais à 4 et 8% de grains de pollen que le témoin standard ($P < 0,01$) ; $40 \cdot 10^6$ vs $22 \cdot 10^4$ vs $90 \cdot 10^6$ UFC/ml, en moyen (**Tableau 9**).

Tableau 9. Evolution du nombre de *Lactobacillus bulgaricus* (UFC/ml) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	$147 \cdot 10^6$	$183 \cdot 10^5$	$238 \cdot 10^5$	P>0,05
7 ^{ème} J	$90 \cdot 10^6$	$40 \cdot 10^6$	$222 \cdot 10^4$	P<0,05
14 ^{ème} J	$125 \cdot 10^4$	$125 \cdot 10^4$	$34 \cdot 10^5$	P>0,05
21 ^{ème} J	$297 \cdot 10^5$	$139 \cdot 10^5$	$34 \cdot 10^6$	P>0,05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p < 0,01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p < 0,05$: effet significatif du facteur étudié ; $p > 0,05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.3.2 *Streptococcus thermophilus* :

Globalement, pendant toute la période de post acidification depuis le 1^{er} jour jusqu'au 15^{ème} jour de stockage au froid à 4°C les yaourts expérimentaux avec ou sans farine des grains de pollen ont enregistré une même charge en germes *Streptococcus thermophilus* ($P > 0,05$) ; $222 \cdot 10^4$ à $69 \cdot 10^5$ UFC/ml, en moyenne (**Tableau10**).

Tableau 10. Evolution du nombre de *Streptococcus thermophilus* (UFC/ml) des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	222 10 ⁴	31 10 ⁵	106 10 ⁴	P>0,05
7 ^{ème} J	79 10 ⁵	67 10 ⁵	169 10 ⁵	P>0,05
14 ^{ème} J	121 10 ⁴	129 10 ⁴	266 10 ⁴	P>0,05
21 ^{ème} J	102 10 ⁴	69 10 ⁵	39 10 ⁵	P>0,05

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes et écarts types correspondants, avec un nombre de répétitions n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; p<0.01 : effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; p<0.05 : effet significatif du facteur étudié ; p>0.05 : effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls.

1.4 Qualités organoleptiques des yaourts :

1.4.1 Gout acide :

Au 1^{er} et 7^{ème} jour de stockage, les échantillons de lait fermenté type yaourt brassé additionnés au non de farine de pollen ont marqué chez les panelistes une même sensation sensorielle d'acidité qui ne semble pas varier significativement (p>0,05) ; 16,5 à 22,5 somme des rangs.

Toutes fois, au 14^{ème} jour le yaourt à 4% de farine de pollen à été le mieux qualifiée au plan de l'acidité par les dégustateurs par comparaison au témoin (p<0,01) ; 15,5 vs 20 somme des rangs (**Tableau 11**).

Tableau 11. Evaluation sensorielle du gout acide des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen(%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	16,5	21	22,5	P>0,05
7 ^{ème} J	20,5	21,5	18	P>0,05
14 ^{ème} J	20 ab	15,5 b	24,8 a	P<0,05

Les résultats sont exprimés en somme des rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; p<0.01 : effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; p<0.05 : effet significatif du facteur étudié ; p>0.05 : effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

1.4.2 Arrière gout :

Durant l'expérimentation, au 1^{er} et 14^{ème} jour, comparativement au témoin, l'essai préparé à 8% a noté de médiocres sensations au plan de l'arrière gout que le témoin (p< 0,01), 25 vs 16,5 et 25 vs 18,5 somme des rangs. Durant ces deux périodes le yaourt à 4% a révélé des résultats comparables au témoin 18,5 vs 16,5 et 16,5 vs 18,5 somme des rangs.

Au 7^{ème} jour, les scores relatifs à l'arrière gout s'avèrent identiques pour tous les essais expérimentaux (p>0,05) ; 16 a 23 somme des rangs (**Tableau 12**).

Tableau 12. Evaluation sensorielle de l'arrière gout des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	16,5 b	18,5 b	25 a	P<0,05
7 ^{ème} J	21	23	16	P>0,05
14 ^{ème} J	18,5 ab	16,5 b	25 a	P<0,05

Les résultats sont exprimés en somme des rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; p<0.01 : effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; p<0.05 : effet significatif du facteur étudié ; p>0.05 : effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

1.4.3 Viscosité :

Au départ de la période de post acidification, au 1^{er} jour les panelistes n'ont trouvé aucune différence de viscosité entre les produits expérimentaux ($p>0,05$) ; 17,5 à 24 somme des rangs.

La même constatation à été rapporté par les dégustateurs au 14^{ème} jour de stockage ($p>0,05$) ; 18,5 à 22 somme des rangs.

Toutes fois, au 7^{ème} jour, la viscosité des yaourts à 8% de farine des grains de pollen à été mieux appréciée que le témoin et le lait fermenté à 4% de pollen ($p<0,01$) ; 14 vs 25 vs 21 somme des rangs, respectivement (**Tableau 13**).

Tableau 13. Evaluation sensorielle de la viscosité des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	17,5	18,5	24	P>0,05
7 ^{ème} J	25 a	21 a	14 b	P<0,01
14 ^{ème} J	19,5	18,5	22	P>0,05

Les résultats sont exprimés en somme des rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p<0,01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; $p<0,05$: effet significatif du facteur étudié ; $p>0,05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

1.4.4 Adhésivité :

Au premier et au 7^{ème} jour de post-acidification les yaourts ont accusé une adhésivité comparable ($p>0,05$) ; 16 à 23,5 somme des rangs.

Néanmoins, au 7^{ème} jour, l'adhésivité des yaourts à 4 et 8% de farine des grains de pollen s'est démarquée avec de meilleurs scores que le témoin ($p<0,01$) ; 20 et 13 somme des rangs, respectivement (**Tableau 14**).

Tableau 14. Evaluation sensorielle de l'adhésivité des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	23,5	16	20,5	P>0,05
7 ^{ème} J	27 a	20 b	13 c	P<0,01
14 ^{ème} J	19,5	18,5	23,5	P>0,05

Les résultats sont exprimés en somme des rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; p<0.01 : effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; p<0.05 : effet significatif du facteur étudié ; p>0.05 : effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

1.4.5 Couleur :

Au 1^{ère} et 7^{ème} jour le témoin et le yaourt à 4% de farine de pollen s'avèrent présenter une couleur très acceptable par le jury de dégustation que le yaourt ayant reçu la dose sévère de 8% de pollen (p<0,01) ; 21 vs 24 vs 15 somme des rangs et 21 vs 24 vs 15 somme des rangs, respectivement.

Au 14^{ème} jour, aucune différence de la couleur des produits n'a été décelée par les panelistes impliqué dans le test organoleptique (p>0,05) ; 17 à 23,5 somme des rangs (**Tableau 15**).

Tableau 15. Evaluation sensorielle de la couleur des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen (%)			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	21 a	24 a	15 b	P<0,01
7 ^{ème} J	21 a	24 a	15 b	P<0,01
14 ^{ème} J	19,5	17	23,5	P>0,05

Les résultats sont exprimés en somme des rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; p<0.01 : effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) ; p<0.05 : effet significatif du facteur étudié ; p>0.05 : effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

1.4.6 Odeur :

Durant toute la période de poste acidification, les yaourts préparés à 0 et 4% de la farine des grains de pollen ont présenté de meilleures sensation d'odeur que le yaourt à 8% ayant marqué de médiocres résultats ($p < 0,05$) ; 18,5 vs 16,5 vs 25 somme des rangs au 1^{er} jour, et 22 vs 23,5 vs 14,5, au 7^{eme} jour et 19,5 vs 16 vs 24,5 somme des rangs au 14^{eme} jour (**Tableau 16**).

Tableau 16. Evaluation sensorielle de l'odeur des yaourts additionnés de farine des grains de pollen au cours de la conservation.

Périodes (Jours)	Taux d'addition de la poudre des grains de pollen			Effet d'addition de la farine de pollen
	0%	4%	8%	
1 ^{er} J	18,5 b	16,5 b	25 a	P<0,05
7 ^{eme} J	22 a	23,5 a	14,5 b	P<0,01
14 ^{eme} J	19,5 ab	16 b	24,5 a	P<0,05

Les résultats sont exprimés en rangs, avec un nombre de panelistes n égale à 3 (n=03) ; J : Jours ; $p < 0.01$: effet hautement significatif du facteur étudié (taux d'addition de la poudre des grains de pollen) $p < 0.05$: effet significatif du facteur étudié ; $p > 0.05$: effet non significatif du facteur étudié ; a,b,c...etc. : groupe homogène de comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Friedman.

2. Discussion :

D'une façon générale, au cours des 21 jours de la période de post acidification de conservation au froid à 6°C le nombre de *Streptococcus thermophilus* ($102 \cdot 10^4$ à $169 \cdot 10^5$ UFC/ml) recensé dans les yaourts brassés expérimentaux est nettement inférieur à celui des *Lactobacillus bulgaricus* ($125 \cdot 10^4$ à $297 \cdot 10^5$ UFC/ml). A ce propos, selon (KASAMBA et al.,2019), au cours de la phase de fermentation qui s'opère souvent à l'étuve réglée à 45°C pendant 4 heures environ, les *Streptococcus thermophilus* démarrent la fermentation et produisent par fermentation lactique du lactate en utilisant comme facteurs de croissance les acides aminés libres dans le milieu et libérés suite à une hydrolyse partielle des caséines par les *Lactobacillus bulgaricus*, ensuite lorsque l'acidité atteint un certain pH du milieu la croissance des *Streptococcus thermophilus* est freinée et la fermentation dans une seconde étape est relayée par les *Lactobacillus bulgaricus* plus acidotolérante qui continuent à croître même à des températures basses de 6°C en utilisant cette fois-ci comme facteurs de croissance l'acide formique et le CO₂ libérés au préalable par les *Streptococcus thermophilus*. Ce phénomène de symbiose propre aux germes spécifiques du yaourt peut en partie expliquer les différences en nombre de germes constatées durant l'entreposage des yaourts au froid positif de 6°C. D'après certains auteurs (Meribai et al., 2015), contrairement aux autres espèces lactiques, l'espèce *Streptococcus thermophilus*, responsable d'acidification du yaourt, est la seule à posséder une uréase positive dont l'action consiste à convertir l'urée présente dans le lait (à des proportions de 0,25% g/l) en CO₂ et NH₄ qui peuvent stimuler à leur tour en culture mixtes la croissance des *Lactobacillus bulgaricus*.

Apparemment, durant l'expérimentation, en fonction des doses d'incorporation de la poudre des grains de pollen variables de 0, à 4 et 8% dans les essais le nombre des *Streptococcus thermophilus* est resté stable ; alors que celui des *Lactobacillus bulgaricus* semble connaître tout d'abord une évolution croissante au 1^{er} et 7^{ème} jour de stockage, puis une prolifération décroissante durant les jours qui suivent au 14^{ème} et 21^{ème} jour. Néanmoins, le nombre total de ces germes dans les produits s'avèrent conforme à la norme admise dans le yaourt de 10⁶ germes vivants/g (**Décret n°88-1203 du 30 Décembre 1988 relatif aux laits fermentés et au yaourt ou yoghourt**). D'après (**Béal et al., 1999**), la post acidification est étroitement associée à l'activité métabolique persistante des *Lactobacillus bulgaricus* pendant le stockage à 4°C ou leurs nombre a été relativement augmenté en fonction des taux de poudre de grains de pollen incorporés au 1^{er} et 15^{ème} jour d'entreposage contrairement aux *Streptococcus thermophilus* dont le nombre n'a pas changé grandement. L'ajout de la poudre des grains de pollen riche en principaux acides aminés libres, en glucides, en ferments lactiques et en principaux autres nutriments (**Thibault., 1999**), ont certainement contribué comme facteurs de croissance à booster durant ces deux périodes la croissance particulière des *Lactobacillus bulgaricus* des produits.

Selon (**Meribai et al., 2015**), dans les yaourts, la cinétique d'acidification des deux espèces lactiques spécifiques semble suivre une évolution contradictoire de sorte que *Streptococcus thermophilus*, ayant une vitesse élevée d'acidification est victime d'abaissement de pH, contrairement à *Lactobacillus bulgaricus*, qui accuse un pH optimum de croissance, au tour de 04,90. Une évolution proportionnelle de l'acidité en fonction des doses de poudre de pollen incorporées a été enregistrée dans les yaourts surtout pendant les 14 jours de stockage. Au cours de cette période l'acidité des produits n'a pas dépassée la norme de 150°D (**Renault-Miskovsky et Petzold, 2003**). Cependant, à la fin de la conservation, l'acidité des produits semble être nettement altérée ; avec des teneurs supérieures à la normale. Quant

au pH, les valeurs enregistrées (4.43 à 4.51) semblent suivre une évolution inverse à celle de l'acidité dont les teneurs enregistrées semblent favoriser la prolifération plutôt des *Lactobacillus bulgaricus* durant surtout les 14 jours de la période de post acidification ou leur activité fermentaire à été certainement stimulée par les principaux nutriments ramenés par la poudre de pollen incorporée (**Renault-Miskovsky et Petzold, 2003**).

Concernant les propriétés rhéologiques, les résultats obtenus au 1^{er} jour de stockage ont révélé une nette amélioration par rapport au témoin de la viscosité et de l'adhésivité des produits préparés à un taux sévère de 8% de grain de pollen, ensuite au-delà de cette période jusqu'à la fin d'entreposage au 21^{ème} tous les yaourts à base de poudre de pollen ont révélé un relâchement de ces critères. Ceci résulte assurément du fait que les *Streptococcus thermophilus* moins actives durant la phase de post-acidification sont les seuls germes capables d'élaborer au cours de leurs croissances pendant la 1^{ère} phase de fermentation des exopolysaccharides à l'origine de l'élévation de la viscosité et des changements rhéologiques du milieu (**Thibault., 1999**), Leurs inactivations par l'acidité élevée du milieu étant moins acidotolérante pendant la période de post acidification (**Lecerf ,2020**) s'est traduit par une moindre production d'exo polysaccharides et une baisse notable de la viscosité des produits. De plus, il apparait que les nombreux nutriments contenus dans les grains de pollen (**Renault-Miskovsky et Petzold, 2003**) n'ont pas agit comme facteurs de croissances capables de stimuler au cours de cette période la croissance des *Streptococcus thermophilus* à produire davantage d'exopolysaccharides. La baisse de la qualité rhéologique des produits à la fin de la conservation a été aussi expliquée selon l'auteur (**PACI KORA., 2004**), par les fortes productions des bactéries spécifiques du yaourt de lactate et d'enzymes hydrolytiques capables de fragiliser la structure du gel lactique et de dénaturer partiellement les exopolysaccharides du milieu.

Les valeurs d'EC50 révélées par le test de DPPH au 1^{er} et 21^{ème} jour ont montré une amélioration de l'activité antioxydante dans le yaourt supplémenté de pollen à 4% par rapport au témoin. Ceci résulte de la grande richesse des grains de pollen en composés bioactifs à fort pouvoir antioxydant dont l'ajout comme ingrédient a vraisemblablement complétement l'activité naturelle du yaourt. Parmi les constituants secondaires du pollen les composés phénoliques et les flavonoïdes occupent une grande part (**Thibault ., 2018**). D'ailleurs, l'extrait hydroethanolique expérimental de la plante à comptabiliser des proportions élevées en composés phénoliques (271,19 mg EAG/g de lyophilisat d'extrait) et en flavonoïdes (131,29 mg EQ/ g de lyophilisat d'extrait). Cet extrait a montré en d'autre part une très bonne activité antioxydante comparativement à la vitamine c ; avec des EC50 de 23.40 mg lyophilisat/ml et 21.50 mg Equivalent vitamine c/ml.

Les panelistes ayant participé au test organoleptique ont apprécié de la même manière sinon de meilleure que le témoin l'acidité, l'odeur et la couleur des yaourts préparés à 4% des grains de pollen. L'ajout de la poudre de pollen ne semble pas améliorer la viscosité, l'adhésivité et le goût amer qui s'avère très détérioré à une forte dose d'incorporation de 8%.

Malgré la collecte récente effectuée au mois de mars 2023 et les traitements de pasteurisation thermique appliqués aux grains de pollen pour améliorer sa qualité sanitaire son utilisation comme ingrédient dans le yaourt semble être limité à 14 jours. Au-delà de cette période de conservation à 4°C la qualité rhéologique et organoleptique des yaourts ayant reçu la poudre des grains de pollen surtout à une forte dose de 5% semble être altérée.

D'autres investigations pour améliorer la qualité et la stabilité des graines de pollen au cours de son stockage doivent être entreprises comme le traitement aux UV des graines collectées avant emballage sous vide et l'ajout d'un sirop dans la préparation destinée à la fabrication d'un yaourt fortifié aux graines de pollen.



Conclusion

Conclusion :

Au terme de cette étude et à la lumière des résultats trouvés il apparait bien que la farine des grains des pollens récoltés directement de la ruche constitue une source naturelle potentielle en principaux constituants nutritionnels et composés bioactifs à forts pouvoir antioxydant dont l'utilisation a permis d'améliorer plus ou moins la qualité et les aptitudes à la conservation d'un lait fermenté type yaourt brassé.

L'ajout de la farine des grains de pollen n'a pas affecté la croissance des germes spécifiques du yaourt brassé dont le nombre de *Streptococcus thermophilus* ($102 \cdot 10^4$ à $169 \cdot 10^5$ UFC/ml) ainsi que de *Lactobacillus bulgaricus* ($125 \cdot 10^4$ à $34 \cdot 10^5$ UFC/ml) est resté stable et supérieur à la norme admise de 10^6 germes vivants/ml, au cours de 21 jours d'entreposage au froid.

Ceci n'a pas empêché ces germes à produire durant cette phase de post acidification par fermentation du lactose constitutif du lait du lactate dont la production dans le milieu semble être remarquablement ($p < 0.01$) stimulée proportionnellement (de 82 à 195.77 °D) avec l'augmentation de (0 à 8%) des proportions de farine de pollen incorporées dans le yaourt. Jusqu'au 14^{ème} jour de stockage l'acidité s'est avérée conforme à la norme requise de moins de 150°D ; alors qu'au 21^{ème} jour elle semble être altérée suite à une contamination plutôt non contrôlée qui a surgit durant l'expérimentation. Les valeurs de pH qui viennent confirmer les résultats ont évolué d'une façon inverse à ceux de l'acidité ; avec des baisses ($p < 0.01$) de 4.52 à 4.40, en moyenne selon les variations des doses de pollen administrées aux produits.

Par ailleurs, l'activité antioxydante du yaourt expérimental ($EC_{50} = 24.12$ mg lyophilisat/ml d'extrait) par rapport au témoin ($EC_{50} = 46.72$ mg lyophilisat/ml d'extrait) a été nettement améliorée notamment au 21^{ème} jour de stockage par l'adjonction de la poudre des grains de pollen à 4% riche en principaux composés bioactifs ; phénoliques (271,19 mg EAG/g lyophilisat d'extrait) et flavonoïdes (131,29 EQ/ g lyophilisat d'extrait), respectivement.

Conclusion

Cependant, les aptitudes des souches lactiques du yaourt à produire d'avantage d'exopolysaccharides ne semblent pas être activées en présence de la farine des grains de pollen dans les produits dont la viscosité est restée stable (0.35 à 2.51 ds/mm²).

Durant l'expérimentation, d'une façon globale, les panelistes ont qualifié à l'unanimité de proche sinon de meilleur que le témoin la qualité organoleptique du lait fermenté préparé à 4% de farine des grains de pollen.

Il serait intéressant à l'avenir d'essayer d'incorporer la farine des grains de pollen dans d'autres types de yaourts comme le yaourt liquide à boire et le yaourt étuvé. Il est aussi très intéressant de songer dès maintenant à améliorer la stabilité de la qualité des grains de pollen collectés au cours du stockage avant leurs utilisations alimentaires et ceci par une optimisation des températures de conservation au froid positif et négatif, par ajout à la poudre une fois broyée du sucre ou du miel pour préparer un sirop à base de pollen ou par ajout d'additifs autorisés comme l'acide citrique capable d'empêcher toute éventuelle contamination aux germes pathogènes et banaux des produits transformés .



Référence
Bibliographiques

Références :

A

- **Ali-Rachedi F, Meraghni S, Touaibia N et Mesbah S (2018).** Analyses quantitative des composées phénoliques d'une endémique algérienne *Scabiosa Atro purea* sub. *MARTIMA* L. Bulletin de la société royale des sciences de liège, 87(1) :13-21.
- **Archana B, Dasgupta N et De B. (2005).** In vitro study of antioxydant activity of *Syzygium cumini* fruit. Food Chem., 90(4): 727-733.

B

- **Beal C et Helink S. (2022)** fabrication des yaourts et des laits fermentés. Fabrication des yaourts et des laits fermentés, F6315, 2019, Technique de l'ingénieur ,44 (Renault.miskousky et petzold, 2003).

C

- **Caillas Alin. (1976).** Le pollen: sa récolte, ses propriétés et ses usages. France FeniXX réédition numérique (Pensée moderne) , 124 p.
- **Charpin D. (2004).** L'air et la santé . VILLE. Médecine-Sciences Publications-Lavoisier: 305.
- **Charpin(1986).** Revue d'allergologie et d'immunologie chimique 26.

D

- **Dowding P J et Vincent B (1988).** Suspension polymérisation to frome polymer beady. 161 (2).
- Décret n°88- du 30 décembre 1988 relatif aux laits fermentés au yaourt ou yoghourt.

J

- **Jeantet R, Croguennec T, Mahaut M, Schuck P et Brule G.(2008).** Les produits laitiers, Paris, TECHNIQUES DOCUMENTATION-Lavoisier, 2^e édition: 184.
- **Jean-Prost P.(1987).** APICULTURE: Connaitre l'abeille- conduire le rucher, Paris, TECHNIQUE ET DOCUMENTATION-Lavoisier, 6 édition: 728.

K

- **Kasamba E I, Ekwalinga B H, Ilunga N J, Kalenga M K et Malanga M E (2019).** Perception et qualité physicochimique et microbiologique des yaourts Probiotique fabriqué et commercialisé à CUBUMBASHI. The américain journal of innovative research and applied sciences. 12(7):7.

- **Kaci M et Sassi Y. (2007).** Industrie laitier et corps gras .Recueil des fiche sous et sectorielle. Algérie.

L

- **Lecerf JM (2020).** Particularités et bienfaits des yaourts. Produit laitiers Elsevier. 14 (8) : 699-705.
- **Laaidi K et Laaidi M (2012).** Pollens, pollinoses et météorologie. La météorologie. 8(2): 17.
- **Laaidi K, Laaidi M et Besancenot J P (1997).** Pollens, pollinoses et météorologie. La météorologie. 8(2): 41-56.
- **Luquet M.(1990).** LAITS ET PRODUITS LAITIERS. VACHE. BREBIS. CHEVRE, Transformation et technologie, Paris, TECHNIQUE ET DOCUMENTATION-Lavoisier, 2(2): 658.
- Le Codex Alimentarius, norme n° A-11 (a) (1975).
- **Laib I, Kehal F, Arris M, Maameri M I, Lachlah H, Bensouici C, Mosbah R, Housnia M et Barkat M (2021).** Effet de la digestion gastro-intestinal in vitro sur les composées phénoliques et l'activité antioxydante du thé vert comellia sinen sis L. Issue de l'agriculture biologique. Green tea from organiquefarmin. Nutrition clinique et métabolisme. 35(3) :212-221.

M

- **Marouf A et Raynau D J. (2007).** LA BOTANIQUE de A à Z: 1662 définitions .Ville. DUNOD. 2^e édition: 342 P.
- **Mahaut M, Jeantet R, Schuck P et Brule G.(2000).** Les produits industriels laitiers, Londres. Paris. New York, TECHNIQUE ET DOCUMENTATION-Lavoisier:
- **Matescu(2007) in Boukannouche et Boulehfir (2009),** CONTIUBUTION À L'ÉTUDE DE LA SOURCE PROTÉIQUE DE L'ALIMENTATION DES ABEILLES, pollen, biologie et physiologie végétale, Département d'écologie et d'environnement, Faculté des sciences exactes et de la nature et la vie, Université de Jijel: 2.
- **Meribai A, Diafet A, Bahloul A, Ouarkoub M, Naami S, Mekhoukh N et Bensoltane A (2015).** Stabilité acide et viables starters après conservation des yaourts industriels, commercialisés aux Nord-est d'Algérie. JOURNAL OF NEW SCIENCES. 23(2): 10.

- **Mehdi Y (2016)**, Caractérisation physicochimiques, palynologiques et effets antibactérien, antioxydant et Immunomodulateur des miels de la région ouest d'Algérie, sciences biologique, département de biologie, faculté des sciences de la nature et de la vie, université de DJILLALI LIABES: 236.
- **Melin E.(1999)**. Botanique apicole. Ecole d'apiculture de la région wallone. Institut de botanique. Université de liège : 19.

P

- **Paci Kora E (2004)**. Interaction physicochimique et sensorielles dans le yaourt brassé aromatisé: quels impacts respectifs sur la perception de la texture et de la saveur. Sciences des aliments, Unité mixte de recherche génés et microbiologie des procédés alimentaires (inraa- ina pg), institut national agronomique paris grignon: 256.

T

- **Thibault M (2017)**. Le pollen apicole: ses propriétés et ses utilisations thérapeutiques, pharmacie, faculté de pharmacie, université de lorraine: 111.

V

- **vignola CL.(2002)SCIENCES ET TECHNOLOGIE DU LAIT**, Canada, presses internationales polytechnique.

S

- **Sanchez-Moreno C, Larraoui J A et Sora-Calixto F (1988)**. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. Journal of the science of food and agriculture.76, PP: 270-276.

Z

- **Zbadi R, Mohti H et Mossaoui F (2018)**. Stress oxydatif: évaluation du pouvoir antioxydant de quelques plantes médicinales. Médecine translationnelle. 24(2), PP:134-141.



Annexes

Annexe 1 :

1- Analyses microbiologiques :

1-1 Préparation de l'eau physiologie pour la préparation des dilutions :

Nous avons stérilisé 1l d'eau distillée pendant 20minutes dans un autoclavage, puis mélangé avec 9g de Na Cl.

1-2-1 Dénombrement des *Streptococcus thermophilus* :

Les germes sont dénombrées en boite de pétri stérile sur le milieu de culture M17.

1-2-2 Inoculation :

1ml de chaque dilution estensemencé dans les boites, ensuit en profondeur dans les boites pétri, puis on verse la gélose.

L'homogénéisation est réalisée par des mouvements circulaires doux et plat sous forme de huit, dans les deux sens. Solidification de la gélose près du bec et couvercle entrouvert pour permettre un séchage du milieu.

1-2-3 Incubation :

L'incubation est faite à 38°C pendant 24 à 72 heures.

1-3-1 Dénombrement des *Lactobacillus bulgaricus* :

Les germes sont dénombrés en boite pétri stérile sur le milieu de culture MRS (Man Rogosa Sharp).

1-3-2 Inoculation :

La même démarche précédente citée par les *Streptococcus thermophilus* est effectuée dans le dénombrement de *Lactobacillus bulgaricus* mais on prend 0,1 ml de chaque dilution, et par un milieu sélectif adapté est le MRS (Man Rogosa Sharp).

1-3-3 Incubation :

L'incubation est faite à 42°C pendant 24à 72 heures.

2- Les analyses physicochimiques :

2-1 Mesure le Ph :

2-1-1 Réactifs et appareillage :

- pH mètre
- Solution tampon (Ph=4 et Ph=7)

2-1-2 Mode opératoire :

Le pH des échantillons est déterminé par l'introduction de la cathode à l'intérieure du produit après étalonnage par les solutions tampons (pH=4 et pH=7).

2-1-3 Mesure des résultats :

Les résultats se fait par lecteur direct sur le pH mètre.

2-2-1 Mesure de l'acidité :

2-2-2 Réactifs et appareillage :

- Préparation de solution de soude caustique (NaOH, N /9) ;(4,44g de NaOH dans un 1l d'eau distillé).
- Préparation de solution alcoolique de phénolphtaléine 1% ;(0,5g de phénolphtaléine dans 100ml de méthanol).
- Burette+ Support +Bécher+Pipette en plastique
- Pipette de 10ml

2-2-3 Mode opératoire :

L'acidité Dornic a été déterminée d'une façon précise par titration de 10ml d'un échantillon à l'aide d'une soude caustique (NaOH) préparée à 9/N en présence 4 à 5 gouttes d'une solution alcoolique à 1% de phénolphtaléine jusqu'au virage rose.

2-2-4 Expression des résultats :

$$\text{Acidité Dornic} = V_{\text{NaOH}} \cdot 10$$

V_{NaOH} : Le volume de NaOH (9/N) nécessaire pour titrer l'échantillon jusqu'à l'apparition de la couleur rose-pal.

2-3 Mesure de la viscosité:

2-3-1 Appareillage :

- Bille de masse, 7,2mm de diamètre et de masse volumique égale à kg/m^3 .
- Tube en verre cylindrique de viscosité de 18cm de longueur et 2cm de diamètre.
- Chronomètre servant à mesurer le temps de chute de la bille.

2-3-2 Mode opératoire :

Introduire la bille dans le tube rempli avec le produit à analyser par une chute libre sur une distance constante de 10cm, tout en mesurant le temps par le biais d'un chronomètre.

2-3-3 Expression des résultats :

$$\eta = \frac{2R^2}{9v_{lim}} (\rho_{bille} - \rho_{liq})g \qquad K = 2 \cdot r^2 \cdot g / 9 \cdot x$$

Avec :

η : viscosité dynamique du liquide.

K : constante, tel que $K=74 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

ρ_{Bille} : la masse volumique de la bille = 2800 g/m^3

ρ_{Yaourt} : la masse volumique de yaourt (kg/m^3)

t : temps parcouru par la bille entre deux points A et B

R : rayon de la bille utilisée : $r=D/2=0.6 \text{ mm}$

g : force de la pesanteur $g=9.81 \text{ m/s}^2$

x : distance d'écoulement de la bille, $x=10 \text{ cm}$

2-4 Activité antioxydante du yaourt :

2-4-1 Préparation de l'échantillon :

Un échantillon de yaourt (10g) a été mélangé avec 2,5 ml d'eau distillée et le pH du yaourt a été ajusté à 4,0 en utilisant du HCL 1M. Le yaourt a ensuite été incubé à 45°C pendant 10 minutes suivi d'une centrifugation (10 000 tr / min, 20 minutes, 4°C). Le surnageant a été récolté et le pH a été ajusté à 7,0 en utilisant du NaOH. Le surnageant neutralisé a été recentrifugé (10 000 tr/min, 20 minutes, 4°C) et le surnageant a été utilisé dans l'analyse de l'activité antioxydante.

2-4-2 Dosage de l'activité antioxydante du yaourt :

L'activité antioxydante a été évaluée en termes de capacité de piégeage du radical DPPH selon la méthode décrite par **Archana et al. (2005)**. Un volume de 100 µl de chaque extrait préparées à différentes concentrations est mélangé avec 2.9 ml d'une solution d'éthanol de DPPH° de 0,004% (p/v). le mélange a été vigoureusement secoué et laissé au repos pendant 30 min d'incubation à l'obscurité et à température ambiante, l'absorbance est mesurée à 517 nm par spectrophotomètre. Nous procédons de la même manière pour l'acide ascorbique (antioxydant de référence). Le contrôle négatif a été préparé avec 100 µl d'éthanol et de 2.9 ml de la solution de DPPH° est également préparé.

Les concentrations des extraits testées sont comprises entre 0.2 et 100 mg/ml pour *T. vulgaris* et entre 500 et 10000 mg/ml pour *J. phoenicea* alors que celles de l'antioxydant standard, sont comprises entre 0.02 et 1 mg/ml.

L'activité antiradicalaire est exprimée en pourcentage de réduction de la solution de DPPH° (**Dongmo et al., 2010**). D'après **Dung et al, (2008)** et **Eyob et al. (2008)**, le pouvoir de réduction est déterminé en appliquant la formule suivante :

$$PR = (AC - AE) / AC \times 100$$

PR : Pouvoir de la réduction exprimé en pourcentage (%) ;

AE : Absorbance de la solution de DPPH° en présence de l'huile essentielle ou de l'acide ascorbique ;

AC : Absorbance de la solution de DPPH° en absence de l'huile essentielle et de l'acide ascorbique.

La variation du pouvoir de réduction en fonction de la concentration de l'extrait

Et de l'acide ascorbique, permet également de calculer le paramètre CE50 qui représente la « Concentration Efficace ». Cette dernière est définie comme étant la concentration de l'extrait (ou de l'acide ascorbique) nécessaire pour réduire 50% de l'activité de DPPH (**Molyneux., 2004**).

Les valeurs CE50 moyennes sont déterminées par les régressions linéaires de trois essais séparés où l'abscisse est représentée par la concentration des échantillons testés et l'ordonnée par le pouvoir de réduction en pourcentage (**Mensor et al., 2001**).

3- les composés bioactifs et activité antioxydante de l'extrait :

3-1 Extraction hydroethanoliques des grains de pollen :

- On prend 10g de matière végétale (grain des pollens).
- Mélangée avec 100ml de solvant (80/20ml) éthanol, eau distillée.
- Le mélange a été laissé à macération au froid pendant 6h à température ambiante sous agitation.
- L'extrait hydroethanoliques obtenu à été filtré on utilisant papier filtre whatman °N3, puis débarrassée le solvant par évaporation sous vide à 45°C.

3-1- 2 Dosage des polyphénols totaux :

- Dans des tubes de 200ul remplir par des extraits à été mélangé par 1ml de réactif de Folin-Ciocalteu (dilué 10 fois dans le méthanol).
- Incubation de 5min à température ambiante
- 800ul d'une solution aqueuse de carbonate de sodium à 7,5%.
- Conservation des tubes pendant 30min à température ambiante.
- L'absorbance est lue à 765nm.

3-1-3 Dosage des flavonoïdes :

On prend 500ul de chaque extrait ont été ajoutés à un volume égal d'une solution d'AlCl₃ (2% dans du méthanol). Le mélange a été vigoureusement agité et après 10 minutes d'incubation, l'absorbance à été lue à 430nm par un spectrophotomètre.

3-1-4 Activité antioxydante de l'extrait des grains du pollen :

L'activité antioxydant de nos extraits a été évaluée par le test de piégeage du radical DPPH décrite comme précédemment par (Archana et al.,2005).

4- Extraction des lipides à froids :

- Un prélèvement d'environ 10g d'échantillon mis en présence de 60ml de réactif de Floche (méthanol / chloroforme, 20ml/40ml, vol/vol) à été broyé à l'aide d'un homogénéisateur (type ultra thurax) pendant 3 minutes.
- Le mélange obtenu est filtré à travers un verre fritté de porosité 1standars
- Le filtrat obtenu est additionné d'une solution de Na cl à 0,73% à raison d'un volume de Na cl pour 4volumes de filtrat.
- Le mélange est agité puis laisser décanter pendant 2 heures.

On obtiendra un mélange séparé en 2 phases :

- La phase inférieure (chloroforme + lipides) est récupérée dans un ballon à fond rond.
- La phase supérieure (méthanol + eau) est rincée par ajout de 50 ml d'un mélange composé de 20% de Na CL préparé à 0,58 % et 80% de réactif de Folche. Après agitation, on laisse décanter à nouveau pendant 20 minutes.
- La phase inférieure est récupérée est ajoutée au premier filtrat.

4-1 Expression des résultats :

Les lipides totaux peuvent êtres quantifiés par la formule suivante :

$$\% \text{ des Lipides totaux} = \left[\frac{[M1-M0]}{M} \right] \times 100$$

M1 : poids du ballon contenant les lipides.

M0 : poids du ballon vide.

M : prise d'essai.

La participation aux journées étudiantes et scientifique aux niveaux de l'université :

Et nous avons eu l'honneur et la chance de participer à la célébration universitaire de la journée des sciences, le 16 Avril, et de la journée des étudiantes, qui coïncidé avec le 19 Mai, ou nous avons présenté nos travaux, et ce fut le résultat.





الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة عبد الحميد ابن باديس - مستغانم



الاحتفال بذكرى اليوم الوطني للطالب 19 ماي 2023/1956

Effet d'ajout des grains de pollen dans la formulation d'un yaourt brassé.

DESCRIPTIF:

Il s'agit d'un yaourt brassé fabriqué à partir de lait entier, de lait écrémé ou de lait partiellement écrémé. Les cultures bactériennes utilisées pour la fermentation comprennent généralement des souches de *Lactobacillus bulgaricus* et de *Streptococcus thermophilus*. Ces souches bactérienne considérées comme étant des pro-biotiques ont démontré des effets très bénéfiques pour la santé. En terme de fermentation, le caillé lactique formé doit subir un léger brassage d'où le terme de yaourt brassé. Il est bien connu que les graines de pollen sont riches en nutriments, notamment en protéines, en acides aminés, en vitamines et en antioxydants. On dit que les graines de pollen ont des propriétés anti-inflammatoires et antioxydantes, ce qui en fait un ingrédient potentiellement bénéfique pour la santé. En ajoutant de la farine de graines de pollen au yaourt brassé, cela peut constituer un nouveau produit alicament alliant les vertus santé des pro biotiques et ceux des graines de pollen.

OBJECTIFS, ET UTILITES :

Le yaourt brassé aux grains de pollen offre plusieurs avantages pour la santé, dont:

1. Fournir des nutriments pour soutenir une alimentation saine et équilibrée.
2. Augmenter la sensation de satiété grâce à sa teneur en protéines, ce qui peut être bénéfique pour les personnes cherchant à perdre du poids ou à maintenir un poids santé.
3. Favoriser la santé intestinale et améliorer la digestion grâce aux probiotiques contenus dans le yaourt brassé et aux propriétés bénéfiques des grains de pollen sur la fonction digestive.
4. Renforcer le système immunitaire et protéger contre les maladies grâce aux antioxydants et aux composés bioactifs présents dans les graines de pollen.
5. Protéger contre les dommages cellulaires et réduire l'inflammation dans le corps grâce aux propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires des graines de pollen.

DOMAINE(S) D'APPLICATION :

1. Comme aliment quotidien pour fournir une source de nutriments essentiels à la santé.
2. Comme collation saine pour favoriser la satiété et aider à maintenir un poids santé.
3. Alimentation des sportifs pour fournir des nutriments nécessaires à la récupération musculaire et à la performance.
4. Comme complément alimentaire pour les sujets immunodéprimés.





Contact :
 Mme BOUZID DAHOU Samira ; Mme KHELIFA Yamina Nesrine ; Dr. AIT CHABANE Ouiza
 et Dr. AIT SAADA Djamel
 Laboratoire de Technologie Alimentaire et Nutrition- Université Abdelhamid Ibn Badis - Mostaganem (Tel : 0772587313)



UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

LABORATOIRE DE TECHNOLOGIE ALIMENTAIRES ET NUTRITION

Intérêt d'ajout des grains de pollen dans la formulation d'un yaourt brassé

Mme. BOUZIDDAHO Samira & Mme; KHELIFA Yamina Nesrine; Dr. AIT SAADA Djamel; Dr. AIT CHABANE Ouiza.

Introduction :


Les grains de pollen sont très riches en principaux nutriments et composés bioactifs dont : Glucides: 30 à 55% (glucose et fructose), Protéines: 25 à 30 % (Renferme les 8 acides aminés essentiels), Lipides: 1 à 20 % (dont les acides gras essentiels), Minéraux: (calcium, fer, magnésium, phosphore, potassium...etc.), Vitamines du groupe B (vitamine B5) et les vitamines A,C,D,E. Ils sont très riche aussi en Fibres et Polyphénols (flavonoïdes, caroténoïdes).



Intérêts du nouveau produit:



- Améliore la mémoire et le système nerveux (personnes âgées);
- Améliore les performances physiques;
- Agit comme Fortifiant (lutte contre la fatigue);
- Renforce les défenses naturelles (immunitaire);
- Favorise le transit et la flore intestinale;
- Contribue au métabolisme énergétique.



Protocole expérimentale:

- Lait entier UHT
- Chauffage à 45°C
- Ensemencement des souches lyophilisées (St/Lb) à raison de 3%
- Serrissage par du papier aluminium
- Étuvage à 45°C pendant 4 heures
- Ajout de la poudre des Grains de pollen
- Brassage
- Conservation à 6°C

Objectifs:

Cette étude consiste à suivre l'effet d'incorporation des grains de pollen à différentes concentrations sur la qualité physico chimique, microbiologique, organoleptique et diététique d'un yaourt brassé au cours de 21 jours de conservation au froid à 6°C.

Le but escompté aussi à travers cette présente étude est d'optimiser la meilleure dose d'incorporation des grains de pollen dans le yaourt brassé en vue d'une éventuelle utilisation dans le secteur agroindustriel à même de contribuer à une mise sur le marché d'un nouveau produit pouvant satisfaire le besoin des consommateurs.

Conclusion :

Ce yaourt enrichi des grains de pollen peut être vendu en pharmacie comme aliment pouvant satisfaire les besoins de certaines catégories de consommateurs (sportifs, cancéreux, sujets immunodéprimésetc.).

Nous remercions à votre amitié disposition: khelifa.yamina@univ-badis.dz / 0033094984 & samira.bouziddaho@gmail.com / 0033094984

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS - MOSTAGANEM

SCIENCE DE NATURE ET DE VIE

NT SCIENCE ALIMENTAIRE ET TECHNOLOGIE

LABORATOIRE DE NUTRITION

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

LABORATOIRE DE TECHNOLOGIE ALIMENTAIRES ET NUTRITION

Paneliste N° :

Nom :

Prénom :

Sexe :

Fonction :

Fiche de dégustation

Paramètres	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Gout acide			
Arrière gout			
Viscosité			
Adhésivité			
Couleur			
Odeur			

Il est demandé aux panelistes d'apprécier la qualité des produits selon les critères suivants en les notant sur une échelle variable de 1 à 10 :

- 1, 2, 3 : Mauvais (e),
- 3, 4, 5 : Bon (Bonne)
- 6, 7, 8 : Très bon (bonne)
- 9, 10 : Excellent (Excellente).

Définitions :

- **Gout acide** : consiste à apprécier l'ampleur de l'acidité développée par les germes lactiquesensemencée dans les laits fermentés type yaourt au cours de l'entreposage.
- **Arrière gout** : Le paneliste est appelé à apprécier l'ampleur de la sensation d'un arrière gout amère (si il existe) dans le produit présenté une fois mis en bouche.
- **Viscosité** : Le paneliste est appelé à apprécier la viscosité du produit en malaxant une prise d'échantillon avec la langue une fois mis en bouche.
- **Adhésivité** : Exprime l'intensité des forces inter faciales développées entre la surface d'une cuillère et celle de l'échantillon lors d'une prise en pot du produit.
- **Couleur** : Consiste à apprécier le niveau d'acceptabilité de la couleur du produit qui s'offre au dégustateur en le comparant à la couleur naturelle blanchâtre d'un yaourt nature.
- **Odeur** : Le paneliste est appelé à évaluer olfactivement l'ampleur de l'odeur naturelle caractéristique du produit qui s'offre à lui (due à l'acétaldéhyde développé par les bactéries spécifiques du yaourtensemencées au cours de la fermentation).



